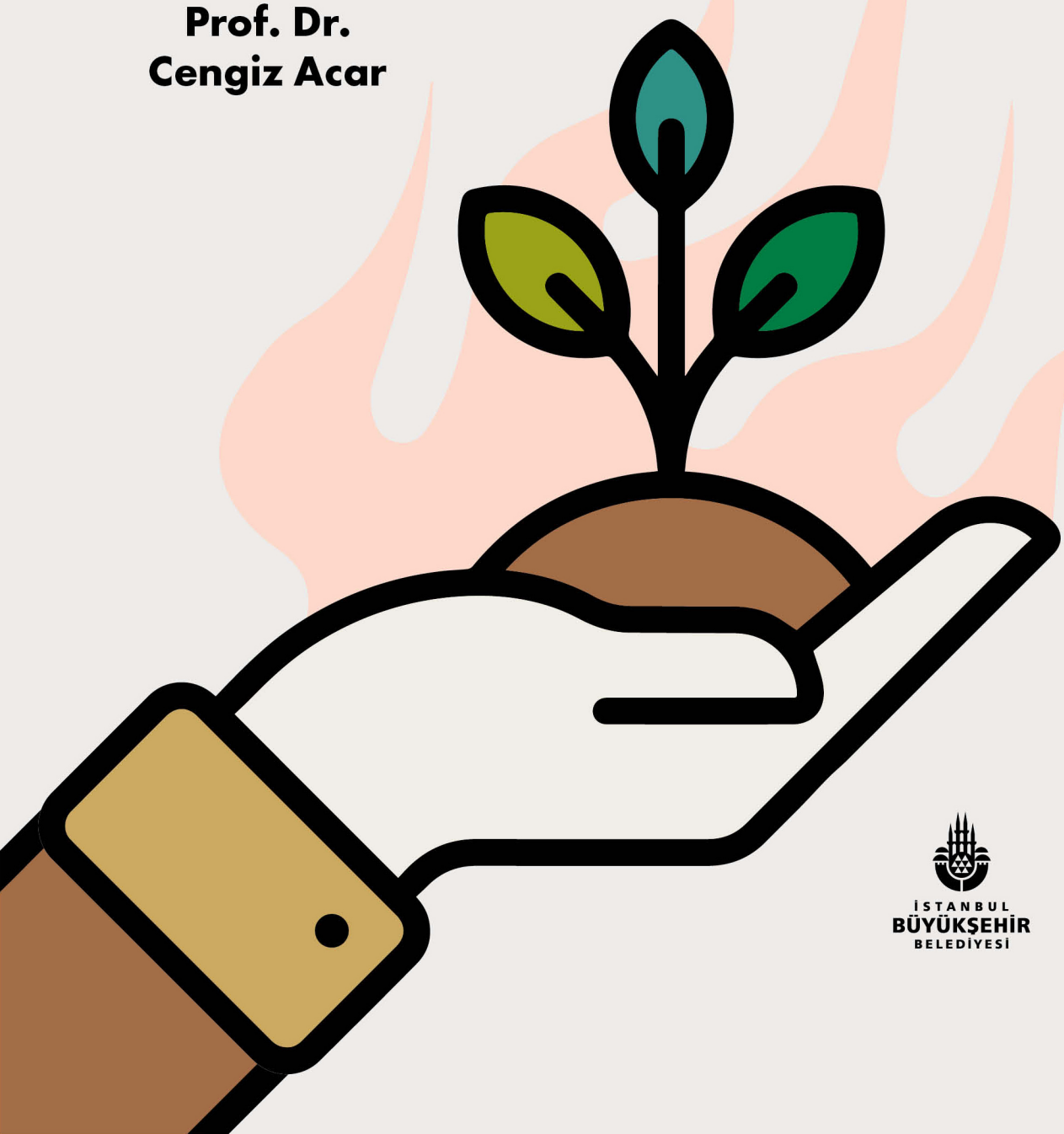
# İklim Değişikliğinde Peyzaj ve Bitkilendirme Stratejileri

Hazırlayan:
**Prof. Dr.**
**Cengiz Acar**



İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

İSTANBUL AĞAÇ VE PEYZAJ

# İklim Değişikliğinde Peyzaj ve Bitkilendirme Stratejileri

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

# İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNDE PEYZAJ VE BİTKİLENDİRME STRATEJİLERİ

**İBB Yayınlar Koordinatörü:** Cengiz Özkarabekir

**Yayın Yönetmeni:** Ahmet Bozkurt

**Koordinatör:** Cengiz Acar

**Yazarlar:** Ali Ömer Üçler, Ali Sukas, Alper Uzun, Birşen Zontur, Burak Sekman, Cantürk Gümüş, Cengiz Acar, Cihan Erdönmez, Demet Ülkü Gülpınar Sekban, Dilek Oral, Ebru Al May, Elif Altaş Çakıl, Ender Makineci, Fergan Karaer, Hülya Torun, İrem Tüfekcioğlu, Lionel Constantin Fosso, Makbulenur Onur, Mehmet Özdemir, Mesut Tandoğan, Serhat Cengiz, Seyran Palabaş Uzun, Şerife Doğanay Yener, Tuncay Akgün, Uzay Karahalil

**Redaksiyon:** Ferda Akbalık Zarakolu

**Son Okuma:** Burcu Terzioğlu

**Kapak Tasarımı:** Geray Gençer

**Sayfa Kimlik Konsepti ve Tasarımı:** Kamuran Ok

**Baskı Öncesi Hazırlık ve Renk Ayrımı:** Mehmet Kara

**Görseller:** İBB Atatürk Kitaplığı, İstanbul İçerik Atölyesi, Ağaç ve Peyzaj AŞ Fotoğraf Arşivi, Depo Photos

**Yapım**
RES Yapım Prodüksiyon Reklam Org. Tur. San. Tic. Ltd. Şti.
Halil Rıfat Paşa Mahallesi, Güler Sokak 4-8/8 Şişli İSTANBUL
kitap_resyapim@gmail.com

**Baskı ve Cilt**
SEÇİL OFSET MATBAACILIK AMBALAJ SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ
100 Yıl Matb Sitesi, 4. Cad No: 77, Bağcılar, İstanbul
Sertifika No: 44903

ISBN: 978-605-85540-3-0
1. Baskı: İstanbul, Mart 2026

Yayınevi Sertifika No: 80299

**İSTANBUL AĞAÇ PEYZAJ EĞİTİM HİZMETLERİ VE HAYVANAT BAHÇESİ İŞLETMECİLİĞİ SANAYİ VE TİCARET AŞ**

5. Levent Mah. Fatih Sultan Mehmet Bulvan No. 33/1 Alibeyköy - Eyüpsultan / İSTANBUL
TEL: 0 (212) 600 00 00 - bilgi@agac.istanbul - www.agac.istanbul

© Bütün hakları saklıdır. Yasal sınırlar içinde ve kaynak gösterilmek sureti ile yapılabilecek alıntılar dışında her türlü kullanım ve yararlanma, eser/hak sahiplerinin ve yayıncının önceden yazılı iznine tabidir. Bu kitap tanıtım nüshasıdır. Ücretsizdir. Para ile satılamaz.

# İklim Değişikliğinde Peyzaj ve Bitkilendirme Stratejileri

**Hazırlayan:**

**Prof. Dr.**

**Cengiz Acar**

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

İSTANBUL AĞAÇ VE PEYZAJ

# İçindekiler


## 1. Bölüm:
## İklim Değişikliği ve Bitkiler

**Bitkilerde İklime Bağlı Stres Fizyolojisi ve Bitkilerin Savunma Mekanizmaları** 20
*Hülya Torun*

**İklim Değişimi Etkisinde Şehir Ağaçlarının Yetişme Ortamı ve Toprak Özellikleri Etkileşimi** 36
*Ender Makineci*

**İklim Bitkileri ve Seçimi** 68
*Cengiz Acar, Demet Ülkü Gülpınar Sekban*

## 2. Bölüm
## İklim Değişikliğinde Kentsel Alanlar

**İstanbul'da Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi ve Bölgesel İklim Değişikliği** 96
*Serhat Cengiz, Burak Sekman*

**Kent Ormanlarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu ve Planlanması** 108
*Uzay Karahalil, Lionel Constantin Fosso*

**İklim Krizi ve İklim Politikaları Açısından Kentsel Yeşil Alanlar ve Bitkilendirme** 144
*Cihan Erdönmez, Cantürk Gümüş*

## 3. Bölüm
## İklim Değişikliği Bağlamında Türkiye'nin Doğa ve Kent Florasına Bir Bakış

**İklim Değişikliği Bağlamında İstanbul Kent Peyzajı İçin Kullanımı Önerilen Doğal Odunsu Bitkiler** 158
*Dilek Oral, Ş. Doğanay Yener*

**Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi Kurakçıl Karakterli Odunsu ve Yarı-Odunsu Taksonları** 204
*Alper Uzun, Seyran Palabaş-Uzun, Cengiz Acar*

**Karadeniz Bölgesi'nde Küresel İklim Değişikliğine (Suya ve Kuraklığa) Dayanıklı Bitki Biyoçeşitliliği ve Peyzaj Uygulamalarında Değerlendirilmesi** 260
*Fergan Karaer*

**Türkiye Akdeniz Bölgesi Maki Vejetasyonu: İklim Değişikliğindeki Yeri ve Bitkilendirme Önerileri** 304
*İrem Tüfekcioğlu*

## 4. Bölüm
## İklim Değişikliğinde (Peyzaj) Bitkilendirme Yaklaşımları

**İklime Dirençli Kentsel Bitkilendirme Tasarımı Stratejileri** 318
*Demet Ülkü Gülpınar Sekban, Cengiz Acar*

**Küresel İklim Değişikliğinde Biyofilik Tasarım Yaklaşımı** 338
*Cengiz Acar, Makbulenur Onur*

**İklim Değişikliğinde Suya Duyarlı Planlama/ Tasarım Stratejileri ve Bitki Tür Seçimi** 354
*Cengiz Acar, Elif Altaş Çakıl*

**İklim Belirsizliğinde Peyzaj Tasarımları** 372
*Birşen Zontur*

## 5. Bölüm
## İklim Uyumlu Yetiştiricilik Ve Yeşil Endüstri

**İklime Uyumlu Peyzaj Bitkilerinin Yetiştirilmesinde Temel İlkeler ve Fidanlık Teknikleri** 388
*Ali Ömer Üçler*

**İstanbul'un Yeşil Köprüsü: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ** 412
*Ebru Al May, Ali Sukas*

**İstanbul'da Yetişebilen ve Peyzaj Değeri Olan Bazı Odunsu Bitkilerin Yetişme Ortamı Özellikleri, Yetiştirme Teknikleri ve İklim Değişikliğine Adaptasyon Potansiyelleri** 436
*Mesut Tandoğan, Mehmet Özdemir, Tuncay Akgün*

(Fotoğraf: Depo Photos)

# Önsöz

İklim değişikliği, yaşadığımız dünyada artık söylemlerin ötesine geçmiş ve yaşamımızı etkiler duruma gelmiştir. İnsanoğlunun dünyadaki serüvenine yeni bir yol, yaşam biçimlerine farklı bakış açıları sağlayan iklim değişikliği, başta hayatta kalma olmak üzere sağlıklı, güvenilir ve konforlu yaşamamız için tehdit ve fırsatları beraberinde getirmiştir. Bilimin amacı olan tanıma ve bilme süreci içerisinde artık iklimin neleri değiştirdiği ve neleri yok ettiğinin en azından farkına vardık. Ya da biz öyle zannediyoruz. İşte bu kitap farklı disiplinleri bir araya getirerek yaşadığımız mekânlara ve ekosistemlere iklim değişikliği merceğinden bakıp sahip olduğumuz fitosonözün ne olduğunu öğrenmemize yardımcı olacak; ülkemizdeki bitkilerin değerlendirilmesinde iklime bağlı yeni bakış açımızın kapı aralığını açmada fikirler sunacaktır. Genel olarak herkes bulunduğu çevreyi, yaşadığı kenti "yeşillendirme" çabasında ve buraları "doğa gibi" görmek istiyor. Ian L. McHarg'ın dediği gibi "Dünyayı yeşillendirmeyi, dünyayı eski hâline getirmeyi ve iyileştirmeyi öğrenmeliyiz."

Bu kitabın; bitki ve peyzaj temelinde iklim değişikliğinde etkili role sahip olan yerel yöneticilere, yeşil endüstriye yani özel ve kamusal fidanlıklara, peyzaj mimarları ve tasarımcılara, kent ve mekân planlamasında görev alan kuruluşlara yeni fikirler vereceğini umuyoruz. Maalesef kentlerimizdeki olumsuz etmenlere karşı var olma savaşı içinde olan bitkiler, değişen ve dönüşen koşullarda hâlâ en büyük müttefikimiz. Ülkemizin sahip olduğu eşsiz bitki ekosistemleri ve peyzajındaki öğretici potansiyelin yüksekliği, kültürel birikime ve bilime aç insanımızın varlığı da çevremizi ve kentlerimizi geleceğe taşıma noktasında umut verici.

Kitabın ortaya çıkmasında bölüm yazarları olan akademisyenler, araştırmacılar, tasarımcılar önemli katkılar sağladı. Her bir yazar, kendi disiplininde iklime yönelik bilimsel bulgularını sundu. Kitabın vücuda kavuşmasında ve basımında kurumsal desteklerini sunan İstanbul Ağaç AŞ ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne çok teşekkür ederiz.

Kitabın okuyuculara yararlı olması dileklerimle…

İstanbul, 2025

Cengiz Acar[1]

1 Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

(Fotoğraf: Depo Photos)

# Önsöz

Kıymetli İstanbullular,

İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak 2019'dan beri adil, yeşil ve yaratıcı bir İstanbul hedefiyle çalışmaya devam ediyoruz. Hemşehrilerimize eşit hizmet sunmanın, birbirinden önemli hizmet ve projelerle İstanbul'un sorunlarına çözüm üretmenin mutluluğunu yaşıyoruz. Altyapı, ulaşım, yeşil alan ve çevre yatırımlarıyla İstanbul'un bugününü ve yarınlarını koruyup güzelleştirecek projeleri hayata geçirmeye devam ediyoruz.

İklim krizi, artık beklenen küresel bir kriz değil bir gerçeğe dönüşmüş durumda. İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak krizle mücadele için somut adımlar attık, bu alandaki çalışmalarımız devam ediyor. Hizmet binalarımıza kurduğumuz güneş enerji sistemleriyle yeşil enerji üretmeye başladık. İstanbul'a yeni yeşil alanlar kazandırırken bir yandan da İstanbul'un denizini ve su yataklarını koruduk.

Avrupa'nın en büyük tesisi olan Kemerburgaz Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi ile Silivri Seymen Çöp Gazından Enerji Üretim Tesisi başta olmak üzere önemli çevre yatırımlarını İstanbul'a kazandırdık. İstanbul'un 2050 yılında karbon nötr ve iklim dayanıklı bir dünya kenti olması hedefimiz var. Ulaşım sistemini karbondan arındırarak, toplu taşıma entegrasyonunu geliştirerek bu hedefimize ulaşacağız.

İstanbul dünyanın en büyük kentlerinden biri. Böylesine büyük bir kentin yönetimi için bilimsel temelli gelecek planları hazırlamak hayati önem taşıyor. Katılımcı bir anlayış ve veriye dayalı analizler sonucu İstanbul Vizyon 2050 Strateji Belgesi'ni ortaya koyduk. İstanbul'da hayata geçen yatırımlarımız, bu belgenin birer adımı olarak uygulanıyor. Bu belge, İstanbul'un iklim dirençli bir kent olma hedefi için de ana yol haritamızı oluşturuyor.

Elinizdeki *İklim Değişikliğinde Peyzaj ve Bitkilendirme Stratejileri* kitabı, iklim kriziyle mücadeleye, şehircilik perspektifinden çevre düzenlemeleri ve bitkilendirme stratejileri ekseninden bakıyor. Bu değerli çalışmanın hazırlanmasında katkısı bulunan değerli yazarlara, araştırmacılara ve emek veren herkese İstanbullular adına içten teşekkürlerimizi sunuyoruz. Bu çalışmanın İstanbul başta olmak üzere tüm şehirlerimize, bu alanda çalışan uzmanlara rehber olması en büyük dileğimiz.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak her zaman vatandaşlarımız için hizmet üretmeye, İstanbulluların öncelikli ihtiyaçlarına çözüm sunmaya devam edeceğiz. Daha adil, mutlu, geleceğe güvenle baktığımız bir İstanbul'u hep birlikte inşa edeceğiz.

Umut burada!

Saygılarımızla,

İstanbul Büyükşehir Belediyesi

(Fotoğraf: Depo Photos)

# Giriş

"Doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleri sonucu küresel atmosferin bileşimini değiştiren ve karşılaştırılabilir sürelerde gözlemlenen doğal iklimde görülen değişkenlik" olarak ifade edilen iklim değişikliği, insanın da içinde olduğu tüm dünya ekosistemlerini tehdit eden, söylemin ötesinde yaşamımızı ve toplumumuzun geleceğini belirleyen hayati bir konu durumuna gelmiştir. Ülkemizde ve dünyada insanın yaşam alanlarının kentlere yönelmesi sonucunda kentsel mekânların kompleks oluşumlarında iklimle ilgili kararlar daha belirgin olmaya başlamıştır. Dünya çapında kentsel alanların benzeri görülmemiş şekilde büyümesi nedeniyle başta planlamacılar, peyzaj tasarımcıları, mimarlar, mühendisler ve bilim insanları olmak üzere bu konuda farkındalık geliştirmeye çalışan toplumlar; gelecekte sürdürülebilir ve dayanıklı kentler oluşturma konusunda çabalarını arttırmışlardır. Yeşil kentler, ekolojik kentler gibi farklı mottolarla ifade edilse bile, bu yerleşimleri oluşturmadaki en belirleyici unsurlardan biri kuşkusuz kentsel bitki örtüsünün veya yeşil alanların oluşturulması ve yönetilmesidir.

Kentlerde başta mikro iklimi iyileştirme, kentsel hidrolojiyi planlama ve tasarımlara dâhil etme, mimari ve şehir planlamada iklime yönelik hareket etme, biyoçeşitlilik, kent ve yakın çevresindeki üretken peyzaj dinamiklerini sisteme katabilme, ekosistem hizmetleri ve sosyokültürel hizmetlerin dirençliliğini fiziksel mekânlarda gerçekleştirme gibi açık ve yeşil alanlardan yararlanma daha bilinçli düşünülmeye başlanmıştır. Kentlerdeki miras ve tarihî önem, peyzaj kalıntıları da dâhil olmak üzere bitki örtüsünün en küçük ölçekte bile değeri bir yapı parseli veya adası kadar önemli hâle gelmiştir. Önceleri kentlerde oluşan veya oluşturulacak boşluklar açık ve yeşil alan gibi terimlerle ifade edilirken günümüzde yeşil altyapı (green infrastructure), mavi-yeşil altyapı (blue-green infrastructure), peyzaj altyapısı (landscape infrastructure) gibi yaklaşımlar son yirmi yıldır bilimsel ve yönetimsel literatüre girmiş durumdadır. 2020 yılında ortaya çıkan COVID-19 pandemi süreciyle süregelen değişimlerde kentlerde ifade edilen altyapı kaynaklarının, daha işlevsel ve sürdürülebilir kentsel planlama ve tasarım için acil bir çağrının ötesinde iklim krizinde insan refahı ve kentsel sürdürülebilirlik için çok çeşitli ekosistem işlevleri ve hizmetleri sunmalarından ötürü de ne kadar önemli olduğu kanıtlanmış durumdadır. Bütünleştirici ve

katılımcı süreçlere dayalı kentsel dayanıklılığı iklim değişikliğine karşı artırmak için kentsel peyzaj altyapısını yeniden ele almak artık büyük bir ihtiyaçtır. Kentlerde yapı stoklarının ötesinde insan yaşamıyla ekosistemin diğer canlılarıyla doğal sistemleri ve süreçleri iklim değişikliğine yönelik uyarlamamız son derece önemlidir. Açık-yeşil alanların sadece park ve bahçelerden oluşmadığı, kentlerde ve yakın çevrelerindeki farklı boyut ve işlevlerdeki yaban hayatı koridorları, kent ormanları, ulusal parkların da iklim direnci konusunda tüm mekânsal ölçekleri kapsayan ekolojik ağın içerisinde olması önemli bir gerekliliktir. Bu şekilde kentsel dayanıklığın nasıl arttırılacağı konusunda ve dirençli kentler oluşturmada temel anlayış benimsenebilir.

Gerçekte sözü edilen ağ oluşturma, ekosistemi yeniden ele alma, ekolojik altyapıyı oluşturmada temel bileşen habitatları ve ekosistemleri oluşturacak olan bitkiler ve yaşam alanlarıdır. Doğada müdahale edilmeyen ve antropojenik olumsuzluklara maruz kalmayan habitatlardaki bitkiler, uzun dönem geçmişlerinde evrimleşerek bulunduğu yaşam alanlarının dirençli bireyleri hâline gelmiştir. Ekolojik ardıllık süreci ile doğada bitkiler arasında bir taraftan yüksek rekabet diğer taraftan maksimum dayanışma oluşmakta; bu sayede bitkiler yaşamlarını sürdürmekte ve ekosistemin hizmetkârı ve aktörü olmaktadır. Bu noktada bitkiler, yaşam alanlarını tanımamızda birer indikatör ve aynı zamanda müttefikimizdir. Önemli olan, bizlerin değişen koşullar altında ve iklim değişikliği sürecinde onlara birer oyuncu olmaları konusunda nasıl alan açacağımızdır. Bu yaklaşım, dirençli kentlerin beklenmeyen durumlara hazırlıklı olmasını ve bunlara yanıt verebilmek için önceden tahminde bulunan, plan yapan ve harekete geçen bir kent yapısı içinde sisteme bitkilerin de alan bulmasını gerektirir. Son elli yıldır bilimsel literatür; kent ormanlarının ve parkların sıcak yaz aylarında serinletici faydalar sağlayarak kentsel ısı adasının etkisini azalttığını, kentlerde yaya alanlarını gölgelendirmek için ağaçların tepe taçlarının (kanopileri) ne denli önemli olduğunu, bu nedenle geniş yapraklı ağaçların termal konforu artırmada etkili olduklarını, geçirimli bitkilendirilmiş yüzeylerin hem soğutmada hem de yüzey akışını azaltmada değerlendirilebileceklerini; yeşil duvarlar ve çatıların yapı yalıtımında iyileştirici rol oynayarak sadece estetik değil potansiyel enerji tasarrufu sağladıklarını, belirsiz ve öngörülemez iklim koşullarında yağmur suyunu tutmak ve kullanmak için kentsel su depolama ve tutulma alanlarında kentsel su yönetim sistemlerinde kullanılan bitkilerin ne denli çok yönlü doğal ve etkin elemanlar olduklarını göstermektedir. Aynı zamanda bitkiler, kentsel yaşam kalitesi için yeşil alanlarda biyolojik çeşitlilik açısından zengin olduklarında doğayı gözlemleme, sosyalleşme ve açık hava etkinliklerine ilişkin biyofilik canlılardır. Bu özellik ve işlevlerinden ötürü, akılcı bir planlama ve yönetim ile peyzaj altyapısını oluşturacak ve ekosistem hizmetlerinin en yüksek seviyede etkinliğini arttıracak planlamalarla ele alınması kentsel dirençlilik açısından temel görevimizdir.

Kentleşmemiş alanlar da iklim değişikliğinde son derece önemli olup doğayı koruma ve geliştirmeye yönelik stratejilerin benimsenmesi ülkemiz için oldukça elzemdir. Yangın başta olmak üzere Ege ve

Akdeniz bölgelerindeki doğal süreç, maalesef kentlerin güvenliği ve tarım alanlarının verimliliği açısından büyük problemdir. Ve ilginçtir sözü edilen alanlar Akdeniz biyoğrafyası açısından son derece eşsiz kurakçıl bitkilerle peyzajın ana karakteristiği durumundaki bitkilere sahiptir.

İşte bu kitabın temel dayanak noktası bitkilerin ve bitki temelli tasarlanmış peyzajların iklim değişikliğindeki rollerinin ülkemizdeki örnekleri ve dünyadan verilmiş seçkin örneklerle tanıtılmasına yöneliktir. Bu amaçla kitabımız beş bölümden ve ilgili makalelerden oluşmaktadır.

"İklim Değişikliği ve Bitkiler" başlığı altındaki Birinci Bölüm'de iklim değişikliği sürecinde bitkilerdeki temel yapılanma biçimleri, iklim etkisi altındaki kentlerde kentlerin en yaşlı ve en işlevsel doğal elemanı olan ağaçların etkileşimi ve iklime yönelik bitkiler hakkında önemli bilgiler sunulmuştur. "İklim Değişikliğinde Kentsel Alanlar" başlığını içeren İkinci Bölüm'de kentsel alanlardaki değişimin iklimle olan ilişkisi İstanbul örneğinde dile getirilmiş, kentlerimizdeki yeşil alanların ve kent ormanlarının adaptasyon ve planlama açısından dikkate değer bulguları verilmiştir. Üçüncü Bölüm, iklim değişikliği bağlamında Türkiye'nin doğa ve kent florasına bir bakışı içermektedir. Bu bölümde ülkemizin ve Avrupa'nın en büyük kenti olan İstanbul'da doğal flora elementlerinin durumu irdelenmiş, iklim değişikliğinde kentler için önerilebilecek Akdeniz kökenli vejetasyon, bitki türlerine ait taksonlar ve özellikleri ortaya konmuştur. İklim değişikliğinde (peyzaj) bitkilendirme yaklaşımlarını içeren Dördüncü Bölüm, peyzaj tasarımları açısından iklime uyumlu, dirençli ve duyarlı bitkilendirme stratejilerini ve bitki tür seçimlerini içermektedir. Kitabın son bölümü ise "İklim Uyumlu Yetiştiricilik ve Yeşil Endüstri" başlığı altında bitki materyalinin iklime uyumlu yetiştirilmesinde gerekli olan koşullara ait ilkeleri dile getirmekte ve yeşil endüstride önemli fidanlıkların işlevlerini ortaya koymaktadır.

Kitapta dile getirilen stratejiler, ülkemiz için kent ve çevresinde iklimle dost yapılacak peyzaj ve bitkilendirme çalışmalarına ait verilen seçki, özellikle bitki türleri açısından yerel yönetimler ve fidanlık işletmelerinin gelecekteki rolleri üzerinde yararlı bilgiler sunmaktadır. İklim eylem planlarına ek olarak iklime dirençli düzenleme ve tasarım çalışmalarında stratejik yaklaşımlar oluşturması bu kitabın en önemli katma değeri olacaktır.

Cengiz Acar

(Fotoğraf: Depo Photos)

# 1. Bölüm

# İklim Değişikliği ve Bitkiler

# Bitkilerde İklime Bağlı Stres Fizyolojisi ve Bitkilerin Savunma Mekanizmaları

*Hülya Torun*[*]

Dünya, biyosfer için ciddi bir tehdit oluşturan iklim değişikliği ile karşı karşıyadır. Yağış düzeninin bozulması, sıcaklık değişimleri, ısı dalgaları, $CO_2$ veya ozon seviyelerindeki küresel değişim, böcek, hastalık ve yabancı ot gibi canlı faktörlerin miktarındaki artışlar bitkiler için optimum düzenlerinin dışına çıkılmasını sağlayarak büyük değişimlere neden olmaktadır. Abiyotik ve biyotik faktörler olarak karşımıza çıkan tüm bu etmenler bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerini olumsuz etkilemektedir. İklim değişikliğinin nedeni olarak meydana gelen bu durum sadece yaşadığımız hayata etki etmekle kalmayıp aynı zamanda türlerin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmalarına da zemin hazırlayan küresel boyutta tehlike oluşturmaktadır. Bitkilerin yaşamsal süreçlerini moleküler düzeyden morfolojik düzeye kadar inceleyen en önemli bilim alanı bitki fizyolojisidir. Fizyolojik anlamda bitkilerde ortaya çıkan ve son yıllarda adından çokça bahsettiren bitkilerde stres kavramı da optimum olmayan şartların bitkide meydana getirdiği fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin yansımasıdır. Stres, bitkinin büyüme ve gelişme olaylarının tüm basamaklarında etkisini göstererek bitkide önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Dolayısıyla ana kahraman olan bitkileri anlamak, iklim değişikliği süreci içerisindeki

* Doç. Dr., Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

rollerini öğrenmek, her bitkinin her olumsuz koşula aynı cevabı vermediğine şahit olmak, bitkilerin hangi koşullarda tolerans oluşturduklarını görmek iklim değişikliği ile mücadelede asıl odaklanılan konular hâline gelmektedir. Bu durum, araştırmacıları iklim değişimine uyum sağlayabilen bitkilere yönlendirirken iklimi bitkilere, bitkileri iklime göre düzenleyebilecek akıllı teknolojilere olan ilgiyi de arttırmaktadır. Diğer taraftan, gerek kentsel gerekse de kırsal alanlarda yapılacak olan bitkilendirmeler için bitkilerin sıcaklık değişimlerine nasıl tepkiler vereceği, kentte artan ağır metal birikiminin bitkiler üzerinde ne yönde etkileri olacağı, tüm bu durumlarda dirençli ya da dirençsiz türlerin neler olacağı, ne çeşit uygulamalarla bitkilerde bu durumların sürdürülebilir bir seviyede tutulacağı cevap aranan konular içerisindedir. Tüm bu yönleri ile bu çalışmanın amacı, bitkilerde iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek streslerin ve bu streslerin fizyolojik sonuçlarının neler olabileceğine yönelik literatürel bir bakışı ele alarak iklim değişimine karşı dayanıklılığın arttırılabilirliğine katkı sağlamaktır.

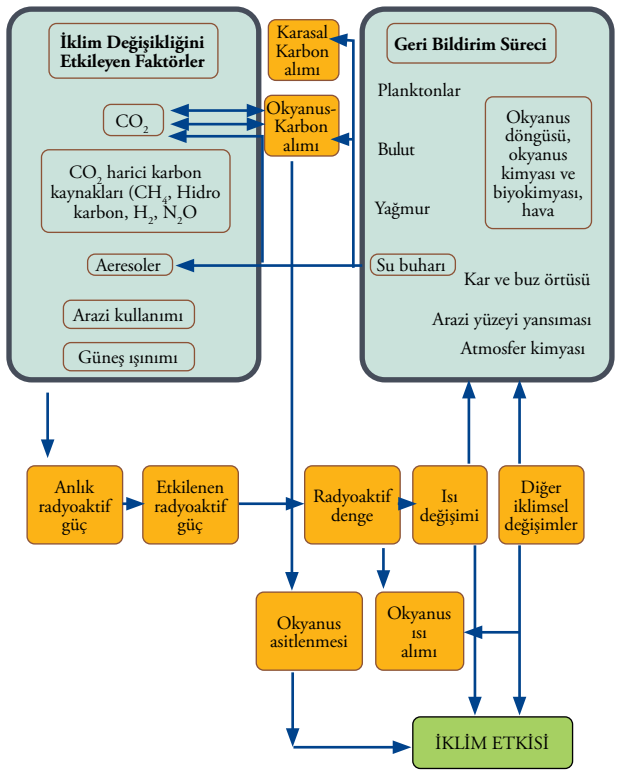
## Giriş

İklim, bitkilerde hem vejetatif hem de generatif büyümenin, kompozisyonun ve peyzajlar arasındaki genetik çeşitliliğin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır (Williams ve Dumroese, 2013). İklim değişikliğinin etkilerini değerlendirmek, dünya ve insan sistemlerinde devam eden birbirine bağlı birçok fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreç nedeniyle hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde hayati önem taşımaktadır ve bu önem mutlaka beraberinde tedbirler alınmasını da zorunlu kılmaktadır. Bitkinin biyolojisi iklim değişikliğinden etkilenmekte ve bu da su ve orman gibi doğal kaynakların, biyoçeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin etkilenmesine neden olmaktadır. Tüm bu süreçler biyofiziksel ilişki, habitatların daralması, çölleşme ve doğal çevrede meydana gelen değişim ile ele alınmaktadır ve buna göre yönetsel kurguları planlanmaktadır.

Her ülkenin yüzleşmesi gereken temel konu, gelecekte oluşacak iklim değişikliklerine nasıl adapte olunacağıdır. Tarım, orman ve su gibi canlı organizmalara ev sahipliği yapan alanlar hem küresel ısınmaya duyarlı (atmosfer sıcaklığı, yağış, toprak nemi, deniz seviyesi, nem vb.) hem de iklim değişikliğine katkıda bulunan (tür çeşitliliği, yoğunluğu, dağılımı vb.) alanlar olarak dikkat çekmektedir (Amedie, 2013). İklim değişikliği çok yönlü bir konudur ve atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonlarının değişmesini, artan sıcaklıkları, yağış düzenlerindeki değişiklikleri ve olumsuz hava olaylarının artan sıklığını içeren sayısız faktör (Şekil 1) tarafından etkilenmektedir (Gray ve Brady, 2016). Diğer faktörlerin yanı sıra sıcaklık, yağış ve atmosferik bileşendeki değişiklikleri gerektiren iklim değişikliği, bitkinin gelişimsel adaptasyonu için hareketli bir hedeftir. Fosil yakıt yakma ve ormansızlaşma dâhil olmak üzere insan faaliyetleri, atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonunu arttırmakta, bu da iklim ısınmasına ve hidrolojik döngülerin bozulmasına neden olmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit ($CO_2$) konsantrasyonunun Sanayi Devrimi'nden bu yana %45 arttığı ve

sıcaklıkların küresel olarak artıyor olması bilinen bir gerçektir. Bununla birlikte, sera gazı emisyonlarının salınımı dünyanın ısınmasına neden olmaktadır. Sıcaklık, dünyanın küresel iklim sistemleriyle ilişkili olduğu için, daha yüksek sıcaklıklar dünya çapında başka büyük değişikliklere yol açar. Bu etkiler arasında sel, kuraklık, don, dolu ve yıkıcı fırtınalar gibi havayla ilgili olaylarda artış, sayısız bitki ve hayvan türünün yok olması, duyarlı bölgelerde tarımsal hasat kaybı, büyüme mevsimlerinin değişmesi, buzulların erimesi, su kaynaklarının bozulması, bulaşıcı tropikal hastalıkların yayılması, deniz seviyelerinin yükselmesi ve çok daha fazlası yer almaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği yağış modellerini değiştirmekte ve dünya çapında düzensiz hava olaylarının sıklığını artırmaktadır. Antropojenik iklim değişikliği, bitki popülasyonları üzerindeki baskıyı daha da yükseltmektedir. Doğal popülasyonlar, iklimdeki değişimlere göre uygun iklimlere göç ederek, yeni koşullara uyum sağlayarak veya fenotiplerini plastik olarak değiştirerek tepki vermezlerse yok olma riskiyle karşı karşıya kalırlar (Hamann vd., 2021). Günümüzde iklim değişikliği, bitkilerin gelişimini tüm aşamalarında etkilemektedir. Organizma düzeyinde bitkiler, hücresel tepkileri ve moleküler mekanizmaları değiştirerek, gelişimsel olayların zamanlamasını değiştirerek ve morfolojik olarak ayarlayarak değişen koşullara yanıt verebilmektedir.

IPCC (2007) raporunda, Dünya Sağlık Örgütü, küresel iklim değişikliğinin tüm dünyadaki vatandaşların sağlığı üzerinde derin etkileri olacağını kabul etmektedir. Ayrıca raporda, Avrupa'daki



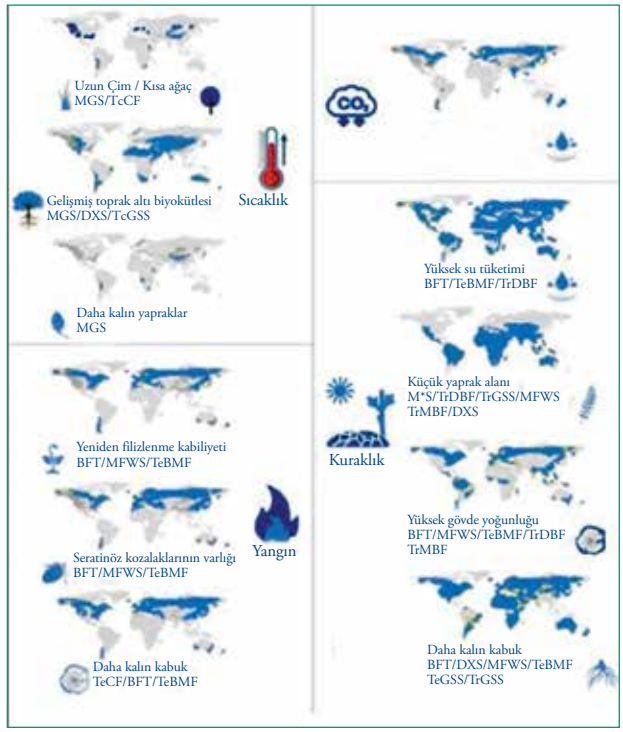

**Şekil 1.** Dünyanın iklimini etkileyen sayısız faktör (Singh vd., 2019).

ortalama hava sıcaklığının 2100 yılına kadar 2 ila 6 °C artmasının beklendiği, sıcaklıklardan en çok Güney Avrupa'nın etkileneceği; ancak kuzey ülkelerinin de ciddi sorunlar yaşayacağı ifade edilmektedir. Şehirler, tek tek binalar, kentsel bloklar, yerleşim yerleri, yollar, parklar ve diğer açık alanlar, ulaşım ve tümü çevresel kaliteyi etkileyen diğer insan faaliyetlerinin olduğu alanlar olmak üzere birbirine bağlı bağlantılara sahip çeşitli bileşenlerden oluşan entegre sistemlerdir. Bu karmaşık arka plana karşı, "kullanıcılar" binaların içinde veya dışında çevresel sistemin ayrılmaz bir parçasıdır. 2007 yılında, insanlık tarihinde ilk kez, kentsel nüfus dünya genelinde

kırsal alanların nüfusunu geçerken, Avrupa'da bu sayı %80'in üzerindedir.

Kentsel nüfus artışının fazla olduğu yerler kentsel ısı artışının sonucu olarak daha fazla risk altındadır. Kentlerde çevrelerindeki kırsal alanlara göre daha yüksek sıcaklıklar kaydedilmesinin nedenlerinden olan ısı yoğunluğu, kentsel çevrenin termal dengesi tarafından belirlenir ve şehir ile çevresindeki kırsal çevre arasında 10 °C'lik bir sıcaklık farkına ulaşabilmektedir (Oke, 1987). Şehirlerdeki geniş geçirimsiz yüzeyler ve yapılı çevreden gelen artan ısı kapasitesi kentsel hava sıcaklıklarının artmasını sağlayan iki önemli unsurdur. Hâlbuki şehirlerin iklim değişikliğine adaptasyonunda yağmur suyu akışının teşvik edilmesi sonucunda kentsel nem içeriğinin değiştirilmesi ve buharlaşma yoluyla soğutma fırsatlarını azaltmak için tasarlanmış olmaları gerekmektedir.

Kent içerisinde açık ve yeşil alan sistemleri için yapılan planlamaların ana materyalini kuşkusuz bitkiler oluşturmaktadır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak bitkiler çevresel koşullara giderek daha fazla maruz kalmaktadır (Ward ve Kelly, 2004; Shaw ve Etterson, 2012). İklim değişikliği sorununa kaçınılmaz olarak yüksek sıcaklık, değişen yağış modelleri gibi abiyotik ve biyotik çevresel faktörler eşlik etmekte ve sonuç olarak bitkinin büyüme ve gelişmesi etkiye uğradığından küresel gıda güvenliği de olumsuz etkilenmektedir. İklim değişikliğinin bitki örtüsü üzerindeki etkisi hücresel düzeyden moleküler düzeye kadar olabilmektedir. Sonuç olarak, bitkinin farklı çevresel faktörlere tepkisine ilişkin mevcut literatür, bitkinin türü, yaşama ortamı, yaşı gibi faktörler söz konusu olduğunda çeşitlilik




**Şekil 2.** Küresel olarak iklim değişikliğinin bitkilerdeki etkileri ve bitkilerin göstermiş oldukları tepkiler (Willis, 2017).

göstermektedir. İklim değişikliğinin gelecekteki etkileri göz önüne alındığında, bitkinin büyüme ve gelişmesine yönelik tehditlerle başa çıkan stratejiler geliştirmede bitkilerin tepkisini anlamak kritik hâle gelmektedir (Mishra, 2021).

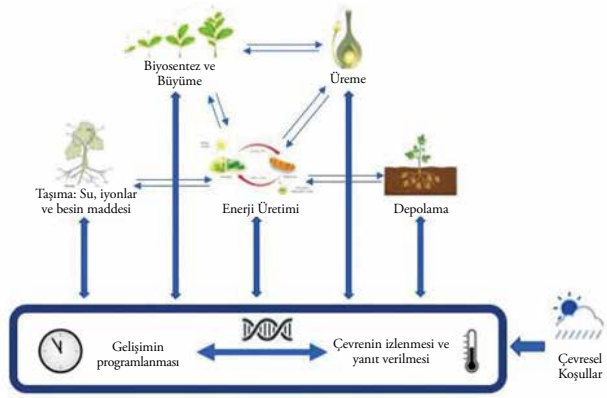
Küresel olarak iklim değişikliği ve neticesinde bitkiler üzerinde ortaya çıkabilecek birtakım olası etkilerin neler olduğu ve bitkilerin bunlara nasıl cevaplar verebildikleri son yıllarda ortaya çıkan en temel ekolojik sorulardan biridir (Şekil 2). Bitkilerde meydana gelen iklim değişikliği etkilerinin belirlenmesinde, değerlendirilmesinde ve bilimsel çözüm yollarının üretilmesinde en önemli temel bilgiler

şüphesiz bitkilerin fizyolojik yapılarının öğrenilmesinde yatmaktadır. Bitkilerin iklim değişikliği ile ortaya çıkan stres faktörleri karşısında nasıl bir etkiye maruz kaldıkları, ne yönde mekanizmalar geliştirdikleri ve bu etkilere hangi cevapları verebildiklerini anlamak kalıcı çözümlerin üretilmesinde oldukça önemli bilgi kaynağını oluşturmaktadır.

## Bitkilerde Stres ve Stres Fizyolojisi

Stres terimi özel ve bazen kafa karıştırıcı bir terimdir. Fizyolojik olarak normal olmayan durumlara verilen tepkileri ifade etmekle beraber bitki üzerinde dezavantajlı bir etkiye sahip olan ve bitkinin kalıtsal potansiyelini tam anlamıyla kullanmasını engelleyen bir dış faktörün etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Stres, fotosentezin sınırlanmasını sağlayarak bitkinin enerjiyi biyokütleye dönüştürme yeteneğini azaltan biyotik (bakteri, virüs, fungus, böcek, yabancı ot vb.) ve abiyotik (su, ısı, ışık, tuzluluk, besin eksikliği, oksidatif stres vb.) faktörlerin neden olduğu kısıtlama olarak tanımlanabilir (Grime, 1977; Dutta vd., 2020). Stres faktörleri dünya genelinde bitkiler üzerindeki ürün kaybının başlıca nedeni olup verim ve kaliteyi düşürmektedir (Carmo-Silva vd., 2012; Awasthi vd., 2014).

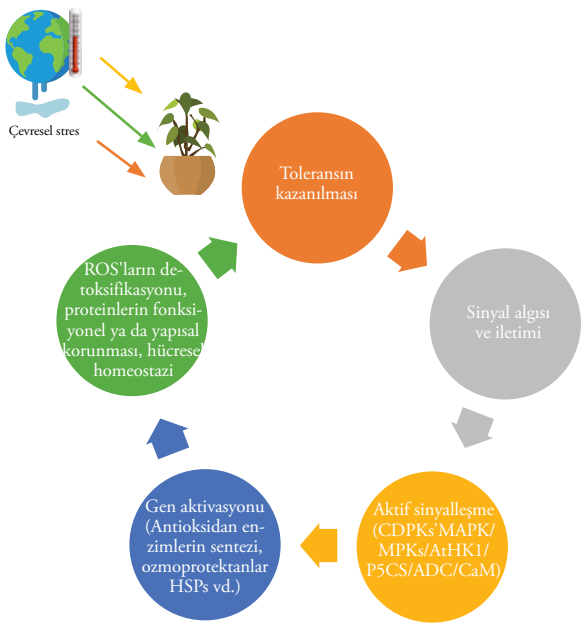
Stresle birlikte bitkide homeostazinin bozulmasıyla büyüme ve gelişme olaylarında meydana gelen değişimler, aklimasyon (alışma) olarak bilinen ve bitkinin yeni şartlara alışarak uyum sağlayacağı bir homeostazi durumuna geçmesini kapsayan metabolik süreçlerdeki ayarlanma olaylarıdır (Mittler, 2006). Aklimasyon bitkinin tekrarlı olarak maruz kaldığı stres koşullarına fizyolojisi ve morfolojisinde kalıcı olmayan yanıtlar vermesi durumu iken eğer kalıtsal




**Şekil 3.** Çevresel koşullar altında bitkilerdeki etkileşimler (Taiz vd. 2015).

olarak meydana gelen değişim nesiller boyunca gözlenirse bu olay adaptasyon olarak tanımlanır. Stres koşulları bitkide $CO_2$ ve mineral madde alınımını etkilediğinden tohumdan meyve verimine kadar tüm büyüme ve üreme süreçlerini de etkilemektedir (Şekil 3). Bu durum bitkinin yaşadığı zorlu süreçle başa çıkması gerekliliği ile birlikte stres toleransını ortaya çıkarmaktadır (Şekil 4). Bitki hücreleri stres uyaranlarını çeşitli sensörler aracılığıyla algılar ve bu da ikincil haberciler, bitki hormonları, sinyal dönüştürücüler ve transkripsiyonel düzenleyicileri içeren sinyal yollarını aktive eder. Bu nedenle çoklu sinyaller, stres metabolizmasında doğrudan yer alan proteinleri ve enzimleri kodlayan stresle indüklenebilen genleri düzenlemek için birleşir ve belirli stres uyaranlarına uyum yanıtının özgünlüğüne katkıda bulunur (Zandalinas vd., 2017).

Bitkiler, yaşamlarını sürdürdükleri alanlarda bir veya birden fazla etkenin, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olduğu çeşitli olumsuz koşullara maruz kalır (Torun, 2012). Bitkideki




**Şekil 4.** Çevresel stresler altında sinyal algılamadan tolerans kazanımına kadar süreçler (Dutta vd., 2020).

metabolik olaylar (yapım ve yıkım olaylarının tümü) günlük, aylık ve hatta mevsimsel olarak çevredeki tüm etkenlerin etkisi ile değişmektedir (Shao vd., 2008). Sıcaklık gibi bazı faktörler dakikalar içerisinde bitkide stres meydana getirebilirken su eksikliği haftalar, mineral eksikliği aylar içerisinde stres oluşturabilir. Stres durumu, altta yatan pozitif ve negatif etkileşimlerin gücünün etkisiyle bitkinin geleceğinin belirlenmesinde hayati rol oynamaktadır.

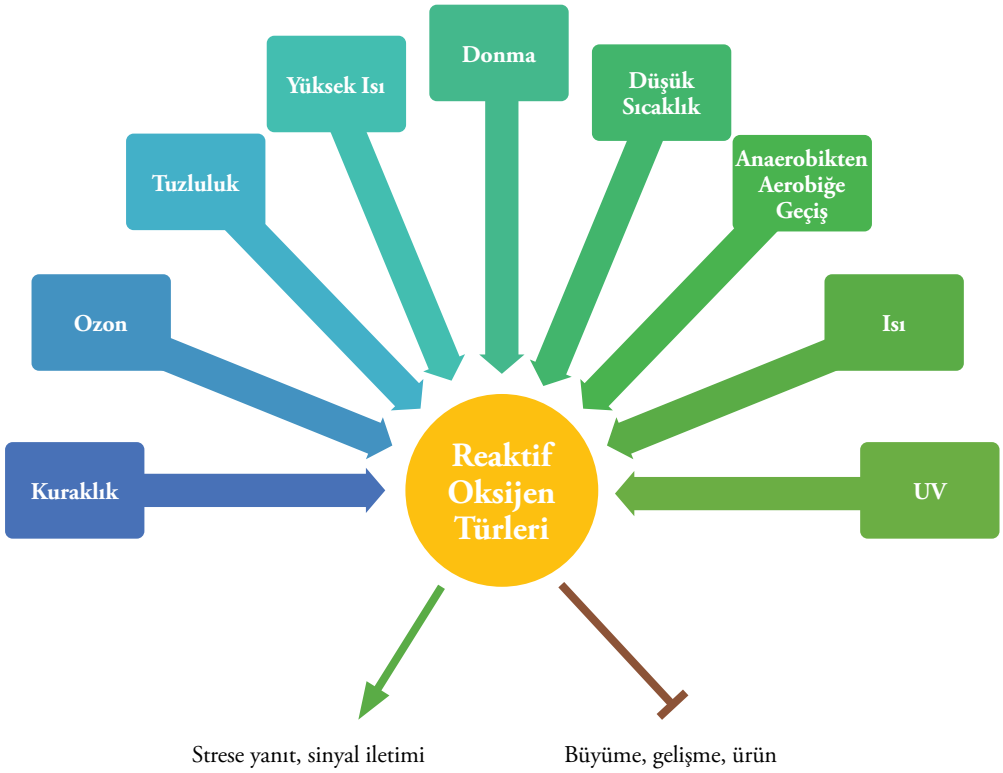
## İklim Değişikliği ve Bitkilerde Stres İlişkileri

Değişen iklim koşulları sesil canlılar olan bitkileri doğrudan etkileyerek fenoloji, morfo-fizyoloji ve biyokimyalarında değişimler meydana getirmektedir (Liancourt vd., 2015). Bitkiler havanın karbondioksitini ($CO_2$) ve topraktaki suyu ($H_2O$) kullanarak fotosentez yapar. Bu durumda atmosferdeki $CO_2$ miktarı artışının fotosentezi arttırması ve bitki üzerinde olumlu etki meydana getirmesi beklenirken gerçekte artan atmosferik $CO_2$ miktarı bitkide ciddi olumsuz etkiler meydana getirebilir (FAO, 2018; Dutta vd. 2020). Bitkiler fotosentetik metabolizmalarına göre C3, C4 ve CAM bitkileri olarak gruplandırılır. Dünya bitki biyokütlesinin yaklaşık %95'ini buğday, çeltik gibi C3 bitkileri; mısır, şekerkamışı ve sorghum gibi C4 bitkileri ve ananas, kaktüs gibi CAM bitkileri oluşturmaktadır. Orman ağaçlarında nadir de olsa C4 fotosentezi görülse de büyük çoğunluğu C3 bitkileridir (Young vd., 2020). Bu sınıflandırma, fotosentetik $CO_2$ fiksasyonu reaksiyonlarını gerçekleştiren ribuloz-1,5-bifosfat karboksilaz-oksigenaz (RuBisCo) ve fosfoenol piruvat karboksilaz (PEP karboksilaz) gibi enzimlerin işlevlerine göre yapılmıştır. RuBisCo enziminin $CO_2$'e olan afinitesi $O_2$'den fazladır ve $CO_2$ diğer minerallerle birlikte enzim proteini üzerinde katalitik olmayan bir bölgeye bağlanarak RuBisCo'yu aktifleştirir. C3 bitkilerinde fotorespirasyon yüksektir; çünkü yapraklardaki $CO_2$'in $O_2$'ye oranı fotorespirasyon oranını belirler. Buna karşılık, C4 bitkilerinde PEP karboksilaz $O_2$ tarafından inhibe edilemez ve bu nedenle fotorespirasyon ihmal edilebilir. PEP karboksilazın da $CO_2$'e afinitesi $O_2$ yokluğunda RuBisCo'dan daha yüksektir. Bu nedenle atmosferik $CO_2$ oranının yüksek olmasının C3 bitkilerinde fotosentez ve büyümeyi arttırması beklenirken durum böyle değildir (Bolin, 1989).

İklim değişikliği sonucu sıcaklıklardaki dengesizlikler bitkilerde çiçeklenme zamanının değişimine neden olarak gelişim ve büyümeyi etkilemektedir (Fitter ve Fitter, 2002). Çiçeklenme zamanının değişimi tozlayıcıların aktivitesinde de bozulmalara neden olur. Bitkilerde üreme aşamalarının çevresel olaylardan etkilenmesi polen kısırlığı, çiçek tomurcuklarının oluşmaması gibi olaylarla birlikte tüm çiçek, meyve ve tohum oluşum süreçlerini etkileyerek, canlının neslini tehlikeye sokabilmektedir (Sheoran ve Saini, 1996; Dutta vd., 2020). İklimin sebep olduğu ekstrem şartlar bitkinin hayatta kalma sürecinde diğer canlılarla olan etkileşimlerini etkileyeceğinden abiyotik şartlar gibi direkt olmayan ancak güçlü etkileri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğinin sebep olacağı ekolojik evrimsel sürecin de fizyolojik ve biyokimyasal süreç kadar etkisinin büyük olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Bitkilerdeki temel metabolik olay olan fotosentez, ciddi şekilde iklim değişikliğinden etkilenir. Atmosferik $CO_2$ seviyesindeki artış, C3 bitkilerinde karbonun fotorespirasyon kaybının fotosentetik kazanca oranını düşürebilir ve bu da özellikle sıcaklıktaki küçük bir artışın sonucunda oluşarak fotosentezi ve dolayısıyla büyümeyi kritik eşiğe getirebilir (Tkemaladze ve Mahashvili, 2016). Bitkilerdeki fotosentetik kapasite hem tilakoid membranlardaki fotokimyasal reaksiyonlar hem de kloroplast stromasındaki karbon asimilasyonundan dolayı iklim değişikliğinden büyük oranda etkilenmektedir (Wang vd., 2009). Kloroplast stroması yüksek sıcaklığa duyarlı olup sıcaklık değişimleri kloroplastın çalışmamasına neden olabilir. Dahası, $CO_2$ fiksasyonu ve sonrasında $CO_2$'in enerjice zengin bileşiklere dönüşümünden sorumlu olan RuBisCo enziminin deaktivasyonuna neden olur (Nagarajan ve Gill, 2018). Yüksek sıcaklıkta RuBisCo'nun düzgün çalışması engelleneceğinden fotosentezin inhibisyonuna yol açacak olan ksiloz-1,5 bisfosfat bileşiği üretilir (Sage vd., 2008; Dutta vd. 2020). Hızlı iklim değişimleri nedeniyle RuBisCo ile oksigenasyon reaksiyonu karboksilasyona göre arttığı için fotosentez verimliliği de azalır. RuBisCo aktivitesindeki bu tür değişiklikler, $CO_2$'in çözünürlüğünün sıcaklıktaki artışla $O_2$'ye kıyasla azalmasını da sağlamaktadır (Ehleringer ve Monson, 1993).

Metabolik yollarda görevli olan enzimlerin iklim değişikliği sonucu aktivitelerindeki değişim reaktif oksijen türleri (ROS) olarak bilinen çok aktif bileşiklerin meydana gelmesine neden olur (Asada, 2006). Süperoksit anyonları ($O_2^{\cdot-}$), singlet oksijen ($^1O_2$), hidrojen peroksit ($H_2O_2$) ve hidroksil radikalleri ($OH^-$) en bilinen ROS bileşenleridir ve çevredeki ekstrem olaylar tarafından tetiklenirler (Şekil 5). ROS'lar, yağların β-oksidasyonu, artan fotorespirasyon, mitokondri ve kloroplasttaki elektron taşınım zinciri reaksiyonları ve NADPH oksidaz, ksantin oksidaz, lipoksigenaz ve peroksidazlar gibi çeşitli enzimler tarafından katalizlenen bir dizi hücresel reaksiyonda üretilir (Apel ve Hirt, 2004). Üretilen ROS'lar düşük dozda sinyal iletiminden sorumlu iken yüksek dozda lipid peroksidasyonuna veya protein, lipid, nükleik asit gibi biyomoleküllerle reaksiyona girerek hücresel fonksiyonların ve metabolik olayların ciddi şekilde etkilenip büyük hasarlar meydana gelmesine yol açar. Dolayısıyla bitkide yüksek miktarda üretilen ROS'ların oksidatif hasar meydana



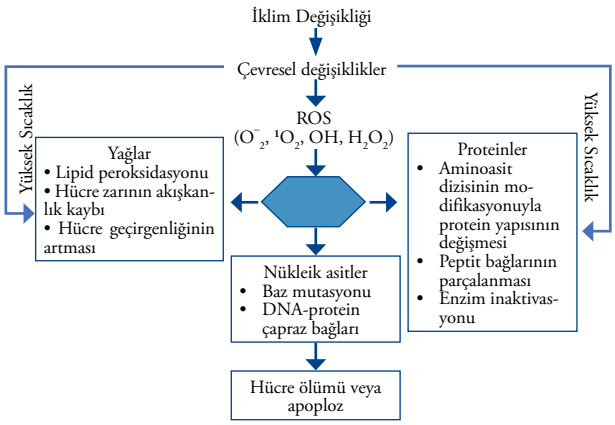

**Şekil 5.** Reaktif oksijen türleri ve çevresel faktörlerin ilişkileri (Taiz vd. 2015).

getirecek şekilde çevresel faktörlerden büyük oranda etkilendiği de açıktır. Hücrede ROS miktarı sensörler tarafından algılanır ve takip edilir. ROS'lardaki artış sinyal iletim ağını aktifleştirir bu da ROS'ların hücre içerisindeki düzeyinin ayarlanmasından sorumlu olan ROS-süpüren enzimatik (süperoksit dismutaz, askorbat peroksidaz, katalaz, glutatyon redüktaz, vb.) ve enzimatik olmayan (glutatyon, askorbik asit, tokoferol, karoten vb.) mekanizmaları aktifleştirir. Söz konusu sinyal iletim ağı ROS üreten tepkimeleri düzenler ve sonuç olarak ROS miktarı düzenlenir (Taiz vd., 2015).

İklim değişikliği ve özellikle sıcaklıklardaki değişimler, proteinlerin yanlış katlanması veya kümelenmesini sağlayarak proteinlerin biyolojik fonksiyonlarının kaybolması sonucunda apoptosise neden olur (Sharma vd., 2009). Yüksek sıcaklık ayrıca membranda akışkanlığın bozulmasına sebep olarak üstünde gerçekleşen pek çok sürecin de olumsuz etkilenmesini sağlar ve membran fonksiyonları tamamen bozulabilir. Embriyogenezin ileriki safhalarında kuruma, düşük sıcaklık ve tuzluluk gibi abiyotik faktörlere karşı önemli bir protein grubu olan geç embriyogenezde bol miktarda bulunan

(Late-Embriyogenez-Abundant, LEA) proteinlerin birikimi, hücresel hasara karşı koruyuculuğun göstergesidir (Ramanjulu ve Bartels, 2002). İklim değişikliği aynı zamanda yapraklarda karbon/azot oranının artması sonucu sekonder metabolitlerin üretimini de etkileyerek bitkinin besin kalitesinde azalmaya neden olur (Şekil 6) (Alnsour ve Ludwig-Muller, 2015).

İklim değişimine bağlı olarak bitki metabolizmasında meydana gelen değişimler arasında bitki hormonlarının dağılımlarının değişimi bulunmaktadır. Abiyotik strese karşı bitkinin en hızlı cevabı absisik asit (ABA) miktarındaki artıştır ve kurak koşullarda elli kat kadar artabilir. ABA'nın artışının en önemli etkilerinden biri stomaların kapanmasıdır. Dolayısıyla stres altında transpirasyona bağlı olarak meydana gelecek olan su kaybının azaltılmasında etkili bir cevaptır. Sadece kuraklık stresi değil, literatür araştırmaları tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklıklarda da ABA artışına yer vermektedir. ABA hormonu dışında sitokinin, indol-3-asetik asit, giberellik asit, brassinostreoid gibi




**Şekil 6.** İklim değişikliğine bağlı oksidatif stres ve makromoleküller üzerindeki etkileri (Dutta vd. 2020).

hormonların da strese karşı yanıtta artış ve azalışları söz konusudur. Bitkisel hormonlar arasındaki sinergistik ve antagonistik ilişki de bitkilerin abiyotik stres koşullarına uyum sağlamasında önemlidir. Stres koşulları altında hormonların az ya da çok sentezlenmesi bitkilerin cüceliği, tohum çimlenmesi, çiçeklenme zamanı gibi pek çok büyüme ve gelişme olaylarını doğrudan etkilemekte ve engellemektedir.

Bitkilerde meydana gelen abiyotik stresler ve streslerin bitkilerde meydana getirdiği birincil ve ikincil etkiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

İklim değişimi sonucu ortaya çıkan abiyotik stres faktörlerine karşı bitkilerin kendilerini koruyan fizyolojik mekanizmaları mevcuttur. Örneğin kuraklıkla birlikte bitkiler mevcut su durumunu korumaya yönelik ozmotik düzenleme denilen olayla çözünmüş madde miktarlarını arttırarak ozmotik potansiyelin azalmasını sağlar ve su alınımını sürdürür. Bununla birlikte, bitkiler fenotipte de değişikliğe gider. Fenotipik plastisite olarak bilinen bu olay anatomik değişimlere de neden olur. Yaprak büyüklüğü ve genişliği arttıkça fotosentez oranı artacak, ancak bitki daha çok $H_2O$ ve $CO_2$'e ihtiyaç duyacaktır. Bitkiler yaprak şekil ve yaprak alanını değiştirerek, stresin zararlı etkilerini savuşturmaya çalışır. Aşırı ısınmaya karşı yapraklarda yönelim hareketlerinde ve yaprak yüzeyindeki tüylerin sayısında artış meydana gelir. Yaprak yüzeyini örten koruyucu dokunun elemanı olan epidermisin üzerinde var olan mumsu yapıdaki kütikulanın kalınlığında meydana gelen artış da su ve gazların difüzyonunu sınırlandırır. Bununla birlikte bitkiler stres koşullarında kök oranlarını sürgün oranlarına karşı da

**Tablo 1.** Bitkilerdeki abiyotik stresler ve etkileri (Taiz vd., 2015)

| Abiyotik Stres | Birincil Etkiler | İkincil Etkiler |
|---|---|---|
| Kuraklık | • Su potansiyelinde azalma<br>• Hücrede su kaybı<br>• Hidrolik direnç | • Hücre/yaprak genişlemesinin azalması<br>• Hücresel ve metabolik faaliyetlerde azalma<br>• Stomaların kapanması<br>• Fotosentezin engellenmesi<br>• Yaprak dökülmesi<br>• Karbon dağıtımında değişiklik<br>• Sitorhizis<br>• Kavitasyon (açıklık) oluşması<br>• Zarlar ve proteinlerde kararlılığın bozulması<br>• ROS üretimi<br>• İyon toksisitesi<br>• Hücre ölümü |
| Tuzluluk | • Su potansiyelinde azalma<br>• Hücre dehidrasyonu<br>• İyon sitotoksisitesi | |
| Su baskını ve toprak sıkışması | • Hipoksiya<br>• Anoksiya | • Solunumda azalma<br>• Fermantasyon metabolizması<br>• Yetersiz ATP üretimi<br>• Anerobik mikroorganizmaların neden olduğu toksin üretimi<br>• ROS üretimi<br>• Stomaların kapanması |
| Yüksek sıcaklık | • Hücre zarı ve proteinlerinde kararsızlık | • Fotosentez ve solunumun engellenmesi<br>• ROS üretimi<br>• Hücre ölümü |
| Üşüme | • Zarların kararsızlığı | • Zarların işlevinin bozulması<br>• ROS üretimi<br>• Hücre ölümü |
| İz element toksisitesi | • ROS üretimi<br>• DNA ve proteinlere bağlanan kofaktörlerdeki bozulmalar | • Metabolizmanın bozulması |
| Yüksek ışık şiddeti (UV) | • ROS üretimi<br>• Fotoinhibasyon | • PSII'nin onarılmasının engellenmesi<br>• $CO_2$ fiksasyonunda azalma |

arttırarak topraktaki suyun daha etkili bir şekilde kullanılmasına yol açar. Bitki sadece gelişimle ilgili fizyolojik süreçlerinde değil, aynı zamanda metabolik olaylarındaki değişimlerle de stresle baş etmeye çalışır. Stres sonucunda bitkilerde ağır tahribatlar meydana gelebileceğinden bitkiler stresin oluşturduğu olumsuz şartları sonuna kadar beklemeden stresle eş zamanlı olarak fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri harekete geçirir.

## Bitkilerin İklim Değişikliğine Karşı Dayanıklılığı

Bitkiler, genellikle büyüme ve gelişmelerini engelleyen, sürekli değişen ortamlarda yaşadıkları için tehdit altındadır. Bu bağlamda, ciddi su kıtlığı ve yüksek sıcaklık en baskın stres faktörleridir. Bu nedenle, iklim değişkenliği günümüzde bilim insanlarını ve daha özel olarak bitki fizyologlarını ve tarım bilimcilerini, iklim değişikliklerinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirgemek için bitkiler tarafından uyarlanan esneklik mekanizmalarını anlamaya yönelik büyük bir endişeyle araştırmaya itmiştir. Bitkiler, biyokimyasal veya moleküler seviyelerdeki değişiklikleri içerebilen bir dizi adaptasyon stratejisi veya fizyolojik tolerans mekanizması kullanarak iklim değişikliğine karşı dayanıklılık sağlamaktadır (Dutta vd., 2020). Aslında, canlı organizmaların iklim değişkenliği ile başa çıkmak için üç seçeneği vardır. Bunlar arasında;

- Uyum veya kaçınma,
- Çevresel değişkenliği tolere etmek için fenotipik veya fizyolojik plastisite ve
- Moleküler düzeyde diferansiyel ekspresyon veya nesiller boyunca devam edebilecek genetik değişiklikler yer almaktadır.

Bitkiler, yüksek sıcaklıklar gibi çevresel değişimlerde hayatta kalabilmek için uzun vadede evrimsel adaptasyonlar, kısa vadede ise yaprak yönelimi veya membran lipid kompozisyonunun değiştirilmesi gibi çeşitli kaçınma stratejileri sergilemektedir (Chevin vd., 2010). Stomaların kapanması ve tüy yoğunluğunun artması, yüksek ısı altında su kaybını azaltmak için çok yaygın kaçınma mekanizmalarıdır (Srivastava ve Mishra, 2018). Ayrıca, çöller gibi sıcak iklim alanlarında yetişen bitkiler, güneş radyasyonunun emilimini azaltarak ısı stresini önlemek için genellikle trikom, kütikula, koruyucu mumsu tabakalarla yüzeylerini kaplama gibi yöntemler geliştirebilir. Bazen bitkiler, yapraklarını kıvırarak açıkta kalan yaprak alanını azaltıp güneş radyasyonunun emilimini de azaltabilir. Bu durum da yüksek sıcaklık stresi altında su metabolizmasının verimini arttırmaktadır. Bitkinin yaprak absisyonu, ısıya dayanıklı tomurcukların oluşumu veya bitkilerin ılıman zamanlarda tüm üreme döngülerini tamamlamalarına izin vermesi de kaçınma mekanizmaları arasında sayılabilir. Ilıman bölgelerdeki yüksek sıcaklık veya doğrudan güneşe maruz kalma meyvelerde ciddi hasara neden olur; ancak bu tür durumlar, meyveler yapraklarla gölge altında kaldığında engellenebilmektedir (Dutta vd., 2020).

Bitkiler bazen iklimsel değişkenliklere maruz kalsa bile çeşitli fizyolojik tolerans mekanizmalarının geliştirilmesi ile büyüme ve gelişmelerine devam

ederek verim elde eder. Bitki dokularında strese maruz kalmaya bağlı olarak stres yanıtı değişeceğinden bitkinin strese cevabı da karmaşıktır (Queitsch vd., 2000). Bu nedenle dış streslere yanıt olarak aktive edilecek yollar birbiri ile entegre hâlde bulunmaktadır. Bitkiler genellikle ozmoprotektanların birikmesi veya iyon taşıyıcıların düzenlenmesi ile hücre içerisinde turgoru veya iyon dengesini koruyarak çeşitli abiyotik streslere karşı tolerans geliştirebilir. Ozmoprotektanlar veya uyumlu çözünenler, hücre sitoplazması ve çevresi arasındaki ozmotik düzenlemeyi sağlayan, proteinleri stabilize eden, membran hasarını önleyen veya hücresel homeostazinin kurulmasını sağlayan küçük moleküllerdir (Ashraf ve Foolad, 2007). Prolin aminoasidi, şekerler, polioller, trehaloz, glisin-betain, hidroksiprolin betain gibi bileşikler ozmoprotektan olarak bilinmektedir. Ozmoprotektanlar stres altında yüksek miktarda birikerek, hücresel homeostaziyi koruma ve devam ettirme özelliklerinin yanında koşullar normale döndüğünde degrede olarak seviyelerini düşürme yeteneğine sahiptir (Pinto-Marijuan ve Munne-Bosch, 2013). Çevresel stresler altında bitkilerinin normal fizyolojik süreçlerinin devamlılığı için başvurduğu önemli olayların başında gelen ozmoprotektan sentezi, sentez yolunda görev alan genlerin tanımlanması ve bunların genetik mühendisliği çalışmaları ile bitki genomlarına dâhil edilmesi stresin olumsuz etkilerinin azaltılmasındaki başarılı yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Öte yandan, iyon taşıyıcılar veya integral membran proteinleri, inorganik iyonların hücresel alımını ve akışını düzenleyerek, abiyotik streslere karşı iyon homeostazisinde önemli rol oynamaktadır. Bitkiler, inorganik iyonların hücresel akışını düzenleyerek ve esansiyel iyonları biriktirerek, toksik iyon konsantrasyonlarını düşük tutup iyon dengesini sağlar. Bu nedenle, strese karşı toleransı yüksek olan bitkiler, her türlü olumsuz çevre koşuluna uyum sağlamak için primer aktif taşıyıcılar, yardımcı taşıyıcılar ve kanallar kullanan taşıyıcı sistemlerde meydana gelen yeniden düzenleme ile sitozol içerisinde iyonik denge kurar. Ozmoprotektanlara ve iyon taşıyıcılara ek olarak poliamin seviyeleri de abiyotik stres koşulları altında düzenlenir. Putresin, kadaverin, spermin ve spermidin gibi çeşitleri bulunan polikatyonik metabolitler olan poliaminlerin stres altındaki bitkilerde hayati fonksiyonları bulunmaktadır. Poliaminler hücresel membranların veya nükleik asitlerin negatif yüzeylerine bağlanarak bitkilerde stres toleransının kazanılmasında büyük önem taşır.

Bununla birlikte fitohormonal düzenlenme, antioksidan savunma sistemlerini içeren ROS süpürme sistemleri, ısı şoku proteinleri ve strese yanıt veren faktörler gibi sinyal kaskadlarında yer alan ve stres etkilerini ortadan kaldırmak için önemli roller oynayan transkripsiyonel kontrol gibi abiyotik strese karşı temel tolerans mekanizmaları da bulunmaktadır (Dutta vd., 2020).

## Bitkilerin Fizyolojik Olarak İklim Değişikliğine Mikro Yanıtları

İklim değişikliği, termal ve yağış rejimleri ile $CO_2$ konsantrasyonunu değiştirerek bitki fizyolojisi, morfolojisi ve bitkinin yaşam öyküsü üzerinde uzun

Huş ağacı (Fotoğraf: Depo Photos)

süredir devam eden doğal seçilim modellerini bozmaktadır. Yeni çevresel baskılar, canlının fizyolojisi üzerindeki etkiler aracılığıyla kısa vadede çimlenme başarısının, bitki canlılığının ve üremesinin azalmasına neden olabilmektedir.

İklim değişikliği ile ortaya çıkması beklenen sonuçlar tarihsel değişkenlik ile uzun vadeli popülasyon kalıcılığını sağlayamayabilir. Türlerin neslinin tükenmesini önlemek için eninde sonunda iklim değişikliğine göre değişim geçirmesi veya göç etmesi gerekecektir. Birçok tür zaten dağılımlarını daha yüksek enlemlere ve yüksekliklere kaydırmıştır; ancak iklim değişikliğine tepki olarak değişime dair kanıtlar daha nadir gözlemlenmektedir. Bitkilerde iklim değişikliğine fizyolojik ve morfolojik adaptasyonu destekleyebilecek veya engelleyebilecek koşullar fenotipik plastisite, gen akışı ve uyarlanabilir değişim olarak sıralanabilir (Becklin vd., 2016).

Fenotipik plastisite, türlerin değişen çevreye tepki verdiği temel bir mekanizmadır. İklim değişikliği, çok çeşitli bitki taksonları için fizyolojik özelliklerde plastik tepkilere yol açmakta; ancak az sayıda çalışma plastik tepkilerin uygunluk sonuçlarını incelemektedir. Plastisitenin yönü ve uyarlanabilir değeri, ortak genotiplerin değişen bir iklimi simüle etmek için tasarlanmış zıt koşullara maruz kaldığı deneysel olarak değerlendirilebilir (Şekil 6). İklim değişikliği bağlamında, uyarlanabilir plastisite, yeni ortamdaki orijinal fenotipe göre indüklenen fenotiplerin eşdeğer veya daha yüksek bir uygunluğu ile sonuçlanır. Seçime tepki, plastisite üzerindeki seçilimin gücüne, plastisitedeki kalıtsal varyasyonun derecesine ve plastik tepkiyle genetik olarak ilişkili olan diğer özellikler üzerindeki seçilimin gücü ve yönüne bağlıdır (Lande ve Arnold, 1983).

Bitki popülasyonları, polen ve tohum dağılımı ile küresel ölçekte birbirlerine bağlanmaktadır. Yerel popülasyonlar yeni seçilime yanıt vermek için yeterli genetik varyasyona sahip değilse gen akışı genetik varyasyonu genişletebilir, akrabalı çiftleşmeyi azaltabilir ve seçilime karşı evrimsel yanıtları kolaylaştırabilir. Örneğin, iki huş ağacı (*Betula* sp.) türünün tomurcuk patlaması fenolojisi, daha önceki fenolojilere sahip popülasyonlardan gen akışı olmadan iklim değişikliğine göre gelişmeyebilir. *Quercus* ve *Eucalyptus* cinslerindeki ağaçlar da dâhil olmak üzere bazı bitki türleri, kuraklık ve don toleransı gibi fizyolojik özelliklerde iklim gradyanları boyunca genetik temelli klinik varyasyon sergiler (Becklin vd., 2016).

İklim değişikliği altında, merkezî popülasyonlardan gelen gen akışı, sıcak koşullara önceden adapte edilmiş alelleri tanıtarak aralığın önde gelen ucundaki çevresel popülasyonlara fayda sağlayabilir. Gen akışı ayrıca, değişen koşullara uyumsal tepkilerinde zaten gecikmiş olan popülasyonlara uyumsuz aleller sokarak iklim değişikliğine verilen evrimsel tepkileri kısıtlayabilir (Becklin vd., 2016). Merkezî popülasyonlardan gelen yüksek gen akışı oranları, sondaki popülasyonlarda seçilimi alt ederek yeni koşullara adaptasyonu önleyebilir. İklim değişikliğine uyum için gen akışının potansiyel evrimsel sonuçları değişkendir ve uygun ekolojik bağlamlarda daha fazla inceleme gerektirir. Bu durum özellikle, doğal popülasyonlardaki genetik varyasyon hakkında ek verilere

ve popülasyonların gen akışıyla ne ölçüde bağlantılı olduğu hakkında daha fazla bitki fizyolojisi bilgisine ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Uyarlanabilir değişimin gerçekleşmesi için, bir popülasyonun fizyolojik özellikler de dâhil olmak üzere seçilim tarafından hedeflenen özelliklerde yeterli genetik varyasyona sahip olması gerekir. Fizyolojik özellikler için kalıtımsallık tahminleri büyük ölçüde değişebilir. Daha geniş zamansal entegrasyonu temsil edenlere göre anında ölçülen fizyolojik özelliklerde daha düşük kalıtım derecesi ile gen akışı ve mutasyon oranlarıyla birleşen seçilimin gücü ve biçimi, nihayetinde bir popülasyondaki genetik varyasyonun zamanla yenilenip yenilenmediğini veya tükenip azalmadığını belirlemektedir.

Küçük bitki popülasyonları, azalan genetik varyasyona özellikle duyarlıdır ve iklim değişikliği ile bağlantılı olarak artan yok olma risklerine maruz kalabilir (Becklin vd., 2016). Bitki fizyolojisindeki hızlı değişim kapasitesini değerlendirme yeteneğimizi geliştirmek için, simüle edilmiş iklim değişikliği altında genetik varyasyonun derecesini ve seçilimin gücünü ek araştırmalarla tahmin etmek gerekir. Genetik korelasyonlar, eğer korelasyonun yönü seçilimin aksi yönündeyse evrimi sınırlayabilir. Örneğin, Etterson ve Shaw (2001) baklagil *Chamaecrista fasciculata* bitkisinde seçilim yönüne karşıt olan ilave genetik korelasyonlar saptamış ve bu korelasyonların bitkinin iklim değişikliğine uyumunu muhtemelen engelleyeceği sonucuna varmıştır. Ayrıca, erken çiçeklenme yoluyla kuraklıktan kaçınan *Brassica rapa*'nın patojenlere karşı savunmasızlığının artması (O'Hara vd., 2016) da iklim değişikliğinin bitkinin fizyolojik özelliklerinin ortak evrimini kısıtlayabileceğini göstermektedir. Genetik kısıtlamalar, iklim değişikliğine tepki olarak uyarlanabilir değişimin önünde önemli bir engel olmuştur. Dahası, doğal popülasyonlardaki fonksiyonel özelliklerin genetik mimarisini karakterize etmek, evrimsel değişimi tahmin etmek için çok önemlidir.

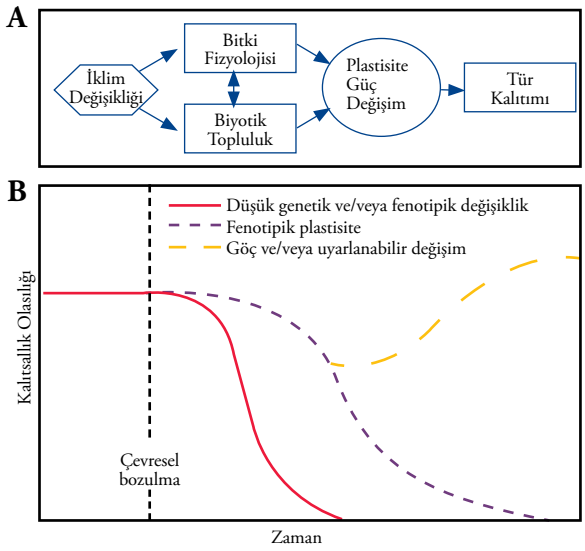
Birden fazla iklim değişikliği faktörünü aynı anda manipüle eden deneyler, iklim değişikliği tepkilerinin altında yatan fizyolojik süreçleri aydınlatmak ve bitkinin değişimini tahmin etme yeteneğimizi geliştirmek için büyük umut vadetmektedir. Bununla birlikte az sayıda ampirik çalışma, iklim değişikliği altında fizyolojinin mikro değişimini doğrudan değerlendirmektedir. Gelecekteki çabalar, iklim değişikliği tepkisi üzerindeki genetik kısıtlamaları değerlendirmek ve fizyolojik plastisitenin uyarlanabilir doğasını değerlendirmek için kökeni bilinen bitkilerdeki çoklu fizyolojik özellikleri ve uygunluk bileşenlerini ölçmelidir. Ayrıca, mekânsal iklim gradyanları arasında yaygın bahçe deneyleri, iklim değişikliğinin fizyolojideki yerel adaptasyonu bozup bozmadığını ortaya çıkarabilir. Popülasyon ve kantitatif genetiği entegre eden çalışmalar, iklim projeksiyonlarını yansıtan koşullar altında evrimleşmiş popülasyonlardan gen akışının fizyolojik adaptasyonu hızlandırıp hızlandırmadığını test edebilir. Son olarak, saha çalışmaları, doğal sistemlerde fizyolojik plastisiteyi ve değişimi şekillendirmede biyotik etkileşimlerin rolünü aydınlatabilir (Becklin vd., 2016).

## Bitkilerin Fizyolojik Olarak İklim Değişikliğine Makro Yanıtları

İklim değişikliği, bazı ekolojik nişleri genişletmektedir. Ekolojik fırsatların mevcudiyeti ve türlerin bu fırsatlardan yararlanma yeteneği, fenotipik değişim kalıplarının yanı sıra tür çeşitliliğinin temposunu da belirleyebilmektedir. Bu nedenle iklim değişikliği, tür çeşitliliği modellerini değiştirme ve bitki fizyolojisinde makro-evrimsel eğilimler oluşturma potansiyeline sahiptir (Becklin vd., 2016).

Fizyolojik özelliklerin yeni bir çevrede değişimsel bir avantaj sağlayabileceği, potansiyel olarak yeni bir ekolojik nişe erişime izin vererek veya genişletilmiş bir niş içinde rekabet avantajını geliştirebileceği ortaya konulmuştur (Givnish, 1987). Bu durumlardan herhangi biri, nüfus yoğunluğunu, coğrafi aralık büyüklüğünü veya çevresel olarak izole edilmiş popülasyonların başarısını artırabilir. Bu değişiklikler de bitki türünün yok olma olasılığını azaltabilir veya türleşme oranını artırarak bitki türlerinin çeşitlenmesini teşvik edebilmektedir.

Filogenetik bir yaklaşım, çevresel değişim ve tür çeşitliliğinin makro-evrimsel modelleri arasındaki ilişkileri belirleyebilir (Becklin vd., 2016). Bu yaklaşım, sapma olaylarını mutlak zamanda tahmin eden fosil kalibreli filogenetik ağaçlara dayanmaktadır. Filogenetik ağaçtaki her uç için özellik verileri ve özellik değişimi için bir model kullanılarak özelliklerin evrimsel geçmişi, zaman ayarlı ağaç üzerinde yeniden yapılandırılabilir. Ağaçta birden fazla özelliğin evrimi modellendiğinde, filogenetik karşılaştırmalı yöntemler, özellikler arasındaki




**Şekil 7.** A; Abiyotik koşullar bitkinin fizyolojisini doğrudan etkiler, B; Çevresel bir bozulmayı (dikey kesikli çizgi) takiben, düşük genetik ve/veya fenotipik değişkenliğe sahip bitki popülasyonlarının devam etmesi olası değildir (kırmızı çizgi) (Becklin vd. 2016).

ilişkili evrim modellerini test edebilir. Bu korelasyonlar, kökenlerinin önceden var olan etkinleştirici özelliklerin varlığına bağlı olduğu kilit özelliklerin değişimi üzerindeki kısıtlamalara işaret edebilir. Modele dayalı yaklaşımlar, zamanla kalibre edilmiş ağaçlardaki çeşitlendirme oranındaki değişiklikleri belirleyebilir ve çeşitlendirme oranlarının özellik evriminden etkilenip etkilenmediğini test edebilir (Becklin vd., 2016).

Bitki türleri, iklim değişikliği ile değişebilir (Şekil 7) (Gilman vd., 2010; Kiers vd., 2010; Lau vd., 2014). Bu değişimler antagonist, mutualist ve rekabet hâlindeki canlıların da değişimi sonucu bitkinin fizyolojisinin değişimi ile olabilir. Dolayısıyla iklim değişikliği ile tür etkileşimlerinde de değişimler beklenmektedir.

Bitkiler, herbivor topluluklara karşı ayrıntılı savunmalar geliştirmiştir. İklim değişikliği bitki fizyolojisini değiştirerek herbivorlara karşı savunma sağlayan ikincil metabolitlerin üretimini bozabilmektedir. Herbivor savunma ve bitki büyümesi arasındaki fizyolojik ilişkinin gücünü değiştirebilir ve bitki dokularının besin değerini azaltabilmektedir. Örneğin, meta-analiz, yüksek $CO_2$'in yaprak karbon-azot oranlarını artırarak birçok herbivor türü için bitki beslenme kalitesini azalttığını ortaya koymaktadır (Robinson vd., 2012). Sonuç olarak, herbivorların beslenme taleplerini karşılamak için daha fazla bitki dokusu tüketmeleri gerekmekte, bitki savunma ve tolerans özellikleri de seçimi değiştirebilmektedir.

Tozlayıcılar, bitki özelliklerinin evrimini ve çiçekli bitki soylarının çeşitlenmesini etkilemektedir. İklim değişikliği, bitki fizyolojisi ve fizyolojik değiş tokuşlar üzerindeki etkiler yoluyla tozlaşma karşılıklılıklarını değiştirebilir. Örneğin, birçok tozlayıcı daha büyük çiçekleri tercih etse de artan kuraklık süresi ve şiddeti, su kaybını azaltan daha küçük çiçekler için seçim gerektirebilmektedir. Yüksek $CO_2$, fotosentez ve şeker üretimini doğrudan etkileyeceğinden nektar teşvikindeki beslenme kalitesini değiştirebilir (Watanabe vd., 2014). $CO_2$ konsantrasyonundaki bitkilerdeki polen protein konsantrasyonunu da azalttığından tozlayıcıları ve tozlayıcı aracılı seçimin bitki özellikleri üzerindeki gücünü olumsuz etkileyebilmektedir. Nektar özelliklerindeki değişiklikler tozlayıcı seçimini değiştirirse iklim değişikliğinin bitkilerde şeker üretimi üzerindeki etkileri daha uzun süreler boyunca tozlaşmayı ve evrimsel süreci kısıtlayabilir (Becklin vd., 2016).

Mikorizal birliktelikler, bitkileri ve köklerde koloni oluşturan mantarları içeren yaygın simbiyozlardır. Karbon ve besin alımını kontrol eden fizyolojik mekanizmalar, mikorizal bitki türlerinde sıkı bir şekilde bağlantılıdır; bu nedenle iklim değişikliğinin bitki fizyolojisi üzerindeki etkileri bu etkileşimlerin işleyişini de değiştirebilir (Smith ve Read, 2008). Bitkiler mikorizal mantarlara şeker sağladığından, fotosentezi sınırlayan genetik ve çevresel faktörler, mantarla ortak yaşayanları desteklemek için mevcut karbohidrat miktarını azaltabilir (Johnson vd., 2015). Örneğin, C3 bitkileri, özellikle kuru ortamlarda, genellikle C4 bitkilerinden daha fazla karbon sınırlıdır. Bu fizyolojik kısıtlama, C4 bitkilerinin mikorizal mantarlara daha yüksek tepki vermesini açıklayabilmektedir. Karbohidrat karşılığında mikorizal mantarlar, konakçılarına topraktan makro ve mikro besin elementlerini sağlar; ayrıca bazı mantarlar da bitkinin kuraklık toleransını, patojen direncini ve herbivor savunmasını geliştirir (Becklin vd., 2016).

İklim değişikliğinin tür etkileşimleri üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar son yıllarda önemli ölçüde artmıştır (Robinson vd., 2012); bununla birlikte, iklim değişikliğinin tür etkileşimleri yoluyla bitkinin fizyolojik değişimini etkileme potansiyeli iyi anlaşılmamıştır. Bitki-tür etkileşimlerinin karmaşıklığı ve değişimi yönlendirme potansiyelleri göz önüne alındığında, doğal koşullar altında, etkileşimli türlerin tamamlayıcısı ile iklim değişikliği çalışmaları, yeni iklimlerin doğrudan ve dolaylı etkilerine karşı ortaya çıkarabilir. Herbivor savunmaları gibi bitki özelliklerinde genetik mutantlardan veya doğal çeşitlilikten

yararlanan çalışmalar, türlerin etkileşimi ile seçilim altındaki özelliklerin genetik temeli hakkında daha fazla bilgi sağlayabilir. Bu mekanik deneylerle, iklim değişikliği ile bitki özelliklerinin ve tür etkileşimlerinin evriminin filogenetik analizlerle eşleştirilmesi, tür etkileşimlerinin gelecekte iklim değişikliğine karşı bitkinin fizyolojik tepkileri nasıl şekillendireceğini tahmin etmek için bir çerçeve sağlayabilir (Becklin vd., 2016).

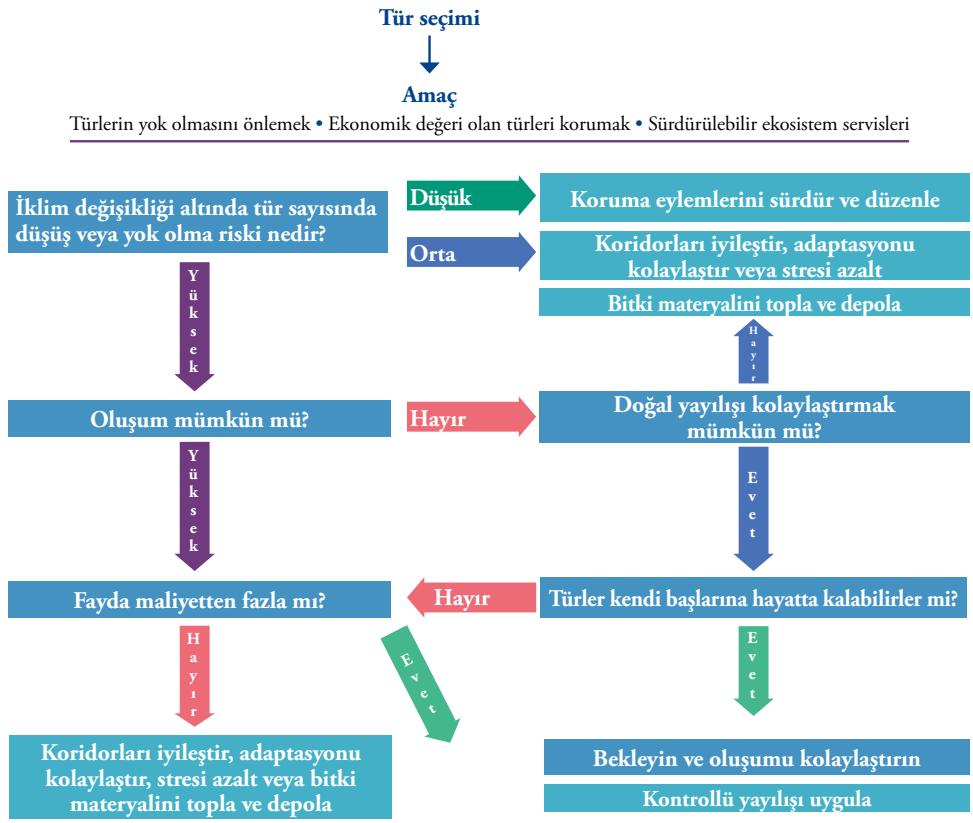
İklim değişikliği, bitkinin doğal rakipleri ve düşmanları ile etkileşimlerini değiştirerek dolaylı olarak bitki fizyolojisini ve evrimini etkileyecektir. Etkileşen türler, fizyolojik süreçler üzerindeki doğrudan etkiler (örneğin, bitki karbonu ve besin dinamikleri üzerindeki mikorizal mantarların etkileri) veya fizyolojik değiş tokuşlardaki değişimler (örneğin, savunma bileşiklerine yatırıma karşı büyüme) yoluyla bitki fizyolojisinin değişimini yönlendirebilen güçlü seçilim ajanlarıdır. Değişen türlerin iklim değişikliği ile etkileşimlerinin eko-evrimsel sonuçları, bazı durumlarda, iklim değişikliğinin bitki fizyolojisi üzerindeki doğrudan etkileri kadar veya ondan daha önemli olabilmektedir (Becklin vd., 2016).

## Tür Seçim Stratejileri

İklim değişikliğine karşı en savunmasız türler, nadir bulunan, uzun ömürlü, yerel olarak adapte olmuş, coğrafi ve genetik olarak izole edilmiş; yaralanma, böcek ve hastalık salgınları tehdidi altında olan türlerdir. İklimdeki değişiklikler veya biyotik ajanlar ağaçların üretkenliğinde azalmaya neden olabilir; ancak tür seçiminde mevcut durum ve öngörülen dağılımları hakkında önemli miktarda bilgi gerekmektedir. Bu bağlamda tür seçimini etkileyen karar alma mekanizmalarına ve iklim değişikliği altında tür riskinin ve türün göçünün fizibilitesinin belirlenmesine yardımcı olan bir karar matrisi tüm süreçlerde kullanılabilir (Şekil 8) (Hoegh-Guldberg ve ark., 2008; Williams ve Dumroese, 2013).

Sonuç olarak;

- Hızlı iklim değişikliği, bitki fizyolojik özellikleri üzerinde uzun süredir devam eden doğal seçilim modellerini bozmaktadır. Bu değişikliklere karşı mikro-evrimsel tepkiler, ekolojik süreçlerle ilgili zaman ölçeklerinde ortaya çıkabilir.
- Büyük, zamanla kalibre edilmiş filogeniler kullanılarak ortaya çıkan makro-evrimsel analizler, geçmiş iklim değişikliği olaylarını takiben bitki fizyolojisindeki değişiklikler ve tür çeşitlendirme oranları hakkında bilgi sağlar.
- Buzul döngüleri sırasında düşük $CO_2$ gibi geçmiş koşullar, muhtemelen, mevcut ve gelecekteki iklim değişikliğine karşı bitkinin fizyolojik tepkilerini sınırlayabilecek kalıcı adaptasyonlar ürettirebilir.
- İklim değişikliği, biyotik etkileşimlerdeki değişimler yoluyla dolaylı olarak bitkinin özelliklerini ve hayatta kalmasını etkileyebilir. Değişen tür etkileşimlerinin eko-evrimsel sonuçları, iklim değişikliğinin bitki fizyolojisi üzerindeki doğrudan etkileri kadar önemli olabilir.
- Tür seçimi esnasında alışılagelmiş yöntem ve türlerin yerine, kentsel ekosistemler için doğal döngülerin yanı sıra çevresel faktörlerin esas alındığı, fizyolojik tepkileri araştırılmış dirençli türler üzerinde tercihlerin yapılması gerekebilir.




**Şekil 8.** Koruma, ekonomik veya sosyal değeri olan bir bitki türü veya popülasyon için adaptasyon stratejilerini belirlemede kullanılan karar matriksi (Hoegh-Guldberg vd., 2008; Williams ve Dumroese, 2013).

# Kaynaklar

Alnsour M., Ludwig-Muller J. (2015). Potential Effects of Climate Change on Plant Primary and Secondary Metabolism and Its Influence on Plant Ecological Interactions. Endocytobiosis and Cell Research, 26, 90-99.

Amedie F.A. (2013). Impacts of Climate Change on Plant Growth, Ecosystem Services, Biodiversity and Potential Adaptation Measures. Master thesis in Atmospheric Science with orientation towards Environmental Science (60 HEC) Department of Biological and Environmental Sciences University of Gothenburg.

Apel K., Hirt H. (2004). Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress and Signal Transduction. Annual Review of Plant Biology, 55, 373-399.

Asada K. (2006). Production and Scavenging of Reactive Oxygen Species in Chloroplasts and Their Functions. Plant Physiolology, 141, 391-396.

Ashraf M., Foolad M.R. (2007). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. Environmental and Experimental Botany, 59, 206-216.

Awasthi R., Kaushal N., Vadez V., Turner N.C., Berger J., Siddique K.H.M., Nayyar H. (2014). Individual and Combined Effects of Transient Drought and Heat Stress on Carbon Assimilation and Seed Filling in Chickpea. Functional Plant Biology, 41, 1148-1167.

Becklin, K.M., Anderson, J.T., Gerhart, L.M., Wadgymar, S.M., Wessinger, C.A., Ward, J.K. (2016). Examining Plant Physiological Responses to Climate Change through an Evolutionary Lens. Plant Physiology, 172(2), 635-649.

Bolin B., Döös B.R., Jager J., Warrick R. A. (1989). The Green House Effect climate change and Ecosystems: SCOPE 29 International Council of Scientific Union. Great Britain.

Carmo-Silva A.E., Gore M.A., Andrade-Sanchez P., French A.N., Hunsaker D.J., Salvucci M.E. (2012). Decreased $CO_2$ Availability and Inactivation of Rubisco Limit Photosynthesis in Cotton Plants under Heat and Drought Stress in the Field. Environmental and Experimental Botany, 83, 1-11.

Chevin L.M., Lande R., Mace G.M. (2010). Adaptation, Plasticity, and Extinction in a Changing Environment: Towards a Predictive Theory. PLoS Biology, 8, e1000357.

Dutta P., Chakraborti S., Chaudhuri K.M., Mondal S. (2020). Physiological Responses and Resilience of Plants to Climate Change. In Rakshit

A., Singh H., Singh A, Singh U., Fraceto L. (Ed). New Frontiers in Stress Management for Durable Agriculture, p. 3-20.
Ehleringer J.R., Monson R.K. (1993). Evolutionary and Ecological Aspects of Photosynthetic Pathway Variation. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 24, 411-439.
Etterson J.R., Shaw R.G. (2001). Constraint to Adaptive Evolution in Response to Global Warming. Science, 294, 151-154.
FAO (2018). UNICEF, WFP, WHO the State of Food Security and Nutrition in the World 2017: Building Resilience for Peace and Food Security. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
Fitter A.H., Fitter R.S.R. (2002). Rapid Changes in Flowering Time in British Plants. Science, 96, 1689-1691.
Gilman S.E., Urban M.C., Tewksbury J., Gilchrist G.W., Holt R.D. (2010). A framework for community interactions under climate change. Trends in Ecology & Evolution, 25, 325-331.
Givnish T.J. (1987). Comparative Studies of Leaf Form: Assessing the Relative Roles of Selective Pressures and Phylogenetic Constraints. New Phytologist, 106, 131-160.
Gray, S.B., Brady, S.M. (2016). Plant Developmental Responses to Climate Change. Developmental Biology, 419, 64-77.
Grime J.P. (1977). Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory. The American Naturalist, 111(7), 1169-1194.
Hamann E., Denney D., Day S., Lombardi E., Jameel M.I., MacTavish R., Anderson J.T. (2021). Review: Plant Eco-evolutionary Responses to Climate Change: Emerging Directions. Plant Science, 304, 110737.
Hoegh-Guldberg O., Hughes L., Mcintyre S., Lindenmayer D.B., Parmesan C., Possingham H.P., Thomas C.D. (2008). Assisted Colonization and Rapid Climate Change. Science, 321, 345-346.
IPCC (2007). Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report, Geneva.
Johnson N.C., Wilson G.W.T., Wilson J.A., Miller R.M., Bowker M.A. (2015). Mycorrhizal Phenotypes and the Law of the Minimum. New Phytologist, 205, 1473-1484.
Kiers E.T., Palmer T.M., Ives A.R., Bruno J.F., Bronstein J.L. (2010) Mutualisms in a changing world: an evolutionary perspective. Ecology Letters, 13, 1459-1474.
Lande R., Arnold S.J. (1983). The Measurement of Selection on Correlated Characters. Evolution, 37, 1210-1226.
Lau J.A., Shaw R.G., Reich P.B., Tiffin P. (2014). Indirect effects drive evolutionary responses to global change. New Phytologist, 201, 335-343.
Liancourt P., Spence L.A., Song D.S., Lkhagva A., Sharkhuu A., Boldgiv B., Helliker B.R., Petraitis P.S., Casper B.B. (2013). Plant Response to Climate Change Varies with Topography, Interactions with Neighbors, and Ecotype. Ecology, 94(2), 444-453.
Mittler R. (2006). Abiotic Stress, the Field Environment and Stress Combination. Trends in Plant Science, 11(1), 11-19.
Mishra, A.K. (2021). Plant Adaptation to Global Climate Change. Atmosphere, 12, 451.
Nagarajan R., Gill K.S. (2018). Evolution of Rubisco Activase Gene in Plants. Plant Molecular Biology, 96, 69-87.
O'Hara N.B., Rest J.S., Franks S.J. (2016). Increased Susceptibility to Fungal Disease Accompanies Adaptation to Drought in *Brassica rapa*. Evolution, 70, 241-248.
Oke, T.R. (1987). Boundary Layer Climates. Second edition. Methuen, London.
Pinto-Marijuan M.P., Munne-Bosch S. (2013). Ecophysiology of Invasive Plants: Osmotic Adjustment and Antioxidants. Trends in Plant Sciene, 18, 660-666.
Queitsch C., Hong S.W., Vierling E., Lindquist S. (2000). Hsp101 Plays a Crucial Role in Thermo Tolerance in Arabidopsis. Plant Cell, 12, 479-492.
Ramanjulu S., Bartels D. (2002). Drought- and Desiccation-Induced Modulation of Gene Expression in Plants. Plant, Cell & Environment, 25, 141-151.
Robinson E.A., Ryan G.D., Newman J.A. (2012). A Meta-Analytical Review of the Effects of Elevated $CO_2$ on Plant-Arthropod Interactions Highlights the Importance of Interacting Environmental and Biological Variables. New Phytologist, 194, 321-336.
Sage R.F., Way D.A., Kubien D.S. (2008). Rubisco, Rubisco Activase and Global Climate Change. Journal of Experimental Botany, 59, 1581-1595.
Shao H.B., Chu L.Y., Jaleel C.A., Zhao C.X. (2008). Water-Deficit Stress-İnduced Anatomical Changes in Higher Plants. Comptes Rendus Biologies, 54(3), 215-225.
Sharma S.K., Christen P., Goloubinoff P. (2009). Disaggregating Chaperones: an Unfolding Story. Current Protein & Peptide Science, 10(5), 432-446.
Shaw, R.G., Etterson, J.R. (2012). Rapid Climate Change and the Rate of Adaptation: Insight from Experimental Quantitative Genetics. New Phytologist, 195(4), 752-765.
Sheoran I.S., Saini H.S. (1996). Drought-Induced Male Sterility in Rice: Changes in Carbohydrate Levels and Enzyme Activities Associated with the Inhibition of Starch Accumulation in Pollen. Sexual Plant Reproduction, 9, 161-169.
Singh S., Rai K., Ansari N., Agrawal S.B. (2019). Climate Change and Secondary Metabolism in Plants: Resilience to Disruption. In: Climate Change and Agricultural Ecosystems. p. 95-131.
Smith S.E., Read D. (2008). Mycorrhizal Symbiosis, (Third Ed.). Academic Press, London.
Srivastava M., Misra P. (2018). Climate Change: Impact on Plants. In: Awasthi A., Kumar Singh A., Sharma A. (ed.) Dynamics of Ecosystem and Climate Change in India. New Delhi (India), Serials Publications Pvt, 160-174.
Taiz L., Zeiger E., Møller I.M., Murphy A. (2015). Plant Physiology and Development. Sinauer Associates is an Imprint of Oxford University Press. 6th Edition. ISBN: 978-1605352558.
Tkemaladze G.S., Makhashvili K. (2016). Climate Changes and Photosynthesis. Annals of Agricultural Sciences, 14, 119-126.
Wang J.Z., Cui L.J., Wang Y., Li J.L. (2009). Growth, Lipid Peroxidation and Photosynthesis in Two Tall Fescue Cultivars Differing in Heat Tolerance. Biologia Plantarum, 53, 237-242.
Ward, J.K., Kelly, J. (2004). Scaling up Evolutionary Responses to Elevated $CO_2$: Lessons from Arabidopsis. Ecology Letters, 7, 427-440.
Watanabe C.K., Sato S., Yanagisawa S., Uesono Y., Terashima I., Noguchi K. (2014). Effects of Elevated $CO_2$ on Levels of Primary Metabolites and Transcripts of Genes Encoding Respiratory Enzymes and Their Diurnal Patterns in *Arabidopsis thaliana*: Possible Relationships with Respiratory Rates. Plant and Cell Physiology, 55, 341-357.
Williams, M.I., Dumroese, R.K. (2013). Preparing for Climate Change: Forestry and Assisted Migration. Journal of Forestry, 111(4), 287-297.
Willis, K.J. (2017). State of the World's Plants 2017. Report. Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN: 978-1-84246-647-6.
Young S., Sack L., Sporck-Koehler M.J., Lundgren M.R. (2020). Why is C4 Photosynthesis So Rare in Trees? Journal of Experimental Botany, 71(16), 4629-4638.
Zandalinas S.I., Mittler R., Balfagón D., Arbona V., Cadenas A.G. (2017). Plant Adaptations to the Combination of Drought and High Temperatures. Physiologia Plantarum, 162(1), 2-12.

# İklim Değişimi Etkisinde Şehir Ağaçlarının Yetişme Ortamı ve Toprak Özellikleri Etkileşimi

*Ender Makineci*[*]

İklim değişiminin neden olduğu olumsuz koşullar ve etkileri günden güne artan bir şiddette tehlikeli olmaktadır. Bu etkiler birçok farklı ortam ve ekosistemde doğrudan ve dolaylı olarak kendini göstermektedir. Şehir ağaçları da bir yetişme ortamı bileşenleri içerisinde gelişerek hayatlarını sürdürmeye çalıştıkları için bu ortamın koşullarının iklim değişimi etkileri ile doğrudan etkileşim hâlindedir. Diğer taraftan ağaçlar, küresel ısınma ile mücadelede ekosistem hizmetleri sunmakta; karbon dengesinin sağlanmasında önemli görev üstlenmektedir. Böylece iklim değişimindeki rolleri bakımından farklı bir değer taşımaktadırlar.

Yetişme ortamının başlıca koşulu olan toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri bitkinin gelişimini etkilemekte; toprağın bu yapısal özellikleri iklim değişikliğinden etkilenen yağış, sıcaklık ve nemle karşılıklı ve dinamik bir etkileşim içinde bulunmaktadır.

Bitki gelişiminde etkili toprak özelliklerinin belirlenmesi, bu özelliklerin iklim değişiminden nasıl etkileneceği ve nasıl önlemler alınması gerektiği toprak için oldukça gerekli hâle gelmiştir. Ayrıca iklim değişiminden etkilenerek düzensiz hâle gelen

* Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı

yetişme ortamı özellikleri, toprak ve ağaç ilişkilerinde ortamın başlıca ihtiyaçları olan su ve hava ekonomisinde de düzensizlikler oluşturmaktadır. Bu amaçla hazırlanan çalışmada, İstanbul iklim değişimi olası etkilerinde, şehir ağaçlarının yetişme ortamı ile başlıca toprak özellikleri ve özellikle son yıllarda bu kapsamda sık karşılaşılan sorunlar değerlendirilmiştir.

## Giriş

İklim değişimi ve neden olduğu olumsuz koşullar ve etkileri günden güne artan bir şiddette yıpratıcı olmaktadır. Bu etkiler birçok farklı ortam ve ekosistemde doğrudan ve dolaylı olarak kendini göstermektedir. Şehirler ve doğal olarak şehirlerde yetişen ağaçlar bir yetişme ortamı bileşenleri içerisinde yetişerek hayatlarını sürdürmeye çalıştıkları için bu yetişme ortamı koşullarının iklim değişimi etkileri ile doğrudan etkileşim hâlindedir. Diğer taraftan ağaçlar karbon tutumundaki önemli görevlerinden dolayı küresel ısınma ile mücadelede ve karbon dengesinde ayrıca özel bir önem ve görevdedirler, böylece iklim değişiminde farklı bir değer taşımaktadırlar.

Başlıca temel yetişme ortamı koşullarından olan toprak ile toprağın bitki beslenmesi ve gelişiminde rol oynayan fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri iklim değişiminden etkilenen yağış, sıcaklık, nem ve rüzgârın etkisinde kalmaktadır. Bu sebeple bitki gelişiminde etkili toprak özelliklerinin belirlenmesi, toprağın iklim değişiminden nasıl etkileneceği ve olumsuz etkilere karşı hangi önlemlerin alınması gerektiği artık toprak için oldukça gerekli hâle gelmiştir.

Her ne kadar kontroller ve bakım tedbirleriyle yaşama ve gelişme şansları artsa da şehir ağaçları; sınırlandırılmış kök gelişim alanı, toprak sıkışması, değişen kimyasal toprak koşulları (tuzluluk, kirlenme, alkali veya asidik reaksiyon oluşumu), düzensiz yağışların veya kötü drenaj koşullarında suyun durgunlaşması vb. gibi (Roloff vd., 2009) birçok stres faktörü ile mücadele etmektedir.

Bu çalışmada İstanbul özelinde kalınarak şehir ağaçlarının yetişme ortamı özellikleri ve iklim değişimi olası etkilerinde temel bazı toprak özellikleri ve sorunlar değerlendirilerek kitabın hazırlanmasında ortak amaçlardan biri olan tür önerileri de özellikle sunulmaya çalışılmıştır.

## İklim ve İklim Değişimi

Dünyada farklı alanlarda hava hâllerindeki uzun yıllara yayılan durumunun ortalama değerleri "iklim" olarak adlandırılmaktadır. Küresel büyüklükteki sistem olarak iklimi oluşturan parametrelerin aritmetik ortalamalarında meydana gelen artma veya azalma ise "iklim değişimi" tanımı ile belirtilmektedir (Büyükşahin, 2018). Aynı çalışmada Türkeş'e (2012) atfen iklim değişikliği; "tüm alansal ve zamansal ölçeklerde iklimin ortalamasında, ayrıca standart sapma ve uç olaylarda meydana gelen diğer istatistiki değişimler" olarak ifade edilmiştir (Büyükşahin, 2018). Acar vd. (2020), iklim değişikliğini dünyadaki yeryüzü sıcaklıklarının ve hava koşullarının uzun dönemli değişikliklerinin genel adı olarak ifade etmektedir. Oldukça yavaş ve zamana yayılan küçük değişimler son yüzyıla kadar ekolojik denge

içerisinde gerçekleşirken, Sanayi Devrimi'nin gerçekleştiği 19. yüzyıldan itibaren denge bozulmuştur. Atmosferde, başta karbondioksit ve diğer kirletici gazların çok yüksek düzeylere çıkması ile iklim değişimi gerçekleşmektedir (Acar vd., 2020). Özetle meteorolojik parametrelerde uzun yıllar ortalaması olan iklimdeki bu uzun yıllık ortalama değerlerinin altında veya üstünde olan sapmalarını, iklim değişimi olarak algılamak gerekmektedir.

İklim değişikliğinin başlıca sebebi artan nüfus, sanayileşme faaliyetleri ve gelişen teknoloji süreçleri içerisinde ekolojik odaklı düşünce yapısına gerektiği kadar eğilimin olmaması ya da iklim değişiminin engellenmesine yönelik plan ve programların uygulanması noktasında yetersiz kalınmasıdır (Özdemir vd., 2020). Sanayi Devrimi ve nüfusun artışıyla hava kirliliği oluşmuş ve buna bağlı olarak atmosferde artan karbondioksit ($CO_2$) yüksek oranlara çıkmış ve bu da iklim değişikliği etkisi yaratmıştır (Büyükşahin, 2018). Antropojenik faaliyetlerin hız kazanması iklimde istenmeyen anormalliklerin meydana gelmesine yol açmıştır. Özellikle $CO_2$ salınımının giderek normal seviyelerin üstüne çıkması, sera etkisinin kritik seviyelere gelmesine neden olmuştur. Sera etkisi, $CO_2$, metan ($CH_4$), klorflorkarbonlar (CFCs), diazotmonoksit ($N_2O$) gibi gazların ve su buharının atmosferde birikerek yeryüzünden yansıyan ışınların bir kısmını absorbe etmesi, bunun neticesinde de yeryüzüne yakın kısımlarda sıcaklığın artması şeklinde tanımlanmaktadır (Özdemir vd., 2020).

Doğal ekosistemlerdeki canlılık faaliyetlerinin devamı noktasında iklim koşullarının önemi herkes tarafından bilinmektedir. Çünkü iklimde meydana gelen değişimlerden insanların modern teknoloji olanaklarına sahip olmasına rağmen olumsuz bir şekilde etkilenmesi, birçok şeyin farkına varabilmek adına temsil niteliğindedir. İklim değişimi son yüz yılın en önemli problemlerinden birisi olarak gösterilmektedir (Özdemir vd., 2020). Şehirler kültürel, beşerî ve ekonomik değerlere sahiptir ve bu sebeple iklim değişiminde bu açılardan da oluşabilecek olumsuzluklara karşı riskli durumdadır. Dünya nüfusunun yaklaşık olarak yarısı yaşamını şehirlerde sürdürmektedir. 2030 yılına varana kadar şehir nüfusunun %60'a çıkacağı ve yaklaşık 2050 yılında şehirlerde yaşayan nüfusun 2/3 civarında olacağı beklenmektedir. Artan şehir nüfusunun şehirlerin yüzölçümlerinde de önemli artışlara sebep olacağı, 2000-2030 yılları arasında kent yüzölçümünde 1.200.000 m² artış beklendiği ifade edilmiştir. Bu önemli artışların yanında şehirlerde bitki örtüsü ile kaplı alan değişmekte, bu durum da atmosfer ile yeryüzü arasındaki ısı dengesini de değiştirmektedir. Bitki örtüsü ile kaplı alanın azalması ve yerleşim alanlarının artması arasındaki dengesizlik, yüzey ısı depolamaları ile iklim değişikliğinden kaynaklanan ısınma şiddetini arttırmaktadır. Sıcaklıkların artması, sel olayları, su kıtlığı, kuraklık ve deniz suyu seviyesinde değişim olarak sıralanabilecek önemli değişimler şehirler üzerinde iklim değişiminin yarattığı olumsuzluklardır (Kaya, 2018).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz ve çalışmanın konusu olması özelinde İstanbul da artık belirgin olarak iklim değişimi etkisi altındadır (Ağıralan ve Sadioğlu, 2021; Bakanoğulları, 2020; Dinç, 2019; Kaya, 2018; Koç ve İkiel, 2017; Özdemir,

2018; Şen ve Aksu, 2021; Toros ve Bağış, 2017; Uğurlu, 2020; Yılmaz vd., 2020). İstanbul için belli başlı parametrelerde iklim değişimi etkilerine örnek olarak, İstanbul baraj ve göllerinde su seviyesindeki değişimin, insan aktiviteleri ve iklim değişikliğinin bölgesel su kaynakları üzerindeki etkisini doğru bir şekilde yansıttığı görülmektedir. Baraj doluluk oranlarının değişimine aylık, mevsimsel ve yıllık olarak bakıldığında 2007, 2008, 2014 ve 2020 yıllarının kurak geçtiği, aylık ortalamaların 2011, 2013, 2019 ve 2020 yıllarının ilkbahar aylarında başlayan düşüşün bahsi geçen yıllar içerisinde tekrar artışa geçmediği tespit edilmiştir. Ayrıca baraj doluluk oranlarının tekrar kazanımı iki ay sonrasına kadar ötelenmiştir (Yılmaz vd., 2020). İklim değişimi ve meteorolojik şartlara bağlı olarak özellikle İstanbul gibi büyükşehirlerde hava kirliliğinin sıklıkla önemli problemler yaratacağı, havanın kirlenmesine bağlı olarak farklı ölçekte ve küresel boyutta sorunlar ortaya çıkacağı belirlenmektedir. İklim değişimi yarattığı sorunlarla geleceği tehdit etmekte, hava kirliliğinin eklenmesi ile de tüm canlılar üzerinde etkiler gözlenmektedir (Toros ve Bağış, 2017). Yeryüzü şekli özellikleri ve yağış iklimi sebebiyle İstanbul'da çok fazla taşkın oluşmaktadır. İstanbul'da son yıllarda meydana gelen çok sayıda taşkının başlıca sebebi olarak "iklim değişimi ve değişkenliği" görülmektedir. Birçok farklı sektörün (tarım, çevre ve sosyal) bu olaylardan ve iklim değişimi etkisinden zarar gördüğü açıktır. Son yıllarda İstanbul şehrinde pek çok şiddetli sel meydana gelmiştir. İstanbul'u değerlendirmek için farklı meteoroloji gözlem istasyonlarında (Çorlu, Göztepe, Florya, Kumköy, Sarıyer ve Şile), beş dakikadan on sekiz saate kadar farklı zaman dilimlerinde, yıllık en büyük yağış yüksekliği (mm) değerlerinde belirgin artışlar vardır (Şen ve Aksu, 2021). Dinç (2019), İstanbul içme suyu havzaları dışında kalan akar dere havzalarının (suları Haliç ve göllerine, Karadeniz, Boğaziçi ve Marmara Denizi'ne dökülen derelerin) bulguları değerlendirildiğinde, derelerin %27 oranındaki bölümünün doğal yapısını değiştirerek bozulduğunu tespit etmiştir. Dere sistemlerinin %64 oranında sel ve taşkın riskine açık olduğu vurgulanmakta ve şehrin yarısına yakınında benzer sorunların riski belirtilmektedir (Dinç, 2019). İstanbul Çatalca-Damlıca Deresi havzası, İstanbul Büyükçekmece içme suyu havzasında yer almaktadır. Havzada 1982 ve 2006 yılları arasındaki verilerle kuraklık indisleri olan SPI ve SPEI kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, iklim değişimi göstergesi olarak yıllık değerlendirmelerde SPEI indeks sonuçlarında orta (dört yıl) ve şiddetli kurak (yedi yıl) yıllar belirlenmiştir. SPI ile ikişer yıl şiddetli ve hafif kurak, üç yıl ise orta kurak dönemler tespit edilmiştir (Bakanoğulları, 2020). Yukarıda sıralanan bu gibi örnekler İstanbul için yağış, sel-taşkın, hava kirliliği ve kuraklık gibi belli başlı iklim parametrelerinde iklim değişimi etkilerini açıkça göstermektedir.

Bu değişimler doğal olarak tüm canlı hayatını, hatta özellikle biyolojik bir yaşam döngüsüne sahip ve döngünün doğrudan iklim olaylarına ve bu olayların yıl içerisindeki seyrine bağlı olan canlıları ise çok daha şiddetli etkilemektedir.

## İklim Değişimi ve Şehir Ağaçları Etkileşimleri

Literatür bilgilerine dayanarak "iklim değişimi" ve "şehir ağaçları" ana başlıklarını içeren bazı eserlerin derlenmesine göre aşağıdaki bilgiler özetlenmiştir.

İklim değişimine bağlı olarak artan sıcaklık ve sera gazı etkileri bitkilerin ve şehir ağaçlarının günlük, yıllık ve yıllar arasındaki oluşumlarını ve fenolojik olaylarını değiştirmektedir. Fenolojik ritim, iklim ile doğrudan bağlantılı olduğu için iklim değişimi çerçevesinde bitkilerin büyüme dönemi değişimleri ve fenolojik durumları sıklıkla analiz edilmeye başlanmıştır. Fenolojik değişimlerde su veya sıcaklığın yoksunluğuna bağlı olarak "su yönetici fenoloji" veya "sıcaklık yönetici fenoloji" olarak ikiye ayrılmaktadır. Ayrıca şehirlerde iklim değişimine bağlı artan sıcaklık yanında ısı adası etkisi, erken veya geç çiçeklenen bitkilerde çiçeklenmenin daha hızlı başlamasına sebep olmaktadır. International Phenological Gardens, 1969-1998 dönemi için Avrupa verilerine göre erken ilkbaharda (şubat-nisan) hava sıcaklık ortalamasındaki 1 °C artış, bitkiler için büyüme periyodunun yedi gün öne gelmesine sebep olmaktadır (Lu vd., 2006). Kramer vd. (2000), ılıman ve boreal kuşak ormanlarında büyüme döneminin başlangıç ve süresini doğrudan etkileyerek fenolojinin tamamen hava sıcaklığı tarafından yönlendirildiğini belirtmektedir.

Nezaj vd. (2021), iklim değişikliği ve sebep olduğu değişimler ile şehir ağaçlarının yeşil servislerinin etkileneceğini ifade etmektedir. Arnavutluk'un başkenti Tiran şehir ağaçları için yaptıkları çalışmada her bir ağaç/çalının yılda 8,72 kg oksijen verdiğini hesaplamışlardır. Bir insanın yılda 306,6 kg oksijene ihtiyaç duyduğunu Starr'a (2015) atfen ve Tiran'da incelenen ağaç ve çalıların toplamının ancak altmış yedi kişinin yıllık oksijen ihtiyacını karşılayabileceğini ifade etmişlerdir. Ek olarak, bir çalı/ağaç yılda 21,8 kg karbon bağlamakta, bir insan ise yılda 328,5 kg $CO_2$ açığa çıkarmaktadır. Ayrıca bir ağaç, ortalama olarak yılda 1.424 litre suyu alıkoymaktadır ve bu büyük ölçüde toprak özelliklerine bağlı bir durumdur. Tiran için yıllık 1.219 mm yağışın, ağaçlar için gerekli suyun 174 kez daha azına eşit olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte ağaç ve çalıların toz tutma, hava kirliliğini azaltma ve enerji tasarrufu gibi görevleri de vardır (Nezaj vd., 2021).

Sari ve Karaşah (2020) iklim değişikliğini, doğal değişikliklerden insan faaliyetlerine kadar zaman içinde meydana gelen, biyoçeşitlilik, türler ve ekosistem hizmetleri arasındaki etkileşimler üzerinde önemli etkileri olan, mevcut habitat koşullarında su ve sıcaklık stresinden kaynaklanan tehditler olarak ifade etmektedir. Şehirlerde iklim değişiminin olası etkileri olarak şehir sıcaklık adalarının etkisi, düşük hava kalitesi, yüksek ozon konsantrasyonları ve aşırı yağış artışları sıralanmaktadır. Foos ve Aenis'in 2017'deki çalışmasına atfen ise Berlin'de 2050 yılına kadar yüksek hava sıcaklıklarının 2,5 °C kadar artabileceğini, bunun sonucunda da daha sıcak ve şiddetli yağış alan gün sayısında artış ile bahar ve yaz aylarında yağış miktarında artış beklentisini belirtmektedir. Şehir parkları iklim değişimi ile mücadelede önemli bir yer tutabilmektedir. Nitekim bu

alanlar "soğuk park adaları" olarak isimlendirilmektedirler (Sari ve Karaşah, 2020).

Bowler ve arkadaşlarının 2010 yılındaki çalışmasına atfen ifade edildiği üzere, bir şehir parkı açık alana göre hava sıcaklığını 1 °C kadar düşürmekte, Wong ve Yu'ya (2005) atfen ise Singapur'da bitki örtüsü tarafından ortalama 3,07 °C soğutma sağlanabildiği ifade edilmektedir (Sari ve Karaşah, 2020). Bununla birlikte, şehir ağaçları iklim değişimi ile mücadeleye de artı değer sağlayacak birçok ekosistem servisi üretmektedir. Bunların başlıcaları; hava ve su kalitesinde artış, sağanak yağışlardan kaynaklanan yüzeysel akışın düzenlenmesi, karbon bağlama ve depolama, artan sıcaklık konforu, ısı kaynaklı hastalık ve ölümlerden korunma ve diğer canlılara habitat oluşturma olarak sayılabilir. Bu durumda, uygun ağaç türü seçimleri ve dikim teknikleri de özel bir önem taşımaktadır. Uygun bitki dikim tasarımına örnek olarak geçirgen bir kaldırım veya çıplak toprakta ağaçlar arası mesafenin 7,5 m bırakılması, düşük su stresi ve iyi bir soğuma sağlayabilmektedir (Emilson ve Sang, 2017; Vico vd., 2014'e atfen) (Sari ve Karaşah, 2020).

İklim değişimine karşı bazı türler uyum sağlayabilecek bazıları ise sıcaklık ve su rejimindeki değişimlere bağlı olarak hayatlarını sürdürmede zorlanacaktır. Hatta bu değişimler lokal bölgelerde farklı olabilecektir. Sari ve Karaşah'ın Artvin yöresi (Artvin-Merkez, Ardanuç ve Hopa) şehir parkları için 2020'de yaptıkları araştırmada, *Cedrus deodara* (Lamb.) G. Don, *Cupressus sempervirens* L., *Nerium oleander* L., *Pinus pinea* L., *Platanus orientalis* L. ve *Tilia rubra* DC. türleri Hopa'da iklim değişimine uyum gösterebilen toleranslı türler olarak belirlenirken aynı türler Artvin-Merkez ve Ardanuç için orta derecede toleransa sahip türler olarak gözükmektedir. İklim elemanları içerisinde incelenen parametreler (en yüksek sıcaklık, en düşük sıcaklık, yağış ve kuraklık) yabancı ve yerli bitki türlerinde farklı bölgelerde farklı sonuçlar vermişlerdir (Sari ve Karaşah, 2020). Hava sıcaklıklarında ani yükseliş ve düşüşler, doğal olarak toprak sıcaklığı ve toprağın su tutma kapasitesini oldukça etkilemektedir. Örnek olarak, artan sıcaklıklar evaporasyon ve transpirasyonu arttırarak bitkinin kuraklık stresini arttıracak, dolaylı olarak sağlığını tehlikeye sokarak zararlılara karşı direnci de azaltacaktır. Aşırı hava olayları fırtına düzeyinde rüzgârlar, sel, mekanik rüzgâr zararları, don ve dolu ile iklim değişimi temelli aşırı sıcaklıklar ve yağışlı dönem değişimleri şehir ağaçlarının yaşamlarını tehlikeye sokmakta ve adaptasyonu zorlaştırmaktadır (Sari ve Karaşah, 2020). Nitschke vd. (2017)'ye atfen ifade edildiği gibi, gelecek iklim değişimi senaryoları iklim değişimine karşı bitki türlerinin dayanıklılığında şehir alanları için kuraklık ve ısıya dayanıklı türlerin dikilmesinin en iyi yaklaşım olacağını işaret etmektedir. Böylece ekolojik, ekonomik ve fonksiyonel yararlarına bağlı olarak yerli türlerin desteklenmesi, iklim değişimine karşı gelecekteki adaptasyonlar için doğru tür seçiminde stratejik önemdedir (Sari ve Karaşah, 2020).

Şehir ormanları ve ağaçları iklim değişiminin potansiyel biyotik ve abiyotik etkileri altındadır. Don, dolu, sıcak dalgaları, kuraklık, fırtınalar, toprakta durgun su oluşumu, toprak tuzluluğu, biyolojik zararlılar, salgın hastalıklar vb. gibi iklim değişimine

bağlı etkiler doğrudan veya dolaylı olarak şehir ağaçlarını etkilemektedir. Kurak alan koşullarında artan sıcaklıklar şiddetli ısınma ve kuraklık koşullarına, değişen su rejimi şiddetli sel ve fırtınalara ve değişen canlı etkileşimleri biyolojik zararlı ve hastalıkların artışına sebep olmaktadır. Ayrıca şehirlerde artan nüfus ve alan kullanımının değişimi ile daha sıcaklaşan şehir iklimi ve ısı adaları, şehir ağaçlarının büyüme dönemini uzatmaktadır (Liu vd., 2021).

Bununla birlikte, istenmeyen stres koşullarına maruz kalan şehir ağaçları, şiddetli iklim olaylarına karşı hassastırlar. Örnek olarak, şehir ağaçları çoğunlukla kuraklık stresi oluşturan geçirimsiz ve kaldırım yüzeyleri üzerindedir ve yağışlı dönemlerde durgun su oluşumuna maruz kalarak iklim değişimi ile özdeşleşen sağlık bozulmalarına uğramaktadır. İklim değişimi şiddeti ve etkileri bölgesel ve habitatlara göre farklı olumsuz koşullar oluşturabilmektedir. Karasal iklime sahip alanlarda don olaylarının artması şehir ağaçları için olumsuz koşulları arttırırken sahil bölgelerinde artan fırtına ve tayfunlar daha fazla zarar vermektedir (Liu vd., 2021).

Yang (2009), çalışmasında ağaçların uzun dönemli hayat evreleri ve değişen çevresel koşullara karşı genetik adaptasyonlarının nispeten zayıf gerçekleştiği için iklim değişimine adaptasyonun zor olduğunu belirtmektedir. Bisgrove ve Hadley'e (2002) atfen ifade edildiği üzere "Ağaçlar bahçelerin iklim değişimi etkisine maruz kalan en görünür ve en hassas unsurlarıdır.", bu durum şehir ağaçlarını ve kent ormanlarını korumaya ve devamlılığını sağlamaya çalışan şehirleri tehdit etmektedir. Uzun yaşam süreleri olan ağaçlar için gelecekte oluşabilecek iklim değişimini göz önüne alarak, uygun tür seçimi başta olmak üzere uzun vadeli uygulamaları başlatma zorunluluğu vardır (Yang, 2009).

Pretzsch vd. (2017) ise iklim değişimine karşı şehir ağaçlarının tepkisinin farklı olacağını ifade etmektedir. İklim değişiminin bitki gelişimine etkisi kapsamında; farklı çalışmaların sonuçlarına dayanarak uzayan büyüme periyodu, artan sıcaklıklar ve yağışın yıl içerisindeki dağılımının değişiminin bir kombinasyonu, boreal ve ılıman kuşakta ve hatta daha yüksek alanlarda ağaç gelişimini arttırabileceğini belirtmektedir. Aynı faktörler ise daha kurak ve daha sıcak zonlarda ağaçların büyümelerinde gerilemeye sebep olacak, hatta şehirlerdeki ısı adası etkisini ağaçlar aleyhinde şiddetlendirecektir. 419 büyük şehirde yapılan araştırma ile elde edilen sonuçlara göre; ortalama gündüz yüzey ısı ada etkisi 1,2-1,5 °C ve şehirlerdeki hava sıcaklığı, çevrelerindeki kırsal alanlardan 2-10 °C daha yüksek olarak rapor edilmiştir. İklim değişiminin şehir ağaçlarına etkileri üzerine çalışmalar tür kompozisyonu-biyoçeşitlilik (Iverson ve Prasad, 1998) ve karbon depolama (Nowak ve Crane, 2002) üzerine odaklanmaktadır. Şehirleşme 21. yüzyılın başlıca gelişmelerinden biri olmuştur, Birleşmiş Milletler'in hesaplamaları baz alındığında şehir nüfusları 2030 yılına kadar %60'tan daha fazla ve 2050 yılına kadar %70'e varan bir artış gösterecektir. Bu kapsamda şehir ağaçlarının kamu sağlığı ve hayat kalitesine sağladıkları rolleri oldukça değerli olacaktır (Pretzsch vd., 2017).

Savi vd. (2015), iklim değişimi kaynaklı sorunların şehir ağaçlarının su iletim yapılarında da etkili olabileceğini, organlarda yapısal değişimlerin ve deformasyonların varlığını göstermektedir.

(Fotoğraf: Depo Photos)

Bussotti vd. (2014), şehirlerin koşullarının iklim değişimi etkilerini daha da şiddetlendirdiğini vurgulamaktadır. Şehirlerin çevrelerindeki kırsal alanlara göre daha yüksek sıcaklıklara ve $CO_2$'e sahip olması, kuraklık, fotokimyasal baskı ve partikül madde kirleticileri gibi etkiler iklim değişimini daha büyük bir ölçekte yaşamalarına sebep olmaktadır. Hoornweg vd. (2011)'e atfen, şehirler küresel sera gazı kaynaklarının %80'ini üretmektedir ve mevcut demografik eğilimler bu oranın zamanla artacağını göstermektedir. Birçok çevresel ve ekolojik yararlarına rağmen şehir ağaçları gelecekte iklim değişiminin yaratacağı etkilere karşı belirsizliğini sürdürmektedirler.

Kim vd. (2019), şehir ağacı türlerinin seçimi ve yönetim önceliklerinin belirlenmesinin iklim değişimine karşı ağaçların hassasiyetini anlamada bir anahtar gereklilik olduğunu belirtmektedir. Özellikle iklim değişimi kaynaklı şiddetli kuraklık ve don olaylarının şehir ağaçlarını önemle etkilediği belirtilmektedir. Bununla birlikte, ağaçların bu şiddetli iklim olaylarına reaksiyonları ve değişen koşullara karşı davranışlarının belirlenmesi alanların etkin yönetimi ve ekosistem servislerinin devamlılığı için gereklidir. İklim değişimi altında çok faktörlü biyoklimatik zararlar ve karmaşık mevsimsel riskler etkili yönetim önceliklerinin tanımlanmasını sınırlandırmaktadır.

Lo vd. (2017), şehirlerin yeşillenmesinin şehirlerin iklim değişimine adaptasyonunun anahtar stratejisi olduğunu belirtmektedir. Çünkü kasaba ve şehirlerde yaşayanlar için şehirlerin yeşillendirilmesi birçok sosyoekolojik faydaları sunmaktadır.

Ghurkina vd. (2015), dünya çapındaki tüm şehirlerde yaz sıcaklıklarının etkisinin azaltılması (gölgeleme), karbon depolamayı arttırmak, fırtına-sel kontrolü ve rekreasyon alanı sağlamak gibi birçok hizmetinden faydalanmak için dikilen milyonlarca ağacın, artık iklim değişimi göz önünde bulundurularak seçilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bundan böyle dikimde kullanılacak ağaç seçiminde, yükselen sıcaklıklarla birlikte artan hava ve su kirleticilerin ve ozon gibi antropojenik emisyonların esaslı olarak dikkate alınması gerektiğini, bitkilerin salgıladığı biyojenik uçucu organik bileşiklerin (BVOCs) ve atmosferdeki azot oksitlerinin önemini vurgulamaktadır.

Tubby ve Webber (2010), iklim değişimi ile şehir ağaçlarını tehdit eden zararlı ve hastalıklara dikkat çekmektedir. İklim değişimi ile nem ve sıcaklık koşullarında beklenen değişimlerin patojen ve zararlıların gelişimlerini, yaşama stratejilerini, düşmanlarını, rekabetçilerini ve vektörlerini de etkileyeceğini, buna bağlı olarak da zararlı ve hastalıkların şehir ağaçlarının sağlığında doğrudan etkili olacağını belirtmektedirler. Bu durum özellikle İngiltere'de iklim değişimi tahminlerine bağlı olarak daha dikkatli ve özenli bitki dikim ve bakım tekniklerini gerektirdiği ifade edilmektedir.

Burley vd. (2019), küresel ölçekte birçok hükümetin esaslı şehir yeşillendirme projelerine yatırım yaptığını fakat iklim değişimine karşı dayanıklılığı dikkate almadığını belirtmektedir.

Kim vd. (2020), iklim değişimi, çevre kirliliği ve artan nüfus gibi karmaşık çevre sorunlarının şehir alanlarında ortak olduğunu belirtmektedir. Bunlardan

iklim değişimi, sıcak hava dalgaları ve sağanak yağışlar gibi şiddetli hava olaylarının başlıca sebebidir ve şehirlere ciddi zararlar vermektedir. Şehir ağaçları iklim değişimi ile oluşan bu zararların önlenmesinin yanında sıcak hava adalarının oluşumu ile mücadelede, mikroklima ve hidrolojinin düzenlenmesinde ve karbondioksit bağlamada etkili rol oynamaktadır. Bu sebeple uygun tür seçiminin planlanması, şehir ağaçlarının yaşama ve hayatta kalmaları için oldukça önemli olup iklim değişimi ile mücadelede önemlidir. Bu kapsamda gerçekleştirdikleri çalışmada Kore için bazı kriterler (soğuğa, kuraklığa ve kirliliğe dayanıklılık ve nakil kolaylığı) dikkate alınarak şehir ağaçları için uygun tür seçimi değerlendirilmiştir.

Gatto vd. (2021), iklim değişiminin özellikle artan sıcaklıklar ve yağış rejimi değişimi ile etkili olduğunu ve buzulların erimesi, deniz seviyesinde yükselmeler, kara ve su ekosistemlerinde biyolojik çeşitliliğin azalması, erozyon, hava koşullarının değişimine bağlı gelişen felaketler ve başka birçok zarara sebep olduğunu belirtmektedirler. Şehirler ve şehirlerde de özellikle şehir ağaçlarının iklim değişimi adaptasyonu ve savaşında başlıca etkileşimde olan unsurlar olduğuna dikkat çekilmektedir. Şehir ağaçları, gölgeleme ile evaporasyonun düzenlenmesi, rüzgâr hızı ve türbülans düzenleme ile yaya konforunun artması, yüzeysel akışın azaltılması ve suyu filtreleyerek akışların yavaşlatılması, sel önleme, atmosferik kirleticilerin ve parçacıkların filtrelenmesi gibi birçok yarar sunmaktadır. Bununla birlikte, şehir vejetasyonunun iklim değişiminden oluşan stres koşullarına da uyumu önemlidir. Bu konulara dikkat çekilerek İtalya-Roma koşullarına göre; kirleticilere karşı yüksek toleranslı türler olarak *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia tomentosa* Moench., *Tilia cordata* Mill., *Acer campestre* L., *Platanus acerifolia* (Aiton) Willd., ve *Quercus ilex* L. listelenmiştir. Bu türlerin tamamı durgun su koşullarına en az orta derecede toleranslı ve *Tilia platyphyllos* dışındaki diğer türler de kuraklığa orta-yüksek derecede toleranslı türler olarak belirtilmişlerdir.

Nowak ve Heisler (2010), iklim değişimi ile doğrudan ve dolaylı etkileşimde olabileceği düşünülen hususlara dayanarak, şehir ağaçları ve parklarının fonksiyonlarını ifade etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde parklar, kentsel peyzajın önemli parçalarıdır, şehir ve kasaba alanlarının yaklaşık %6'sını oluşturmaktadırlar ve şehir parklarının yaklaşık 370 milyon ağaç içerdiği tahmin edilmektedir. Ağaçların sağladığı ekolojik servisler ile yapısal değerleri yaklaşık 300 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir. Park ağaçlarının sayısı ülkenin bölgesine göre değişir, ancak parkların içinde ve yakınında hava sıcaklıkları, hava kirliliğiyle ilgili önemli hava kalitesi etkileri üretebilir. Ultraviyole radyasyon ve karbondioksit (küresel iklim değişikliği ile ilgili baskın sera gazı) gazlarını tutarak temizlerler. Şehirlerde ağaç ve diğer bitki örtüsünü içerebilecek ek açık alan ve diğer boş araziler, önemli ek faydalar sağlar. Parklar genellikle çevredeki alanlara göre daha düşük hava sıcaklıklarına sahiptir, açık alandan daha soğuktur ve soğuma, kenarlarından ziyade parkın merkezine doğru artar. Geceleri, büyük bir parkın merkezi dışarısına nazaran 7 °C daha soğuk olabilir. Parklardan gelen daha soğuk hava genellikle komşu mahallelere doğru hareket eder. Böylece, çevredeki bu soğumuş alanlar, park büyüklüğü ve parkın ağaçlarla kaplı yüzdesi

ile artma eğilimindedir. Parklardaki ağaçlar ve bitki örtüsü, kirleticileri doğrudan ortadan kaldırarak hava kirliliğini azaltmaya yardımcı olabilir. Hava sıcaklıklarını azaltarak, parkların içinde ve yakınında enerji kullanımı oluşturarak, kirletici emisyonları ve oluşumu azaltabilir. ABD kentsel park ağaçlarının yıllık kirliliğin giderilmesi ve ekonomik faydalarının yaklaşık olarak 75 bin ton ve 500 milyon dolar değerlerinde olduğu tahmin edilmektedir. Ağaç yaprakları UV ışınlarının yaklaşık %95'ini emdiği için park ağaçları insanları ultraviyole (UV) radyasyondan koruyabilir. Park ziyaretçilerinin UV radyasyon etkisinin azaltılması önemlidir, çünkü UV'ye aşırı maruz kalma üç tür cilt kanserine neden olmaktadır ve UV radyasyonu göz katarakt oluşumuna katkıda bulunan bir faktördür. Park ziyaretçilerine UV maruziyetinin azaltılmasının genel ekonomik etkisi bilinmemekle birlikte, muhtemelen 2004 yılında, en yaygın cilt kanserlerinin tedavisi ile ilişkili, melanom dışı cilt kanseri için toplam doğrudan maliyet 1,5 milyar dolardı. Katarakt ameliyatlarının toplam maliyeti de fazladır, çünkü bu ABD'deki en yaygın ameliyattır. Parklardaki ağaçlar ve bitki örtüsü, karbondioksitin azaltılmasına doğrudan yardımcı olabilir. Karbondioksiti atmosferden uzaklaştırır, depolar ve dolaylı olarak hava sıcaklığını düşürerek enerji kullanımını düzenler. ABD'de kentsel park ağaçları ve toprakları tarafından karbon depolaması, karbon depolama (ağaçlar): 75 milyon ton (1,6 milyar dolar), karbon depolama (toprak): 102 milyon ton (2,1 milyar dolar) ve yıllık karbon giderme (ağaçlar): 2,4 milyon ton (50 milyon dolar) olarak tahmin edilmektedir. Chicago eyaleti parkları ve i-tree programı kullanılarak belirlenen çeşitli fonksiyonları üretmesi bakımından en uygun ağaç türlerinden bazıları seçilerek Tablo1'de listelenmiştir.

Roloff vd. (2009), iklim değişimine karşı bazı kriterlere göre toleranslarına bağlı olarak, Avrupa şehirlerindeki ağaç ve çalılar için İklim-Tür-Matriks ismini verdikleri bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde kuraklığa direnç ve kış dayanıklılığı dört dereceli olarak değerlendirilmiştir. On altı kategoriye göre azalan toleransta türler listelenmiş ve beklenen iklim değişimine uygunluğuna göre türler 10 m boydan uzun odunsu-ağaç türleri ve 10 m boya kadar olan çalı türleri olarak listelenmiştir. Orta Avrupa şehir parkları koşulları için bu türlere örnek özet bir liste sunulmuştur. Bu listedeki türler Roloff vd. (2009) liste sıralamasında 1.1 kodunda yer alan yani kuraklığa en toleranslı ve kış dayanıklılığı en yüksek türler listesinden seçilmiştir ve listede koyu yazılı olan türler Orta Avrupa koşulları için yerli türlerdir (Tablo 2).

Casalegno (2011), Avrupa şehir ve banliyölerinde iklim değişimi senaryolarına bağlı olarak ağaçların ve yeşil örtünün değişimini incelemiş, iki ağaç türünün sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Pırnal meşesinin (*Quercus ilex*) bu senaryoda hassasiyetlerini değerlendirmiştir. Örnek olarak 2080 yılında iklim değişimine karşı, sarıçam Helsinki'de dayanıksız-hassas bir tür olurken, Pırnal meşesi Paris'te dayanıklı bir tür olarak görülmektedir. İklim değişiminin etkilerini hafifletmede şehir ağaçlarının birçok avantajının olduğu ifade edilmekle birlikte, iklim değişiminin genel olarak şehir ağaçlarının dayanıksızlığını arttırdığı vurgulanmaktadır.

**Tablo1.** Ürettiği ekolojik servislere en uygun ağaç türleri örnekleri (Nowak ve Heisler, 2010)

| **Gölge Etkisi-Hava Serinleten En İyi Ağaç Türleri Örnekleri** | |
|---|---|
| *Acer rubrum* | *Picea abies* |
| *Aesculus hippocastanum* | *Pinus strobus* |
| *Cedrus deodara* | *Populus deltoides* |
| *Celtis occidentalis* | *Taxodium distichum* |
| *Juglans nigra* | *Tsuga canadensis* |
| *Liriodendron tulipifera* | *Zelkova serrata* |
| **Çeşitli Hava Kirleticilere Karşı En Dayanıklı ve Uzaklaştıran Ağaç Türleri Örnekleri** | |
| **Karbonmonoksit** | |
| *Aesculus hippocastanum* | *Paulownia tomentosa* |
| *Carpinus betulus* | *Prunus serotina* |
| *Catalpa speciosa* | *Thuja plicata* |
| *Celtis occidentalis* | *Tilia americana* |
| *Ligustrum sinense* | *Tsuga canadensis* |
| *Liriodendron tulipifera* | *Ulmus americana* |
| **Ozon** | |
| *Acer rubrum* | *Juglans nigra* |
| *Aesculus hippocastanum* | *Liriodendron tulipifera* |
| *Carpinus betulus* | *Prunus serotina* |
| *Carya carolinae–septentrionalis* | *Tilia americana* |
| *Celtis occidentalis* | *Tsuga canadensis* |
| *Fraxinus americana* | *Zelkova serrata* |
| **Kükürt ve Azot Oksitler** | |
| *Acer rubrum* | *Liriodendron tulipifera* |
| *Aesculus hippocastanum* | *Picea abies* |
| *Cedrus deodara* | *Pinus strobus* |
| *Celtis occidentalis* | *Populus deltoides* |
| *Ginkgo biloba* | *Tsuga canadensis* |
| *Juglans nigra* | *Zelkova serrata* |
| **Partikül Madde (PM10)** | |
| *Abies concolor* | *Sequoia sempervirens* |
| *Cedrus deodara* | *Thuja plicata* |
| *Cryptomeria japonica* | *Thuja plicata* |
| *Magnolia grandiflora* | *Tilia americana* |
| *Picea abies* | *Tsuga canadensis* |
| *Pinus strobus* | *Zelkova serrata* |

**Tablo 2.** Kuraklığa toleransı ve kış dayanıklılığı en yüksek olan türler (Roloff vd. 2009)

| **10 M Boydan Uzun Ağaçlar** | |
|---|---|
| ***Acer campestre* L. subsp. *campestre*** | *Pinus nigra* Arnold subsp. *nigra* |
| *Acer negundo* L. subsp. *negundo* | ***Pinus sylvestris* L. var. *sylvestris*** |
| *Acer x zoeschense* Pax | ***Prunus avium* (L.) L.var. *avium*** |
| ***Alnus incana* (L.) Moench** | *Quercus bicolor* Willd. |
| *Cladrastis sinensis* Hemsl. | *Quercus macrocarpa* Michx. var. *macrocarpa* |
| *Fraxinus pallisae* Wilmott | *Robinia pseudoacacia* L. |
| ***Juniperus communis* L. subsp. *communis*** | *Robinia viscosa* Vent. |
| *Juniperus scopulorum* Sarg. | ***Sorbus aria* (L.) Crantz** |
| *Juniperus virginiana* L. | ***Sorbus badensis*** Düll. |
| *Ostrya carpinifolia* Scop. | ***Sorbus x thuringiaca* (Ilse) Fritsch** |
| *Phellodendron sachalinense* (Fr. Schmidt) Sarg. | *Tilia mandshurica* Rupr.et Maxim. |
| *Pinus heldreichii* H. Christ | *Ulmus pumila* L. var. *pumila* (*U. mandschurica* Nakai) |
| **10 M Boya Kadar Olan Çalı ve Ağaçlar** | |
| *Acer tataricum* L. subsp. *tataricum* | ***Prunus spinosa* L.** |
| ***Amelanchier ovalis* Medik.** | ***Rhamnus cathartica* L.** |
| ***Buxus sempervirens* L.** | *Rhus typhina* L. |
| ***Caragana arborescens* Lam.** | *Robinia luxurians* (Dieck) Rydberg |
| ***Cornus mas* L.** | ***Rosa canina* L.** |
| ***Cotoneaster integerrimus* Medik.** | ***Rosa corymbifera* Bork.** |
| *Crataegus monogyna* Jacq. var. *lasiocarpa* (Lange) K.I.Chr (Syn. *C. laciniata* Ucria) | ***Rosa gallica* L.** |
| *Crataegus wattiana* Hemsl. et Lace | *Rosa rubiginosa* L. |
| *Crataegus x lavallei* Hénricq. ex Lavallée 'Carrierei' | ***Rosa tomentella*** Léman |
| *Lycium barbarum* L. | ***Rosa tomentosa* Sm.** |
| *Lycium chinense* Mill. var. *chinense* | *Sorbus folgneri* (C.K. Schneid.) Rehder |
| *Pinus aristata* Engelm. | ***Viburnum lantana* L.** |
| ***Prunus mahaleb* L.** | |

Brune (2016), Almanya'nın üç farklı iklim bölgesinde EURO-CORDEX isimli iklim projeksiyonu kullanılarak 2050 yılına kadar iklim değişimi ile şehir ağaçlarının başta yağış, sıcak gün sayıları ve ısı dalgalarındaki değişimlerden nasıl etkileneceğini belirlemeye çalışmıştır. Şehir parklarından seçilen ağaçlardan kuraklığa dayanıklılık bakımından *Betula pendula* Roth "çok dayanıklı", *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L. *ve Quercus robur* L. "orta derece dayanıklı", *Aesculus hippocastanum* L.*, Acer pseudoplatanus* L. *ve Fagus sylvatica* L. "orta derecede duyarlı", *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn*, Pinus nigra* ve *Salix alba* L. "çok duyarlı" olarak belirlenmiştir. Isı dalgalarına karşı toleransları bakımından sınıflandırma ise *Betula pendula* ve *Fraxinus excelsior* "çok dayanıklı", *Aesculus hippocastanum, Acer platanoides* ve *Quercus robur* "orta derece dayanıklı" *Acer pseudoplatanus* ve *Fagus sylvatica* "orta derecede duyarlı" olarak sıralanmıştır. Ayrıca bölgesel koşullara göre değişmekle birlikte, şehir ağaçlarının iklim değişimi etkisine ek olarak maruz kaldıkları stres koşullarını; yağış, güneş radyasyonu, değişen rüzgâr hızı ve yönü, azalan hava nemi, artan hava sıcaklığı, artan buharlaşma, hava kirleticileri, ozon, partikül madde emisyonları, bina yansımaları, mekanik zararlar, artan ısı dalgaları, yol tuzları, artan yüzeysel akış, toprak yüzeyinin örtülmesi, toprak sıkışması, sınırlı kök gelişimi, toprak kirleticileri, azalan besin maddeleri, artan toprak sıcaklığı ve taban suyu seviyesinin değişmesi olarak sıralamaktadır.

Kent ağaçları ve yeşil alanlarına son yıllarda daha çok ilgi gösterilmekte, bu alanların varlığı ile farklı alanlarda (yol kenarları, dikey bahçeler, parklar, şehir orman parçaları, yeşil binalar, yeşil duvarlar ve çatı bahçeleri gibi) kullanımları üzerine yenilikçi yaklaşımlar da artmaktadır (Song vd., 2018). Bu alanlar sadece görsel güzellik kazanımı ile kalmayıp nüfus yoğun şehir yerleşimlerinin çevreye olan zararlı etkilerinin azaltılmasında da başlıca etkilere sahiptir (Seamans, 2013). Şehir ağaçlarının sunduğu ekonomik, sağlık, sosyal ve görsel faydalar ekolojik hizmetler olarak isimlendirilmekte ve insan hayatı ile çevresel süreçlerinin düzenlenmesinde dolaylı rol oynamaktadır (Roy vd., 2012). Bu hizmetler özetle;

**Karbon depolama hizmeti ve iklim değişimine etkisi:** Şehir ağaçlarının ve yeşil alanlarının en önemli ekolojik hizmetlerinden biri karbon depolama potansiyelleri ile küresel iklim değişimi üzerinde etkili olmalarıdır. İklim değişimi artık küresel ölçekte bir sorundur. Şehir ağaçları da küresel bir sorun olan iklim değişimi ile mücadele de atmosferik karbonun (karbondioksit) dokularında bağlanmasında, binalardaki enerji kullanımında ve fosil yakıt temelli kaynaklardan oluşan emisyon miktarlarında etkili değişimler sağlayabilmektedir (Abdollahi vd., 2000). Ağaç büyürken dokularında karbonu depolar, ağaçlar öldükçe ve ölü dokuları ayrıştıkça karbonu atmosfere geri verir. Sağlıklı ağaçların varlığını korumak ağaçlarda daha fazla karbonun depolanmasını sağlayarak daha fazla karbondioksitin atmosfere salımını engellemiş olacaktır (Nowak ve Crane, 2002).

**Şehir Ağaçlarının Hava Kirliliği Önleyici Etkisi:** Kötü hava kalitesi birçok yerleşim alanı için ortak bir sorundur. Kötü hava kalitesinin başlıca zararı insan sağlığına olmakla birlikte, tüm peyzaj unsurlarını

ve ekosistem süreçlerinin olumsuz etkilerini ve görünürlüğünü azaltır. Şehir ağaçları ve kent ormanları başta kirleticilerin doğrudan havadan azaltılması ile havayı temizleyerek hava sıcaklığını dengeler ve binalardaki enerji tüketimini azaltarak hava kirletici emisyonları azaltmayı sağlar. Ağaçlar ayrıca uçucu organik bileşikler (VOC) yayarak ozon oluşumuna katkı sağlarlar (Nowak ve Dwyer, 2000).

**Oksijen Üretim Hizmeti:** Oksijen üretim hizmeti şehir ağaçlarının başlıca ve en bilinen ekosistem hizmeti olarak sunulmaktadır. Doğal olarak ağacın net yıllık oksijen üretimi doğrudan ağacın karbon tutma potansiyeli ile ilişkilidir ve toplam ağaç biyokütlesinin oluşumuna bağlıdır (Nowak ve Crane, 2002).

**Yüzeysel Akışın Azaltılmasında Şehir Ağaçlarının Ekolojik Etkileri:** Yüzeysel akış dereler, sulak alanlar, akarsular, göller ve denizler gibi birçok kaynağın kirlenmesinde ve sel-erozyon gibi olumsuz risk etkilerinden dolayı birçok şehir ve yerleşim alanı için risk oluşturmaktadır. Yağış sürecinde yağışın bir kısmı ağaçlar ve bitki örtüsü tarafından intersepsiyon yolu ile tutulur ve geri kalan kısmı zemine ulaşır. Zemine ulaşan yağışın infiltrasyon yoluyla toprak tarafından alınandan fazla kısmı yüzeysel akışa uğrar ve genellikle şehirlerde permeabilitesi düşük zemin örtüleri, yüzeysel akışın hızı ve miktarını arttırmaktadır. Şehir ağaçları ve çalıları yağışı intersepsiyon ile azaltır, gelişmiş kök sistemleri yağışın toprak içerisinde infiltrasyonu ve depolanmasını arttırarak yüzeysel akışın azaltılmasında önemli etkiye sahiptir (Hirabayashi, 2012).

İklim değişikliğine neden olan faktörler fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma ve yeşil alan kaybı, geniş ölçekli tarım ve hayvancılık faaliyetleri, sürdürülebilir olmayan kentleşme ve yapılaşma olarak sıralanabilmektedir. Yeşil alan varlığı ve kentlerde yeşil alanlarda bitkilendirme tasarımının etkin bir şekilde kullanımı iklim değişikliği sonucunda oluşacak ciddi sorunların toleransını ve azaltılmasını sağlayabilmektedir. Ancak günümüzde bitkilerin iklim değişimine adaptasyonu konusunda kapsamlı bir uygulama yapılmamıştır. İklim için kentler, yerel yönetimlerde iklim eylem planı raporunda yeşil alanlar ve bitkilendirme konularında gerçekleştirilmesi gereken uyum eylem planlarında yeşil alt yapı vurgusu yapılmış ve bu konuda yapılması gerekenler vurgulanmıştır. İklim değişimi özellikle bitkilerin yaşamı ve gelişimi için gerekli olan hava sıcaklığı ve nemi, soğuk ve sıcak gün sayılarında artma veya azalma, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerlerinde değişim ve ısı dalgaları üzerinde etkili olmaktadır. Bitkilerin şehirlerdeki stresli ortam ile baş edebilen türler olması çok önemlidir. Kent içindeki değişimlere ve stresli ortama uyum sağlayamayan bitki türleri iklimden, su yetersizliğinden, diğer türlerin rekabetinden veya patojenlerden olumsuz etkilenmektedirler. İklim değişikliğinin etkilerinin çok şiddetli hissedildiği günümüzde kent alanlarında kullanılacak bitkilerin seçiminde iklime tolerans, başlıca kriterlerden olmaktadır (Acar vd., 2020).

Yukarıda özetle sunulan "iklim değişimi ve şehir ağaçları" genel ana başlığı altında literatür bilgilerinin derlemesine göre, iklim değişimi etkili şehir ağaçlarının varlığı, gelişim ve büyümesinde olası baskı-stres koşulları, ekosistem servislerinde (Sağlam ve Makineci, 2018) değişimler ve tür çeşitliliğine

etkiler veya olası değişimlerin projeksiyonu şeklinde odaklanmaktadır. Bu etkileşimler doğal olarak bir yetişme ortamı koşulları veya bir ekosistem içerisinde varlığını sürdürmeye çalışan ve bunun temel parçasını oluşturan toprak özellikleri ile büyük ölçüde şekillenen şehir ağacı yaşamını etkilemektedir. Özetle yetişme ortamı koşulları, ağaçların kendi ekolojik istekleri, değişen iklim özellikleri ve buna karşı ağaçların reaksiyon mücadelesi, iklim değişikliğine karşı direnç ve esneklik yeteneği ile ortaklaşa bir yaşam süreci mevcuttur.

## Şehir Ağaçları, Yetişme Ortamı ve Toprak Özellikleri

Şehir ağaçlarının varlığını kent ekosistemi içerisinde bir yetişme ortamı ve ekosistem kavramı kapsamında düşünmek gerekir. Buna göre ekosistem belirli bir mevkide yeryüzü şekli, ana kaya/toprak ve canlılar temel faktörlerinden oluşan yetişme/yaşama ortamı ile bu ortamda yaşayan canlıların (canlı toplumlarının) oluşturduğu "yaşama birliği" arasındaki karşılıklı ilişkileri, madde ile enerji dolaşımı ve dönüşümü olaylarını kapsamaktadır (Kantarcı, 2005). Bu ifadelerden anlaşıldığı üzere, tek bir bireyden dahi oluşsa bir canlının oluşturduğu ekosistem yapı ve fonksiyonel özelliklerinin-karakteristiklerinin canlı-canlı toplumunun bireysel özellikleri ve diğer canlılar ile olan ilişkileri yanında başlıca faktörler iklim, yeryüzü şekli ve toprak/jeolojik materyal olarak göze çarpmaktadır. Bu dört temel özellik ekosistemlerin oluşum ve yapısal-fonksiyonel karakteristiklerinin şekillenmesinde başlıca unsurlardır ve her birinde meydana gelen değişim ekosistemin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinde önemli farklara sebep olacaktır. Bu durum ekosistemlerin esnek veya dirençli bir yapıda olup olmamasına göre önemli değişim gösterecektir. Nitekim bazı ekosistemler çok hassas veya kırılgan olabilirken bazı ekosistemler dirençli yapıları ile çok büyük değişimlere veya etkilere karşı varlıklarını ve sağlıklı fonksiyonel özelliklerini koruyabilmektedirler.

Şehir ağaçları, her ne kadar kendi yetişme ortamlarının ekolojik koşulları içerisinde hayatlarına devam etseler de çevre koşulları insan eli ile değiştirilmektedir. Örneğin bir tasarımda yeşil doku yerine beton, asfalt, taş gibi materyaller kullanıldığında ortamın daha fazla ısınması sağlanır. Kentlerde sıcaklıkların daha fazla olmasının (kentsel ısı adası) nedenlerinden birisi de bu durumdur. Karasal ışınımla atmosfere yayılan ışınlar da uzun dalga boyunda oldukları için sera gazları tarafından dünyaya doğru yansıtılır ve küresel ısınma arttırılmış olur. Bununla birlikte, bitkiler hem gölgeleme etkisiyle bulunduğu ortamı serinletir hem de albedoları daha yüksek olduğu için fazla ısınmaya neden olmaz. Tasarımlarda etkin bitki kullanımı ile evlerin yazın serin, kışın ise daha sıcak olması sağlanabilir. Örneğin evin güney cephesinde yapraklı türlerin tercih edilmesi ile yazın gölge etkisinden faydalanılır, kışın ise yapraklar döküldüğü için evin içine daha fazla güneş ışığı ulaşır. Böylece yazın soğutma, kışın ise ısıtma ihtiyacı azalır, dolayısıyla fosil yakıt kullanımı da azalır (Tolunay, 2011).

Ekolojik koşullara ve hatta iklim değişimi yönetimine tasarımla etki edilebilir. Değişen iklimlere

uyumda, tasarım ve planlamalar göz önünde bulundurulabilir. Çünkü bitkilerin gelişimi üzerinde etkili olan başlıca faktörlerden biri iklimdir. Yapılan uygulamalar açık alandadır ve onlarca yıl iklim elemanlarının (yağış, sıcaklık, nem, rüzgâr) etkisinde kalmaktadır. Dolayısıyla tasarımlarda bitki seçerken onlarca yıl sonra iklimin nasıl olacağı ve bitkilerin bundan nasıl etkileneceği değerlendirilmelidir. Örneğin tasarımlarda bitki türü seçerken başvurulan bitki dayanıklılık zonları ülkemizde son on beş yılda değişmiş ve genellikle bir üst zona geçişler olmuştur. Bu nedenle öncelikle çalışılacak bölgede ileriki yıllarda iklimin hangi yönde değişebileceği ve seçtiğimiz bitki türlerinin değişen koşullara uyum sağlayıp sağlamayacağı dikkate alınmalıdır. İklim değişikliğinin ülkemizin birçok yerinde ısınmaya ve kuraklığa neden olacağı bilinmektedir. Dolayısıyla kuraklığa uyum sağlayan türlere ağırlık verilebilir. Yine tasarımlarda su yönetimine yönelik adımlar atılmalıdır (Tolunay, 2011).

Çepel (1988), toprak özelliklerinin bitki yetiştirmede oldukça önemli olmasıyla birlikte, kent peyzajlarında özellikle bitki-dış çevre koşulları arasında bir ilişki kurulmaya çalışıldığında, toprak özelliklerinden çok bitkilerin hava kirliliğine, tuzluluğa ve gölgeye dayanma gibi biyolojik karakteristiklerinin bir ölçü olarak alınması gerektiğini ifade etmektedir. Biyolojik karakteristikler çok yönlü olduğundan bu hususta Çepel (1988) tarafından önerilen değerlendirme; kent içi yeşil alanlarında veya yol ve meydan çevrelerinde yetiştirilecek bitki türleri, yüksek bir ekolojik esnekliğe sahip olmalıdır. Daha açık bir ifade ile seçilecek bitki türleri, insanlar tarafından kentte oluşturulan farklı ekolojik zararlara karşı geniş bir tolerans alanına sahip olmalıdır, bu özelliklere sahip ağaç türlerine ait bazı örnekler şu şekilde sıralanmaktadır (Çepel 1988).

Nispeten geniş tepe tacı olan ağaç türleri; *Acer platanoides*, *Fraxinus pennsylvanica* Marshall, *Quercus macrocarpa*, *Quercus rubra* L. Şehir içinde asfalt meydanlara ve asfalt cadde kenarında yaya yolları üzerine dikilecek ağaçlar küçük tepe taçlı ve dar kök gelişim ortamına dayanan türler olmalıdır. Çünkü taş ve asfalt kaplamalar, düşen yağış sularının bu ağaçların köklerine gitmesine engel olmaktadır. Bu gibi yerler için seçilecek ağaç türlerinin ekolojik toleransı da (havasızlık ve susuzluk) geniş olmalıdır. Böyle durumlarda seçilebilecek ağaç türlerine bazı örnekler aşağıda listelenmiştir (Çepel, 1988).

Dar tepe çaplı, asfalt yol kenarlarında havasızlık ve susuzluğa dayanıklı ağaç türlerine örnek olarak; *Robinia pseudoacacia*, *Acer campestre*, *Tilia tomentosa*, *Ginkgo biloba* L. verilmekle birlikte, bu gibi yerlerde özel ağaç dikim tekniklerinin gerektiği belirtilmektedir.

**Şehirlerde caddelere, bulvar ve sokaklara yol ağacı olarak dikilebilecek türler** içinse (bu örnekler kentin kirli havasına veya kışın yollara serpilen tuzlu suya dayanmaları bakımından değil, şehrin toprağında yetişebilmeleri ve iyi bir peyzaj görünümü sağlayacak tepe tacı ve çiçeklere sahip oldukları için listelenmiştir); *Acer*, *Aesculus*, *Betula*, *Casuarina*, *Celtis*, *Eriolobus*, *Fraxinus*, *Liriodendron*, *Paulownia*, *Platanus*, *Pterocarya*, *Quercus*, *Robinia*, *Sorbus*, *Tilia*, *Ulmus* cinsleri örnek olarak sunulmaktadır.

**Şehir ağaçlandırmalarında derin toprak besin maddesi ve nem istekleri yüksek olan odunsu bitkiler;** *Abies*, *Aucuba*, *Buxus*, *Castanea*, *Chimonanthus*, *Cornus*, *Corylus*, *Euonymus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Hedera*, *Jasminum*, *Juglans*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Magnolia*, *Paulownia*, *Platanus*, *Pterocarya*, *Pseudotsuga*, *Sambucus*, *Sequoia*, *Taxus*, *Tilia* ve *Ulmus* cinsleri sıralanmaktadır. Bu genel ağaç cinslerinin bazı türleri farklı yetişme ortamı özelliklerine ve sınırlı ekolojik koşullara dayanıklılık listelerinde de yer alabilmektedir.

**Toprakta tuz (NaCl) çözeltisine karşı dayanıklılık:** Kent peyzajlarında bitki yetişmesi için toprak karakteristiklerinden çok kent içi bazı süreçlerin önem kazandığı tekrar vurgulanmalıdır. Bu zararlı süreçlerden birisi de kent içi veya kent dışında bulunan bazı tehlikeli yollara yolun buz tutmasını önlemek için tuz serpilmesidir. İlkbaharda karlar eriyince bu tuzlar çözelti hâlinde yol kenarlarındaki ağaçların kök ortamına girmekte ve orada zararlar meydana getirmektedir. Bu zarara bazı bitki türleri çeşitli fizyolojik önlemler ile bir dereceye kadar dayanabilmektedir. Genellikle iğne yapraklılar, geniş yapraklılara nazaran tuza karşı daha az dayanıklı olup tuza duyarlı türlerdir. Tuza karşı dayanıklı türler (nispeten toleranslı olanlar); *Acer campestre*, *Acer platanoides*, *Acer negundo*, *Elaeagnus angustifolia* L., *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb., *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus ornus* L., *Hippophae rhamnoides* L., *Lonicera xylosteum* L., *Populus x canescens* (Aiton) Sm., *Populus alba* L., *Ribes alpinum* L., *Ribes aureum* Pursh, *Robinia pceudoacacia*, *Quercus alba* L., *Quercus robur*, *Salix alba*, *Tamarix* sp., *Tilia tomentosa*, *Ulmus glabra* Huds., *Viburnum lantana* olarak atfedilmiştir.

**Kentlerdeki hava kirliliğine, özellikle kükürtdioksit gazı zararlarına karşı dayanıklılık:** Kent peyzajlarında ve yakın çevrelerindeki açık alan peyzajlarında bulunan bitkiler, toprak özelliklerinden daha çok hava kirliliğinden etkilenmektedir. Özellikle kent içlerinde açığa çıkan egzoz ve baca gazlarından çıkan kükürtdioksitin az bir miktarı dahi ağaçların tüm yapraklarını öldürmeye yetmektedir. Her bitki türünün kükürtdioksit gazına karşı duyarlılığı aynı değildir. Bu hususta nispeten duyarsız-dayanıklı bazı ağaç cinsleri; *Acer*, *Alnus*, *Buxus*, *Ligustrum*, *Populus*, *Quercus* olarak verilmiştir.

**Açık alan peyzajlarında su taşkınlarına karşı dayanıklılık:** İlerde ayrıntılı olarak açıklandığı üzere tüm bitkiler toprak içerisinden bulacağı yeterli oksijen ile solunum yapmak zorundadır. Taşkınlarla toprak gözeneklerinin su ile dolması oksijensiz ortam koşullarının hâkimiyetine ve böylece bitki gelişimi için birçok olumsuzluğa ve zarara neden olur. Taşkınlara dayanıklı (toleransı olan) türler olarak; *Acer saccharum* Marshall, *Alnus* spp., *Celtis occidentalis* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Gleditsia triacanthos* L., *Ilex decidua* Walter, *Pinus contorta* Douglas ex Loudon, *Pinus taeda* L., *Pinus palustris* Mill., *Platanus occidentalis* L., *Populus* spp., *Salix* spp., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus palustris* Münchh, *Taxodium distichum* (L.) Rich., *Ulmus americana* L. örnek verilmektedir (Çepel, 1988). Ürgenç (1990) ise rutubetli ve ıslak topraklarda yetiştirilebilen ağaç ve çalı türlerine önerilerinden seçilen bazı örnekler; İğne yapraklılar; *Abies* spp., *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl., *Picea* spp., *Pinus strobus* L., *Pseudolarix amabilis* (J. Nelson) Rehd., *Taxodium*

*distichum*, *Thuja occidentalis* L., *Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.) Siebold & Zucc., *Tsuga diversifolia* (Maxim.) Mast., Yapraklılar; *Acer saccharinum* L., *Alnus barbata*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Betula pubescens* Ehrh, *Cornus alba* L., *Fraxinus* spp., *Liquidambar orientalis* Mill., *Populus* spp., *Pterocarya fraxinifolia* (Poir.) Spach, *Quercus robur*, *Frangula alnus* Mill., *Salix* spp., *Sambucus nigra* L., *Sorbus aucuparia* L., *Viburnum opulus* L. olarak sıralanmıştır.

Kent peyzajlarının yukarıda sayılan ve büyük ölçüde kent yaşamı ile değişime uğrayan bu özel koşulları yanında, doğal olarak diğer yetişme ortamı koşulları ağaç gelişimini etkilemektedir. Başlıca yetişme ortamı koşulları içerisinde yer alan yeryüzü şekli karakteristikleri olan bakı, eğim ve denizden yükseklik ağaç gelişimini doğrudan etkiler. Yeryüzü şekli; bir yerin iklimi, bitki örtüsü ve toprak özellikleri üzerinde de doğrudan önemli etkilere sahiptir. Denizden yükseklik; iklim elemanlarından başlıcaları olan yağış miktarı, sıcaklık, hava hareketleri ve hava nemini değiştirir. Yağışların geldiği yöne bakan dağ yamaçlarında denizden her 100 m yükselişte yıllık yağış miktarı ortalama olarak 50 mm artar, sıcaklık da her 100 m yükselişte 0,4-0,6 °C arasında azalır. Rüzgârın hızı yamacı tırmandıkça yukarı doğru artar. Yüksekliğe bağlı olarak oluşan bu farklar bitki örtüsü ve toprak özelliklerinde de değişimlere sebep olur. Bakı faktörü ise bir arazi yüzünün sekiz bölümlük rüzgârgülünün gösterdiği yönlerden hangisine baktığını açıklar. Bir arazi parçasının bakısı (kuzey, güney, doğu, batı, kuzeydoğu, kuzeybatı, güneydoğu, güneybatı) yönlerine eş yükselti eğrili haritalardan ya da arazide pusula ile belirlenir. Bir peyzajın bakısı, özellikle o yerin sıcaklık iklimini ve yağış miktarını doğrudan etkiler. Gölgeli bakılarda sıcaklık daha az olduğundan topraktan suyun buharlaşması daha az olur. Bu sebeple, aynı yağış koşullarında gölgeli bakılar, güneşli bakılardan daha elverişli bir su ekonomisine sahiptir. Kuzey yarıkürede yer alan ülkemizde genel olarak güney, güneydoğu, güneybatı ve batı bakılar daha sıcak olduğu için bunlara "güneşli bakılar" denir. Diğer bakılar olan kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu daha serin olduğu için "gölgeli bakılar" olarak nitelendirilmektedir. Bu bakılarda bulunan ağaçların küçük bir alanda bulunsalar dahi güneşlenme ve su rejimlerinde büyük farklılıklar olacağı açıktır. Ayrıca Türkiye'de nemli rüzgârların geldiği yöne bakan yamaçlar olan Karadeniz Bölgesi kuzey yamaçları ve Akdeniz Bölgesi güney yamaçları daha çok yağış almaktadır. Arazinin eğimi, peyzajın engebe derecesini tanımlar. Bir arazinin yatay mesafede ne kadar oranda alçalıp yükseldiğinin ifadesidir. 5° ve %9 eğime kadar olan araziler "düz arazi" daha yüksek eğimde olan araziler ise "yamaç araziler" olarak isimlendirilir. Arazi eğimi bir peyzajın lokal iklimi, toprak özellikleri ve araziden yararlanma şekilleri (arazi yetenek sınıfları) üzerinde etkilidir. Özellikle erozyon ve yüzeysel akış üzerinde en yüksek etkiye sahip bir faktördür. Yamaçların üst kısımlarında erozyon ile taşınmadan dolayı toprak sığ, taşlı ve fakirdir. Arazi eğimi, araziden yararlanma şekilleri üzerinde de etkilidir. Genellikle eğimi %12 kadar olan arazilerde koruma önlemleri alınmadan tarla tarımı yapılabilir. Daha yüksek eğimlerde arazi, mera, otlak, bağ ve bahçe tarımı için ayrılır. Bunun da üst sınırı %24 eğim derecesinde olup daha yüksek

eğim derecelerinde arazide ormancılık uygulamalarının yapılması toprak koruma bakımından en doğru yoldur. Peyzaj uygulamalarında yapılan yapay uygulama, inşaat ve yapılar yeryüzü şekli özelliklerini değiştirerek ışık, sıcaklık, rüzgâr, hava hareketleri, nem ve su rejimi üzerinde etkili olur. Bu kapsamda, eğimi çok, kayalık güneşli bakılara uyum sağlayabilen bitkiler için; *Ailanthus*, *Buddleja*, *Cercis*, *Cotoneaster*, *Crateagus*, *Cupressus*, *Eriolobus*, *Gleditsia*, *Hypericum*, *Juniperus*, *Pinus*, *Pyracanta*, *Rhamnus* ve *Rhus* cinsleri önerilmiştir. Kuvvetli kök sistemi geliştiren ve bu nedenle eğimli yamaçlarda toprak kaymalarını önleme bakımından elverişli olan ağaç ve çalı türleri örnekleri; ağaçlar için *Alnus incana*, *Alnus alnobetula* (Ehrh.) K.Koch, *Castanea sativa* Mill., *Robinia* spp., *Populus tremula*, *Ulmus* spp., önerilirken, çalı türleri için *Prunus spinosa* L., *Hippophae rhamnoides*, *Euonymus europaeus* L., *Cornus sanguinea* L., *Ligustrum vulgare L.*, *Syringa vulgaris* L., *Rhamnus cathartica* L., *Rhamnus frangula*, *Cytisus scoparius* (L.) Link., *Rosa canina* L. ve *Rubus fruticosus* olarak listelenmiştir (Çepel, 1988). Sonuç olarak sınırlandırıcı koşullarda ağaç yetiştirmek, uygun tekniklere ihtiyaç duyar (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Yukarıda belirtilen yetişme ortamı koşulları içerisinde iklim, birçok olayı yönlendirici başlıca faktördür. İklim, ağaçların varlığı ve dağılımları üzerinde belirleyici rol oynar ve ağaçlar türlerine göre belli iklim koşullarına uygun yaşar (Dirik, 2014). Yetişme ortamı koşulları yanında mevcut ağaçların-bitkilerin uygun bakım ve koruma stratejilerinin geliştirilmesi (Dirik vd., 2020) kadar doğal türlere ağırlık verilmesi (Erol, 2020) ve toprakta suyun bitki tarafından etkin kullanımı için tasarlanması bu kapsamda oldukça büyük önem taşımaktadır (Orta vd., 2020; Önder ve Aydoğdu, 2020).

## Toprak ve Toprak Özellikleri

Yetişme ortamı faktörlerinden edafik faktör olarak toprak; sonuçta bitkinin temel su ve besin maddesi ihtiyacını karşıladığı ve temel kök solunum-beslenme mekanizmasını gerçekleştirmek için kök geliştirdiği bir ortamdır. Bu ifadelere bakıldığında hem fotosentez hem de solunum mekanizması için bitki, toprak ve toprak koşullarına sıkı sıkıya bağlıdır. Şehir ağaçlarında ve bitkilerinde kontrol, bakım ve kültür işlemlerinin uygulanabilirliği; doğada kendi hâlinde yaşam savaşı veren bitkilere karşı avantaj sağlarken yukarıda birçok yerde tekrarlarla ifade edilen şehir ortamının stres koşulları ise olumsuz özelliklerdir. Tüm bunlara iklim değişiminin belirsiz etkileri eklenince daha karışık bir durum oluşmaktadır.

Yetişme ortamı koşulları-ekosistem içerisinde ve şehir ağaçlarının gelişiminde toprağın kök gelişim derinliğinde (fizyolojik derinlik) depolayacağı faydalanabilir su kapasitesi ile faydalanılabilir besin kapasitesi yetişme ortamı verimliliğini etkileyen en önemli iki kaynaktır. Türkiye'de yaz kuraklığının süresi ve etkisi göz önüne alındığında toprağın depo edebileceği su miktarının önemi daha da belirginleşmektedir. Topraktaki besin maddeleri de bitki köklerince ancak su aracılığı ile alınabilmektedir (Kantarcı, 2005).

Toprak, şehir peyzajlarında ve şehir ağaçları gelişiminde önemli bir yetişme ortamı koşulu olup,

ekolojik görüş açısından doğal bir oluşum sürecinden sonra meydana gelen, içerisinde biyolojik olaylar, kimyasal döngüler ve madde dolaşımı ile enerji olayları gerçekleşen litosferin en üst tabakasıdır (Çepel, 1988). Toprağın dinamik yapısı fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma olayları ile sürekli değişmektedir. Değişim süreci toprağın oluşumundan olgunlaşmasına kadar ve iklim, yeryüzü şekli, canlılar, ana kaya ile zaman faktörlerinin devamlı etkisi altındadır. Toprak ile bu etkenler arasında bir etkileşim ağı kurulmuştur ve bu etkileşim ağı farklı peyzajlarda farklı değişimlere uğramaktadır (Çepel, 1988).

Aslında toprağın basit genel yapısını içerisindeki inorganik ve organik kökenli katı maddeler, besin maddelerinin bulunduğu toprak suyu ve toprak havası oluşturmaktadır. Toprağın inorganik katı maddeleri oluştukları ana kayadan gelen farklı tane çapındaki parçacıklardan oluşur. Bitkiler için gerekli besin maddelerini içererek toprağın fiziksel karakteristik özelliklerini oluştururlar. Toprağın organik maddesi toprakta bitki, hayvan ve mikroorganizma gibi canlıların ölmüş kısımlarının ayrışmasından oluşur. Hava, nem ve besin maddesi koşullarının uygun değerlerde olması durumunda ayrışması ile humus, humusun aynı koşullarda ayrışmaya devam etmesi ile bünyesindeki mineral maddeleri açığa çıkarması mineralizasyon olayıdır. Bu sebeple organik madde toprağın fiziksel yapısına birçok olumlu özellik kazandırmakla birlikte, besin maddesi kapasitesini de arttırır. Toprak havası hem bitki kökleri hem de toprak içerisindeki milyonlarca canlının solunumu için gereklidir. Toprak havası bileşim bakımından atmosferik hava ile hemen hemen aynı olmasına rağmen $CO_2$ ve nem daha fazla, oksijen ise daha azdır. Toprak suyu, toprak tanecikleri yüzeyinde ve tanecikler arasındaki boşluklarda tutulan yağış suyudur. Bileşiminde birçok anyon ve katyona sahiptir. Bunlar besin maddesi olarak bitkilere verilir (Çepel, 1988).

Toprağın yukarıda anlatılan genel yapısının yanında bitki yetiştirmede tanımlanması gereken özellikleri ve hem arazide toprak çukurunda profil tanıtımında hem de laboratuvar analizleri ile belirtilmesi gerekli özellikleri ise şöyledir: 1) toprak tekstürü ve türü, 2) strüktür, 3) kimyasal çökelek varlığı ve lekelilik, 4) humus-organik madde miktarı, 5) karbonatlar, 6) kök yayılışı, 7) derinlik, 8) drenaj, 9) su ve hava ekonomisi, 10) toprak reaksiyonu (pH), 11) besin maddeleri ve 12) toprak tipi olarak sıralanmaktadır. Bunların tanıtımları için ayrıntılı bilgiler Irmak (1970) ve Çepel (1983) çalışmalarında verilmiştir (Çepel, 1988).

Çepel (1988), kent peyzajlarında toprağın mekân olarak fonksiyonunun kentin yeşil alan düzenlemesi, park, bahçe, meydan ve yol kenarlarının ağaçlarla ve çalılarla donatılması için de geçerli olduğunu ifade etmektedir. Yukarıda bitki yetişme ortamlarının şehir ekosistemlerinde karşı karşıya kaldığı özel durumlar değerlendirilerek tür ve cins önerilerinde bulunulmuştur. Her bitki, normal koşullarda toprak tanecikleri arasında bulunan havanın oksijeninden yararlanarak normal kök solunumu yapar ve temel fotosentez mekanizmasını gerçekleştirmek için topraktan su almak zorundadır. Bu nedenle toprak fiziksel yapısına bağlı olarak hem solunum için

(Fotoğraf: Depo Photos)

havalanabilir hem de bitki su alımı ve devamlı kullanımı için suyu depolayabilir ve toprak içerisinde hareketini sağlayabilir nitelikte olmalıdır.

Temel yapısına bağlı kalarak toprak, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler taşımaktadır. Toprağa bağlı yaşam süren milyonlarca canlı, bu canlıların yaşam döngüleri-ekolojileri, kimyasal madde ve enerji değişimleri düşünüldüğünde ise toprak bir madde olarak değil dinamik bir ekosistem olarak değerlendirilmelidir.

Toprak, toprak yapan kayaların ayrışması ile mineral yapısını oluşturur ve oluştuğu kayanın özelliklerini taşır. Tane dağılımı olarak düşünüldüğünde toprak, 2 mm tane çapından küçük parçalardan oluşur. 2 mm çaptan daha büyük parçalar taş (20 mm<) ve çakıl (20-2 mm) toprağın iskeleti olarak yapı içerisinde yer alır (Kantarcı, 2000). Bitki yetiştirme ortamı olarak toprak, bitkinin suyu alarak kullanabilmesi için suyun depolanabileceği ve ayrıca hareket edebileceği bir yapıya, yine bitkinin beslenebilmesi için gerekli besin maddelerinin var olabileceği ve alınıp kullanılabileceği bir kimyasal bileşime ve toprak içerisinde yaşamını sürdüren milyonlarca makro ve mikro canlının yaşama şartları için uygun koşullara sahip olmalıdır. İklim değişimi ve neden olduğu etkilerin doğal olarak bu yapı ve özellikleri üzerinde de önemli değişimlere sebep olacağı açıktır. İklim değişimi; başta yağış ve sıcaklıkta yarattığı düzensizlikler, yıl içerisindeki dağılımda düzensizlikler, şiddetli yağışlar, sel ve taşkınlar ile toprak su rejimini olumsuz etkiler. Sonuç olarak tüm canlı türleri için hayati öneme sahip olan su; kökleri ile su ve mineral besin maddeleri alan bitkiler için ayrı bir önemdedir. Suyun yanı sıra bitki köklerinin ve toprak canlılarının solunumu için toprak içerindeki havaya ve oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Toprağı oluşturan gözenekler içinde hareket eden su ve havanın, sağlıklı bitki gelişimi için dengeli olması gerekir.

Genel toprak yapısı içerisinde 2 mm altındaki parçacıklardan oluşan anorganik toprak tanecikleri kum (2,0-0,02 mm), toz (0,02-0,002 mm) ve kil (0,002 mm>) karışımı ile toprak türleri meydana gelir. Bununla birlikte, toprakta suyun tutulması, hareketi ve bitkinin kökleri ile emme basıncı geliştirerek suyu bitkiye kazandırması ve kök gelişimi için gözeneklere ihtiyaç vardır. Gözeneklerin dağılımı ve boyutları doğal olarak toprağı oluşturan tane çapları ile doğrudan ilişkilidir. Bu gözeneklerin 0,2-10 mikron çapları arasında olanlarda su, bitki için faydalanılabilir olarak ve 0,33-15 atmosfer arasında bir güçle (kapilar su) tutulur. Toprakta 10 mikrondan büyük gözeneklerde su sızar, bu noktada suyun toprakta tutulma gücü 0,33 atmosfer kadardır. Burada basitçe özetlenecek olursa 0,2 mikron altındaki gözenek çaplarında suyun tutulması sorunludur, çünkü bitki bu suyu almak için çok fazla emme basıncı (15 atmosferden fazla) geliştiremez. 10 mikrondan büyük gözeneklerde de su çok zayıf bir güçle tutulduğu için (0,33 atmosferden az) yerçekimi etkisi ile sızarak bitki tarafından çok faydalanamadan sistem dışına çıkar (Kantarcı, 2000). Gözeneklerin dağılımında başlıca aktör toprak türü (kum, toz ve kil oranlarının dağılımı) olmaktadır. Kum tane çapının hâkim olduğu topraklar "kumlu topraklar", kil tane çapının hâkim olduğu topraklar "killi topraklar" ve kum, toz, kil tane çaplarının karışımda olduğu topraklar

ise "balçık toprakları" olarak isimlendirilmektedir. Suyun toprakta tutulması da basitçe su moleküllerinin dipol karakteri (2 hidrojen artı yüklü, 1 hidrojen eksi yüklü) ile önce toprak taneciklerinin etrafının bir film gibi kuvvetli bir güç ile sarılması (adhezyon) ve daha sonra su moleküllerinin su moleküllerine bağlanması (kohezyon) ile olmaktadır. Doğal olarak kil tane çapının hâkim olduğu topraklarda tanecikler çok küçük çaplı olduğu için adhezyon ile su tutulması çok daha fazla olacak ve kök gelişimi zor olacaktır. Bunun aksine kum toprakları da iri kum tanelerinin hâkim yapısından dolayı sızıntı suyu çok daha fazla olacaktır. Toprağın geçirgenliği üzerinde toprak türü başlıca faktör olmakla birlikte, organik madde miktarı (kendi ağırlığının 30 katına kadar su tutabilir) ve toprağın strüktür yapısı (boşluklu ve gözenekli yapıya sahip strüktür) da önemli toprak özellikleridir (Kantarcı, 2000). Organik madde ayrıca hem killi topraklarda geçirgenlik sorununda hem de kumlu topraklarda aşırı drenaj ile su kaybının engellenmesinde çözüm yolu olarak kullanılabilir. Killi topraklarda, kil taneleri ile yapışarak kırıntılı agregat parçaları oluşturarak su ve hava geçirgenliği arttırabilir. Kumlu topraklarda da su tutarak su fakirliğinin engellenmesinde ve su tutma kapasitesinin arttırılmasında bir ıslah yolu olarak kullanılabilir. Burada yine tekrar etmek gerekirse toprakta su alımı engelinin bitki besin maddeleri su ile alındığından beslenme sorunu da yaşatacağı unutulmamalıdır. Aynı zamanda su hareketi hava hareketi ile beraber düşünülmeli, sağlıklı bir solunum için gözenekler, su hareketi yanında hava hareketi ve yayılımına da (solunum için oksijen solunum sonrası karbondioksit çıkış ve dağılımı) olanak sağlamalıdır. İklim değişimi; yıl içinde su rejiminde değişim, fazla su, sel ve taşkınlar, toprağın geçirgenliği-drenaj koşulları ve su tutma kapasitesinde oldukça dikkatli gözlem, değerlendirme ve tedbirler alınmasını gerektirmektedir.

Su geçirgenliğinin engellendiği, suyun alt derinliklere sızmasına engel drenaj yapısı veya killi toprak türü koşullarında su toprak içinde durgunlaşır. Suyun durgunlaşması ve toprak gözeneklerinin su ile dolması sonucu gözeneklerdeki oksijen, bitki köklerinin ve toprak canlılarının solunumu ile kısa sürede tükenir ve solunum için yeterli oksijen kalmaz. Oksijensiz koşullarda solunum için oksijene ihtiyaç duyan aerob canlılar yok olurken oksijensiz ortam koşullarında solunum yeteneğine sahip anaerob canlılar aktif hâle geçer. Anaerob canlılar, toprak oksitlerini indirgeyerek açığa çıkan oksijeni kullanır. Bu indirgenme olayı toprakta boz (gri-yeşil-mavimsi yeşil) ve pas rengi (kırmızı) mermere benzer lekeli bir desenin oluşmasına sebep olur. Bu oluşum ve renkler tipik durgun su göstergesidir (Şekil 1-2). Durgun suyun oluşmaya başladığı toprak derinliklerinde ölen kök ve mikroorganizma atıkları, anaerobik ayrışmaya uğrayarak organik maddelere bağlı olan kükürt hidrojen sülfüre ($H_2S$), azot amonyağa ($NH_4OH$) ve karbon indirgenerek metan ($CH_4$) gibi zehirli kimyasallara dönüşmektedir. Özellikle hidrojen sülfürün çürük yumurta kokusu, durgun su toprakları ilkbaharda kazıldığında tipik olarak hissedilir. Solunum için gerekli oksijenin tükenmesi ve diğer yandan zehirli kimyasalların oluşumu ($H_2S$, $CH_4$, $NH_4OH$) ile durgun su derinliklerinde bitki kök gelişimi olmaz. Eğer durgun su zonu, üst toprağa yakın yani

sığ derinliklerde ise bu sorun daha şiddetli hissedilir (Kantarcı, 2000) (Şekil 1). Durgun su oluşumu iklim değişimi ile yağış düzensizliklerinde belki de en çok karşılaşılabilecek olumsuz özelliklerden biri durumundadır. Yağışlı mevsimlerde meydana gelen değişim yanında yağış dağılımındaki değişim ve toprak içerisinde durgunlaşan suyun süresinin uzaması veya bu durumun vejetasyon-büyüme devresi başlangıcında (hassas ince kök gelişim süreci başlangıcı) meydana gelmesi sonrası kök ölümleri ve ağacın ölmesi, günümüzde İstanbul şehir ağaçları özelinde sık karşılaşılan sorunlardan olmaktadır. Bu durumun temel çözüm yolu fazla suyu durgunlaşmadan drene edecek iyi bir drenaj sisteminin oluşturulması ve yağış-sulama suyunun etkin kullanımıdır. Buna alternatif çözüm yolu olarak çok yoğun killi toprağın hâkim olduğu alanlarda, etkin bir drenaj sisteminin oluşturulmasının ve çalışmasının güç olduğu durumlarda yine dayanıklılığı diğer türlere nazaran yüksek olan ağaçlar-bitkiler önerilir. Bu konuda Ürgenç (1990) ağır, killi topraklarda yetiştirmeye uygun ağaç ve çalı türleri olarak önerilerinin bazıları aşağıda seçilerek listelemiştir. İğne yapraklılar; *Abies* spp., *Chamaecyparis* spp., *Juniperus* spp., *Pinus strobus*, *Taxus* spp., *Thuja* spp., Yapraklılar; *Acer campestre*, *Acer saccharinum*, *Acer platanoides*, *Alnus* spp., *Berberis thunbergii* DC., *Betula* spp., *Carpinus* spp., *Clematis flammula* L., *Clematis vitalba* L., *Chaenomoles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach , *Cornus mas* L., *Coryllus avellana* L., *Cotoneaster frigidus* Wall. ex Lindl, *Creatagus* spp., *Deutzia* spp., *Eucalyptus occidentalis*, *Euonymus* spp., *Forsythia x intermedia* Zabel, *Forsythia viridissima* Lindl., *Fraxinus* spp., *Ilex aquifolium* L., *Malus* spp., *Populus* spp., *Prunus* spp., *Pyracantha* spp., *Rosa* spp., *Quercus* spp., *Salix* spp., *Sambucus canadensis* L., *Sambucus racemosa* L., *Sor bus* spp., *Tilia* spp., *Viburnum lantana*, *Viburnum opulus*. Bununla birlikte, yine Ürgenç (1990) tarafından taban suyu yüksek durgun su olan rutubetli ve killi topraklar için *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus botryoides* ve *Eucalyptus occidentalis* türleri özellikle önerilmektedir.

Durgun su oluşumuna benzer fakat durgun su gibi zararlı olmayan taban suyu, yine suyun toprakta geçirimsiz bir tabaka üzerinde birikmesi ile oluşur. Ancak taban suyu devamlı ve hareketlidir. Mevsimlere bağlı olarak taban suyunun üst ve alt sınırı kırmızı renkte yatay yükseltgenme (oksidasyon) çizgileri ile (3 değerli demir oksit) belirgindir. Taban suyunun devamlı bulunduğu kısım ise gri (yerine göre yeşil-mavimsi yeşil) indirgenme (redüksiyon) rengi ile belirgindir. Taban suyunun üst yüzeyinden su, toprakta kapilar gözeneklerde yükselir ve bu bölüm kapilar saçak olarak adlandırılır. Kapilar saçağa ulaşabilen bitki kökleri taban suyundan faydalanabilir (Kantarcı, 2000). İklim değişimine bağlı olarak yağışlardaki düzensizlikler veya değişim etkisiyle bir yerde meydana gelen kuraklıklar, toprakta taban suyu seviyelerinde de değişikliğe sebep olmaktadır. Ülkemizde yağış düzensizliklerine bağlı olarak, yer altı suyunun doğrudan kullanımı veya yer altı sularının sulama suyu olarak kullanımı taban suyu seviyelerinin genelde düşmesine sebep olmaktadır. Bu durum, dikkatle izlenmesi ve suyun etkin kullanımında değerlendirilmesi gereken stratejik önemdedir.

İklim değişiminin dolaylı olarak bir diğer olumsuz etkisi ise "toprak sıkışması"dır. Toprak sıkışması,

a. b. c. d.

**Şekil 1.** Toprakta durgun su gelişimine bağlı kuruma. a) Drenajın engellenmesi ile hızlı gelişen kuruma, b) Durgun su toprağı üzerinde kuruma, c) Fazla sulama sonrası durgun su gelişimi, d) Durgun su gelişimi sonrası çimlerde kuruma.

şehir ağaçlarında toprak suyu ve gözenek yapısının bozulmasına; toprak suyu ve havasının hareketinin engellenmesine sebep olmaktadır. Toprağın sıkışması basitçe gözenekli yapısının bozularak su ve hava hareketinin engellenmesidir. Toprak yoğun kullanıma bağlı olarak kolayca sıkışabilmektedir. Sıkışan toprağın kendi hâline bırakılması ile bozulan toprak gözenek dağılımı ve hacmi uzun yıllar iyileşmeden kalabilir; su ve hava hareketinin engellenmesi ile oluşan bozulma da uzun süre devam edebilir. Özellikle taşıma kapasitesinin üzerinde yoğun kullanımlı rekreasyon ve park alanlarında toprağın sıkışması (Çakır vd., 2010; Çağlayan, 1999) dikkatle izlenmelidir. Sıkışmaya bağlı olarak durgun su veya yüzeyde su birikimi, bunun sonucunda mevcut bitki örtüsünün havalanma ve solunumunun engellenmesi ile meydana gelebilecek ağaç ölümleri ve kök çürümelerine bağlı olarak büyük ağaçların devrilme riski insan hayatı için büyük risk taşımaktadır. Sıkışan toprağın en belirgin göstergeleri su drenajının engellenmesi ile yüzeyde su birikimi ve bitki örtüsü kaybıdır (Şekil 2).

Sıkışmanın engellenmesinde en basit çözüm olarak sıkışan toprağın uygun ekipman ile işlenmesi, yoğun kullanıma bağlı olarak kullanım planlaması ve rotasyonlu kullanım önerileri değerlendirilebilir. Yukarıda sayılan bu özellikler toprağın su tutma kapasitesi ile doğrudan ve iklim değişimi sonucu yağış düzensizlikleri ile bağlantılı özellikler olup son yıllarda İstanbul'da özellikle karşılaştığımız sorunların başında gelmektedir. Bununla birlikte, şehir ağacı ve bitkilerin sağlığını ve gelişimini iklim değişimi ile bağlantılı olarak tehdit edebilecek toprağın kimyasal özelliklerinde de değişim söz konusudur. Bunların başında toprak reaksiyonu (pH), toprağın beslenme gücü olan katyon değişim kapasitesi ve toprak tuzluluğu sayılabilir.

Toprakta kil, organik madde ve oksitler iyonları tutma (katyon ve anyonlar) özelliğine sahiptir ve "toprağın kolloid kompleksi" olarak tanımlanır.

a. b. c. d.

**Şekil 2.** Toprakta durgun su gelişimine bağlı kök ölümleri ve toprak sıkışması. a) Drenajın engellenmesi ile kök ölümleri, b) Durgun su toprağı mermer deseni, c) Toprağın sıkışması ile ağaç ölümleri, d) Sıkışan toprakta bitki örtüsünün kaybı.

Kil mineralleri, toprakta katyonları tutan ve toprak suyu ile katyon değişimi yapabilen en önemli kolloidlerdir. Organik madde genellikle toprağın üst kısmında bulunduğu ve oksitlerin katyon değişim kapasitesinin çok yüksek olmadığı için kil minerallerinin toprağın katyon değişimi üzerindeki etkileri önemlidir. Topraktaki demir, alüminyum ve silisyum oksitler ile bunların oksihidroksit formları ve silis asidi değiştirilebilir katyonları tutabilirler. Organik maddelerde humuslaşma ve kolloidal amorf bir yapı kazanmaları sonucunda katyonları tutabilmektedir (Kantarcı, 2000).

Toprak reaksiyonu (pH) toprak suyundaki hidrojen iyonlarının yoğunluğunun ifadesidir. Hidrojen iyonu konsantrasyonu arttıkça toprak pH değerleri asitlik derecesi artarak 7 pH derecesinden 1 pH derecesine doğru azalır, 7 pH derecesinden 14 pH derecesine doğru ise toprakta alkalilik derecesi artar. Bitki beslenmesi ve toprak içerisinde birçok kimyasal olayın gerçekleşmesinde pH önemli bir faktördür ve dengeli olmalıdır. Aşırı pH değişimlerine karşı toprağın gösterdiği reaksiyon toprağın tampon etkisi olarak tanımlanır. Toprağa verilen gübreler, asit yağışların getirdiği asit grupları, organik maddelerin ayrışma ürünlerinin sızıntı suyu ile toprakta taşınması toprak suyunda $H^+$ veya kireç eklendiğinde $OH^-$ iyonu artışı toprak kolloidlerinde değiştirilebilir durumda tutulan katyonlar tarafından nötrleştirilir (Kantarcı, 2000). Toprak reaksiyonu birçok önemli olay üzerinde etkilidir ve en başta her bitki türünün yetişebildiği bir pH aralığı vardır. Ancak şiddetli asidik ve bazik-alkali reaksiyonlarda beslenme sorunları ortaya çıkar. Toprak reaksiyonun 3,5 pH altında olduğu durumlarda bitki için zehirli etkiler ve 8,4

pH üzerinde ise temel besin elementlerinin bazılarının alımının engellenmesi ile bitkide sorunlar ortaya çıkmaktadır. Buna göre toprak reaksiyonunun düzenlenmesinde asit reaksiyonlu topraklara kireç ekleyerek ve alkalen reaksiyonlu topraklara ise toz kükürt eklenerek pH dengelenebilir (Dirik, 2014). Özellikle şiddetli asit karakter toprak kirlenmesi, ağır metal karışımı, tahrip edilen ve restorasyona ihtiyaç duyan ekosistemlerde (maden alanları, çöp alanları vb.) sıklıkla karşılaşılan bir sorundur. İklim değişimi etkisi ile kirleticilerde artış ve asit yağışlar, toprak reaksiyonu ile başlıca etkileşimdedir.

Toprağın tuzlanması toprakta sodyum, kalsiyum ve magnezyum tuzlarının (klorürler, sülfatlar ve karbonatlar) birikimidir. Tuzlu topraklarda elektriksel iletkenlik (EC) değeri 4 milimhos/cm değerinden yüksektir ve tuz birikimi başta kil minerallerini tahrip ederek toprak yapısında bozulmalara sebep olur. İnsan etkisi ile toprağın tuzlanması, toprağın yetersiz veya yanlış sulanmasından, sulamada tuzlu su kullanımı, toprak özelliklerine uygun olmayan kimyasal gübreleme, aşırı gübre kullanımı veya gübre ile sulamanın dengesizliğinden kaynaklanabilir (Kantarcı, 2000).

Her ne kadar yukarıda ilgili bölümlerde Çepel (1988) tarafından kent ekosistemlerinde şehir ağaçları için özel koşullar içerisinde nitelendirilse ve dayanıklı türler listesi verilse de yol kenarlarında buzlanmayı engelleyici tuzlama, yol kenarı ağaç ve bitkilerinde zehirli etkiler ile ölümcül zararlara neden olan sakıncalar taşımaktadır. Tuz zararları, özellikle kışların sert geçtiği bölgelerde şehir yol kenarlarında görülen kurumaların başlıca sebeplerinden biri olarak gösterilmektedir (Dirik, 2014).

Toprak (kolloid kompleksindeki) ve bitki arasındaki değişim sonuçta toprak suyu aracılığıyla gerçekleşmektedir. Toprak suyu miktarındaki değişim, toprak suyuna geçen kimyasalların miktarı ve çeşidi yanında bunların yıl içerisindeki dağılımı gibi önemli unsurlar, doğrudan iklim değişimi ile bağlantılıdır ve toprağın kolloid kompleksi ve toprak reaksiyonunu doğrudan etkiler. Bunlara kirletici boyutta eklenebilecek diğer kimyasalların (ağır metal veya diğer kirleticiler) da yine iklim değişimi ile doğrudan etkilenerek toprağın başta pH, tuzluluk, kolloid ve kimyasal madde bileşimi üzerinde değişimler yaratacağı açıktır.

## Değerlendirme ve Sonuç

Bu çalışmada, özetle vurgulamaya çalışılan yetişme ortamı ve toprak özellikleri ile iklim değişiminin olası etkileşimi, son yıllarda İstanbul ilinde şehir ağaçlarında karşılaşılan sorunlar özelinde değerlendirilmiştir. Ayrıca kitabın özel amaçlarından biri olan tür önerilerine ağırlık verilmeye çalışılmıştır. Fakat yetişme ortamının belli başlı kriterlerinde meydana gelebilecek iklim değişimi temelli sorunların yanında toprak özelliklerinin herhangi birinde veya kısa bir dönemde dahi olsa temel beslenme ve bitki-toprak-su ilişkilerinde oluşabilecek sorunların dikkatle izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir.

İklim değişiminin artık kaçınılmaz etkileri tüm canlılar üzerinde belirgin bir hâl almıştır. Şehir ağaçlarında da artık bu etkilere göre uygulamalar yapmak ve seçim oluşturmak bir zorunluluk olarak kendini göstermektedir. Artık seçilen bitkinin güzel

görünüşü veya dekoratif olmasından daha çok iklim değişimi olası etkilerine adaptasyon yeteneğine sahip veya dayanıklı olması öncelikli bir kriter olarak düşünülmelidir. Kuraklığa dayanıklılık, su ve sıcaklık stresine direnç, yağış ve sıcaklıkta aşırı değerler ile oluşan düzensizlikler ve hızlı değişimlerin mevsimlerdeki düzensizlikleri gibi olası etkiler; bitki tür seçiminde -daha uygulamanın tasarım aşamasında- toleranslı ve dayanıklı türlere öncelik verilmesine sebep olacaktır.

Bununla birlikte, iklim değişiminin olası etkilerini hatta değişimlerin kendisini tahmin etmek zor olsa da şehir ağaçları, nispeten kontrollü dikim ve bakım tedbirleri altındadır. İklim değişimine bağlı olarak değişen koşullara uygun sulama düzenlenmesi, drenaj koşullarının iyileştirilmesi, fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin ıslahı ve organik madde takviyesi gibi genel bakım tedbirleri şehir ağaçlarının lehine uygulamalardır. Ayrıca uygun yetişme ortamı koşulları yanında genel toprak özelliklerinin iyi değerlendirilmesi ve bakımı yine iklim değişimine bağlı olası etkilere karşı şehir ağaçlarının yaşama direncini arttıracaktır.

Diğer taraftan ağaç dikimi ve varlığının korunması, küresel ölçekte iklim değişiminin temel sebebi olan atmosferdeki $CO_2$ artışlarının engellenmesinde ve bu kapsamda iklim değişimi ile mücadelede önemli bir unsurdur. Mevcut ağaçların iklim değişiminin doğrudan veya dolaylı etkileri ile kaybı, küresel ölçekte karbon dengesini etkileyecektir. Bu açıdan kentlerde mevcut ağaç ve bitki varlığının korunması, küresel ölçekte özel bir değer taşımaktadır.

## Teşekkür

Çalışmayı kontrol ederek bitki tür isimlerinin düzeltilmesi başta olmak üzere, metnin geliştirilmesine önemli katkıları olan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Ormancılık Meslek Yüksekokulu Müdürü sayın Prof. Dr. Hatice Yılmaz'a çok teşekkür ederim.

# Kaynaklar


Abdollahi KK., Ning ZH. and Appeaning A. (2000). Global Climate Change & The Urban Forest. Franklin Press.

Acar C., Acar H., Kuhn N. and Sekban D.Ü.G. (2020). Kent Ölçeğinde İklim Değişikliğine Uyumlu Bitkisel Tasarım ve Tür Seçimi Yaklaşımları. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 5-6 Şubat 2020, Bildiriler Kitabı, 346-363.

Ağıralan E. and Sadioğlu U. (2021). İklim Değişikliği Farkındalığı ve Toplum Bilinci: İstanbul Örneği. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(2), 627-654.

Bakanoğulları F. (2020). SPEI ve SPI İndisleri Kullanılarak İstanbul-Damlıca Deresi Havzasında Kuraklık Şiddetlerinin Analizi. Toprak Su Dergisi, 9(1), 1-10.

Bisgrove R.J. and Hadley P. (2002). Gardening in The Global Greenhouse: The Impacts Of Climate Change On Gardens in The UK. Tech. Rep., UK Climate Impact Programme, Oxford. 139 p.

Boydak M. and Çalışkan S. (2014). Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (OGEM-VAK) Yayını, İstanbul.

Bowler D. E., Buyung-Ali L., Knight T.M. and Pullin A.S. (2010). Urban Greening to Cool Towns and Cities: A Systematic Review of The Empirical Evidence. Landscape and Urban Planning, 97 (3), 147-155.

Brune M. (2016). Urban Trees Under Climate Change. Potential Impacts of Dry Spells and Heat Waves in Three German Regions in The 2050s. Department "Climate Impacts and Economics" at Climate Service Center Germany (GERICS) Report, 24.

Burley H., Beaumont L.J., Ossola A., Baumgartner J.B., Gallagher R., Laffan S., Esperon-Rodriguez M., Manea A. and Leishman M.R. (2019). Substantial Declines in Urban Tree Habitat Predicted Under Climate Change. Science of the Total Environment, 685, 451-462.

Bussotti F., Pollastrini M., Killi D., Ferrini F. and Fini A. (2014). Ecophysiology Of Urban Trees in a Perspective of Climate Change. Agrochimica, 3, 247-268.

Büyükşahin F. (2018). Antropojenik Etkiler ile Havanın Kirletilmesi ve İklim Değişikliği. Uluslararası İnsan Çalışmaları Dergisi, 1(1), 14-26.

Casalegno S. (2011). Urban and Peri-Urban Tree Cover in European Cities: Current Distribution and Future Vulnerability Under Climate Change Scenarios. Global Warming Impacts-Case Studies on the Economy, Human Health, and on Urban and Natural Environments, 93-108.

Çakır M., Makineci E. and Kumbasli M. (2010). Comparative Study on Soil Properties in a Picnic and Undisturbed Area of Belgrad Forest, Istanbul. Journal of Environmental Biology, 31(1), 125.

Çağlayan A.Y. (1999). Belgrad Ormanında Rekreasyonel Talep Özelliklerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çepel N. (1983). Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3140, Orman Fakültesi Yayın No: 337, İstanbul.

Çepel N. (1988). Peyzaj Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3510, Orman Fakültesi Yayın No: 391, (XIII+228), ISBN: 975-404-66 -4, İstanbul.

Dinç H. (2019). Arazi Kullanım Kararlarının Dere Sistemleri Üzerinde Fiziki Etkisinin Analizi ve Kentsel Yaşama Yansıması-İstanbul'da Su Baskını, Sel ve Taşkın Risk Değerlendirmesi. Journal of Planning, 29(2), 147-170.

Dirik H. (2014). Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü). İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5200, Orman Fakültesi Yayın No: 509, ISBN:978-975-404-956-5.

Dirik H., Ada E., Yener D.Ş.Y., Çalışkan S., Kart N. and Korkusuz E.E. (2020). İstanbul'un Ağaç Koruma Stratejileri. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 5-6 Şubat 2020, Bildiriler Kitabı, 446-459.

Emilsson T., Sang Å.O. (2017). Impacts of Climate Change on Urban Areas and Nature-Based Solutions for Adaptation. In: Theory and practice of urban sustainability transitions. Part I (2). (eds. D. Loorbach, H. Shiroyama, J.M. Wittmayer, J. Fujino, S. Mizuguchi). Springer International Publishing AG, Switzerland. pp.15-27.

Erol U.E. (2020). İstanbul Park ve Peyzajında Doğal Bitkilere Dönüşüm ve Doğaya Yakın Peyzaj. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 5-6 Şubat 2020, Bildiriler Kitabı, 372-382.

Foos E. and Aenis T. (2017). Urban Climate-Gardens: An Educational Initiative in the Model Region of Berlin. In: Proceedings of the European Conference, Nature-based Solutions to Climate Change in Urban Areas and their Rural Surroundings. (eds. N. Kabisch, J. Stadler, S. Duffield, H. Korn, A. Bonn.). BfN-Skripten 456, Bonn, Germany. pp. 66-67.

Gatto E., Buccolieri R., Perronace L. and Santiago J.L. (2021). The Challenge in The Management of Historic Trees in Urban Environments During Climate Change: The case of Corso Trieste (Rome, Italy). Atmosphere, 12(4), 500.

Hirabayashi S. (2012). I-Tree Eco Precipitation Interception Model Descriptions. Washington, DC: US Department of Agriculture Forest Service and Kent, OH: Davey Tree Expert Co.

Hoornweg D., Sugar L. and Trejos Gómez C.L. (2011). Cities and Greenhouse Gas Emissions: Moving Forward. Environment and Urbanization, 23(1), 207-227.

Irmak A. (1970). Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No1650, Orman Fakültesi Yayın No: 149, İstanbul.

Iverson L.R. and Prasad A.M. (1998). Predicting Abundance of 80 Tree Species Following Climate Change in The Eastern United States. Ecological Monographs, 68, 465–485.

Kantarcı M.D. (2000). Toprak İlmi Ders Kitabı (2. baskı), İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, (XII+420), Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.

Kantarcı M.D. (2005). Orman Ekosistemleri Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın Nu:4594, O.F. Yayın Nu:488, 379s, İstanbul.

Kaya Y. (2018). İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. International Journal of Social Inquiry, 11(2), 219-257.

Kim Y., Park C., Koo K.A., Lee M.K. and Lee D.K. (2019). Evaluating Multiple Bioclimatic Risks Using Bayesian Belief Network To Support Urban Tree Management Under Climate Change. Urban Forestry and Urban Greening, 43, 126354.

Kim J., Lee D.K. and Kim H.G. (2020). Suitable Trees for Urban Landscapes in The Republic Of Korea Under Climate Change. Landscape and Urban Planning, 204, 103937.

Koç D.E. and İkiel C. (2017). Vegetation Periods and Changes in The Thrace (1965-2011) Trakya'da Vejetasyon Süreleri ve Değişimleri (1965-2011). Journal of Human Sciences, 14(3), 2326-2344.

Kramer K., Leinonen I. and Loustau D. (2000). The Importance of Phenology for The Evaluation of Impact of Climate Change on Growth of Boreal, Temperate and Mediterranean Forest Ecosystems: An Overview. International Journal of Biometeorology, 44, 67-75.

Liu M., Zhang D., Pietzarka U. and Roloff A. (2021). Assessing The Adaptability of Urban Tree Species to Climate Change Impacts: A Case Study in Shanghai. Urban Forestry and Urban Greening, 62, 127186.

Lo A.Y., Byrne J.A. and Jim C.Y. (2017). How Climate Change Perception is Reshaping Attitudes Towards The Functional Benefits of Urban Trees and Green Space: Lessons From Hong Kong. Urban Forestry and Urban Greening, 23, 74-83.

Lu P., Yu Q., Liu J. and Lee X. (2006). Advance of Tree-Flowering Dates in Response to Urban Climate Change. Agricultural and Forest Meteorology, 138(1-4), 120-131.

Nezaj M., Meço M., Gjoka R. and Miho A. (2021). Air Quality vs. Green Services in An Urban Ecosystem - Example From An Urban Area in The Center of Tirana. Academia Letters, Article 1475.

Nowak D.J. and Crane D.E. (2002). Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in The USA. Environment Pollution, 116, 381-389.

Nowak D.J. and Dwyer J.F. (2000). Understanding The Benefits and Costs of Urban Forest Ecosystems. Handbook of Urban and Community Forestry in The Northeast. New York. Kluwer Academic/Plenum Publishers: 11-25.

Nowak D. and Heisler, G. (2010). Air quality effects of urban trees and parks. Research Series Monograph. Ashburn, VA: National Recreation and Parks Association Research Series Monograph. 44 p., 1-44.

Nitschke C.R., Nichols S., Allen K., Dobbs C., Livesley S.J., Bakera P.J. and Lynchb Y. (2017). The Influence of Climate and Drought on Urban Tree Growth in Southeast Australia and The Implications for Future Growth Under Climate Change. Landscape and Urban Planning, 167, 275-287.

Orta A.H., Kuyumcu S. and Ergen C. (2020). Farklı Sulama Yöntemleri Altında Serin ve Sıcak İklim Çimlerinde Sulama Zamanı Planlaması. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 5-6 Şubat 2020, Bildiriler Kitabı, 484-495.

Önder S. and Aydoğdu H. (2020). Sürdürülebilirlik Kavramı Kapsamında Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi Yaklaşımları ve Yağmur Bahçeleri. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 5-6 Şubat 2020, Bildiriler Kitabı, 400-410.

Özdemir E.T. (2018). Mega Şehir İstanbul'un Fırtınalarının Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(2), 331-342.

Özdemir S., Özkan K. and Mert A. (2020). An Ecological Perspective on Climate Change Scenarios. Biological Diversity and Conservation, 13(3), 361-371.

Pretzsch H., Biber P., Uhl E., Dahlhausen J., Schütze G., Perkins D., .Rötzer T., Caldentey J., Koike T., vanCon T., Chavanne A., Toit B., Foster K. and Lefer B. (2017). Climate Change Accelerates Growth of Urban Trees in Metropolises Worldwide. Scientific Reports, 7(1), 1-10.

Roloff A., Korn S. and Gillner S. (2009). The Climate-Species-Matrix to Select Tree Species for Urban Habitats Considering Climate Change. Urban Forestry and Urban Greening, 8(4), 295-308.

Roy S., Byrne J. and Pickering C. (2012). A Systematic Quantitative Review of Urban Tree Benefits, Costs, and Assessment Methods Across Cities in Different Climatic Zones. Urban Forestry and Urban Greening 11, 351-363.

Sağlam S. and Makineci E. (2018). Kent Ağaçları ve Yeşil Alanlarının Ekosistem Hizmetleri, İklim Değişimine Etkileri, İstanbul Hacıosman Korusu Örneği. İstanbul'da İklim Değişikliği Farkındalığının ve Çalışmaların Geliştirilmesi Projesi. İstanbul İklim Değişikliği Sempozyumu, 11-12 Aralık 2018. Bildiri Özetleri Kitabı, s.70.

Sari D. and Karaşah B. (2020). Future Adaptability of Urban Trees Due to The Effects of Climate Change: The Case of Artvin, Turkey. Journal of Environmental Science and Management, 23(1).

Savi T., Bertuzzi S., Branca S., Tretiach M. and Nardini A. (2015). Drought-Induced Xylem Cavitation and Hydraulic Deterioration: Risk Factors for Urban Trees Under Climate Change? New Phytologist, 205(3), 1106-1116.

Seamans G.N.S. (2013). Main Streaming The Environmental Benefits of Street Trees. Urban Forestry and Urban Greening, 12, 2-11.

Song X.P., Tan P.Y., Edwards P. and Richards D. (2017). The Economic Benefits and Costs of Trees in Urban Forest Stewardship: A Systematic Review. Urban Forestry and Urban Greening, 29, 162-170.

Starr M. (2015): Breathe Deep: How The ISS Keeps Astronauts Alive. https://www.cnet.com/news/breathe-deep-how-the-iss-keeps-astronauts-alive/.

Şen K. and Aksu H. (2021). İstanbul İçin Standart Süreli Gözlenen En Büyük Yağışların Eğilimleri. Teknik Dergi, 32(1), 10495-10514.

Tolunay D. (2011). İklim Değişikliği ve Peyzaj Mimarlığı. Peyzaj Life, ss.44-50.

Toros H. and Bağış S. (2017). Hava Kirlilik Modellerinde Kullanılacak Emisyon Envanteri Oluşturulması İçin Yaklaşımlar ve İstanbul Hava Kirliliği Dağılımı Örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(2), 1-12.

Tubby K.V. and Webber J.F. (2010). Pests and Diseases Threatening Urban Trees Under A Changing Climate. Forestry: An International Journal of Forest Research, 83(4), 451-459.

Türkeş M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 4(2), 1-32.

Uğurlu Y. (2020). İklim Değişikliğine Uyum Çerçevesinde Kentsel Metropoliten Alanlarda Plan ve Politikaların İncelenmesi - İstanbul Örneği. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi - Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Lisans Bitirme Ödevi.

Ürgenç S. (1990). Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği (Arborikültür). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3644, Orman Fakültesi Yayın No: 407, İstanbul.

Vico G., Revelli R. and Porporato A. 2014. Ecohydrology of Street Trees: Design and Irrigation Requirements for Sustainable Water Use. Ecohydrology 7(2): 508-523

Wong N.H. and Yu C. 2005. Study of Green Areas and Urban Heat Island in A Tropical City. Habitat International, 29: 547-558.

Yang J. (2009). Assessing The Impact of Climate Change on Urban Tree Species Selection: A Case Study in Philadelphia. Journal of Forestry, 107(7), 364-372.

Yılmaz F., Ulusoy İ. and Toros H. (2020). İstanbul Baraj Doluluk Oranlarının Zamansal İncelenmesi ve Çözüm Önerileri. Journal of Research in Atmospheric Science, 2(2), 51-55.

# İklim Bitkileri ve Seçimi

*Cengiz Acar**
*Demet Ülkü Gülpınar Sekban***

İklim değişikliği, kent sistemini etkileyen ve gelecekte etkilerinin daha çok hissedileceği bir kavramdan öte bir olgudur. Değişikliğin yaratacağı etkiler kentlerde daha çok hissedilirken gerekli önlemler alınmazsa sonuçlarının çok ağır kayıplar oluşturacağı aşikârdır. Yapılan incelemeler ve raporlar kentlerin iklim değişikliğine adaptasyonunun bir an önce planlanmasını ve somut adımların atılması gerektiğini önermektedir. Kentlerin iklim değişikliğine karşı geliştirdiği stratejilerin başında kentin direnç seviyesini arttırmak gelmektedir. Bunun için de yeşil altyapı ve bitkilerin aktif rol oynadığı esnek, dayanımı yüksek sistemler ve mekânlar kent sistemine entegre edilmeye başlanmıştır. Ancak iklim faktörü göz önüne alındığında kent bitki örtüsü sıcaklıklardaki ani değişikliklerden, yağış düzensizliklerinden, hava kirliliğinden, su-organik madde miktarının azalmasından çok çabuk etkilenmektedir. Kentsel alanlarda iklim değişikliğinden kaynaklı ekstrem hava şartlarına dayanım gösterebilen optimal ve uygun bitkilerin seçimi oldukça önemlidir. Bunun için de peyzaj bitkileri olarak iklime uyumlu bitkiler seçilmelidir. Yapılan bu çalışma, iklim bitkilerinin seçim kriterlerinin ne olması gerektiği ve kent alanlarında hangi tür bitkilerin kullanılabileceği üzerinde durmaktadır.

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

** Arş. Gör. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

## Giriş

İklim değişikliği, dünyanın ve yaşamın karşı karşıya kaldığı tartışmasız en çarpıcı tehdittir. Her ne kadar karşı karşıya olduğumuz tehdit bu kadar açık olsa da konu üzerinde yapılan tartışmalar tam bir netlik kazanmamış durumda. Bu tehdidin neden kaynaklandığı, yönü ve şiddeti hakkında belirsizlikler de devam etmekte. Yapılan çalışmalara rağmen bu belirsizliklerin devam etmesiyle hava modelleri öngörülememekte, bu durum da gelecek için yapılan çalışmaları tehlikeye atmaktadır (Biagini, Bierbaum, Stults, Dobardzic, & McNeeley, 2014). Şöyle ki yapılan çalışmalar doğrultusunda iklim değişikliğiyle birlikte hava koşullarında ekstrem durumlar beklenmektedir. Hava koşullarının daha sıcak, daha soğuk, daha yağışlı veya daha kurak olacağı düşünülmektedir. Bu koşulların hepsinin bir günde olması değil mevsimsel döngü içerisinde dağılacağı öngörülmektedir. Ancak öngörülerdeki belirsizlik, meydana gelmesi düşünülen ekstrem koşulların hangi zaman dilimlerinde olacağı veya süresinin net olmaması, elde edilen bilgilerin veya geçmiş yıllarda kazanılan tecrübelerin değişkenliği yapılan düzenlemeleri ve alınan önlemleri çıkmaza sokmaktadır. Çünkü yapılacak düzenlemeler ve alınacak önlemler eldeki bilgiler ışığında planlanmaktadır.

İklim değişikliği kapsamında yapılan peyzaj planlama ve düzenlemeleri tam olarak bilinmezliğin planlanmasıdır. Çünkü birkaç yıl önce günümüz için yaz aylarının kurak geçeceği, bundan dolayı yapılacak düzenlemelerde kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanılmasının uygun olacağı önerileri geliştirilmiştir. Ancak zamanımızda bazı bölgeler oldukça yağışlı yaz aylarını yaşamış ve yapılan düzenlemelerde kullanılan bitkiler bu yağışlardan olumsuz etkilenmiştir. Buna benzer deneyimler dünyanın birçok yerinde yaşanmaktadır. Bunlardan biri de kış aylarının daha sıcak yaşanacağının öngörüldüğü Birleşik Krallık'ın bazı bölgelerinde, yirmi yılın en soğuk kışının yaşanmasıdır. Bu tür durumların sonucu olarak büyük zararlar oluşmakta, iklim değişikliğine karşı adaptasyon süreci zedelenmektedir. Adaptasyon, mevcut veya beklenen iklimsel uyaranlara ve bunların etkilerine yanıt olarak ekolojik, sosyal veya ekonomik sistemlerdeki ayarlamaları ifade eder (United Nations, 2021). Başka bir deyişle potansiyel riskleri hafifletmek veya iklim değişikliği ile ilgili fırsatlardan yararlanmak için süreçlerde, uygulamalarda ve yapılarda yapılan değişikliklerdir. Adaptasyon adımları çok yönlü planlanmalıdır. Çok yönlü planlanmayan adaptasyon adımları, adaptasyon sürecini geri dönüşü oldukça zor bir noktaya getirebilmektedir (Sekban & Acar, 2024). Yaşanan talihsiz durumlar, öngörülemeyen bilinmezlere karşı iklim değişikliğine adaptasyon sürecinde peyzaj düzenlemelerinin kapsamını değiştirmiş; bu da iklime uyarlanabilen stratejilerin geliştirilmesini sağlamıştır (Tablo 1).

Stratejiler incelendiğinde adaptasyon tanımının geçmişten günümüze değişime uğradığı, stratejilerin denge merkezli dayanımdan, dönüşümsel dayanıklılık anlayışına evrildiği görülmektedir (Figueiredo, Honiden, & Schumann, 2018; Meerow, Newell, & Stults, 2016). Her ülkenin ve bölgenin kendine özgü niteliklerine göre şekillendirdiği iklime uyum stratejileri kapsamında, iklim değişikliğine adaptasyon sürecini doğru yönetebilmek için atılan adımların temelinde, kentin doğa ile entegre olması ve morfolojisinin dönüşmesi gelmektedir. Bu entegrasyonun yumuşak zemin etüdünde ise iklime uyumlu bitkiler kavramı geliştirilmiştir.

**Tablo 1.** İklime uyum stratejileri (Chesnais et al., 2019; Gehl, 2010; Mongard, 2019)

| | | |
|---|---|---|
| Isıya Uyum Sağlamak | Yumuşak Zemin | Mevcut bitki örtüsünün devamlılığının sağlanması, mevcut durumun iyileştirilmesi |
| | | Mevcut kent bitkilerinin arttırılması, kent ağaçlarına önem verilmesi ve bu türlere meyveli ağaçların eklenmesi |
| | | Yollar ve tampon bölgelerdeki yeşil bant genişliğinin arttırılması |
| | | Kent ve yakın çevresinde atıl bırakılmış arazi parsellerinin öncü bitkilerle bitkilendirilmesi, bakımının yapılması |
| | | Üst toprağın örtülmesi, malçlama ve yer örtücü bitkilere önem verilmesi |
| | | Gölgeleme potansiyeli yüksek, tepe tacı genişliği fazla olan bitkilerin kullanımına öncelik verilmesi |
| | | Kuraklığa dayanıklı bitkilerin kullanımına öncelik verilmesi |
| | | Makro düzeyde kentsel iyileştirmeyi sağlayabilmek için mikro ölçekte mikro iklimlerin oluşturulması ve sürdürülebilir konfor düzeyini arttırıcı bitkilendirme çalışmalarının yapılması |
| | | Yeşil alanlarda çim kullanımını azaltarak çayır kullanımının arttırılması |
| | | Düzenli su isteği olan subtropikal türlerin kullanımının sınırlandırılması, bunlara ek olarak doğal türlerin egzotik türlerle karma kullanımı |
| | | Karbon ayak izine büyük bir yük olan sentetik gübrelerin kullanımının azaltılması |
| | | İthal toprak kullanımı yerine ekolojik anlamda zengin mevcut toprağın iyileştirilmesinin sağlanması |
| | | Yerel ekolojiyi ve biyolojik çeşitliliği destekleyen bitki türlerinin kullanılması |
| | Sert Zemin | Sert zemin ve geçirimsiz yüzeylerin azaltılması |
| | | Geçirimli yüzeylerin arttırılması |
| | | Yerel malzemelerin kullanılması, bölgeden uzakta üretilen bütün malzemelerin alanda kullanılımının büyük bir karbon ayak izinin olduğunun bilincinde olunması, buna göre malzemelerin seçilmesi |
| | | Plastik kullanımının azaltılması |
| | | Geri dönüşüme önem verilmesi |
| | | Gölgelendirme elemanlarına önem verilmesi |
| | | Bakım gerektirmeyen ve minimum iş gücünü gerektiren tasarımların yapılması |
| | Yapısal | Erişilebilir kamusal alanların ve yaya yolu sirkülasyon alanlarının binalar arasındaki bağlantısını gölgeden en çok yararlanacak şekilde kurgulamak |
| | | Mevcut binaların pasif alanlarını ekolojik kullanıma açarak iyileştirmek |

| | | |
|---|---|---|
| | | Çatı bahçesi, yaşayan duvar gibi yeşil altyapı elemanlarının kullanımını ve tasarımını yaygınlaştırmak |
| | Kamusal Alanlar | Bölgede var olan su peyzaj elemanının aktif olarak kullanılması. Hem sosyal hem ekolojik yönlü kentte kazanımının sağlanması |
| | | Kamusal mekânlarda kullanıcıların gündüz kullanımının dışında gece kullanımının yaygınlaştırılması, bunun için kamusal mekânların güvenlik, aydınlatma, donatı anlamında iyileştirilmesi, kent kullanıcısının güneş batımından sonra kullanabilecekleri, akşam serinliğinden yararlanabilecekleri açık mekânların oluşturulması |
| Suya Uyum Sağlamak | Yumuşak Zemin | Altyapıdaki su yükünü azaltmak ve toprağın suyu geçirmesine olanak tanımak için yağmur bahçelerin oluşturulması |
| | | Setleri stabilize etmek, erozyonu ve kirletici girişini azaltmak için su yolu çevrelerine yeşil tampon bölgelerin planlanması |
| | | Şiddetli hava koşullarından korunmak, evapotranspirasyonu azaltmak için rüzgâr siperi oluşturacak bitki örtüsünün oluşturulması |
| | | Yüzey suyunun şiddetini azaltmak için boş ve atıl bırakılan alanların bitkilendirilmesi |
| | Sert Zemin | Suyu drane edebilmek ve yüzey suyu şiddetini azaltmak için geçirimli yüzeylerin arttırılması |
| | | Drenaj sisteminin kurgulanması |
| | | Taşmalara karşı önlem alabilmek adına su kenarlarında pasif etkinliklerin yapılabileceği tampon bölgeler kurgunlanması |
| | | İşlevselliği korurken sel suyunu yakalayacak ve tutacak kamusal alanların tasarlanması |
| Peyzaj ve Bitki Örtüsüne Uyum - Fauna / Biyoçeşitlilik | | Değişen iklim değişikliğine direnç geliştirmek için iklime uygun bitkilendirme çalışmalarının yapılması |
| | | Değişen iklime uygun olmayan, hassas bitkilerin kademeli olarak alandan uzaklaştırılması |
| | | İklime uygun olduğu düşünülen ve iklim değişikliği uyum sürecinde planlamaya dâhil edilmesinin düşünüldüğü bitkilerin üretiminin fidanlıklarla birlikte yürütülmesi |
| | | Açık yeşil alanlarda, kent ormanlarında vahşi yaşamı destekleyen ünitelerin olması (kuş yuvası, kuş banyosu, temiz, tatlı su alanları, yuvalama yerleri vb.) |
| | | Polen üretimi yapan bitkilendirmelere önem vererek arılar, polenleyiciler için yaşam alanların oluşturulması |
| | | Kamusal alanlarda vahşi yaşamın gerekliliği ve biyoçeşitlilikle ilgili bilgilendirmeler yapılması, türü tehlike altında olan canlıların yok olmasını engelleyici çalışmaların başlatılması |

## Peyzaj Bitkileri Olarak İklime Uyumlu Bitkiler ve İklim Bitkilerinin Seçimi

İklime uyumlu bitkiler; kentlerin iklim değişikliğine adaptasyonunu kolaylaştırmak, kentin karşı karşıya kaldığı ekstrem hava koşullarına gösterdiği direnç kapasitesini arttırmak için geliştirilmiş bir kavramdır. Burada en önemli nokta, bitkilerin ekosistem hizmetleriyle kente sağladığı esneklik payıdır. Bitkiler, özellikle de ağaçlar kentin hem sosyal hem de ekolojik gereksinimlerini karşılar. Öyle ki bir şehirde yaşayan ağaçların sayısı ile o şehrin uygarlık seviyesi arasında bağlantı kurulabilmektedir.

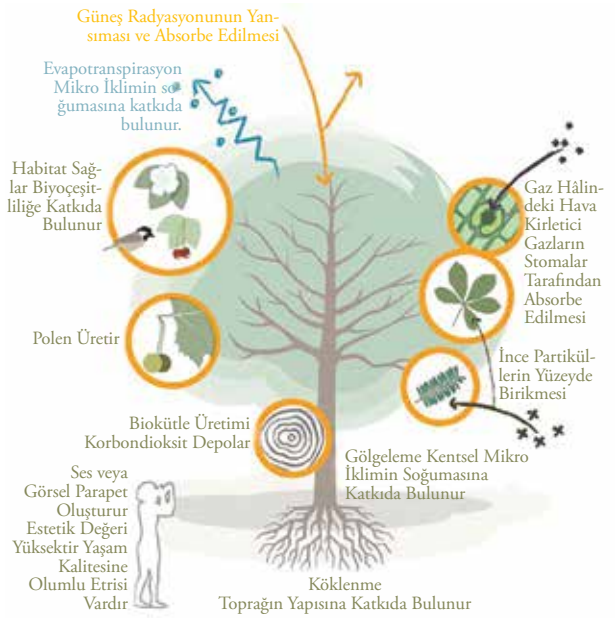
Kent planlarında yeşil alanların bitkilendirmesi ileriye yapılan bir yatırım olarak düşünülmelidir (Gehl, 2010). Çünkü ağaçların, oturup sosyalleşmek için gölgeli bir yer sağlamaktan daha öte kent için önemli ekosistem hizmetleri vardır. Kent ağaçlarının ekosistem hizmetleri hakkında yapılan çalışmalarda; ağaçların önemli yeşil altyapı sistemleri olduğu ve kent ormanlarının kent planlamasının ana politikaları hâline gelmesi gerekliliği ortaya konmuştur (Friedman, 2021). Yeşil altyapının iklim değişikliği adaptasyonuna yönelik faydaları düşünüldüğünde; sel önleme, ekosistemlerin direncinin (resilience) artması, karbon tutma ve ayrıştırmanın sağlanması, kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesi, arazi kayması, yangın gibi afetlerin etkilerinin azaltılması gelmektedir. Bu faydalar peyzaj bileşenleriyle birlikte düşünüldüğünde, yeşil altyapının iklim değişikliği adaptasyonunda rolü oldukça önemlidir (Şekil 1). Yeşil alanlar ve bitkiler, özellikle mikro-iklim oluşumunda önemli roller oynamaktadır. Çünkü bitkiler terleme yaparak hava nemini yükseltir. Hem sıcaklık farklılıkları oluşturarak hem de rüzgâr gücünü, yönünü kontrol ederek hava hareketlerini şekillendirebilir, istenilen rüzgâr hareket sistemini oluşturmaya olanak tanıyabilir (Brown, 2010).

Özellikle kentin morfolojik yapısı, kent içinde kullanılan malzemelerin çeşitliliği, geçirimliliği ve kent bitkilerinin bilinçli kullanımı kentin mikro iklimsel özelliklerini oldukça şekillendiricidir. Öyle ki bitkilerin doğru kullanımı ile kent içindeki mikro iklimi iyileştirmek mümkündür. Yeşil alanları ve kent ağaçlarını, iklim değişikliği uyum sürecinde kentsel ısı adasından kaynaklanan konforsuzluğu azaltmak ve kent sıcaklıklarını azaltmak için yararlanabilecek önemli bir avantaj olarak görmek gereklidir (Lafortezza, Carrus, Sanesi, & Davies, 2009). Ağaçların yaprak yoğunluğu, dokusu, yapraklanma şekli, yaprak rengi ve yaptıkları tepe tacı güneş radyasyonunu farklı derecelerde engeller; rüzgârın yönünü ve şiddetini değiştirebilir.

Ağaçlardan maksimum düzeyde fayda sağlayarak kent ekosistemine kazandırmak için gerekli şartların net bir şekilde tanımlanması gereklidir. Bu her türlü doğal kaynak kullanımı ve varlık yönetimi için de elzemdir. Atılacak ilk önemli adım, hangi bilginin gerekli olduğu, bu bilginin ne için gerekli olduğu ve nasıl kullanılması gerektiğini anlamaktır. Bunun için de mevcutta var olan kent bitkisinin belirlenmesine ek olarak iklime uyumlu kent bitkileri kavramının geliştirilmesi ve kullanımlarının planlanması öncelik kazanmıştır. Yapılan çalışmaların öncelikle irdelediği soru, "Hangi bitkileri gelecek için kullanmalıyız?"

olmuştur (Stevenson et al., 2020). Yapılan güncel iklim bitkisi seçim çalışmaları incelendiğinde bu temel sorunun alt konusu olarak çalışmaların daha çok aşağıda sıraladığımız soruları irdelediği ve bu sorulara cevap aradığı görülmektedir:

- Bitkiler iklim değişikliğine nasıl uyum sağlayacak?
- Değişim doğayı nasıl etkileyecek?
- İstilacı türler hakkında ne yapabiliriz?
- Bitki seçimi için yeni kriterler neler olmalıdır?
- Bitki popülasyon çeşitliliği nasıl oluşturulmalıdır?
- Bitki popülasyonundaki dayanıklık nasıl geliştirilmedir?




**Şekil 1.** Kent ağaçlarının kentlerdeki rolü (Cerema, 2021; Tdag, 2021).

Şimdiye dek yapılan çalışmalar, bu soruları tam olarak cevaplamaya yeterli değildir. Ancak çalışmalar, karşılaşılacak koşullar hakkında bazı varsayımlarda bulunmakta ve bu koşullara karşı nasıl önlem alarak iklim bitkilerinin seçilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Bu varsayımlar; gece sıcaklıklarının gündüz sıcaklıklarından daha hızlı artacağı, günlük sıcaklık farkının azalacağı, yaz aylarında kuraklık seviyesinin artacağı, artan sıcaklıklarla birlikte kentsel ısı adası etkisinin artarak mevsimsel normallerin dışında ekstrem sıcaklıkların yaşanacağı, ekstrem yağışların (kış/ilkbahar) yaşanması ve bu yeni oluşan ortamlar sonucunda yeni zararlıların ve hastalıkların ortaya çıkarak mevcut ekosisteme zarar vereceği yönünde yoğunlaşmaktadır. Son olarak, daha yüksek atmosferik $CO_2$ seviyelerinin oluşacağı, yukarıda açıklanan diğer faktörlerin etkisiyle de bunun kent ağaçlarının büyüme hızına tesir ederek fotosentez oranını etkileyeceği öngörülmektedir (Johnston, 2004).

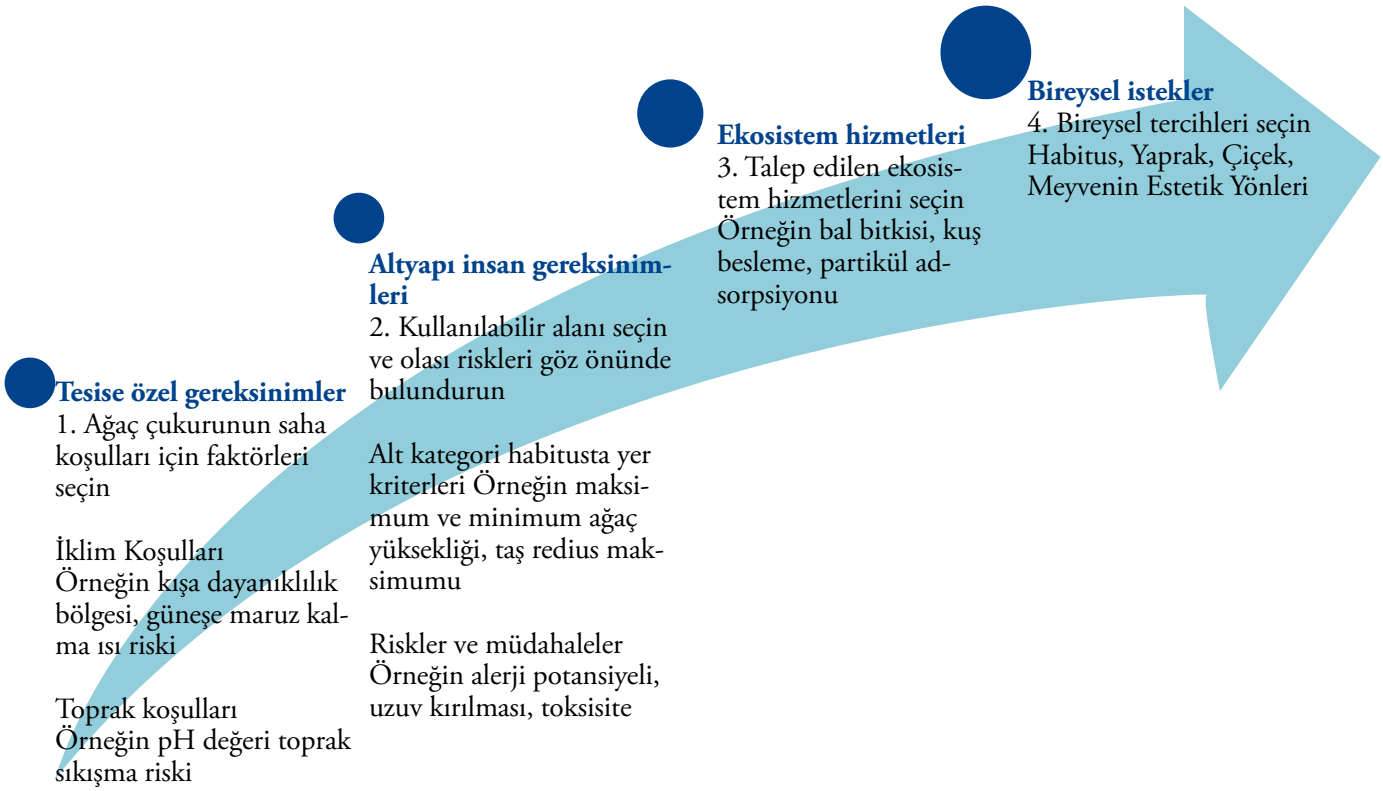
Öngörülen varsayımların etkileri düşünüldüğünde; fırsatçı, istilacı türlerin baskın olma olasılığının yüksek olacağı, bu türlerin tahmin edilenden daha fazla sorun ortaya çıkaracağı, doğal bitki topluluklarının değişeceği, yer değiştireceği, bitkilerin daha hızlı büyüme olasılığının olması, erken yapraklanma, çiçeklenme gibi olayların yaşanacağı ve bundan dolayı ilkbahar donlarında bitkilerin zarar görebileceği, verimliliğin düşebileceği, yeni dikilen bitkilerin yerine adaptasyonunun zorlanacağı gibi olumsuz sonuçların ortaya çıkması beklenmektedir. Bu varsayımlar ve bu zamana kadar kazanılan deneyimler

sonucunda sürdürülebilir kentsel bitki popülasyonları için iklim değişikliği ve kentsel büyüme koşullarına toleransı yüksek, ekstrem hava koşullarının oluşturduğu şoklara ve zorluklara dayanabilen, hastalık salgınlarına karşı direnç gösterme kapasitesi yüksek, aynı zamanda geniş zaman aralığında kent ekosistemine faydalı bitkilerin tespit edilmesi gerekliği ortaya çıkmıştır (Sjöman, Hirons, & Bassuk, 2018). Bitki özelliklerinin yanı sıra bitkilerin bir arada kullanımlarının, çeşitliliğin önemli olduğu, "doğru yer için doğru bitki" arayışının temel alınması gerektiği sonucu oluşmuştur. Doğru yer için doğru bitki seçimi üzerine yapılan çalışmalarda "bitki seçim parametreleri" oluşturulmuştur.

## Bitki Seçiminin Genel Parametreleri

Kentsel yeşil alanlar, kirletici gazları ve tozu bünyelerine alarak kent havasını temizler, gölgeleme yaparak yüzey sıcaklıklarını iyileştirir ve buharlaşma yaparak kent mikro iklimine olumlu katkılarda bulunur (Gillner, Vogt, & Roloff, 2013; Roy, Byrne, & Pickering, 2012). İklimlendirme enerji tasarrufu sağlayarak kent ekolojisine katkı sağladığı gibi kent ekonomisine de faydalı olur. Bunların yanı sıra kentsel yeşil alanlar insan ve doğa arasındaki etkileşimi arttırarak kent kullanıcısının fiziksel ve zihinsel sağlığına olumlama yapar, sosyal etkileşime olanak sağladığından toplumun sosyalleşmesine imkân tanır (Matsuoka & Kaplan, 2008). Diğer taraftan, kent ağaçlarının kent için olumsuz koşullar oluşturduğu kullanımlar da vardır. Örneğin dökülen meyveler, kozalaklar, kırık dallar, altyapıya zarar veren kök sistemleri, alerjik reaksiyonlar, bireysel sağlığın üzerinde olumsuz etkisi olan organik bileşenlerin emisyonu, güneş ışığına engel olma, aşırı gölge oluşturma, basık ortamlar oluşturarak havalandırmayı engelleme, altyapı ve bakım maliyetlerinin fazla olması, yerli olamayan bitkilerin istilacı potansiyellinin olması ve yerli flora ve faunayı olumsuz etkilemesi olumsuz etkiler olarak sıralanabilir (Churkina, Grote, Butler, & Lawrence, 2015). Kentsel bitkilendirmenin başarısını etkileyen bu faktörler, kentin ihtiyaçları doğrultusunda önceliklendirilmeli ve seçim sürecinde tüm bu kriterler dikkate alınmalıdır (Vogt et al., 2017) (Şekil 2).

İklim değişikliği kapsamında ele alınan doğru yer için doğru bitki arayışının temelinde, uzun vadeli sürdürülebilir kentsel ağaç popülasyonunun kurgulanması gelmektedir. Sürdürülebilir kent popülasyonlarının oluşturulması için ise farklı ağaç türlerinin ve çeşitli eko tiplerin farklı kentsel alanlar için uygunluğu ve gelecekteki değişimlere karşı dayanıklılığı hakkında bilgi edinmek gereklidir. Bununla birlikte kullanılacak türlerin ve eko tiplerin kentte sağladığı ekosistem hizmetlerini sunma kapasitesini ve bunlardan en iyi şekilde yararlanmak için nasıl kullanılacağı bilinmeli ona göre planlamalar yapılmalıdır. Bitkilendirmede kullanılacak türlerden maksimum fayda alabilmek için o türlerin belirli parametrelere göre seçilmesi gereklidir. Bu parametreler bitkinin iklim değişikliğine uyum toleransını göstermektedir. Bitkiler için kentsel habitatlar, doğal ortamlardan oldukça farklılık göstermektedir. Yetersiz dikim alanları, dikim koşulları, toprak, iklim, bakım gibi faktörler bitkilerin gelişimini etkilemekte, hatta bitkilerin yaşam stres faktörünü arttırmaktadır. Bu gibi




**Şekil 2.** Bitki seçiminde izlenmesi gereken aşamalar (Vogt et al., 2017).

nedenlerden dolayı kent yeşil alanlarında kullanılacak bitkilerin kent mikro iklimine, toprak koşullarına, su kaynaklarına, emisyonlara, ışık yoğunluğuna, fiziksek baskıya dayanımı yüksek olumsuz koşulların oluşturduğu stres faktörüne adapte edilmiş türler arasından seçilmesi gerekir (Conway & Vander Vecht, 2015). Bu sebeple bitki seçim parametreleri ve bu parametrelerin bitki üzerindeki etkileri ayrıntıyla incelenmelidir.

## Sıcaklık ve Kuraklık

İklim değişikliği öngörülerinde sıcaklığın ve kuraklığın artacağına yönelik öngörüler oldukça yaygındır. Kuraklık, ciddi hidrolojik dengesizlikler oluşturan uzun süreli anormal derecede kuru hava dönemi ile karakterize edilir (IPCC, 2012). Kuraklığın şiddeti; yoğunluğu, süresi ve coğrafi uzantısı ile belirlenir. Yoğunluk, ilgili etkilerinin şiddetiyle birlikte yağış

miktarının ne kadar azaldığını ifade eder. Süre açısından bakıldığında, kuraklık olarak değerlendirilmesi için genellikle en az 2-3 ay gerekir. Kuraklığın etkileri; etki alanın büyüklüğü, yağışlardaki azalmanın başladığı zaman, yoğunluğu ve süresi ile yakından ilgilidir (Camilloni, Barros, Moreiras, Poveda, & Tomasella, 2020).

İklim değişikliğine uygun iklim bitkilerinin seçimi esnasında sıcaklık ve kuraklığın, bitkileri ve bitki büyümesini nasıl etkileyeceğini anlamak gereklidir. Genellikle sıcaklıkların artması, artan fotosentez oranlarıyla sonuçlanmakta bu da bitkilerin büyüme hızını arttırmaktadır. Ancak fotosentez oranlarının artması, diğer kaynakların (su, besin, azot vb.) yeterli miktarda bulunmasıyla sağlanabilecek bir olaydır (Valeriano, Gazol, Colangelo, González de Andrés, & Camarero, 2021). Bunun yanı sıra sıcaklıkların artmasıyla birlikte bitkilerin daha fazla yapacağı solunumdan kaynaklanan karbon kayıpları da fotosentezi etkilemekte, fotosentezin solunum nedeniyle artan kayıpları telafi edip edemeyeceği önem kazanmaktadır.

Kuraklığın olduğu mevsimlerde yüksek sıcaklıklar sonucunda artan ısı ve nem yetersizliği bitki büyümesinde strese neden olmaktayken yeterli suyun bulunduğu mevsimlerde artan sıcaklık büyüme atağı-mevsimi ile sonuçlanır (Zhou et al., 2001). Bununla birlikte uzayan büyüme mevsimi diğer fenolojik özellikleri değiştirerek daha erken yaprak dökmeye sebep olabilmektedir. Bitkiler; morfolojik, fizyolojik ve fenolojik mekanizmaları tarafından tolere edilebilen kuraklık stresi ile kuraklıkta yaşamlarına devam edebilirler (Parolin, Lucas, Piedade, & Wittmann, 2010). Bitkilerin kuraklık stresine karşı morfolojik adaptasyonları incelendiğinde küçük, kalın yapraklar, terlemeyi azaltan mumsu yapıların olduğu gözlemlenmiştir (Waldhoff, Junk, & Furch, 1998). Bu tür morfolojik yapılar bitkiyi aşırı buharlaşmaya, sıcaklığa ve ışığa karşı korur. Mumlar ve tüyler gibi epidermal yaprak yapıları, bitkileri güneşin yakıcı ışıklarından korumak için gelen ışınları yansıtır (Waldhoff, 2003).

Kış mevsiminde yaşanan yüksek sıcaklıklar, bitkilerin besin ve suyu damar dokularında dolaştırmasına neden olur; bu da kış mevsiminde yaşanan hızlı soğumadan kaynaklı dokuların donmasına neden olarak bitkilerin yaralanmasına veya ölmesine sebep olabilir. Geç don olaylarının kentlerde daha az görülmesine rağmen, genel olarak daha sıcak olan kentsel iklimler, daha erken tomurcuk kırılmasına neden olur ve bu da bitkinin geç donlara karşı savunmasızlığını arttırabilir (Sæbø, Benedikz, & Randrup, 2003). Ek olarak artan kış sıcaklıklarıyla kontrol altında tutulan böcek popülasyonlarında artış olacak, mevcut doğal kontrol ortadan kalkacak ve bitkiler bu zararlılardan daha çok etkilenecektir (Volney & Fleming, 2000).

Yüksek hava sıcaklıkları genellikle toprağın ısınmasına neden olmaktadır. Bu durum da bitkilerin kök fonksiyonlarının, yani köklerdeki su alımının daha erken başlamasına neden olur. Eğer yeterli su ve organik besin değeri toprakta mevcut ise köklerin aktifleşmeye başlamasıyla bitkilerde hızlı büyüme gerçekleşir. Ancak kent bitkileri; toprak sıkılaşması, geçirimsiz yüzeyler, besin değeri eksikliği, toprak

nemi gibi durumlar yüzünden stres altındadır. Bu nedenle, daha yüksek sıcaklıklar muhtemelen kentsel ortamlardaki bitkilerin stres seviyesini arttıracaktır (Arnfield, 2003). Kuraklık riski altında kentin çeşitli bölgelerinde kullanılabilecek bitki listesi Tablo 2'de verilmiştir. Listede kentin bölgelerine göre bitkiler önerilmiş ve bu liste genel olarak kuraklık riskine karşı hazırlanmıştır. Ancak kent bölgelerinin kuraklık haricinde eşleştiği özellikler bulunmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

- Trafiğin yoğunluğunun olduğu yerleri temsil eden trafik alanları için; kuraklık, ısı riskine toleransı yüksek, buzlanmayı önlemek için tuzlama çalışmalarından kaynaklanan tuzluluğa dayanım gösteren, toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, toprak nem isteği kanaatkâr olan, endüstriyel ve kentsel emisyonlardan kaynaklanan partiküllere dayanım gösterebilecek bitkiler listelenmiştir (Vogt et al., 2017).
- Yoğun yerleşim alanları için; kuraklık, ısı riskine toleransı yüksek, buzlanmayı önlemek için tuzlama çalışmalarından kaynaklanan tuzluluğa dayanım gösteren, toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, toprak nem isteği kanaatkâr olan, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Yeşil çatılar için; kuraklık, ısı riskine toleransı yüksek, toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Az yoğun yerleşim alanları için; kuraklık toleransı yüksek, buzlanmayı önlemek için tuzlama çalışmalarından kaynaklanan tuzluluğa dayanım gösteren, toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, toprak nem isteği kanaatkâr olan, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Endüstriyel ve ticari alanlar için; kuraklık, ısı riskine toleransı yüksek, buzlanmayı önlemek için tuzlama çalışmalarından kaynaklanan tuzluluğa dayanım gösteren, toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, toprak nem isteği kanaatkâr olan, endüstriyel ve kentsel emisyonlardan kaynaklanan partiküllere dayanım gösterebilecek bitkiler listelenmiştir.
- Park, bahçe ve mezarlıklar için; kuraklık ve toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Su kenarı/limanlar için; kuraklık ve su basma riskine toleransı yüksek bitkiler listelenmiştir.
- Renatürasyon alanları/terk edilmiş araziler için; kuraklık toleransı yüksek, toprak nem isteği kanaatkâr olan, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Özel konut bahçeleri için; kuraklık toleransı yüksek, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Çocuk bahçeleri için; kuraklık ve toprağın sıkışmasına toleransı yüksek, kuşlara ve arılara ev sahipliği yapabilecek bitkiler listelenmiştir.
- Yaşlı bakım yerleri için; kuraklık toleransı yüksek bitkiler listelenmiştir.

**Tablo 2.** Kent bölgelerinde kullanılabilecek kuraklık toleransı yüksek bitkiler (Vogt et al., 2017).

| **Bitkilerin Latince Adı** | Trafik Alanları | Yoğun Yerleşim Alanları | Yeşil Çatılar | Az Yoğun Yerleşim Alanları | Endüstriyel ve Ticari Alanlar | Park, Bahçe ve Mezarlıklar | Su Kenarı / Limanlar | Renatürasyon Alanları / Terk Edilmiş Arazi | Özel Konut Bahçeleri | Çocuk Bahçeleri | Yaşlı Bakım Yerleri |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Acer buergerianum* | | | | | | + | | | | | |
| *Acer campestre* | + | + | | | + | | | | | | |
| *Acer platanoides* | | | | | | | + | | | | |
| *Acer rubrum* | | | | | | | | | | | + |
| *Alnus cordata* | | + | | + | + | | | | | | + |
| *Alnus x spaethii* | | | | | | | + | + | | | |
| *Amelanchier arborea* | | + | + | + | + | + | + | | | | |
| *Betula pendula* | | | | | | | + | | | | |
| *Carpinus betulus* | | | | | | | + | | | | |
| *Catalpa speciosa* | | | | | | | | | | | + |
| *Celtis reticulata* | | | | + | + | | | | | | |
| *Colutea arborescens* | | | | | + | | | | | | |
| *Cornus mas* | | | | | | | | + | | | |
| *Corylus colurna* | | | | | | | | + | + | | + |
| *Cotoneaster intergerrimus* | | | | | | | + | | | | |
| *Cretaegus azarolus* | | | + | + | | + | | + | | | |
| *Crataegus crus-galli* | + | + | + | + | | | | + | | | |
| *Crataegus x lavallei* | | | | | | | | | | | + |
| *Crataegus monogyna* | | | | | | + | + | | | | |
| *Cupressus sempervirens* | + | | | | + | | | | | | |
| *Forsythia suspensa* | + | | | | + | | | | | | |
| *Fraxinus xanthoxyloides* | + | | | | | + | | | | | + |
| *Ginkgo biloba* | | | | | + | | | | | | + |
| *Hippophaë rhamnoides* | + | | | | | | | | | | |

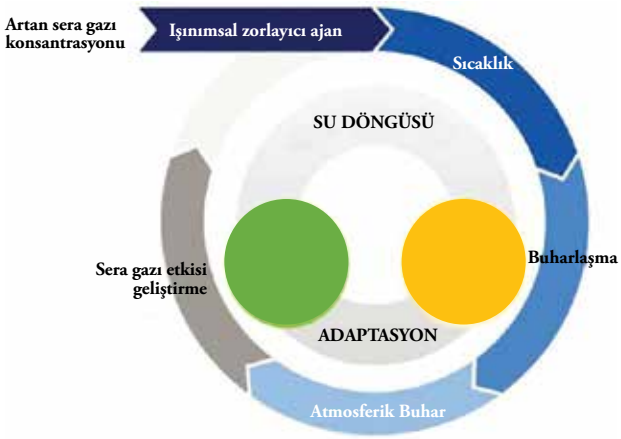
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Juniperus communis* | | + | | + | + | + | | | | | |
| *Juniperus excelsa* | + | | | | + | | | | | | |
| *Juniperus foetidissima* | + | | | | | | | | | | |
| *Juniperus oxycedrus* | + | | | | | | | | | | |
| *Juniperus rigida* | + | | | | | + | | | | | |
| *Juniperus scopulorum* | | | | | + | | | | | | |
| *Juniperus virginiana* | + | | | | + | | | | | | |
| *Lonicera tatarica* | | + | | | | + | | | | | |
| *Mahonia bealei* | | | + | | | + | | | + | | |
| *Malus trilobata* | | | + | | | | | | + | | |
| *Mespilus germanica* | | | | | | | | + | | | |
| *Nyssa sylvatica* | + | + | | + | | + | | | | | |
| *Pinus aristata* | | | | | | | | | | | + |
| *Pinus sylvestris* | | | | | | | + | | | | |
| *Pistacia chinensis* | | | | | | | | | | | + |
| *Platanus orientalis* | + | | | | + | | | | | | |
| *Populus tremula* | + | + | | | + | | | | | | + |
| *Prunus avium* | | | | | | | | | | | + |
| *Prunus cerasifera* | | | + | | | | | | + | | + |
| *Prunus x eminens* | | + | + | + | + | + | | | + | | |
| *Prunus fruticosa* | | | | | | | | | | + | |
| *Prunus mahaleb* | | | | | | | + | | | | |
| *Prunus padus* | | | | | | | | + | | | |
| *Prunus pyraster* | | | | | | | + | | | | |
| *Pyrus communis* | | | | | | | | + | + | | |
| *Pyrus salicifolia* | | | | | | | + | | | | |
| *Quercus imbricaria* | + | | | | + | | | | | | |
| *Quercus macranthera* | | | | | | | | | | | + |
| *Quercus pubescens* | | | | | | | + | | | | |
| *Quercus rubra* | | | | | | | | | | | + |
| *Rosa agrestis* | | | | | | + | | + | + | | |
| *Rosa gallica* | | | + | + | | + | + | + | + | | |
| *Rosa foetida* | + | | + | + | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Rosa rubiginosa* | | | + | | | + | | | + | | + |
| *Rosa tomentosa* | | | + | | | | | + | + | | |
| *Salix alba* | | | | | | | + | | | | |
| *Sorbus aria* | | | | | | | + | + | + | + | + |
| *Sorbus badensis* | | | | | | | | | | + | |
| *Sorbus domestica* | | | | | | | | | | + | |
| *Sorbus intermedia* | | | | | | | | + | + | + | |
| *Sorbus latifolia* | | | | | | | | | + | + | |
| *Sorbus x thuringiaca* | | | | | | | | + | + | + | |
| *Styphnolobium japonicum* | | + | | | | | | | | | + |
| *Tilia cordata* | | | | | | | | | | + | |
| *Tilia tomentosa* | | + | | | | | | | | | |
| *Ulmus x hollandica* | | + | | + | | + | + | | | + | + |
| *Viburnum lantana* | | | | | | + | | | | | |
| *Zelkova serrata* | + | + | | + | + | + | | | | | + |

## Aşırı Yağış

İklim değişikliği senaryolarında yağış modelleri, sıcaklık modellerine göre nispeten biraz daha tutarlılık göstermektedir. Modellerin çoğu (bölgesel farklılıklar dışında) yağışların kış ve ilkbahar aylarında artacağını, yaz aylarında ise mevcut seviyelere yakın olacağını göstermektedir. Kış aylarında artan yağışlar belirli bölgelerde kar ve buz yükünü arttırabilir; bu da bitkileri fiziksel hasara karşı büyük bir risk altında tutabilir (Şekil 3). İklim değişikliği senaryolarında beklenen; yaz aylarında yağışın muhtemelen mevcut seviyelerde kalması, ancak daha yüksek sıcaklıklarla daha yüksek düzeyde buharlaşma ve terleme ile sonuçlanmasıdır. Bu da toprak nem seviyelerinin muhtemelen daha düşük olacağı anlamına gelmesidir. Dolayısıyla yaz aylarında yağışların artmaması, bitkilerde nem stres seviyesinin artmasına neden olacak; kentsel ortamlardan kaynaklanan toprağın sıkışması, geçirimsiz yüzeyler, kentsel ısı adası gibi etkenler sonucunda kent bitkilerinde stres daha çok artacaktır.

İklim değişikliği senaryolarında beklenen ekstrem olayların başında aşırı yağışlar ve bundan kaynaklı sel baskınları gelmektedir. Sel, suyun normal sınırlarının dışına taşması olarak tanımlanmaktadır (IPCC, 2012). Sel baskınları, genellikle kentlerde veya üretim faaliyetinin olduğu arazilerde gerçekleştiği için bir risk kaynağıdır. Özellikle kentlerde yaşanabilecek bu baskınlar sonucunda birkaç gün boyunca su dolu toprakta kalan bitkilerin kök sistemlerinde zararların oluşması beklenmektedir. Bunun önüne geçebilmek için kök sistemlerinin aşırı suya dayanım toleransı




**Şekil 3.** Uyum önlemlerinin uygulanması ihtiyacı ile kuraklık ve taşkınların fiziksel etkenlerini birbirine bağlayan kavramsal çerçeve (Camilloni et al., 2020).

yüksek bitkilerin bu risk bölgelerinde kullanılması gereklidir. Suya dayanım toleranslı olan türler kendilerini korumak için fotosentetik aktivitelerini azaltarak kök solunumu minimuma indirir (Parolin et al., 2010). Bir bitkinin kuraklığa uyum sağlamasını sağlayan anatomik özelliklerin çoğu bitkinin sel baskınlarından kurtulmasına da yardımcı olabilmektedir. Bunun için en iyi örnekler Amazon taşkın yataklarındaki ağaç türlerinde görülmektedir. Bu bölgelerde ağaç türleri, yılın büyük bir kısmını suyun içerisinde geçirirken yılın diğer kısmında kuraklıkla mücadele etmektedirler. Genellikle taşkın stresine adapte olarak kabul edilen Amazon taşkın yatağı ağaç türlerinde karşılaşılan kök sistemlerinin, aerenchymaların, seromorfik yaprakların kurak buzul döneminden evrimleştiği düşünülmektedir (Parolin et al., 2010). Bununla birlikte kuraklık stresine karşı geliştirilen morfolojik özelliklerin sel taşkın zamanlarında da bitkileri koruyabildiği gözlemlenmiştir. Örnek vermek gerekirse kuraklığa ve sele dayanım gösteren bazı türlerde stomalar eksen dışında ve batık şekildedir. Buharlaşmayı engellemek için stomaların üstü mumsu bir yapıyla kaplanmıştır. Bu da kuraklık direncini artırır. Epikütiküler mumlar, aynı zamanda su altında kalan yaprakların çevre ile su akışını önler. Bitkinin su altında kalan yapraklarını korur (Fernandes-Corrêa & Furch, 1992). Kent bölgelerinde kullanılabilecek sel riskine dayanım gösterebilecek bazı bitkiler şu şekildedir; *Metasequoia glyptostroboides, Ulmus x hollandica, Fraxinus pennsylvanica, Salix alba, Carya cordiformis, Carpinus betulus, Betula pendula, Lonicera tatarica, Quercus palustris, Magnolia virginiana.*

## Karbondioksit

Sanayinin ve nüfusun artmasıyla atmosferdeki karbondioksit ($CO_2$) seviyesi yükselmiştir. Gelecekte bu oranın daha da çok artacağı tahmin edilmektedir. $CO_2$'in bitkiler üzerindeki etkisini inceleyen çalışmaların laboratuvar sonuçlarında, $CO_2$ artımının fotosentez oranlarını arttırdığı, bunun da bitkideki büyüme oranına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Ancak yapılan çalışmalar sonrasında, ilk yıllarda gözlemlenen olumlu etkinin zamanla azaldığı, alışma sürecinden sonra büyüme hızının eski seviyesine geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, kent bitkileri için avantaj oluşturacak gibi görünse de yapılan çalışmalarda bu büyümenin gerekli çevre koşullarının sağlanması, yeterli su ve besin maddesinin ortamda bulunması hâlinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan başka bir çalışmada, hava kirliliğine neden olan başka gazların bu büyümeyi

engellediği tespit edilmiştir (Isebrands et al., 2001). Bu da $CO_2$'ten beklenen faydanın sağlanmayabileceğini göstermektedir.

Bitkiler havadaki $CO_2$'i yapraklarındaki stomalar sayesinde alır, ancak bu alım sırasında terleme yoluyla su kaybeder. Kaybedilen su miktarı, bitkiyi önlem almaya teşvik eder. Artan $CO_2$ seviyesinde bitkiler belirli bir oranda $CO_2$ alabilmek ve daha az su kaybetmek için su kullanım verimliliğine (Water Use Efficiency, WUE) geçer. Su kullanım verimliliği (WUE), genellikle stres altındaki verimin önemli bir belirleyicisi ve hatta bitkinin kuraklığa dayanıklılığının bir bileşeni olarak kabul edilir (Blum, 2009; Valeriano et al., 2021). Teknik olarak düşündüğümüzde yaşam alanındaki $CO_2$'in artmasıyla oluşan su kullanım verimliliği, kuraklığın olduğu yerlerde bitkinin büyümesine olumlu yönde etki edecektir. Ancak uygulama ve yaşam ortamında sistemin bu şekilde işleyip işleyemeyeceğini tahmin etmek oldukça zordur. Çünkü terleme ve çevresel faktörlerin birlikteliği oldukça önemlidir.

## Termal Konfor

Kentsel ısı adası etkisi, kentsel iklimin sistematik bir özelliğidir ve kentte kullanılan malzemeler, kent morfolojisi, ısıtma sistemleri, kentsel alandaki nem eksikliği gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (Kumar, Ranjan Mishra, & Pandian Elumalai, 2024; Oke, 1982). İklim değişikliğiyle birlikte öngörülen senaryolar, kentsel ısı adasının kentlerde daha çok artacağını ve kent konforunu negatif yönde etkileyeceğini öngörmektedir (Heaviside, Vardoulakis, & Cai, 2016; McCarthy, Best, & Betts, 2010). Bu öngörüleri engellemek ve kentlerin iklim değişikliğine adaptasyon sürecini kolaylaştırmak için kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve kamusal alanların soğutulmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda kent içindeki kentsel bitki örtüsünün arttırılmasının güneş radyasyonunu engellediği ve evapotranspirasyon yoluyla çevredeki havayı soğuttuğu gözlemlenmiştir (Venter, Krog, & Barton, 2020). Kent parkları üzerine yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere özellikle ağaçların kentsel alanlarda yüzeyi soğuttuğu ve çevresine göre termal konforu iyileştirdiği tespit edilmiştir (Bowler, Buyung-Ali, Knight, & Pullin, 2010; Flowers & Huang, 2024). Bu alanda yürütülen çalışmalar; ağaçların soğutma etkisini yaprak alan indeksi, yaprak alan yoğunluğu ve ağaç yüksekliği gibi özelliklerle ilişkilendirmektedir (Moser, Rötzer, Pauleit, & Pretzsch, 2015).

## Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri

Kentlerin sürdürülebilir bitki popülasyonuna sahip olarak iklim değişikliğine uyum sağlayabilmesi için tek tür bitki kullanımından öte, tür bazında çeşitliliğe sahip olması gereklidir (Jactel, Brockerhoff, & Duelli, 2005). Geleneksel kent bitkilendirmesinde tür bakımından risk oluşturmayan, çeşitlilik olarak birkaç türü geçmeyen bitkilendirme anlayışı hâkimdir. Ancak günümüzde iklim değişikliğine adaptasyon sürecinde kent bitkilendirmesinde tür çeşitliliğine giderek hem doğal hem de egzotik türlerin bir arada kullanımı yaygınlaşmıştır. Burada dikkat

(Fotoğraf: Depo Photos)

edilmesi gereken ise türlerin kentsel koşullara uyum sağlaması, yerel koşullara adapte olabilmesidir. Doğal türlerin kent ortamına uyum sağlaması güç olabilir. Bu yüzden kent ekosisteminin egzotik türler ile çeşitlendirilmesi uygun olabilir. Kent florasının çeşitlendirilmesi ve genel koşulların iyileştirilmesi bitki popülasyonunun canlılığına destek olabilmektedir. Doğal ve egzotik türlerin bir arada kullanılmasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biri bitkilerin rekabet durumunun olmaması ve istilacı risk oluşturma potansiyelinin az olmasıdır.

Bitkiler; yaban hayatı popülasyonunu arttırarak, kent biyoçeşitliliğine katkı sağlayarak kent ekosistemine birçok hizmet sunar (Şekil 4). Bitki çeşitliliği; çiçeklenme, polen ve besin üretme, sığınak oluşturma gibi özelliklerinden dolayı kent biyoçeşitliliğinde oldukça önemlidir. Tür zenginliğinin iklim değişikliğiyle birlikte artmasıyla öngörülen hastalık ve haşerelere karşı kent bitki popülasyonunun korunacağı düşünülmektedir. Kent mekânlarında ekosistem hizmetlerine hizmet eden bitki türlerinden bazıları ve ekosistem hizmetleri Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Peyzajda değerlendirilebilecek doğal ve egzotik iklim bitkileri

| Latince Adı | Familya | Genel Açıklama Peyzaj Mimarlığında Kullanımı | Çiçeklenme veya Renklenme Mevsimi | Ekolojik Özellikler | | | Kente ve Kent İklimine Katkıları | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Işık Gereksinimi | Sıcaklığa Tolerans | Neme- Aşırı Suya Tolerans | Gaz Kirleticilerine Dayanıklılık | Parçacıklara Dayanıklılık | Biyoçeşitliliğe Desteği | Yerel iklim Düzenlemesine Katkısı | Peyzaj ve Yaşam Ortamı | İklim Adaptasyonu | Alerjik Rısk- İnsan Sağlığına Zararı | Fiziksel Kısıtlamalar |
| *Abeliaflori-bunda* | Caprifolia-ceae | Yaprakların yarı kapatıcı olması ve boyutu sayesinde sınır elemanı olarak kullanılabilinir. Pembemsi beyaz çiçekleri yaz aylarında kullanıldığı alanda hareketlilik sağlar, parlak yaprakları ışık oyununa izin verir. | Haziran | ++ | ++ | + | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 0 | 0 |
| *Abies concolor* | Pinaceae | Geniş alanlarda kullanılmaya uygundur. Yoğun, kompakt yapısı ve mavi-gri rengi sayesinde görsel değeri yüksektir. | - | + | ++ | +++ | 1 | 9 | 1 | 9 | 5 | 8 | 0 | -7 |
| *Acercampestre* | Acereceae | Rüzgâra dayanımı yüksek olduğundan dolayı rüzgâr çiti olarak kullanılabilinir. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Nisan - Mayıs | +++ | ++ | +++ | 6 | 1 | 6 | 2 | 6 | 9 | -2 | -2 |
| *Acer platano-ides* | Acereceae | Yol peyzajlarında alle olarak veya parklarda kent bitkisi olarak kullanılmaya oldukça yaktındır. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Nisan - Mayıs | ++ | + | - | 9 | 4 | 7 | 8 | 5 | 8 | -2 | -8 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Acerpseudoplatanus* | Acereceae | Kent bitkisi olarak kullanımı oldukça yoğundur. Uzun ömürlüdür. Rüzgâra dayanımı yüksektir. | Mayıs | ++ | + | + | 9 | 5 | 7 | 9 | 5 | 5 | -2 | -9 |
| *Acer rubrum fremanii* | Acereceae | Dayanıklılığı yüksektir. Sonbahar renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Mart | ++ | + | + | 3 | 7 | 2 | 5 | 6 | 5 | -2 | -5 |
| *Acersaccharum* | Acereceae | Gümüş, gri yaprak rengi ile mimariye katkı sağlar. Bazı ülkelerde yeşilin semboludür. Sonbaharda mora yakın kırmızı salkımları dekoratiftir. | Nisan - Mayıs | ++ | + | + | 8 | 2 | 2 | 4 | 7 | 4 | -4 | -7 |
| *Aesculus hypocastanum* | Sapindaceae | Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. Simgesel ve karigrafik bir ağaçtır. Rüzgâra dayanımı yüksektir. | Mayıs - Haziran | ++ | + | + | 10 | 6 | 6 | 9 | 7 | 6 | -2 | -10 |
| *Aesculus x Carnea* | Sapindaceae | Alle ağacı olarak kullanımı oldukça yaygındır. Pembe çiçekleri dekoratiftir. | Mayıs Haziran | ++ | ++ | + | 9 | 3 | 4 | 7 | 7 | 7 | -2 | -8 |
| *Alnus glutinosa* | Betulaceae | Sulak alanlarda kullanımı yaygındır. Gölge yerlerde uzun süre yeşil kalabilir. | Şubat Mart | ++ | + | - | 6 | 1 | 8 | 3 | 6 | 7 | -6 | -2 |
| *Berberis vulgaris* | Berberidaceae | Hızlı büyür, sık yapısı sayesinde sınırlandırıcı olarak kullanılabilinir. İlkbaharda sarı çiçek açar. Polen bahçelerinde kullanılmaya uygun bir türdür. | Mayıs - Haziran | +++ | + | + | 5 | 0 | 4 | 1 | 5 | 8 | 0 | -1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Betula pendula* | Betulaceae | Rüzgâra dayanımı yüksektir. Gövde rengi dikkat çekicidir. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Nisan - Mayıs | +++ | + | ++ | 6 | 1 | 5 | 1 | 6 | 9 | -10 | -4 |
| *Carpinus betulus* | Betulaceae | İklim değişikliğinde uyumda en çok kullanılan bitkiler arasındadır. Düzenli budamaya yatkınlık gösterir. İlkbaharda açık yeşil olan yaprakları, sonbaharda altın rengide döner. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Mart - Nisan - Mayıs | + | + | + | 5 | 9 | 4 | 8 | 8 | 7 | -6 | -1 |
| *Catalpa bignonioides* | Bignoniaceae | Büyüklüğü dikkat çekicidir. Yaz sonunda mor çiçekleri dekoratif özellik kazandırır. | Temmuz | + | ++ | + | 4 | 8 | 3 | 6 | 7 | 8 | 0 | -3 |
| *Cedrus atlantica* | Pinaceae | Geniş alanlarda kullanmak gereklidir. İbrelerinin rengi dikkat çekicidir. | Eylül - Ekim | +++ | + | ++ | 2 | 9 | 1 | 5 | 7 | 8 | -2 | -9 |
| *Cedrus libani* | Pinaceae | Yaşlandıkça dikkat çeken formu vardır. Geniş, ışık alan alanlarda kullanımı uygundur. | Eylül - Ekim | ++ | ++ | + | 2 | 9 | 1 | 6 | 7 | 8 | -2 | -9 |
| *Celtis australis* | Cannabaceae | Gölge kalitesi oldukça yüksektir. Köklenme için geniş alanlara ihtiyaç duyar. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar | Nisan | +++ | ++ | + | 6 | 9 | 2 | 8 | 7 | 8 | -2 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cercis siliquastrum* | Fabaceae | Kış aylarında strüktürü ve gövde rengi dikkat çekerken bahar aylarında yapraklanmadan önce çiçek açması ön planladır. | Mart - Nisan Mayıs | ++ | +++ | + | 7 | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 0 | 0 |
| *Cornus mas* | Cornaceae | Diğer bitkilerle birlikte kompozisyon oluşturma potansiyeli yüksektir. İlkbaharda yeni sürgünleri açık yeşil-sarı renktedir. Sonbaharda turuncu-kırmızı yapraklanma rengi yapar. | Şubat - Mart | +++ | ++ | ++ | 1 | 5 | 6 | 2 | 6 | 8 | 0 | 0 |
| *Cornus sanguinea* | Cornaceae | Dokusu oldukça yoğundur. Mevsimsel geçişlerde belirgin özellikler taşır. Kışın küçük siyah-kırmızı meyveleri oldukça dekoratiftir. | Mayıs - Haziran | ++ | + | + | 0 | 4 | 6 | 0 | 6 | 7 | 0 | -1 |
| *Cotoneaster salicifolius* | Rosaceae | Hacimli, yaprağını dökmeyen bir çalıdır. Örtücü özelliğiyle ön plana çıkmaktadır. Kış mevsiminde kırmızı meyveleri dikkat çeker | Haziran | ++ | ++ | +++ | 2 | 3 | 4 | 0 | 5 | 6 | 0 | -2 |
| *Crataegus laevigata* | Rosaceae | Alanı küçük mekânlarda kullanıma uygundur. Parlak pembe ve beyaz çiçekleri mekâna canlılık kazandırır. | Eylül - Ekim | + | + | + | 4 | 0 | 6 | 1 | 6 | 9 | 0 | 0 |
| *Fraxinus ornus* | Oleaceae | İlkbaharda küçük kokulu beyaz çiçekleri dikkat çeker. | Eylül - Ekim | +++ | ++ | + | 9 | 3 | 5 | 4 | 6 | 8 | -6 | -3 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ginkgo biloba* | Ginkgoaceae | Sembolik bir agaçtır. Soliter kullanılmaya da alle olarak kullanılmaya da olanak tanır. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Eylül - Ekim | ++ | ++ | ++ | 8 | 4 | 1 | 7 | 6 | 9 | 0 | -10 |
| *Gleditsia triacanthos* | Fabaceae | Toprak isteği bakımından toleransı yüksektir. Kirliliğe karşı birçok düzenlemede yol bitkisi olarak kullanılır. Sonbaharda yaprak renklenmesi açısından avantaj sağlar. | Haziran Temmuz | ++ | ++ | + | 5 | 8 | 4 | 3 | 6 | 8 | 0 | -2 |
| *Ilex aquifolium* | Aquifoliaceae | Tek başına, grup veya çit olarak kullanıma imkân tanır. Yoğun bir yapıya sahiptir. Kış mevsiminde oldukça dekoratiftir. | Mayıs Haziran | + | ++ | + | 5 | 7 | 7 | 6 | 7 | 4 | 0 | -1 |
| *Juniperus communis* | Cupressaceae | Dikenli, yoğun bir dokusu vardır. Puslu mavi meyveleri vardır. | Nisan Mayıs | +++ | + | ++ | 0 | 6 | 4 | 3 | 5 | 5 | -4 | 0 |
| *Koelreuteria paniculata* | Sapindaceae | Kentsel alanda kullanımı oldukça yaygındır. Meyvsimsel geçişlerde belirgin özellikleri vardır. Bağlantı noktalarında, yollarda, parklarda kullanımı oldukça sıktır. Yaz başında salkım çiçekleri, sonbaharda kırmızımsı kahverengi meyve kurulu dikkat çekicidir. | Haziran Temmuz | ++ | + | + | 9 | 3 | 1 | 7 | 7 | 6 | 0 | -1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Larix decidua* | Pinaceae | İlkbaharda açık yeşil olan rengi, sonbaharda değişir. Bu özelliğiyle oldukça dikkat çekicidir. | Nisan Mayıs | ++ | - | ++ | 5 | 6 | 1 | 0 | 6 | 8 | 0 | -5 |
| *Lavanda angustifolia* | Lamiaceae | Kokulu çiçekleriyle dikkat çekicidir. Tozlayıcı yapısı yüksektir. Polen bahçelerinde kullanımı oldukça yaygındır. | Haziran Temmuz | +++ | ++ | + | 3 | 4 | 4 | 1 | 8 | 7 | 0 | 0 |
| *Ligustrum vulgare* | Oleaceae | Üstte küçük parlak yeşil, altta sarımsı yaprakları vardır. Parklarda, yol kenarlarında kullanımı uygundur. Çit görevi görebilir. | Mayıs Haziran | ++ | ++ | + | 3 | 4 | 6 | 1 | 7 | 8 | -6 | -1 |
| *Liquidambar styraciflua* | Hamamelidaceae | İlkbaharda erken yapraklanır. Mevsimsel özellikleri dikkat çekicidir. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Nisan Mayıs | ++ | ++ | ++ | 8 | 2 | 2 | 6 | 6 | 4 | 0 | -4 |
| *Liriodendron tulipifera* | Magnoliaceae | Yoğun gölge sağlayabilecek geniş bir taca sahiptir. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. Pastel rengi çiçekleri oldukça gösterişlidir. | Haziran Temmuz | + | + | + | 9 | 4 | 2 | 8 | 6 | 5 | 0 | -6 |
| *Magnolia grandiflora* | Magnoliaceae | Geniş dikkat çekici yaprakları vardır. Soliter olarak kullanımı oldukça popülerdir. Kokulu, büyük beyaz çiçekleri vardır. | Haziran Temmuz | ++ | + | + | 6 | 8 | 1 | 9 | 7 | 3 | -2 | -2 |

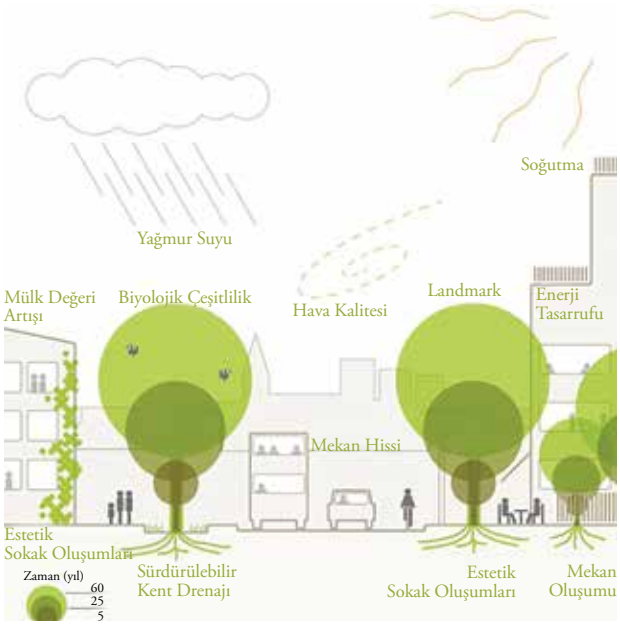
| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Paulownia tomentosa* | Paulowniaceae | Kent içinde birçok yerde kullanılabilir. Otoparklarda, yollarda, parklarda kullanıma oldukça müsaittir. Gösterişli mor çiçek kurulları vardır. | Nisan Mayıs | +++ | ++ | + | 5 | 9 | 1 | 7 | 7 | 7 | 0 | -8 |
| *Philadelphus coronarius* | Hydrangeaceae | Büyük, hoş kokulu, beyaz çiçekleri vardır. Hava kirliliğine dayanımı oldukça yüksektir. Gruplar hâlinde veya kompozisyon içinde kullanımı mümkündür. | Mayıs Haziran | + | + | + | 2 | 6 | 2 | 3 | 7 | 7 | 0 | -8 |
| *Photinia serratifolia* | Rosaceae | İlkbaharda yeni sürgünleri kırmızı renk alır. Beyaz çiçekleri vardır. Yaprak dökmeyen bir bitkidir. Budamaya yatkındır. | Mayıs Haziran | + | + | + | 8 | 3 | 2 | 7 | 5 | 4 | 0 | -1 |
| *Pinus sylvestris* | Pinaceae | Rüzgâra karşı oldukça dayanıklıdır. | Mayıs Haziran | +++ | ++ | ++ | 1 | 8 | 5 | 4 | 7 | 8 | 0 | -10 |
| *Pyrus calleryana* | Rosaceae | İlkbaharda gösterişli çiçekleri, sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Mart Nisan | ++ | + | ++ | 7 | 1 | 4 | 3 | 6 | 8 | -4 | -4 |
| *Platanus acerifolia* | Platanaceae | Uzun ömürlü ve görkemli bir ağaçtır. Parklarda tek veya alle olarak kullanımı oldukça yaygındır. | Nisan Mayıs | +++ | ++ | - | 10 | 8 | 4 | 10 | 9 | 9 | -8 | -10 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Populus alba* | Salicaceae | Siluet bakımından oldukça dikkat çekici bir bitkidir. Alt tarafı gümüş renkli tüylerle kaplı yaprakları ve beyaz renkli gövdesi vardır. Ferah mekânları, kırsal dokuyu temsil eder. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Mayıs Nisan | +++ | ++ | - | 3 | 7 | 4 | 4 | 8 | 7 | -4 | -6 |
| *Prunus avium* | Rosaceae | İlkbaharda beyaz çiçek açar. Dikkat çekici kırmızı, kahverengi gövdesi vardır. | Nisan Mayıs | ++ | + | + | 8 | 3 | 8 | 6 | 8 | 8 | 0 | -9 |
| *Quercus alba* | Fagaceae | Soliter olarak kullanımı yaygındır. Uzun ömürli bir bitkidir. | Nisan Mayıs | ++ | ++ | + | 3 | 7 | 3 | 5 | 7 | 7 | -8 | -7 |
| *Quercus frainetto* | Fagaceae | Büyük, geniş tepe tacı vardır. | Mayıs | +++ | +++ | ++ | 9 | 5 | 2 | 8 | 8 | 8 | -8 | -8 |
| *Quercus ilex* | Fagaceae | Yoğun, parlak yaprakları vardır. Budamaya yatkındır. Dekoratif bir ağaçtır. | Nisan Mayıs | ++ | ++ | ++ | 0 | 10 | 2 | 6 | 7 | 8 | -8 | -4 |
| *Quercus robur* | Fagaceae | Uzun ömürlü, heybetli bir ağaçtır. Geniş tepe tacına sahiptir. Sonbaharda yaprakları kahverengiye döner. | Nisan Mayıs | ++ | ++ | + | 9 | 4 | 9 | 8 | 9 | 9 | -8 | -8 |
| *Quercus rubra* | Fagaceae | Tepe tacı geniş bir ağaçtır. Sonbaharda yaprak renklenmesi bakımından avantaj sağlar. | Nisan Mayıs | +++ | ++ | + | 10 | 7 | 2 | 9 | 8 | 8 | -8 | -7 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Salix alba* | Salicaceae | Şiddetli rüzgâra dayanımı yüksektir. Ormanları, sulak alanları, su kenarlarını temsil eder. Dallarının sarkık olması dramatik bir etki oluşturur. | Nisan Mayıs | +++ | + | + | 8 | 2 | 9 | 5 | 9 | 6 | -4 | -9 |
| *Sophora japonica* | Fabaceae | Yaprak dokusu etkileyicidir. Uzun süre yapraklı kalır. Yaz aylarında turuncu meyveleri dekoratiftir. | Temmuz Ağustos | ++ | ++ | ++ | 7 | 10 | 2 | 9 | 7 | 9 | 0 | -10 |
| *Syringa vulgaris* | Oleaceae | Küçük yapılı bir ağaçtır. Çiçeklerinin kokusu oldukça hoştur. Küçük bahçelerde kullanımı oldukça yaygındır. | Nisan Mayıs | ++ | ++ | + | 5 | 0 | 2 | 1 | 5 | 6 | -2 | 0 |
| *Taxus baccata* | Taxaceae | Yoğun, kompakt bir bitkidir. Budamaya elverişlidir. Kırmızı ve etli meyvesi dekoratiftir ancak meyve içindeki tohumu zehirlidir. | Mart Nisan | ++ | + | - | 0 | 8 | 4 | 4 | 7 | 9 | 0 | -6 |
| *Tilia cordata* | Malvaceae | Gölge yapma potansiyeli oldukça yüksektir. Hoş kokulu, fildişi rengi çiçekleri ve açık yeşil meyveleri vardır. Parklarda, kentte, yol kenarlarında kullanıma uygundur. Hoşlanmadığı ortamlarda yapraklarını çok hızlı dökebilir. | Temmuz | ++ | + | + | 3 | 7 | 7 | 5 | 8 | 9 | -2 | -7 |
| *Viburnum lantana* | Adoxaceae | Koyu yeşil, dokulu yapraklara sahiptir. Kentin kirli havasına dayanımı yüksektir. | Nisan Mayıs | ++ | + | ++ | 1 | 5 | 4 | 2 | 8 | 8 | 0 | -1 |
| *Viburnum opulus* | Adoxaceae | Dikkat çekici, beyaz çiçekleri vardır. Kanaatkâr bir bitkidir. Tekli veya grup hâlinde kullanılmaya imkân tanır. | Mayıs Haziran | ++ | + | - | 2 | 6 | 4 | 2 | 7 | 4 | 0 | -2 |

## Peyzajda Değerlendirilebilecek Doğal ve Egzotik İklim Bitkileri

Kent içerisinde kullanılacak iklim bitkilerinin seçimi çok yönlü değerlendirmeler gerektirmektedir. Kent yeşil alanları, ormanlarla veya doğal ortamlarla karşılaştırıldığında oldukça komplikedir. Kent içerisindeki yeşil alanlar çevre koşulları bakımından oldukça kısıtlı imkânlara sahip iken çevreden kaynaklı baskıların çeşitliliği ve şiddeti bazı durumlarda öngörülememektedir. Bu da kent içinde kullanılan bitkileri doğal ortamlarında karşılaşmayacakları streslere sokmaktadır. İklim bitkilerinin kent içerisindeki kullanımının çeşitlilik göstermesi gereklidir. Bunun için doğal ve egzotik türler çeşitli kentsel habitatlar içerisinde geniş bir yelpaze oluşturmalıdır. Bu yelpaze kentsel peyzajda değerlendirilirken alan koşulları, bitki özellikleri, doğal dağılım, ekosistem hizmetleri, görsel değeri, insan sağlığına etkisi gibi klasik ve yenilikçi seçim kriterleri çok yönlü incelenmelidir. Tablo 3'te peyzajda değerlendirilebilecek doğal ve egzotik iklim bitkileri peyzaj kullanımı, görsel değeri, ekolojik özellikleri ve kente-kent iklimine katkıları (ekosistem hizmetleri) kapsamında değerlendirilmiştir. Değerlendirmede ekolojik özellikler üç dereceyle ifade edilmiştir (az:+, orta:++, çok:+++). Listede kente ve kent iklimine katkıları +10 ve -10 derece aralığında ifade edilmiştir.




**Şekil 4.** Kent ağaçlarının kent içindeki ekosistem hizmetleri (Tdag, 2021).

## Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliği günümüzün değişmez ve önlenemez gerçeğidir. Yapılan çalışmalar iklim değişikliğinin etkilerinin insan popülasyonunun yoğun olarak yaşadığı kentlerde daha çok hissedileceğini ve önlemler alınmazsa etkilerinin oldukça ciddi olacağını öngörmektedir. Kentlerin direncini arttırarak iklim değişikliğine adaptasyonunu sağlamak, kent ve kent kullanıcıları için oldukça elzem bir noktaya gelmiştir. Bunun için kentlerin kırılganlık derecelerinin ne olduğu ve iklim hangi yönde değişirse değişsin iklimin getirdiği koşullara kent nasıl daha iyi dayanım gösterebilir sorularının cevapları araştırılmaktadır. Bu dayanım için planlamalar nasıl oluşturulmalı, bütçeler nasıl ayarlanmalı, politikalar nasıl şekillendirilmeli düşünülmeli; esnek ve dayanımı yüksek kararlar verilerek somut adaptasyon adımları atılmalıdır.

Yapılan bilimsel çalışmalar ve uygulama örnekleri kentsel yeşil altyapının kentin direnç seviyesini arttıracağını ve kentte adaptasyon esnekliği kazandırabileceğini göstermektedir. Yeşil altyapı incelendiğinde kent bitkilendirmesi, özellikle kent ağaçları

yeşil altyapı için olmazsa olmaz temel birimlerdir. İklim değişikliğinin etkileri ve gelecekte oluşacak koşullar net olarak bilinmediğinden, kent bitkileri kentte sağladığı esneklik ve dayanım katkılarından dolayı adaptasyon yönetiminin sürdürülebilir en iyi savunması olarak kabul edilmektedir. Ancak bitkilerin yavaş büyüdüğü ve maksimum fayda sağlayabilmeleri için belirli bir zaman dilimini sağlıklı bir süreçle tamamlamaları gerektiği bilinmektedir. Bu da bitkilerle adaptasyon yönetim planları konusunda şimdi alınacak kararların, önümüzdeki on yıl içerisinde etkisinin oluşabileceğinin göstergesidir. Kısacası kent bitkileri; iklim ve iklim değişikliğine adaptasyon sürecine dâhil edilmesi gereken ve hata toleransı oldukça düşük olan en iyi savunmadır.

Bitkilerin kente sağladığı ekosistem hizmetleri gelecekte daha değerli olacaktır. Bunun içinde kent bitkilerinin belirli planlamalar dâhilinde seçilmesi gereklidir. İklim bitkilerinin seçilmesinde belirli parametreler kullanılması gereklidir. Bunların başında ise sıcaklık, kuraklık toleransı, soğutma etkisi ve ekosistem hizmetlerine sunduğu katkı gelmektedir. Bu parametreler dâhilinde bitkiler; kentsel peyzajlarda iklim senaryoları ve analizlerine, kentsel imar planlarına, yeşil altyapı sistemlerine, kent politikalarına entegre edilmelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma FBA-2023-10829 proje kodlu "Kentsel Yeşil Alanların Habitat Çeşitliliğinin Ekosistem Hizmetlerine Katkıları Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Kampüsü Örneği" isimli Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

# Kaynaklar

Arnfield, A. J. (2003). Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International Journal of Climatology, 23*(1), 1-26. doi: https://doi.org/10.1002/joc.859

Biagini, B., Bierbaum, R., Stults, M., Dobardzic, S., & McNeeley, S. M. (2014). A typology of adaptation actions: A global look at climate adaptation actions financed through the Global Environment Facility. *Global Environmental Change, 25*, 97-108. doi: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.01.003

Blum, A. (2009). Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research, 112*(2), 119-123. doi: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.03.009

Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning, 97*(3), 147-155. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006

Brown, R. B. (2010). *Design with Microclimate*. London: Island Press.

Camilloni, I., Barros, V., Moreiras, S., Poveda, G., & Tomasella, J. (2020). Floods and Droughts. In J. M. Moreno, C. Laguna-Defior, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo, & U. O. Spring (Eds.), *Adaptation to Climate Change Risks in Ibero-American Countries-RIOCCADAPT Report* (pp. 371-396). Madrid, Spain: McGraw Hill.

Cerema. (2021). from https://www.cerema.fr/fr/activites/environnement-risques

Chesnais, M., Green, A., Phillips, B., Aitken, P., Dyson, J., Trancoso, R., . . . Dunbar, C. (2019). Queensland State Heatwave Risk Assessment 2019. Australian: Queensland Fire and Emergency Services.

Churkina, G., Grote, R., Butler, T. M., & Lawrence, M. (2015). Natural selection? Picking the right trees for urban greening. *Environmental Science & Policy, 47*, 12-17. doi: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.014

Conway, T. M., & Vander Vecht, J. (2015). Growing a diverse urban forest: Species selection decisions by practitioners planting and supplying trees. *Landscape and Urban Planning, 138*, 1-10. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.007

Fernandes-Corrêa, A. F., & Furch, B. (1992). Investigations on the tolerance of several trees to submergence in blackwater (igapó) and whitewater (várzea) inundation forests near Manaus, Central Amazonia. *Amazoniana, 12*(1), 71-84.

Figueiredo, L., Honiden, T., & Schumann, A. (2018). Indicators for Resilient Cities. doi: doi:https://doi.org/10.1787/6f1f6065-en

Flowers, B., & Huang, K.-T. (2024). Developing a Chained Simulation Method for Quantifying Cooling Energy in Buildings Affected by the Microclimate of Avenue Trees. *Atmosphere, 15*(10). doi:10.3390/atmos15101150

Friedman, A. (2021). *Fundamentals of Sustainable Urban Design* (A. Friedman Ed.). Canada: Springer.

Gehl, J. (2010). *Cities for People*. London: Island Press.

Gillner, S., Vogt, J., & Roloff, A. (2013). Climatic response and impacts of drought on oaks at urban and forest sites. *Urban Forestry & Urban Greening, 12*(4), 597-605. doi: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2013.05.003

Heaviside, C., Vardoulakis, S., & Cai, X.-M. (2016). Attribution of mortality to the urban heat island during heatwaves in the West Midlands, UK. *Environmental Health, 15*(1), S27. doi: 10.1186/s12940-016-0100-9

IPCC. ( 2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. In C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, D. Qin, D. J. Dokken, K. L. Ebi, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, G. K. Plattner, S. K. Allen, M. Tignor, & P. M. Midgley (Eds.), *A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press.

Isebrands, J. G., McDonald, E. P., Kruger, E., Hendrey, G., Percy, K., Pregitzer, K., . . . Karnosky, D. F. (2001). Growth responses of Populus tremuloides clones to interacting elevated carbon dioxide and tropospheric ozone. *Environmental Pollution, 115*(3), 359-371. doi: https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00227-5

Jactel, H., Brockerhoff, E., & Duelli, P. (2005). A Test of the Biodiversity-Stability Theory: Meta-analysis of Tree Species Diversity Effects on Insect Pest Infestations, and Re-examination of Responsible Factors. In M. Scherer-Lorenzen, C. Körner, & E. D. Schulze (Eds.), *Forest Diversity and Function. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)* (Vol. 176). Berlin, Heidelberg: Springer.

Johnston, M. (2004). *Impacts and Adaptation for Climate Change in Urban Forests*. Paper presented at the 6th Canadian Urban Forest Conference, Kelowna.

Kumar, A., Ranjan Mishra, J., & Pandian Elumalai, S. (2024). Importance of measuring the temperature of paved surfaces to study the changes in the microclimate of an urban area. *Journal of Building Performance Simulation, 17*(1), 27-44. doi: 10.1080/19401493.2023.2232336

Lafortezza, R., Carrus, G., Sanesi, G., & Davies, C. (2009). Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress. *Urban Forestry & Urban Greening, 8*(2), 97-108. doi: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.02.003

Matsuoka, R. H., & Kaplan, R. (2008). People needs in the urban landscape: Analysis of Landscape And Urban Planning contributions. *Landscape and Urban Planning, 84*(1), 7-19. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.09.009

McCarthy, M. P., Best, M. J., & Betts, R. A. (2010). Climate change in cities due to global warming and urban effects. *Geophysical Research Letters, 37*(9). doi: https://doi.org/10.1029/2010GL042845

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning, 147*, 38-49. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Mongard, J. (2019). 2o Degrees: Design for Climate Adaptation. from https://mongard.com.au/wp-content/uploads/2019/11/2-Degrees-Design-For-Climate-Adaptation.pdf

Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., & Pretzsch, H. (2015). Structure and ecosystem services of small-leaved lime (Tilia cordata Mill.) and black locust (Robinia pseudoacacia L.) in urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening, 14*(4), 1110-1121. doi: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.10.005

Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108*(455), 1-24. doi: https://doi.org/10.1002/qj.49710845502

Parolin, P., Lucas, C., Piedade, M. T. F., & Wittmann, F. (2010). Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. *Annals of botany, 105*(1), 129-139. doi: 10.1093/aob/mcp258

Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening, 11*(4), 351-363. doi: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.06.006

Sæbø, A., Benedikz, T., & Randrup, T. B. (2003). Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry & Urban Greening, 2*(2), 101-114. doi: https://doi.org/10.1078/1618-8667-00027

Sekban, D. U. G., & Acar, C. (2024). Combining Climate Change Adaptation Strategies with Spatial Analysis and Transforming Urban Open Spaces into Landscape Design Solutions: Case of Trabzon City, Türkiye. *Journal of Urban Planning and Development, 150*(3), 05024020. doi: doi:10.1061/JUPDDM.UPENG-4809

Sjöman, H., Hirons, A. D., & Bassuk, N. L. (2018). Improving confidence in tree species selection for challenging urban sites: a role for leaf turgor loss. *Urban Ecosystems, 21*(6), 1171-1188. doi: 10.1007/s11252-018-0791-5

Stevenson, P. C., Bidartondo, M. I., Blackhall-Miles, R., Cavagnaro, T. R., Cooper, A., Geslin, B., . .. Suz, L. M. (2020). The state of the world's urban ecosystems: What can we learn from trees, fungi, and bees? *PLANTS, PEOPLE, PLANET, 2*(5), 482-498. doi: https://doi.org/10.1002/ppp3.10143

Tdag. (2021). Trees in the Townscape A Guide for Decision Makers. Retrieved 10 September 2021, 2021, from https://www.tdag.org.uk/trees-in-the-townscape.html

Valeriano, C., Gazol, A., Colangelo, M., González de Andrés, E., & Camarero, J. J. (2021). Modeling Climate Impacts on Tree Growth to Assess Tree Vulnerability to Drought During Forest Dieback. *Frontiers in Plant Science, 12*(1810). doi: 10.3389/fpls.2021.672855

Venter, Z. S., Krog, N. H., & Barton, D. N. (2020). Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment, 709*, 136193. doi: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136193

Vogt, J., Gillner, S., Hofmann, M., Tharang, A., Dettmann, S., Gerstenberg, T., . . . Roloff, A. (2017). Citree: A database supporting tree selection for urban areas in temperate climate. *Landscape and Urban Planning, 157*, 14-25. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.06.005

Volney, W. J. A., & Fleming, R. A. (2000). Climate change and impacts of boreal forest insects. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 82*(1), 283-294. doi: https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00232-2

Waldhoff, D. (2003). Leaf structure in trees of Central Amazonian floodplain forests (Brazil). *Amazoniana, 17*(3/4), 451-469.

Waldhoff, D., Junk, W. J., & Furch, B. (1998). Responses of three Central Amazonian tree species to drought and flooding under controlled conditions. *International journal of ecology and environmental sciences, 24*, 237-252.

Zhou, L., Tucker, C. J., Kaufmann, R. K., Slayback, D., Shabanov, N. V., & Myneni, R. B. (2001). Variations in northern vegetation activity inferred from satellite vegetation index data from 1981 to 1999. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 106*(D17), 20069-20083. doi: https://doi.org/10.1029/2000JD000115

(Fotoğraf: Depo Photos)

## 2. Bölüm

# İklim Değişikliğinde Kentsel Alanlar

# İstanbul'da Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişimi ve Bölgesel İklim Değişikliği

*Serhat Cengiz*[*] - *Burak Sekman*[**]

18. yüzyılda sanayileşme faaliyetlerinin hız kazanmasıyla birlikte insan faaliyetlerinin doğal çevre üzerindeki etkileri önemli ölçüde artmıştır. Bu etkiler, günümüzde küresel düzeyde ciddi sorunlara yol açmış olup bunların başında iklim değişikliği gelmektedir. İklim değişikliği; ekolojik, sosyal, ekonomik ve politik alanlarda geniş çaplı etkilere sahip olup dünya genelinde yaşamı doğrudan tehdit eden bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu küresel sorunun etkilerini azaltmak ve çözüm yolları bulmak amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde çeşitli girişimler ve çalışmalar yapılmıştır.

İklim değişikliği, pek çok doğal ve antropojenik faktörden kaynaklanmakta olup bu faktörler arasında sanayileşme sonrası sera gazı emisyonlarının artışı, fosil yakıt tüketimi, günlük hayatta kullanılan ürünler ve soğutucu gazların yayılımı, ayrıca arazi kullanımı/örtüsü değişiklikleri sayılabilir. Peyzaj deseni üzerinde meydana gelen değişiklikler iklim değişikliğini etkilerken, iklim değişikliği de peyzaj üzerinde önemli değişimlere yol açmaktadır (örneğin çölleşme, buzulların erimesi, bitki örtüsünün dönüşümü). Bu etkileşim, peyzaj ve iklim arasında âdeta bir etki-tepki mekanizması oluşturmakta ve bu

* Doç. Dr., İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

** İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

ilişkinin derinlemesine anlaşılması da iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğini artırmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük metropolü olan İstanbul'da 1984-2020 yılları arasında meydana gelen peyzaj desen değişimi ve iklim değişikliği süreçleri incelenmiştir. Peyzaj deseni ve iklim değişikliği arasındaki ilişki, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak matematiksel olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, 1984-2020 yılları arasında İstanbul'da hızla artan kentleşme neticesinde yapay yüzeylerin %300 oranında arttığı, buna karşın tarım alanlarının 303,09 km² (%19,80) ve orman alanlarının 527,45 km² (%17,5) oranında azaldığı tespit edilmiştir. Aynı dönemde, ortalama hava sıcaklıkları 1,7 °C, yüzey sıcaklıkları ise arazi kullanımı/örtüsü değişikliklerine bağlı olarak 8 °C artış göstermiştir. IPCC'nin SSPs iklim senaryoları kullanılarak yapılan projeksiyonlara göre, 2100 yılı itibarıyla İstanbul'da sıcaklıkların 3,2 °C artması ve yıllık toplam yağış miktarının metrekare başına 153,9 mm artması beklenmektedir. Araştırma, hava sıcaklıkları ve yağış rejimi ile arazi kullanımı/örtüsü arasında doğrudan bir ilişki bulunmamakla birlikte, arazi yüzey sıcaklıkları ile arazi kullanımı/örtüsü arasında güçlü ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur.

## Giriş

Son 200 yıldır, insan faaliyetlerinin dünya ekosistemleri üzerindeki baskısı giderek artmış ve yerküre insan merkezli bir ekosisteme dönüşmüştür (Alberti 2008, Cengiz 2022). Bu dönüşüm, küresel ekolojik değişikliklere yol açmış ve bu değişiklikler de göç, temiz su kaynaklarına erişim, tarımsal üretim, kentsel alanlarda sınıfsal ayrışmanın artması, altyapı ve üstyapı hizmetlerine eşitsiz erişim ve hava kalitesinin düşmesi gibi ekonomi-politik süreçler üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Dönüşüm aynı zamanda biyoçeşitlilik kaybı, enerji akışının ve biyokimyasal döngülerin bozulması gibi biyofiziksel süreçler üzerinde de olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Bu sosyo-ekolojik etkilerin önümüzdeki birkaç on yıl içinde artarak devam etmesi beklenmektedir (Bookchin 2006, Cengiz vd. 2019).

Bu ekolojik değişiklikler arasında küresel iklim değişikliği ve arazi kullanımı değişimi, gelecekteki etkilerin büyük bir bölümünü oluşturmasına rağmen (Dale 1997), bu iki süreç genellikle bağımsız olarak incelenmiştir. Ancak, güncel araştırmalar bu iki sürecin birbirini etkilediğini göstermektedir (Hussain vd., 2022). Arazi kullanımı faaliyetleri, iklim değişikliğine katkıda bulunurken arazi örtüsü modellerindeki değişiklikler, iklim değişikliğinin etkilerini ifade etmenin önemli bir yolu olarak görülmektedir. Arazi kullanımı, insanların bir alana dayattığı yönetim rejimini (örneğin, yerleşim alanları veya tarımsal peyzajlar) ifade ederken arazi örtüsü, insan faaliyetleri sonucunda doğrudan değişime uğramamış doğal peyzajın bir tanımlayıcısıdır (örneğin, orman veya bozkır).

Arazi kullanımı değişikliğinin iklim üzerindeki etkileri, hem atmosferdeki $CO_2$ akışını hem de bu akışın iklim üzerindeki sonuçlarını içerir. Ayrıca arazi yönetimi yoluyla iklim değişikliği etkilerinin nasıl değiştirilebileceği önemli bir araştırma konusu olmuştur. İklim değişikliğinin arazi kullanımı

üzerindeki etkileri ise iklim değişikliğinin arazi kullanımını nasıl değiştirdiği ve hangi arazi kullanım stratejilerinin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltabileceğini ele alır (Dale, 1997).

Günümüzde ormansızlaşma ve kentleşme, arazi kullanımı/örtüsü değişikliklerinin en yaygın biçimleridir ve son on yılda dünya genelinde 100 milyon hektardan fazla orman alanı yok olmuştur. Bu yük, küresel ölçekte önemli ekolojik değişimlere yol açmıştır (Ma vd., 2022). Benzer şekilde, içinde bulunduğumuz yüzyılda artan heyelan, sel, yağış rejimindeki düzensizlikler ve hava sıcaklıklarında öngörülemeyen anomaliler, ekosistemler üzerinde dolaylı etkiler yaratmaktadır (Ağıralan & Sadioğlu, 2021). İklim değişikliği, kendine özgü uzun vadeli özellikleriyle günümüzün en önemli küresel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir (Ravindranath & Sathaye, 2002). Ayrıca iklim değişikliği, tüm dünyada arazi kullanımı/örtüsünü en çok etkileyen faktörlerden biridir (Hussain vd., 2022).

Küresel ekolojik değişiklikler arasında en kritik olanlardan biri iklim değişikliği ve arazi örtüsü değişiklikleridir. Bu değişiklikler, özellikle insanlar başta olmak üzere tüm canlılar ve yerküreyi doğrudan tehdit etmektedir. Bu küresel sorunların etkilerini belirlemek ve çözüm yolları geliştirmek amacıyla birçok çalışma yapılmış ve sonuçlar matematiksel modellerle ortaya konulmuştur. Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük metropolü olan İstanbul'da; 1984-2020 yılları arasında arazi kullanımı, sıcaklık, yağış ve yüzey sıcaklıklarındaki değişimler incelenerek IPCC tarafından hazırlanan SSPs 585 baz senaryosu doğrultusunda 2020-2100 yılları arasındaki sıcaklık ve yağış projeksiyonları değerlendirilmiştir. Araştırmanın temel amacı, iklim değişikliğine uyumlu arazi kullanım stratejileri belirlemek ve bu stratejilerin uygulanabilirliğini ortaya koymaktır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, arazi kullanımı/örtüsü ve iklim değişikliği süreçlerinin incelenmesi amacıyla 30x30 metre çözünürlüğünde 1984, 1993, 2002, 2011 ve 2020 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri, sosyoekonomik veri setleri, İstanbul il ve ilçe sınırları ile iklim veri setleri materyal olarak kullanılmıştır. İklim veri seti olarak, 1984-2020 yılları arasındaki geçmiş iklim verileri ve IPCC tarafından geliştirilen Shared Socio-economic Pathways (SSPs) 585 senaryosu kullanılmıştır.

## Çalışma Alanı

İstanbul, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nde yer almakta olup 28°01› ve 29°55› doğu boylamları ile 41°33› ve 40°28› kuzey enlemleri arasında konumlanmıştır. Kent, İstanbul Boğazı ile Avrupa ve Asya kıtaları olmak üzere iki yakaya ayrılmakta ve Karadeniz ile Marmara Denizi'ne kıyısı bulunmaktadır. Yüzölçümü 5.460 km² olan İstanbul'un toplam 39 ilçesi bulunmaktadır ve bunların 25'i Avrupa Yakası'nda, 14'ü ise Anadolu Yakası'ndadır. İstanbul, 3 boğaz köprüsü (15 Temmuz Şehitler, Yavuz Sultan Selim ve Fatih Sultan Mehmet) ve deniz altına inşa edilen Avrasya Tüneli'yle iki kıtayı birbirine bağlamaktadır.

İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık şehri olup 2020 itibarıyla nüfusu 15 milyon 462 bin 452 kişiye ulaşmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu). 1975'ten 2020'ye kadar nüfus dört katına çıkmıştır. En kalabalık ilçe 957 bin 398 kişiden oluşan nüfusuyla Esenyurt iken en az nüfusa sahip ilçe 16 bin 33 kişi ile Adalar'dır.

## Yöntem

Bu araştırmada, İstanbul kenti için arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve iklim değişikliği arasındaki ilişkiyi modellemek ve bu ilişkileri ortaya koymak amacıyla iki aşamalı bir yöntem izlenmiştir:

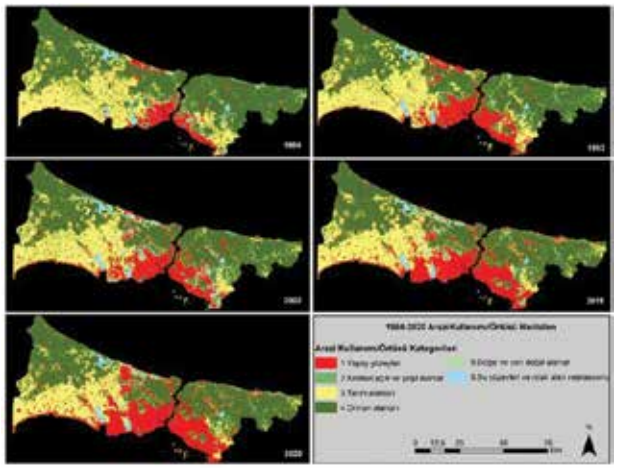
**I. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması:** Arazi kullanımındaki değişiklikleri belirlemek için Landsat 5 TM (1984, 1993, 2002, 2011 yılları) ve Landsat 8 OLI (2020 yılı) uydularına ait, bulutluluk oranı %10'dan düşük ve en az iki mevsimi kapsayan görüntüler kullanılmıştır. 1984-2020 yılları arasında 9 yıllık periyotlarla eşik tabanlı sınıflandırma yapılarak çok zamanlı arazi kullanımı/örtüsü kategorileri belirlenmiştir. Bu sınıflandırma, peyzaj deseni değişimi ve iklim değişikliği ilişkisini ortaya koymayı hedeflemektedir.

**II. İklim Veri Setlerinin Oluşturulması ve Ölçek Küçültme İşlemleri:** Bu aşama, yüzey sıcaklığı haritalarının oluşturulması, iklim verilerinin hazırlanması ve ölçek küçültme işlemlerinden oluşmaktadır. Yüzey sıcaklık haritaları, ilgili döneme ait Landsat uydu görüntülerindeki Red, NIR ve Thermal bantlar kullanılarak SEBAL algoritması ile elde edilmiştir. İklim verileri, WorldClim (worldclim.org) kaynağından 2,5 dakikalık çözünürlükte (~2500 m) temin edilmiştir. Ardından, makine öğrenimi destekli algoritmalar yardımıyla bu veriler 30 metre çözünürlüğe indirgenmiştir. Bu ölçek küçültme işlemi, çalışmanın daha yüksek mekânsal çözünürlükte yapılmasını sağlamakta ve bölgesel iklim modelleri ile arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

## Bulgular ve Tartışma

### 1984 ve 2020 Yılları Arasındaki Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi

1984 ve 2020 yılları arasındaki arazi kullanım/örtüsü verileri incelendiğinde, peyzaj genelinde orman alanlarının %55,2'den %45,32'ye, tarım alanlarının %28,1'den %22,41'e düştüğü görülmektedir. En ciddi değişim yapay yüzeyler sınıfında gerçekleşmiştir. Yapay yüzeyler yaklaşık üç kat artış göstererek %7,9'dan %23,59'a yükselmiştir (1984 yılında 431,20 km² iken 2020 yılında 1.292,54 km²'ye ulaşmıştır). Yapay yüzeylere geçişler büyük oranda tarım alanlarından gerçekleşmiştir. 1.531,08 km² tarım alanından 469,5 km²'si yapay yüzeylere dönüşmüştür. Bunu 243,3 km² orman alanı, 106 km² doğal ve yarı doğal alan, 78,2 km² kentsel açık ve yeşil alan izlemiştir. Arazi kullanımındaki/örtüsündeki değişiklikler yalnızca yapay yüzeylerle sınırlı kalmamıştır; 1984-2020 yılları arasında 229 km² orman alanı tarım alanına dönüşürken, 55,7 km² tarım alanı orman alanlarına dönüşmüştür. 1984 yılında kentsel dokunun içerisinden 10,3 km² orman alanına, 22,6 km² doğal ve yarı doğal alana geçiş



**Şekil 1.** 1984 ve 2020 yılları arasındaki arazi kullanımı örtüsü.

yaşanmıştır. Yapay yüzeylerdeki artışın en büyük nedeni hızlı nüfus artışı ve kentleşmedir. Özellikle mega projeler, orman alanlarında ve doğal alanlarda ciddi tahribata yol açmıştır (Şekil 1).

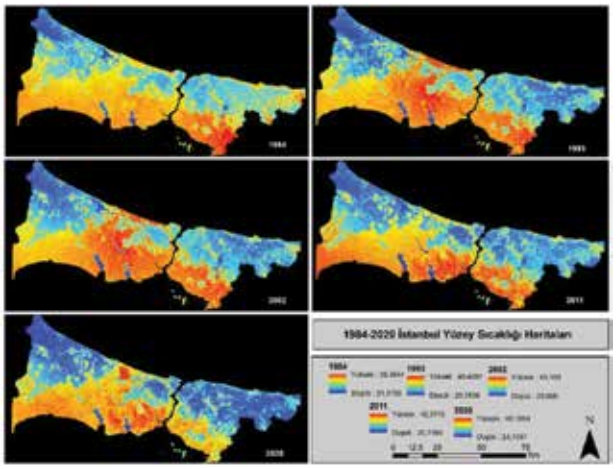
## 1984 ve 2020 Yılları Arasındaki Arazi Yüzey Sıcaklığı Değişimi

1984 ve 2020 yılları arasında yapay yüzeylerde yaklaşık 7 °C'lik bir ısınma meydana gelmiştir. İncelenen tüm zaman dilimlerinde kentsel açık ve yeşil alanlar yapay yüzeylerden 2-4 °C daha soğuk olmuştur (Tablo 1). En düşük yüzey sıcaklıkları ise orman alanlarında gözlenmiştir. Orman alanları, yapay yüzeylerden 6-10 °C daha düşük sıcaklığa sahiptir. Tarım alanları, yapay yüzeylerden sonra en sıcak kategori olup tarım alanları ile yapay yüzeyler arasındaki fark yaklaşık 2 °C'dir. Yüzey sıcaklığı haritalarında, yapay yüzeylerin artırdığı sıcaklığın kentsel yeşil alanlar ve ormanlık alanlarda düştüğü gözlemlenmiştir (Şekil 2, Tablo 1).

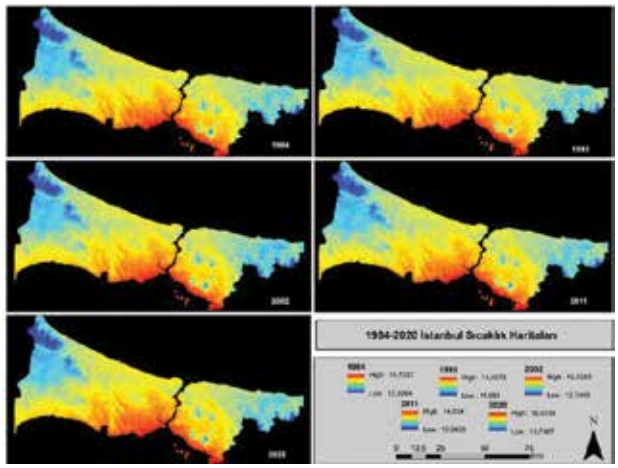
Yüzey sıcaklıklarındaki artış, hava sıcaklıklarının artışı ve yapay yüzeylerin genişlemesiyle doğrudan ilişkilidir. Özellikle mega projelerin gerçekleştirildiği alanlarda yüzey sıcaklıklarının maksimum seviyelere çıktığı belirlenmiştir. 3. Havalimanı'nın bulunduğu bölgede sıcaklık artışı dikkat çekicidir (Tablo 1, Şekil 2). Arazi kullanımı/örtüsü ve yüzey sıcaklığı haritaları arasında doğrudan bir ilişki gözlemlenmiştir.

**Tablo 1.** Arazi kullanımı/örtüsü kategorilerine göre yüzey sıcaklıkları

| AK/AÖ Kategorileri | Yüzey sıcaklığı (°C) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1984 | 1993 | 2002 | 2011 | 2020 |
| Yapay Yüzeyler | 33,86 | 36,61 | 38,4 | 40,28 | 40,72 |
| Kentsel Açık ve Yeşil Alanlar | 30,21 | 34,53 | 36,09 | 35,13 | 36,91 |
| Orman Alanları | 28,08 | 28,31 | 28,09 | 32,31 | 30,93 |
| Tarım Alanları | 31,09 | 35,69 | 37,53 | 38,17 | 39,66 |
| Su Yüzeyleri ve Sulak Alan Vejetasyonu | 24,51 | 26,37 | 26,14 | 25,42 | 27,34 |




**Şekil 2.** 1984 ve 2020 yılları arasındaki arazi yüzey sıcaklığı.




**Şekil 3.** 1984 ve 2020 yılları arasındaki sıcaklık değişimi.

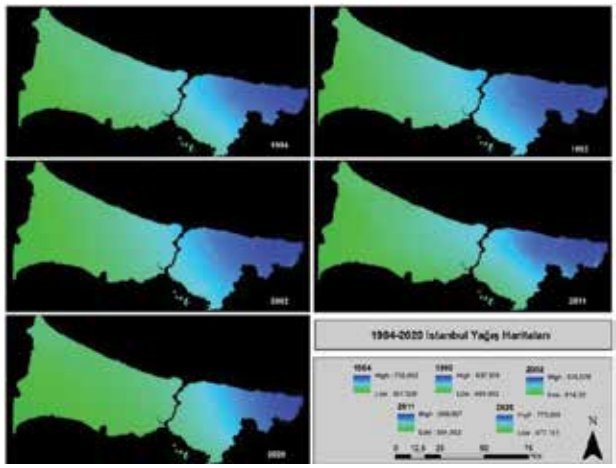
## 1984 ve 2020 Yılları Arasındaki Sıcaklık Değişimi

İstanbul'da 1984 ve 2020 yılları arasındaki ortalama hava sıcaklıkları incelendiğinde, sıcaklığın 1,7 °C arttığı görülmektedir (Tablo 2). 1984 yılında en yüksek sıcaklık 14,7287 °C iken, 2020 yılında bu değer 16,4198 °C'ye yükselmiştir. 1984-1993 döneminde sıcaklık 0,32 °C düşmüş, 1993-2002 döneminde tekrar yükselmiş ve 2002-2011 arasında 0,50 °C'lik bir düşüş yaşanmıştır. 2011-2020 arasında ise sıcaklık tekrar artış göstermiştir.

Çalışma alanının genelinde kuzey bölgelerinde (orman alanları) sıcaklıkların daha düşük, güney bölgelerinde ise (kentsel alanlar) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kentsel ve ormanlık alanlar arasındaki sıcaklık farkı yaklaşık 2,5 °C'dir (Şekil 3, Tablo 2). Arazi kullanımı ve sıcaklık deseni arasında genel bir benzerlik olsa da arazi kullanımındaki değişim ve hava sıcaklıkları arasında doğrudan bir ilişki bulunmamaktadır.

**Tablo 2.** 1984-2020 yılları arasındaki sıcaklık

| 1984-2020 Sıcaklık (°C) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1984 | 1993 | 2002 | 2011 | 2020 |
| Sıcaklık (ort. maks) | 14,7287 | 14,4073 | 15,4384 | 14,934 | 16,4198 |
| Sıcaklık (ort. min) | 12,0264 | 11,681 | 12,7448 | 12,2422 | 13,7367 |
| **1984-2020 Sıcaklık Farkı (°C)** | | | | | |
| | 1984-1993 | 1993-2002 | 2002-2011 | 2011-2020 | 1984-2020 |
| Sıcaklık Farkı (maks) | 0,3214 | 1,0311 | 0,5044 | 1,4858 | 1,6911 |
| Sıcaklık Farkı (min) | 0,3454 | 1,0638 | 0,5026 | 1,4945 | 1,7103 |




**Şekil 4.** 4. 1984 ve 2020 yılları arasındaki yağış değişimi.

## 1984 ve 2020 Yılları Arasındaki Toplam Yağış Miktarındaki Değişim

1984-2020 yılları arasında İstanbul'da yağış miktarının periyodik olarak arttığı ve azaldığı görülmektedir. 1984 yılında toplam yağış miktarı 709,692 mm iken, 2020 yılında bu değer 773,866 mm'ye çıkmıştır (Tablo 3). Yağış haritalarında genel olarak kuzeydoğu yönündeki bölgelerde (Şile ve çevresi) daha fazla yağış alındığı belirlenmiştir. En az yağış alan bölgeler ise Çatalca'nın batısı ve Silivri olmuştur (Şekil 4). Arazi kullanımı ve yağış miktarı arasında doğrudan bir ilişki bulunmamıştır.

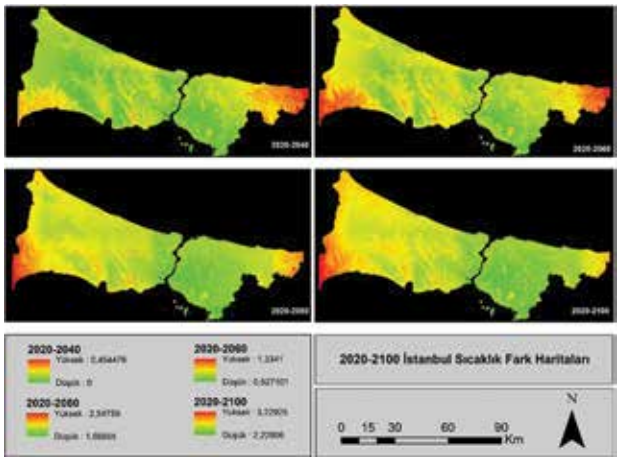
## SSPs5-2020 ve 2100 Yılları Arasındaki İklim Değişimi

Gelecek dönem iklim projeksiyonları için SSPs 5 senaryosu kullanılmıştır. Bu senaryo, 1984-2020 yılları arasındaki hızlı nüfus artışı, kentleşme ve yapay yüzeylerin artışına dayanmaktadır. Bu dönemde nüfus 2,64 kat artmış, yapay yüzeyler ise 3 kat büyümüştür. 2020-2100 yılları arasındaki sıcaklık projeksiyonlarına göre ortalama sıcaklık 3,23 °C artış gösterecektir (Şekil 5). En büyük artışlar kuzeydeki Silivri ve Şile bölgelerinde yaşanacaktır. Ayrıca, 2100 yılına gelindiğinde bazı bölgelerde sıcaklık seviyelerinin aşırı yükselmesi beklenmektedir.

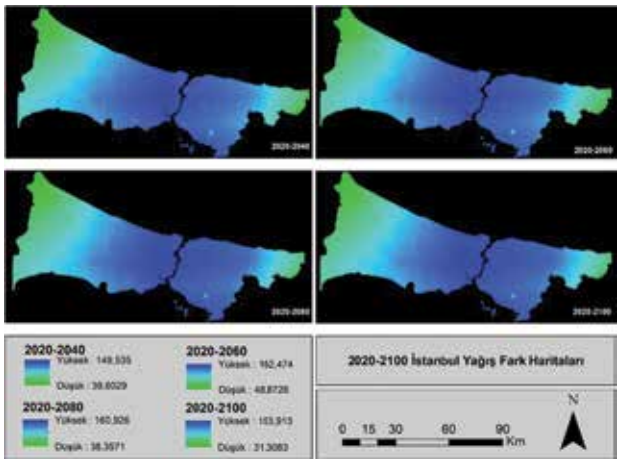
Yağış projeksiyonlarına göre 2020-2100 yılları arasında toplam yağış miktarında artış beklenmektedir. En fazla yağış artışı iç kesimlerde, en az artış ise Silivri, Çatalca ve Şile bölgelerinde gerçekleşecektir (Şekil 6).

**Tablo 3.** 1984 ve 2020 yılları arasındaki yağış verileri

| 1984-2020 Toplam Yağış (mm) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1984 | 1993 | 2002 | 2011 | 2020 |
| Yağış (top. maks) | 709,692 | 637,376 | 875,078 | 699,967 | 773,866 |
| Yağış (top. min) | 507,509 | 465,493 | 614,32 | 584,093 | 477,101 |
| **1984-2020 Yağış Farkı (mm)** | | | | | |
| | 1984-1993 | 1993-2002 | 2002-2011 | 2011-2020 | 1984-2020 |
| Yağış Farkı (maks) | 72,316 | 237,702 | 175,111 | 73,899 | 64,174 |
| Yağış Farkı (min) | 42,016 | 148,827 | 30,227 | 106,992 | 30,408 |




**Şekil 5.** SSPs 5 2020 ve 2100 yılları arasındaki sıcaklık farkı.




**Şekil 6.** SSPs 5 2020 ve 2100 yılları arasındaki yağış farkı.

## Sonuç

Günümüz dünyasında karşı karşıya kaldığımız ekolojik tehditlerin başında iklim değişikliği ve peyzaj desen değişimi gelmektedir. İklim değişikliği, yalnızca hava koşullarını değiştiren bir fenomen değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliği, ekosistem hizmetlerini, su kaynaklarını ve tarımsal üretimi tehdit eden küresel bir sorundur. Bu bağlamda peyzaj hem doğal süreçler hem de insan etkisiyle sürekli bir değişim içindedir ve bu değişim, doğrudan iklimsel ve ekolojik sistemler üzerinde etkili olmaktadır. Arazi kullanımı ve örtüsü değişimleri; kentleşme, tarım ve orman alanlarının daralması gibi süreçlerle birlikte iklim değişikliğini tetikleyen unsurlar arasında yer alırken, iklimsel değişimler de peyzaj desenini şekillendirmektedir. Dolayısıyla bu iki süreç arasında karşılıklı bir etkileşim söz konusudur ve her iki sürecin yönetimi büyük önem arz etmektedir.

İnsan, doğanın ve ekolojik sistemlerin bir parçası olarak tarih boyunca çevresiyle etkileşim içinde olmuş, doğal kaynakları kullanarak yaşamını sürdürmüş ve aynı zamanda doğayı dönüştürmüştür. Sanayi Devrimi'yle bu etkileşimler hız kazanmış ve özellikle endüstriyel faaliyetlerin artmasıyla çevresel etkiler daha da derinleşmiştir. Karbon salınımındaki artış, arazi kullanımında meydana gelen radikal değişimler ve kentleşmenin hızlanması, doğrudan iklimi etkilemiş ve iklim değişikliğini hızlandırmıştır. Bu süreç, ekosistemlerin bozulmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve ekosistem hizmetlerinin kaybına neden olmuştur.

Bu çalışma, İstanbul gibi büyük bir metropolde iklim değişikliği ile peyzaj desen değişimi arasındaki ilişkiyi inceleyerek küresel ölçekte karşılaşılan sorunların bölgesel boyutta nasıl tezahür ettiğini ortaya koymaktadır. İstanbul, tarih boyunca önemli bir yerleşim alanı olmuş ve son yıllarda hızla artan nüfusu ve kentleşme baskısı nedeniyle peyzajı büyük ölçüde değişime uğramıştır. 1980'li yıllarda başlayan hızlı sanayileşme ve kentsel büyüme süreci, orman ve tarım alanlarının daralmasına, yapay yüzeylerin genişlemesine ve bu süreçlerin iklimsel dinamikler

üzerinde olumsuz etkiler yaratmasına yol açmıştır. 1984 ve 2020 yılları arasındaki peyzaj desen değişiklikleri incelendiğinde, yapay yüzeylerin %300 oranında arttığı ve orman alanlarının %17,5 oranında azaldığı görülmektedir. Bu değişimler, yalnızca İstanbul'un peyzajını değil, aynı zamanda hava kalitesini, sıcaklık rejimlerini, biyoçeşitliliği ve su döngüsünü olumsuz etkilemiştir.

Araştırmada elde edilen veriler, İstanbul'un peyzaj desenindeki değişimlerin sıcaklık artışıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Yapay yüzeylerin artması, kentsel ısı adası etkisini kuvvetlendirmiş ve bu durum, şehirdeki ortalama yüzey sıcaklıklarının otuz altı yıllık süreçte 7 °C artmasına neden olmuştur. Bu bulgu, yapay yüzeylerin biyoklimatik konfor üzerindeki olumsuz etkilerini de gözler önüne sermektedir. Artan yüzey sıcaklıkları, kentte yaşayan insanların konforunu ve sağlığını doğrudan etkileyen önemli bir sorun hâline gelmiştir. Benzer şekilde bu süreç, sadece insan sağlığını değil kentsel ekosistemlerin işleyişini de ciddi şekilde bozmaktadır. Örneğin, orman ve tarım alanlarının azalması, kent ekosistemlerinin su döngüsü ve karbon döngüsü üzerindeki düzenleyici etkilerini zayıflatmakta, yer altı su kaynaklarının azalmasına ve ekosistem hizmetlerinin kaybına neden olmaktadır.

Çalışmada, gelecekteki iklim projeksiyonlarına göre İstanbul'un daha büyük bir risk altında olacağı görülmektedir. 2100 yılına kadar hava sıcaklıklarının 3,2 °C artacağı ve yağış rejiminde de önemli anomalilerin meydana geleceği öngörülmektedir. Bu bağlamda, orman yangını riski gibi iklim değişikliğinin tetiklediği afetler de artacak; tarım alanları ve su kaynakları üzerinde daha büyük baskılar oluşacaktır. Ayrıca, mega projeler gibi büyük ölçekli kentleşme faaliyetlerinin peyzaj ve iklim üzerindeki olumsuz etkileri de devam edecektir. İstanbul'da gerçekleştirilen büyük projeler, kentsel büyümeyi hızlandırarak doğal alanları yapay yüzeylere dönüştürmekte ve bu dönüşüm, ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Örneğin, inşa edilen otoyollar ve havaalanları gibi projeler yüzey sıcaklıklarını artırırken, habitat parçalanmalarına ve biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmuştur. Bu projelerin kent üzerindeki ekolojik ve iklimsel etkilerinin hafifletilmesi için peyzaj yönetimi ve planlaması süreçlerine daha sürdürülebilir yaklaşımlar entegre edilmelidir.

Arazi kullanımındaki değişimlerin ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için peyzajın korunması ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Orman alanları, sadece karbon tutma kapasiteleri nedeniyle değil aynı zamanda sıcaklıkları düzenleyici rolleri ve su döngüsüne katkıları açısından da büyük önem taşımaktadır. Benzer şekilde, tarım alanlarının korunması hem ekonomik hem de ekolojik açıdan kritik bir gerekliliktir. Tarımın sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi, iklim değişikliğiyle mücadelede kilit bir rol oynayacaktır. Kentlerdeki yeşil alanların arttırılması, geçirimsiz yüzeylerin azaltılması ve kentsel ekosistemlerin biyoklimatik konforu destekleyecek şekilde planlanması, iklim değişikliği ile mücadelede önemli stratejiler arasında yer almalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan yöntem ve elde edilen bulgular, peyzaj deseninin değişimini ve iklim değişikliğinin etkilerini anlamada önemli veriler sunmaktadır. Çalışmada elde edilen bulgular, iklim değişikliği ve arazi kullanımındaki değişimlerin gelecekteki etkilerini öngörme ve buna yönelik politikalar geliştirme konusunda önemli ipuçları sağlamaktadır. Bu doğrultuda, karar vericiler, planlama

süreçlerinde daha sürdürülebilir yaklaşımlar benimsemeli ve iklim değişikliği ile peyzaj desen değişimi arasındaki karşılıklı etkileşimi göz önünde bulundurarak ekosistem hizmetlerinin korunmasına ve iyileştirilmesine yönelik politikalar geliştirmelidir.

Arazi kullanımı ve iklim değişikliği süreçleri, yalnızca çevresel değil aynı zamanda sosyoekonomik bir sorundur ve bu süreçlerin yönetimi, gelecekteki ekolojik ve iklimsel sorunların önüne geçilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışma, İstanbul ölçeğinde bu iki sürecin etkileşimini ortaya koyarak sürdürülebilir şehirleşme ve iklim politikalarının geliştirilmesine yönelik önemli bir katkı sağlamaktadır.

**Bilgi notu:** Bu araştırma İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Serhat Cengiz'in danışmanlığında yürütülen ve 30.06.2022 tarihinde Burak Sekman tarafından tamamlanan "Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi ve İklim Değişikliği Arasındaki İlişkinin İstanbul Örneğinde Çözümlenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden derlenmiştir.

## Kaynaklar

Ağıralan, E., & Sadioğlu, U. (2021). İklim Değişikliği Farkındalığı ve Toplum Bilinci: İstanbul Örneği. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21(2), 627-654. https://doi.org/10.18037/ausbd.959287

Alberti, M. (2008). Advances In Urban Ecology: integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems. 2008 Springer Science+Business Media, ISBN-13: 978-0-387-75509-0., LLC.

Bookchin, M. (2006). Özgürlüğün Ekolojisi, Hiyerarşinin Ortaya Çıkışı ve Çözülüşü. Ayrıntı Yayınları, İstanbul.

Cengiz, S. (2022). Kentsel Ekolojik Koridor Modeli: Malatya Örneği Artium , 10 (2) , 101-111 . DOI: 10.51664/artium.1147872

Cengiz, S., Atmis, E., Gormus, S. (2019). The impact of economic growth-oriented development policies on landscape changes in Istanbul Province in Turkey Land Use Policy, vol.87 (2019), Article 104086, https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104086.

Dale, V. H. (1997). The Relationship Between Land-Use Change and Climate Change. Ecological Applications, 7(3), 753-769. https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[0753:TRBLUC]2.0.CO;2

Hussain, S., Lu, L., Mubeen, M., Nasim, W., Karuppannan, S., Fahad, S., Tariq, A., Mousa, B. G., Mumtaz, F., & Aslam, M. (2022). Spatiotemporal Variation in Land Use Land Cover in the Response to Local Climate Change Using Multispectral Remote Sensing Data. Land, 11(5), 595. https://doi.org/10.3390/land11050595

Ma, S., Li, Y., Zhang, Y., Wang, L.-J., Jiang, J., & Zhang, J. (2022). Distinguishing the relative contributions of climate and land use/cover changes to ecosystem services from a geospatial perspective. Ecological Indicators, 136, 108645. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108645

Ravindranath, N. H., & Sathaye, J. A. (2002). Climate Change and Developing Countries. M. Beniston, Climate Change and Developing Countries (C. 11, ss. 247-265). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/0-306-47980-X_9

# Kent Ormanlarının İklim Değişikliğine Adaptasyonu ve Planlanması

*Uzay Karahalil**
*Lionel Constantin Fosso***

İklim değişikliğinin etkileri son yıllarda ülkemizde daha çok hissedilmektedir. Orman yangınlarının sayı ve şiddetinde yaşanan artış, düzensiz ve yoğun yağışın yarattığı sel ve taşkınlar ülke gündemini belirlemektedir. Önceden daha ziyade kırsal alanı etkileyen afetler, şehirlerde de görülmektedir.

İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında ormanların önemli bir mekanizma olduğu herkesçe kabul edilmektedir. Doğal ormanların yanında, kent ormanlarının da iklim değişikliğine karşı dirençli olarak kurulması, adaptasyonlarının arttırılarak planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir. Çünkü kent ormanları, iklimin düzenlenmesi yanında farklı ekosistem hizmetlerini yerine getirmektedir.

Hazırlanan bu makalede, kent ormanlarının tanımı, Türkiye'deki durumu, iklim değişikliğinin azaltılmasındaki rolü, kent ormanlarında adapte ağaç türü seçiminde kullanılabilecek metodoloji, bu kapsamda kullanılabilecek yazılımların tanıtımı ve iklim değişikliğine yönelik olarak kent ormanlarının planlanması konularına yer verilmiştir. Ayrıca, İstanbul'da araştırma alanı olarak seçilen Atatürk Kent Ormanı'nda (Hacıosman Korusu), farklı doğal türlerin seçimine ilişkin örnek bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

## Giriş

Küresel iklim değişikliği, dünyanın en yaygın sorunlarından biri olarak görülmektedir. İklim parametrelerinin yıllar geçtikçe ekstrem değerler göstermesi, insanların yaşadığı doğal çevreyi etkilemesiyle sonuçlanmaktadır. Bu nedenle, atmosferdeki $CO_2$ emisyonlarının kontrol edilmesi küresel zorunluluk hâline gelmiş ve dünyanın dört bir yanındaki ülkeler iklim sorunlarını ele almak için bir dizi kılavuz ve hedefler geliştirmişlerdir. Atmosferik karbondaki artışa karşı önlemler alınmakta ve 2050 yılına kadar küresel sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmayı hedefleyen "Paris İklim Değişikliği Anlaşması" gibi bir dizi mekanizma uygulamaya konmaya çalışılmaktadır (UNCC, 2015). Bu hedefe; yeşil alanların miktarının çoğaltılması, iklim değişikliğine karşı uyumluluklarının arttırılması, bu alanlarda sürdürülebilir yönetiminin uygulamaya geçirilmesi ve tahribatın azaltması gibi önlemler alınarak ulaşılabileceği öngörülmektedir (UNFCCC, 2018). İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında ormanların çok önemli bir mekanizma olması, herkesin üzerinde fikir birliğine vardığı bir olgu olarak kabul edilmektedir.

Ormanlar; bitki örtüsü ve toprakta büyük miktarlarda karbon (C) depolayarak, fotosentez ve solunum yoluyla atmosferle büyük miktarlarda C alışverişi yaparak, bölgesel ve küresel C döngülerinde kritik rol oynar. Yeşil bitkiler ve toprak, karasal ekosistemlerde karbondioksit ($CO_2$) depolamak için kullanılabilir ve böylece atmosferdeki $CO_2$ etkili bir şekilde azaltılabilir (Dorendorf vd., 2015; Tang vd., 2022). Ormanların, karasal brüt organik madde üretiminin %75'inden sorumlu olduğu ifade edilmektedir. Köhl vd. (2015), ormanların toprak üstü ve toprak altı canlı biyokütlelerinde 300 Pg C depoladıklarını bildirmiştir. Küresel ölçekte orman karbon stokunun toprak organik maddesinde 73.8 ton/ha (%45), canlı biyokütlede 72.6 ton/ha (44%), ölü odun ve ölü örtüde (%10) 16.8 ton/ha olmak üzere 163.1 ton/ha olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2020). Dolayısıyla ormanlar karasal ekosistemler içerisinde karbonu en fazla depolayan ekosistemlerdir (Özkan vd., 2021). Tolunay (2011), Türkiye ormanlarındaki tüm C havuzlarındaki (toprak üstü, toprak altı, ölü odun, ölü örtü ve toprak) toplam miktarın 2004 yılında 2.251,26 Tg C olduğunu ortaya koymuştur (Karahalil vd., 2018).

Coğrafya ve değişen iklim kültürel, sosyal, ekonomik ve hatta siyasi yapıyı değiştirebilmektedir (Demirel, 2022). Tarih boyunca dünyanın birçok bölgesinde görülen kuraklık ve don hadiseleri, devlet ve toplumların hayat tarzlarını etkilemiştir. Bu durum toplumlar arasında çeşitli çatışmalara sebep olmuştur (Yalçınkaya, 2022). Hızlı kentleşme ve sanayileşmenin yaşandığı günümüzde, arazi kullanımı da bundan etkilenmekte ve çarpıcı değişikliklere neden olmaktadır (Privitera vd., 2018). Kent ölçeğinde meydana gelen sıcaklık artışları, mevsimsel döngünün düzensizliği ve kentsel ısı adaları, kent ekosistemini ve kentliyi olumsuz olarak etkilemektedir (Düzgüneş, 2022). Kentsel genişleme, C depolama sağlayan ekolojik alanlarda olumsuz daralmalara yol açmaktadır. Kentsel alanlardaki artış, yüksek C depolama yoğunluğuna sahip olan ekolojik araziyi ele geçirmekte ve böylece C depolama miktarının

azalmasına neden olmaktadır (Sallustio vd., 2015). Böylece karasal ekosistemlerdeki C depolama miktarı, C döngüsünün sağlığını ve kentsel sürdürülebilirliği etkileyen hızlı kentsel yayılım nedeniyle önemli ölçüde azalmaktadır. Kentsel alanlardaki yeşil örtü ve C depolama arasındaki karşılıklı ilişki, yalnızca ekosistemlerdeki C depolama miktarı ile değil, aynı zamanda ekosistemin korunması, çevresel sürdürülebilirlik ve küresel sera etkisi gibi bir dizi önemli olguyu etkilemektedir. Örneğin ekosistem hizmetleri, ekolojik çevrenin, ekonominin ve toplumun istikrarı ve sağlıklı gelişimi için önemlidir (Tscharntke vd., 2005, Costanza vd., 2014). Dolayısıyla son yıllarda, kentsel ekosistemin sürdürülebilir geliştirilmesi, kentsel ekolojik güvenliğin sağlanması (Eigenbrod vd., 2011) ve ekosistemlerin verimliliğini ve sağlığını iyileştirmek (Seppelt vd., 2011, Zhang vd., 2021) için bir zorunluluk hâline gelmektedir (Chen ve Ma, 2022). Bu noktada "kent ormanları", iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasında çok önemli bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır.

## Kent Ormanları

Antik Mısır'da binlerce kilometre uzaklıktan ağaçların taşınarak kentlere getirilmesi, botanik bahçesi (1759'da Londra (Royal), 1670'te Edinburgh, 1965'te Paris), hayvanat bahçesi (1821'de Dublin, 1826'da Londra), mezarlık ile kentsel yeşil alanların kurulması (1600 yılında Kopenhag'da halka açık park) ve böylece insanlığın faydasına sunulmaları düşünüldüğünde; kent ormancılığı uygulamalarının uzun yıllara dayanan geçmişi olduğu ileri sürülebilir (Köse, 2021). Bununla birlikte kent ormancılığı kavramının, kent içi ve çevresindeki ormanların ve açık yeşil alanların planlanması ve yönetimi için yeni bir yaklaşım olarak 1960'lı yıllarda Kuzey Amerika'da ortaya çıktığı görülmektedir (Serin ve Gül, 2006; Köse, 2020). Bu yaklaşıma başlangıçta hem ormancılar hem de açık-yeşil alan uzmanları karşı çıkmıştır. Fakat daha sonra söz konusu anlayış, Kuzey Amerika'da kabul görmüş ve 1970'te ormancılık örgütü tarafından "Çevresel Ormancılık Çalışmaları" adıyla bir enstitü kurulmasıyla sonuçlanmıştır (Konijnendick vd., 2003; Miller, 1996).

Kent ormancılığı kavramı ilk olarak Kanada'da Jorgenson tarafından 1965 yılında ifade edilmiş ve kent alanlarındaki ağaçların yönetimi olarak tanımlanmıştır. Kuzey Amerika'da 1800'lü yıllardan beri planlanan kent ağaçları ve ormanları, 1970'lerde ormancılıkta ayrı bir disiplin hâline gelmiştir. Kent ormanı kavramının Avrupa'daki başlangıcı ise 1980'li yıllarda, İngiltere ve Hollanda'daki çalışmalar ile olmuştur (Sağlam ve Elvan, 2017).

Kent ormanı ve kent ormancılığı kavramlarının dünya literatürüne 1960'lardan sonra girmesine rağmen, ülkemizde ancak 1980'lerden sonra kullanılmaya başlandığı anlaşılmaktadır (Köse, 2020). Bununla birlikte, ülkemizdeki kent ormancılığı çalışmalarının Osmanlı Dönemi'nde başladığı görülmektedir. İstanbul'da kurulan korular, Fatih Sultan Mehmet zamanında 1458'de Beykoz'da tesis edilmiş olan Tokad Bahçesi, Evliya Çelebi'nin *Seyahatname*'sinde bahsettiği ve Fatih Sultan Mehmet'in 1458-1467 yılları arasında yeni kurduğu saray bahçelerine dikilerek oluşturulan alanlar, Lale Devri'nde

(Fotoğraf: Depo Photos)

farklı mekânlarda estetik ve rekreasyonel amaçlarla oluşturulan alanlar ile köşk, saray ve kasırların bahçelerinde yapılan plantasyonlar, kent ormancılığı konusunda önemli örneklerdir (URL-1, 2024; Köse, 2021). Benzer çalışmaların diğer büyük Anadolu kentlerinde de kısmen uygulandığı anlaşılmaktadır (Uzun vd., 2007). Ayrıca, Cumhuriyet'in ilanından sonra Ankara'da kurulan "Atatürk Orman Çiftliği" başta olmak üzere, Ahır Dağı (Kahramanmaraş), Kocakır (Eskişehir), Meram (Konya) ve Florya'da (İstanbul) gerçekleştirilen çalışmalar kent ormancılığı kapsamında değerlendirilebilecek diğer örneklerdir (Dirik ve Ata, 2005). Kent halkının ormanlardan beklentileri önceleri belediyelerin yönetiminde olan park, bahçe vb. kent içi yeşil alanlardan karşılanırken OGM son yıllarda kent halkının rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ormanlık alanlarda kent ormanları tesis etmeye başlamıştır (Köse, 2021). Bununla birlikte, bazı sorunlar ya da statü değişiklikleri nedeniyle bazılarının zaman içinde kapatıldığı anlaşılmaktadır. Yürürlükteki 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 25. maddesine istinaden 2006 yılında çıkarılan Mesire Yerleri Yönetmeliği'nin 4/f maddesine göre; orman içi mesire yerleri (A, B, C tipi orman içi mesire yerleri) ve kent ormanı (D tipi) kavramları tanımlanmıştır. Dolayısıyla, kent ormanlarının adı geçen mevzuata göre orman içi mesire yerleri kapsamında ele alındığı görülmektedir. Bu kapsamda OGM sorumluluğunda ülkemizde toplam 137 adet ve İstanbul'da 11 adet kent ormanı bulunmaktadır (Tablo 1).

Kent ormanı kavramı için farklı tanımlamalar yapılmakla birlikte; "*şehirlerdeki bütün park, bahçeler, yol (*alle) ağaçları, kamu binaları çevresindeki ağaçlar, özel ve devlete ait mülklerdeki ağaç veya ağaç toplulukları, doğal ormanlardan kalan korular ve yapay olarak kurulan park, bahçe ve ormanlar", "kent ormanı" ve "kent ağacı" kavramı içinde yer almaktadır (Atay, 1990; Bozkuş, 1994; Turna, 2017). Daha basit bir tanımlamayla, şehir içi ve çevresindeki bütün otsu ve odunsu bitkiler ile bunların bulunduğu yerler kent ormanı kavramı içerisindedir. Park ve bahçeler, tabii ve suni ormanlar, korular, mezarlıklar, sokak, cadde ve yol ağaçlandırmaları, özel ve tüzel kişilere ait her türlü yeşil alanlar bu tanımın içinde kabul edilmektedir (Turna, 2012). Kent ormanı

**Tablo 1.** Türkiye ve İstanbul'daki Kent Ormanlarının Zamansal Değişimi

| Türkiye | | | İstanbul | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Yıl | Adet | Alan (ha) | Yıl | Adet | Alan (ha) |
| 2000 | 0 | 0 | 2000 | 0 | 0 |
| 2005 | 33 | 4.840 | 2005 | 0 | 0 |
| 2010 | 85 | 9.962 | 2010 | 3 | 144 |
| 2015 | 133 | 10.315 | 2015 | 10 | 1.751 |
| 2020 | 134 | 10.089 | 2020 | 11 | 1.778 |
| 2024 | 137 | 10.266 | - | - | - |

kavramının aynı zamanda ülkelere göre farklı anlayış ve fonksiyonlara göre tanımlandığı görülmektedir. Örneğin Finlandiya'da "kent ormanı"; kent içinde veya çevresinde yer alan, ana amacı ve görevi rekreasyon olan orman alanlarıdır. Litvanya'da ise; şehirlerdeki cadde ve yol ağaçlandırmaları ile bütün diğer yeşil alanları içine alır. İtalya'da sadece "kent yeşilliği" kavramıyla, Hollanda'da ise "kentsel yeşil alanlar" ifadeleriyle açıklanmaktadır (Konijnendijk, 2003; Turna, 2017).

Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle kentsel nüfus ve kırsal alanlardan kente göç artmakta ve böylece kentleşme düzeyi ve ilişkili zorluklar kent merkezlerini şekillendirmektedir. (Fuwape ve Onyekwelu 2011; Agbelade vd., 2022). Kent ormanlarında meydana gelen değişim, bölgedeki iklim koşullarını etkilemekte, iklim koşullarındaki değişiklik de türlerin doğal yaşam alanı koşullarındaki değişiklikleri etkilemekte; bu karşılıklı etkileşimin ekosistemlerin yapısını ve bileşimini etkileyeceği varsayılmaktadır (Allen vd., 2010). Diğer yandan, ekosistem hizmetlerinin artan nüfusa sunulabilmesi için işlevsel kent ekosistemleri yaratmak gerekmektedir. Çünkü kentsel yeşil ortamlar, daha iyi ekosistem hizmetleri sağlamakta ve böylece hem yerli hem de egzotik türler toplumun talep ettiği hizmetleri korumakta ve sürdürebilmektedir. Kent ormanları, karbon depolama yoluyla iklim değişikliğinin hafifletilmesinde, kentsel ortamlardaki yeşil altyapının oluşturulmasında, ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında, hayvanlara (omurgalı ve omurgasızlar) yaşam alanlarının sağlanmasında, biyoçeşitliliğin korunmasında ve atmosferik sıcaklığın düzenlenmesinde bir dizi hayati rol oynamaktadır (Costanza vd., 1997; Nowak vd. 2001; Agbelade vd., 2017). Dolayısıyla günümüzde çağdaş kent ormancılığı; kent içindeki ve çevresindeki ağaçları ve orman kaynaklarını, topluma fizyolojik, sosyolojik, ekonomik ve estetik faydalar sağlamak üzere yönetme sanatı, bilimi ve teknolojisi olarak görülmelidir (Konijnendijk vd., 2006; Agbelade ve Onyekwelu, 2020). Bununla birlikte, ülkemizdeki şehirlerde kentsel karbon depolama miktarının mevcut durumu, iklime dirençli kent ormanlarının kurulmasına yönelik farkındalık ve çabalar, adaptif potansiyel ağaç türlerinin seçimi konularındaki temel veriler ve ekolojik bilgiler yeterli düzeyde değildir. Bu noktada, kent ormanlarının iklim değişikliğine dirençli olarak kurulması ya da dönüştürülmeleri önem arz etmektedir.

## Kent Ormanlarında Adaptasyon ve Habitat Uygunluk Analizleri

Ülkemiz, iklim değişikliğinin etkilerine karşı en savunmasız ülkelerden biridir. Türkiye'de iklim değişikliğinin orman üzerindeki etkileri; orman yangınlarında artış, hastalıklar, fırtınalar, kuraklığa bağlı ölümler veya orman yapı veya kuruluşundaki değişikliklerle kendini göstermektedir. Türkiye'de ormanların kırılganlığı ve uyum kapasitesi, ülkenin coğrafi iklim çeşitliliği nedeniyle bölgesel bir sorundur. Akdeniz, Ege, Marmara, Karadeniz bölgeleri ve İç Anadolu ormanları, kısa mesafelerdeki önemli topografik ve ekolojik değişikliklerle farklı özelliklere sahiptir (ADAMFOR, 2020). Öyle görünmektedir ki, iklim değişikliği kent ormanlarının

dağılım, sağlık, yapı ve bütünlüğünü farklı derecelerde etkileyecektir. Bu nedenle, kent yöneticilerinin kullanabileceği bölgesel ya da yöresel adaptasyon potansiyeli/stratejileri hakkında özel araştırma ve çalışmalar yapılması, yol haritalarının belirlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla kent yöneticilerinin, iklim değişikliğiyle mücadelede sorumluluk alanlarındaki ormanları iklim değişikliğini dikkate alacak şekilde planlamaları kaçınılmaz hâle gelmiştir. Kent ormanlarının iklim değişikliğine uyum sağlaması ve tahmin edilen etkiyi azaltmak için, yeni strateji ve teknikler geliştirmelidir. Ancak konuyla ilgili paydaşlar, ekstrem iklim olayları karşısında hareket edecekleri adaptasyon stratejileri konusunda bir fikir birliğine varmış değildir. Doğal değişkenliğin ve insan faaliyetlerinin kent ekosistemlerini savunmasız hâle getirmesi, adaptasyon mekanizması ile elde edilebilecekler ve iklim değişikliği risklerinin doğasını anlama, hâlen tartışma konusudur (Blennow vd., 2012). Bahsedilen sorunların üstesinden gelebilmek için standart bir yöntem ve uygulama mevcut değildir, çözümün hayata geçirilmesi yeni bilimsel yöntemlerin sürece dâhil edilmesini gerektirmektedir. Ancak, kentlerin iklim değişikliğine uyumlu hâle getirilmesi; bu konunun kararlara ve planlara dâhil edilmesi zorlu bir süreci ve disiplinler arası çalışmayı gerektirmektedir.

İklim değişikliği, kent ormanlarını ve yapısını farklı şekilde etkileyecektir. Kent ormanlarında, geri dönüşü olmayan doğal ortam koşullarının değişmesi sonucunda, alan bakımından bazı ağaç türlerinin azalması gibi olumsuz etkilerin olması muhtemeldir (Lindsey vd., 2012). Bazı türlerin neslinin tükenmesi, bazı habitatların kalitesinin düşmesi veya bazı meşcerelerin tür yapısında meydana gelen değişiklikler, iklim değişikliğini gösteren endişe verici sinyallerdir (Tüfekçioğlu vd., 2005). Ekstrem olaylar nedeniyle meydana gelen büyük ölümler veya etkiler, ekosistem hizmetlerinde de kesintiye ya da kayıplara neden olmaktadır. Ülkemizde orman alanları son yıllarda artmasına rağmen, yapı ve kuruluşları iklim değişikliğinin etkilerine karşı hassastır. Bu nedenle kent yöneticileri, iklim değişikliğini uyarlamak ve azaltmak, strateji ve teknikleri geliştirmek için gelecekteki potansiyel ağaç türü değişikliklerini dikkate almalıdır. Gelecekteki kent orman alanlarında hangi iklim koşullarının ortaya çıkacağını ve gelecek nesillere ormanlardan sağlanan ekolojik hizmetlerin sürdürülebilir şekilde sağlanması için hangi ağaç türlerinin hayatta kalacağını bulmak ve potansiyel uygun türlerinin araştırılması çok önemlidir. Bu noktadan hareketle; mevcut ağaç türleri dikkate alınarak gelecekteki potansiyel ağaç türü yayılış haritasının belirlenmesi önem kazanmaktadır.

Araştırmacılar, uzun yıllar boyunca genelleştirilmiş doğrusal modeller, sınıflandırma ağacı analizi, yapay sinir ağları, genetik algoritma ve maksimum entropi (MaxEnt) gibi farklı modelleri habitat uygunluğunun belirlenmesinde kullanmışlardır (Elith vd., 2006). Bahsedilen bu modeller yaygın olarak farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Geçmiş ağaç türü yayılışlarını yeniden ortaya çıkarmayı amaçlayan palaeo dağılım çalışmaları, biyolojik çeşitliliği şekillendiren etkenlerin belirlenmesi, yayılım alanlarını sınırlandıran faktörlerin ortaya konması, biyom, ekorejyon gibi farklı ölçekteki sınıflandırma

ve haritalamaların gerçekleştirilmesi, türlerin korunması ve bu çalışmanın konusunu oluşturan iklim değişikliği senaryolarına göre türlerin yayılışlarının tahmin edilmesi, bunlardan bazılarıdır (Franklin, 2023).

Habitat uygunluk modelleri; temel hipotezlerine ve türlerin çok boyutlu çevresel nişi nasıl inşa ettikleri konularına göre farklılık göstermektedir. Bazı modeller, ürettikleri hataların doğrusal ilişkilerini ve/veya parametrik stokastik dağılımları varsayarken diğerleri daha karmaşık ve parametrik olmayan ilişkilere dayanabilmektedir. Günümüzde kullanılan modeller, tür-çevre ilişkilerini ampirik olarak ifade etmek ve konumsal olarak haritalamak için, istatistiksel ve makine öğrenme modellerini kullanarak türlerin yayılış verileri veya biyolojik çeşitliliğe ilişkin diğer özelliklerini, çevresel verilerle birleştirmektedir (Franklin, 2010). Evrensel olarak en iyi model yoktur ve modellerin çoğu avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

Habitat uygunluk modelleri, seçilen herhangi bir tür için dağılımını sınırlayan çevresel değişkenleri tanımlayarak konumsal aralık sınırlarını en iyi ortaya koyan çözümü bulmayı amaçlamaktadır. Mevcut türlerin dağılımları, mevcut ortamlarla ilişkilendirerek inşa edilmektedir. Gelecekteki türlerin biyocoğrafik aralıkları, seçilen çevresel değişim senaryolarına yansıtmak suretiyle modellenmektedir. Çevresel değişkenler, türler üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler gösterebilir ve türler üzerindeki üç ana etki türünü yansıtacak şekilde seçilebilir. Bunlar; türlerin eko-fizyolojisi (örneğin minimum kış sıcaklığı) veya görünüşü kontrol eden faktörler (örneğin rekabet ve kolaylaştırma), çevre sistemlerini etkileyen her türlü olumsuz koşul (örneğin yangın sıklığı) ve organizmalar tarafından özümlenebilecek tüm materyallerdir (örneğin tohumların veya böceklerin mevcudiyeti). ArcGIS ve R platformunu birleştiren MaxEnt (Maximum Entropy) yazılımı, habitat uygunluk analizinde en çok kullanılan programların başında gelmektedir. Bunun yanında Biomod gibi farklı yazılımlar da mevcuttur (Karahalil ve Özdemir, 2023). Ek olarak, "habitat uygunluğu" ifadesi daha ziyade hareketli canlılar için kullanılırken "potansiyel dağılım", genellikle bitkiler gibi hareketsiz organizmalar için kullanılmaktadır.

Ülkemizde son dönemde bazı araştırmalarda geleceğe yönelik ağaç türü dağılımlarının ortaya konmaya çalışıldığı görülmektedir. Bu kapsamda;

Özkan ve Mert (2010) Yukarıgökdere Kasnak Meşesi (Quercus *vulcanica*) ormanlarında, SRES-IPCC'nin 2050 ve 2080 yılları için öngördüğü iklim senaryolarından iyimser senaryolara göre türün gelecekteki potansiyel dağılım alanlarının yörede giderek azaldığını, kötümser senaryolarda ise yok olmakla yüz yüze olduğunu tespit etmiştir.

Şentürk vd. (2010), Isparta'nın Sütçüler ilçesine bağlı Sipahiler-Hacılar mevkiindeki karaçam ve kızılçam türlerinin potansiyel yayılış alanlarını modellemişlerdir. Bu çalışma kapsamında, türlerin potansiyel dağılım alanlarının belirlenmesinde Desktop Garp yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda üretilen haritalar ile gerçek veriler karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarına göre, kızılçam için %91 ve karaçam için %86 doğruluk yüzdeleri bulunmuştur.

Beton (2011), iki Anadolu (*Crocus ancyrensis* ve *Crataegus tanacetifolia*) ve iki Ankara (*Salvia aytachii* ve *Centaurea tchihatcheffii*) endemiğini dikkate alan, Yukarı Sakarya Havzası dolaylarında 2008-2009 yılları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile her tür için bağımsız var (19-68 nokta) ve yok (38-61 nokta) verilerine dayanan, düşük korelasyon gösteren sekiz adet çevresel değişken ve MaxEnt programı kullanılarak çalışma gerçekleştirmiştir. CCCMA, CGCM2 ve HADCM3 iklim modelleriyle öngörülen iklim değişikliğinin ilgilenilen türler üzerindeki potansiyel etkilerinin tahmin edilmesiyle nesli tükenme, özellikle habitatları özelleşmiş türler için yaşam alanı genişlemesi ve özellikle generalist türler için yaşam alanı daralması olmak üzere üç potansiyel etki ortaya konmuştur.

Özkan ve Şentürk (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Isparta Yukarıgökdere yöresinde bulunan terebentin ağacının (*Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina*) potansiyel dağılım modellemesi yapılmıştır. Modelleme sürecinde, tür dağılım modellerinden Ayrım Analizi (DA), Lojistik Regresyon Analizi (LR), Genelleştirilmiş Eklemeli Model (GAM) ve Sınıflandırma Ağacı Tekniği (SAT) kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, 119 örnek alandan türe ait var-yok verisi toplanmış ve 19 alanda hedef tür tespit edilmiştir. Modelleme sürecinde çevresel değişkenler olarak yükselti, anakaya, eğim, radyasyon indeksi ve topografik pozisyon indeksi kullanılmıştır. Tüm model sonuçlarına göre, türün dağılımını etkileyen en önemli çevresel değişkenin yükselti olduğu gözlenmiştir. GAM modeli için yükselti ve eğim, CT modeli için ise yükselti, anakaya ve radyasyon indeksi türün dağılımını etkileyen değişkenler olarak belirlenmiştir.

Özkan (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tür dağılım modellerinden biri olan Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (SRAT) kullanılarak Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) ve tür çeşitliliği örneği üzerinden açıklanmıştır.

Mert vd. (2016) tarafından yürütülen çalışmada, Isparta-Sütçüler yöresinde saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) türünün günümüzdeki ve gelecekteki potansiyel dağılım alanları belirlenmiştir. Çalışmada, tür dağılım modellerinden Sınıflandırma ve Regresyon Ağacı Tekniği (CART) kullanılmıştır. Hedef türün dağılımını etkileyebilecek iklimsel ve topografik değişkenlere (yükselti, eğim, topografik pozisyon indeksi, anakaya ve yeryüzü tipleri haritaları) ait altlık haritalar hazırlanarak modellenmiştir. Modelleme sonuçlarına göre, hedef türün dağılımını etkileyen temel değişkenler bio6, bio12, eğim, kireçtaşı, topografik pozisyon indeksi ve kumtaşı olarak belirlenmiştir.

Karakaya (2016), hazırladığı doktora tezinde, Gaziantep yöresi Nur Dağı'nda doğal yayılış gösteren kuşburnu (*Rosa canina* L.) türünün potansiyel dağılım modellemesini gerçekleştirilmiştir. Modelleme sürecinde iklim, topografik ve anakaya değişkenleri açıklayıcı değişkenler olarak kullanılmıştır. STRAT (Sınıflandırma Ağacı Tekniği) SRAT ve MaxEnt olmak üzere iki farklı algoritma kullanılmıştır. Elde edilen model tabanlı haritalar, kuşburnu türünün yetişme ortamı olarak en uygun olduğu yerlerin, Nur dağının yüksek kesimlerinde bulunan vadilerin orta ve alt kesimleri olduğunu göstermiştir.

Gülsoy vd. (2017) tarafından yürütülen çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi'nde bulunan karaçamın (*Pinus nigra* Arnold) potansiyel coğrafi dağılımı ve çevresel faktörler arasındaki ilişkisini, Genelleştirilmiş Eklemeli Model (GAM) ile analiz etmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre 453 örnek alanın 111'inde karaçam tespit edilmiş, modelin ROC değeri 0,809 olarak elde edilmiş, bu da modelin iyi bir performansa sahip olduğunu göstermiştir. Çevresel değişkenler arasında yükselti ve anakayanın türün potansiyel dağılımında önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir.

Dağtekin (2018), doğu kayını için Biomod2 R paketine gömülmüş beş farklı algoritma (BIOCLIM, General Additive Model (GAM), General Linearized Model (GLM), Random Forest, MaxEnt) ile alansal tür dağılım modeli simülasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu simülasyonlar için gerekli olan çevresel etmenler iklim ve yükselti olarak kararlaştırılmış, modelin gerektirdiği bir diğer veri olan dağılım verileri, Orman Genel Müdürlüğü ve EUFORGEN projesinden elde edilen verilerin birleşimi ile elde edilmiştir. Buna göre, doğu kayınının gelecekte (2041-2080) daha soğuk ve kuru iklimde ve daha yüksek rakımlarda bulunacağını göstermiştir.

Örücü (2019), ülkemizde ve Girit Adası'nda doğal yayılış gösteren *Phoenix theophrasti* Gr. hurma türünün iklim değişiminden nasıl etkileneceğini belirlemek için, 5. IPCC raporu temel alınarak oluşturulmuş olan CCSM versiyon 4 (The Community Climate System Model) iklim değişimi senaryosuna göre türün RCP 4.5 ve RCP 8.5'e göre 2050 ve 2070 yıllarındaki potansiyel yayılış alanı modellenmiştir. Çalışma sonucunda *Phoenix theophrasti* Gr.'nin günümüz yayılış alanı olarak uygun alanlar 8.248 km² çok uygun alanlar ise 23.330 km², toplamda ise 31.578 km² olarak hesaplanmıştır. Ayrıca CCSM4 iklim değişikliği senaryosuna göre gelecekte türün potansiyel yayılış alanlarında kayıplar yaşandığı tespit edilmiştir.

Usta Baykal (2019), gerçekleştirdiği çalışmada MaxEnt algoritması aracılığıyla Kazdağı göknarı ve karaçamın 2050 yılındaki iklim değişikliğine bağlı potansiyel yayılışlarını tespit etmiş, sonuçta hem günümüzde hem de 2050 yılı iklim senaryolarına göre bu iki tür için yüksek dağılım olasılığına sahip alanlar belirlemiştir.

Sarıkaya ve Örücü (2019) Anadolu kestanesinin (*Castanea sativa*) potansiyel yayılış alanını ve iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğini 5. IPCC raporu temel alınarak oluşturulan CCSM versiyon 4 (Community Climate System Model) iklim değişikliği senaryosu ve RCP 4.5 ve RCP 8.5'e göre 2050 ve 2070 yıllarındaki potansiyel yayılış alanı modellemişlerdir. Çalışma sonucunda *Castanea sativa*'nın mevcut yayılış alanı uygun alanlar 31114,8 km², en uygun alanlar ise 17605,1 km² olarak hesaplanmıştır. Ayrıca CCSM4 iklim değişikliği senaryosuna göre türün gelecekteki potansiyel yayılış alanlarında önemli kayıplar gözlenmiştir.

Arslan (2019) yaptığı çalışmada, kentsel yol ağaçlandırmaları çalışmalarında yaygın olarak kullanılan *Robinia pseudoacacia* L.'nin iklim değişimi sonucunda yayılış alanlarındaki değişimin tür dağılım modeli ile tespit etmiş ve ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirmiştir. Tür dağılım modelini temel alan

MaxEnt yazılımı kullanılarak türe ait ülkemizdeki mevcut yayılış alanları ve iklim değişimine bağlı olarak geliştirilen senaryolara göre gelecek projeksiyonu kentler ve coğrafi bölgeler bazında tespit edilmiştir. *Robinia pseudoacacia* L.'nin RCP 4.5 ve RCP 8.5'a göre 2050 ve 2070 projeksiyonlarında yayılış alanları modeli incelendiğinde, istilacı bir tür olmasına karşın yayılış alanlarında ciddi azalma tespit edilmiştir. Türün Ege Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi'nden büyük oranda çekildiği, hatta RCP 8.5 2070 projeksiyonunda Isparta Konya ve Eskişehir ve Yozgat kentlerinden neredeyse tamamen kaybolduğu görülmüştür. Buna göre önümüzdeki 50 yıl içerisinde kentsel doğal ekosistemlerin hayati bileşenlerinden ağaçların sağladığı ekosistem hizmetlerinin giderek azaldığı hatta bazı kentlerde bu çalışmada örneklenen tek bir tür bağlamında dahi tamamen yok olduğu tespit edilmiştir.

Orman Genel Müdürlüğü tarafından uygulanmakta olan ADAMFOR projesinde, ilk defa yerel iklim değişkenleri yardımıyla gelecekteki ağaç türü yayılışları ortaya konmuş, Marmara Bölgesinde yayılış gösteren toplam 11 farklı ağaç türünün RCP 8.5 senaryosuna göre gelecekteki yayılışları tahmin edilmiştir (ADAMFOR, 2020).

Uzun (2020), Fabaceae (Baklagiller) familyası'ndan peyzaj tasarımı çalışmalarında en yaygın kullanılan 7 türü seçmiş ve bu türlere ait var verileri (presence data) ve Worldclim 2.1 versiyonu 2.5 dakika (yaklaşık 16 km²) konumsal çözünürlükteki 19 adet biyoiklimsel değişken kullanılarak türün günümüz koşullarındaki potansiyel yayılış alanı tahmin edilmiştir. Daha sonra, türlerin yayılış alanlarının iklim değişiminden nasıl etkileneceğini belirlemek için ise 6. IPCC raporu temel alınarak oluşturulmuş ve Eşleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP6) modellerinden olan IPSL-CM6A-LR iklim değişim modeli kullanılmıştır. Böylece türlerin SSP2 4.5 ve SSP5 8.5'e senaryolarına göre 2041-2060 ve 2081-2100 periyodlarına ait potansiyel yayılış alanı modellenmiş, ayrıca türlere ait üretilen günümüz ve gelecekteki yayılış alanları arasındaki alansal ve konumsal farklar değişim analizi ile ortaya konmuştur. Sonuçta irdelenen bütün türlerin yayılış alanlarında azalma olacağı, *Adenocarpus complicatus* (L.) GAY ve *Ceratonia siliqua* L. türlerinin ise SSP5 8.5 2090 yılı senaryosunda Türkiye koşullarında artık doğal olarak yetişemeyeceği tespit edilmiştir.

Çoban vd. (2020), *Quercus libani* Olivier (Lübnan Meşesi) için gerçekleştirdikleri çalışmada; beşinci Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporuna dayanan bir iklim değişikliği modeli olan Topluluk İklim Sistemi Modelini (CCSM, sürüm 4) kullanarak türün 2050 ve 2070 yıllarındaki potansiyel coğrafi dağılımı RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarını dikkate alarak modellenmişlerdir. Çalışma sonuçları, CCSM4 iklim modeline bağlı olarak, RCP 4.5 senaryosuna göre uygun alan 2070 yılına kadar 67.580 km²'ye ve RCP 8.5 senaryosunda 63.390 km² 'ye düşeceğini öngörmüştür.

Fosso (2021) ülkemizdeki nemli Karadeniz (Trabzon) ve kuru Akdeniz (Antalya) bölge ormanlarında iki farklı iklimsel coğrafi bölgede, 12 ağaç türünün mevcut ve gelecekteki dağılımını MaxEnt ile analiz etmiştir. Trabzon'da; ladin, kayın, meşe, kızılağaç, sarıçam, gürgen ve göknar ile Antalya'da; kızılçam,

karaçam, meşe, sedir ve göknar ağaç türlerini farklı iklim değişikliği senaryolarına göre (RCP 4.5 ve RCP 8.5'e) tahmin edilmiş ve sonuçta Trabzon'da seçilen yedi türden beşinin (ladin, meşe, kızılağaç, sarıçam ve gürgen) ve Antalya'da seçilen beş türden dördünün (karaçam, meşe, sedir ve göknar) gelecekteki iklime adapte olabileceği ortaya konmuştur.

Sarıkaya ve Görücü (2021) yaptıkları çalışmada, odunu dekoratif amaçlarla, ambalajlamada ve mobilya yapımında kullanılan ve meyveleri yenilebilir ve birçok hastalığın tedavisinde kullanılan *Arbutus andrachne* L., (çilek ağacı)nın, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarına göre 2050 ve 2070 yılları için iklim değişikliği senaryoları tahmin etmişlerdir. Sonuçta *Arbutus andrachne*'nin dağılımının Türkiye'nin güney bölgelerinde azalacağını buna karşın batı ve kuzey bölgelerde genişleyeceğini ve dağılımını etkileyecek potansiyel habitat kayıpları olacağını belirlemişlerdir.

Cantürk ve Kulaç (2021), seçtikleri 3 Ihlamur türünün (*Tilia tomentosa, Tilia cordata* ve *Tilia platyphyllos*), 19 biyoklimatik değişkenler, Emberger iklim sınıflandırması, bakı ve topografik yükseklik değişkenleri yardımıyla SSP 245 ve SSP 585 senaryolarını dikkate alarak, 2040, 2060, 2080 ve 2100 yıllarına ilişkin projeksiyon yapmışlardır. Sonuçta, her üç *Tilia* türü yayılış alanlarının iklim nedeniyle değişeceğini, *T. tomentosa* için 43.5 km² (4%), *T. platyphyllos* için 9953.6 km² (%15) ve *T. cordata* için 448.0 km² (%19) alansal kayıp yaşanacağını tespit etmişlerdir.

Çardak (2022), ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren *Juniperus excelsa* M. Bieb. türüne ait var verileri ve Worldclim 2.1 versiyonu 2.5 dakika (yaklaşık 16 km²) konumsal çözünürlükteki biyoiklimsel değişkenleri kullanarak türün coğrafi yayılış alanının iklim değişiminden nasıl etkileneceğini belirlemek için 6. IPCC raporu temel alınarak oluşturulmuş ve Eşleştirilmiş Model Karşılaştırma Projesi (CMIP6) modellerinden olan MIROC6 (Model for Interdisciplinary Research on Climate) modeli kullanılarak SSP1 2.6, SSP2 4.5, SSP3 7.0 ve SSP5 8.5 senaryolarına göre 2041-2060 ve 2081-2100 yıllarındaki potansiyel yayılış alanları modellenmiştir. Modelde MaxEnt 3.4.1 ve kural seti üretimi için genetik algoritmayı temel alan GARP 1.1.6 yazılımlarını kullanmış ve sonuçta bu iki programın model sonuçları karşılaştırılmıştır. Ayrıca türün yayılışının alansal ve konumsal olarak nasıl değişeceğini belirlemek amaçlanmıştır. Elde edilen bulgulara, göre MaxEnt programının GARP programına göre türün mevcut yayılış alanına göre daha doğru sonuçlar verdiğini gözlemlenmiştir. Sonuçta, *Juniperus excelsa* için MaxEnt programında günümüze göre SSP1 2.6 senaryosu ve SSP2 4.5 senaryosu 2041-2060 yıllarına göre çok uygun alanlarda artacağı, fakat SSP2 4.5 senaryosu 2081-2100 yılı, SSP3 7.0 ve SSP5 8.5 senaryolarına göre ise çok uygun alanların azalma yaşanacağı görülmüştür. Yine MaxEnt programında günümüze göre tüm senaryo ve yıllarda uygun olmayan alanların artacağı SSP5 8.5 senaryosunda türün büyük bir oranda azalacağı tespit edilmiştir.

Üyük, (2022) gerçekleştirdiği çalışmada öncelikle *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı) türüne ait var verileri ve biyoiklimsel değişkenlerden aldığı veriler

yardımıyla Worldclim 2.1 sürümü 2,5 dakikalık (yaklaşık 20 km²) konumsal çözünürlüğe sahip 19 biyoiklimsel değişkenin Pearson Korelasyon analizi ile 9 değişkene düşürmüştür. Sonrasında ise, CMIP6 modellerinden olan CanESM5, MIROC6 ve IPSL-CM6A-LR iklim değişim modelleri kullanılarak türün SSP1 2.6, SSP2 4.5, SSP3 7.0 ve SSP5 8.5'e senaryolarına göre 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 ve 2081-2100 yıllarına göre potansiyel yayılış alanlarını MaxEnt 3.4.1 programı ile tahmin edilmiştir. *Platanus orientalis* L. türünün CanESM5 ve IPSL-CM6A- LR modeline göre SSP3 7.0 ve SSP5 8.5 senaryolarında Ege Bölgesi'nden uzaklaşacağı, MIROC6 modelinde ise SSP5 8.5 senaryosu dikkate alındığında diğer modellere karşı bitki türüne rastlanacağı tespitinde bulunulmuştur.

Özdemir (2022) gerçekleştirdiği çalışmada, Batı Akdeniz Havzasının batısında yer alan Köyceğiz-Dalaman ve Eşen Çayı alt havzalarında yayılış gösteren karaçam, kızılçam ve Toros sediri türlerinin dağılımlarında gelecekte meydana gelebilecek muhtemel değişiklikleri tahmin etmiştir. MaxEnt yönteminin kullanıldığı çalışmada, iklim verileri CHELSA veri tabanından temin edilmiştir. Gelecek iklim koşullarına ait veriler iki farklı projeksiyonuna ait olarak SSP1 2.6, SSP3 7.0 ve SSP5 8.5 senaryoları itibarıyla 2100 yılı için indirilmiştir. Gerçekleştirilen dağılım modellemeleri neticesinde karaçam ve Toros sediri türlerinin dağılımlarında büyük oranda azalmaların olacağı görülmüştür. Kızılçamın dağılımının ise SSP1 2.6 ve SSP3 7.0 senaryolarına göre artacağı, SSP5 8.5 için ise kısmen azalacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Uzun vd. (2022) MaxEnt modelini kullanarak özellikle mobilya sektörü ile ağaçlandırma ve bitkisel peyzaj tasarımlarında kullanılan *Acer campestre L. subsp. campestre* (Ova akçaağacı) türünün CCSM4 iklim modeli RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları 2041-2060 ve 2061-2080 yıl periyotlarındaki yayılış alanları tahmin etmişlerdir. Türkiye'de esas yayılışını Kuzey Anadolu'da yapan bu türün iklim değişikliği model ve senaryolarına göre; uygun ve çok uygun alanlarının RCP 4.5 2041-2060 periyodunda %57, RCP 4.5 2061- 2080 periyodunda %60, RCP 8.5 2041-2060 periyodunda %35 ve RCP 8.5 2061-2080 periyodunda %32 oranında azalacağını ve türün yayılışı için elverişli alanların Kuzeydoğu'ya kayacağını tahmin etmişlerdir.

Aksoy (2022), gerçekleştirdiği çalışmada, Türkiye'de doğal yayılışa sahip olan *Platanus orientalis* L.'in günümüzde ve gelecekteki potansiyel coğrafi dağılımını modellemiştir. Çalışmada türe ait var verileri, biyo-iklimsel değişkenler ve rakım kullanılarak tahmin modelleri üretilmiş ve iki ayrı küresel iklim değişikliği senaryosuna göre türün dağılımları belirlenmiştir. *Platanus orientalis* L.'nin SSP5 4.5 ve SSP5 8.5 senaryoları altında 2041-2060 ve 2081-2100 dönemleri için potansiyel dağılım alanları MaxEnt 3.4.1 kullanılarak modellenmiştir. Türün Türkiye'deki yayılış alanının, sıcaklıktaki nispeten orta ve yüksek artışlar nedeniyle iklim değişikliklerinden olumsuz etkileneceği ortaya konmuştur. İklim değişikliklerinin en yoğun yaşandığı bölge olan Akdeniz havzasında da bulunan *Platanus orientalis* L. bu değişikliklere uyum sağlayamazsa yok olma riskiyle karşı karşıya kalacağı öngörüsünde bulunulmuştur.

Suiçmez (2023), Akdeniz ekosisteminin anahtar türlerinden biri olan *Quercus ilex* L. (pırnal meşesi), Güneybatı Avrasya'da dağılım gösteren relikt tür *Pterocarya fraxinifolia* (Poir.) *Spach* (Dişbudak yapraklı kanatlı ceviz) ve ülkemizde Karadeniz boyunca yaygın relikt bir çalı türü olan *Rhododendron ponticum* subsp. ponticum (Mor çiçekli ormangülü) türlerinin potansiyel coğrafi dağılış alanları araştırılmıştır. Türlerin potansiyel dağılımları, sırasıyla CCSM4 ve MIROC-ESM küresel iklim senaryolarından elde edilen Son Buzul Arası dönem (130.000-116.000 yıl önce), Son Buzul Maksimumu (22.000 yıl önce), orta Holosen (6.000 yıl önce) dönemlerindeki ve gelecek iklim senaryoları (Temsili Konsantrasyon Yolu (RCP) 4.5 ve 8.5 senaryoları) kullanılarak ekolojik niş modeli yaklaşımıyla öngörülmüştür. Seçilen türlerin gelecek iklim değişikliğinde dağılım alanlarında gözlemlenmesi olası daralmaları öngörüp koruma planlarına yol göstermiştir.

Molla (2024) MaxEnt modelini kullanarak Kastamonu'da yayılış gösteren önemli ağaç türlerinin dağılımına ilişkin mevcut tahminlerin ve gelecekteki projeksiyonların kapsamlı bir analizini gerçekleştirmiştir. Özellikle *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Fagus orientalis* ve *Abies nordmanniana* subsp. *Equi-trojani*'nin zorluklarla karşılaşacağı tahmin edilirken *Pinus brutia*'nın uygunluğunda kısa vadeli bir düşüş, ancak uzun vadede artış öngörülmüştür.

Ekberzade (2024), 25 odunsu tür için küresel dinamik vejetasyon modeli LPJ-GUESS v. 4.1 kullanılarak türlerin dağılımı Türkiye'nin doğu, güney ve kuzey yönlerini de içine alan bir çalışma alanında modellenmiştir. Sonuçta, çoklu simülasyonların sonuçları yüzyıl sonunda ve insan etkisinin olmadığı bir senaryo altında çalışma bölgesi için odunsu türlerin biyokütlelerinde genel bir artış öngörürken, vejetasyon kompozisyonlarında da ciddi değişikliklere (örneğin, bozkır ekosistemlerinin ormanlaşması gibi) işaret etmektedir.

Karayol (2024), fıstık çamının günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt yaklaşımı ile tespit edilmesi ve bu yayılış alanların karşılaştırılarak gelecekteki dağılımına bağlı olarak ortaya çıkabilecek ekolojik ve sosyoekonomik sorunların belirlenmesi; günümüz ve gelecek yayılış alanlarının tahmini için CNRM ESM2-1 iklim modeli ve WorldClim (sürüm 2.1) veri tabanından elde edilen biyoiklimsel değişkenler kullanılmıştır. Yüksek korelasyonu ve çoklu doğrusallığı önlemek için, 19 biyoiklimsel değişkene Pearson Korelasyon analizi yapılarak dokuz değişkene indirgenmiştir. Modelleme için, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin "Altıncı Değerlendirme Raporu"nda paylaşılan SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 ve SSP5-8.5 iklim değişikliği senaryoları ile 2041-2060 ve 2081-2100 periyotları kullanılmıştır. Tahmin modeli, fıstık çamının coğrafi dağılım alanlarının azalacağı, kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru değişeceği öngörüsünde bulunmuştur.

Dolayısıyla kent ormanlarında yayılış gösteren mevcut türlerin yanında, gelecekte iklim değişikliğine karşı adaptasyon sağlayabilecek farklı türlerin şimdiden araştırılması gerekmektedir. Ne yazık ki türlerin adaptasyon potansiyellerinin ortaya konmasına yönelik, kent ormanlarına ilişkin çalışmalar ülkemizde oldukça sınırlıdır.

## Çalışmanın Amacı

Gelecekte kent ormanlarında hangi iklim koşullarının oluşacağı ve hangi ağaç türlerinin varlığını sürdüreceği; gelecek nesiller için kent ormanlarının hangi ekolojik hizmetleri üretmeye devam etmeye daha uygun olacağının ortaya çıkarılması büyük önem taşımaktadır. Mevcut ve adaptasyon kapasitesi yüksek ağaç türleri test edilmeli ve seçilen ağaç türleri için uygunluğun nerelerde artacağını, azalacağını veya durağan kalacağını gösteren uygunluk haritaları üretilmelidir (Fosso ve Karahalil, 2020; Fosso ve Karahalil, 2021; Fosso, 2021). Bu bağlamda gerçekleştirilecek araştırmalar, adaptasyon stratejileri geliştirmek için uygun ağaç türlerinin bulunmasında avantajlar sağlayacaktır. Böylece, sağlıklı bölgesel kalkınma için şehirleşme gelişme hızı ile $CO_2$ emisyonlarının dengelenmesi bir ölçüde sağlanabilecektir (Piao vd., 2022). Ilıman bir iklim kuşağında yer alan İstanbul'da, yaz sıcaklıklarının yüksek olduğu şiddetli sera iklimi hüküm sürmektedir. Gözlemsel veri çalışmaları; atmosferde daha yüksek nem seviyelerine ve genel olarak daha yüksek sıcaklıklara neden olan antropojenik kuvvetlere atfedilen aşırı şiddetli yağış olaylarında genel bir artış olduğunu göstermektedir (Bindoff vd., 2013). Toplam 5.461 km² olan İstanbul, nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu, Türkiye'nin en sanayileşmiş bölgesinde yer almaktadır. Hızlı kentsel genişleme nedeniyle İstanbul'daki arazi kullanımı hızlı değişiklikler göstermektedir. Yerleşim baskısı altındaki su havzaları ve iklim değişikliği kaynaklı etkenlere karşı kent, daha kırılgan hâle gelmiştir. İklim projeksiyonlarına bakıldığında yıllık ortalama sıcaklıkların artacağı, sıcak hava dalgalarının frekanslarının artacağı, yağışların düzensizleşeceği ve azalacağı İstanbul için öngörülmektedir (Serengil vd., 2021). Bu durum, çok hızlı şehirleşme sürecinden geçen kenti, kent ormanlarının yukarıda verilen konulardaki analizleri noktasında Türkiye'nin en tipik merak edilen şehirlerinden biri yapmaktadır. Ağır sanayileşme ve yoğun nüfus düşünüldüğünde, iklim değişikliğinden en çok etkilenecek kentlerin başında İstanbul'un gelmesi nedeniyle bu çalışma düşünülmüştür.

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında, mevcut ve toleranslı potansiyel ağaç türlerinin test edilmesi ve seçilen ağaç türleri için uygunluğun nerede artacağını, azalacağını veya durabileceğini gösteren uygunluk haritalarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Buna göre *Pinus pinaster* (sahil çamı), *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus nigra* (karaçam) veya *Pinus sylvestris* (sarıçam) gibi ağaç türleri için, MaxEnt yazılımı kullanılarak İstanbul'da seçilen "Atatürk Kent Ormanı"nda gelecek seksen yıldaki yaşam alanı uygunluğu modellenmiştir. Elde edilen çıktı haritaları, gelecekteki karışım seçeneklerini görmek için üst üste bindirilmiştir. Yaşam alanı uygunluk haritasının sonuçlarının, kent ormanlarının planlanması yoluyla uyum stratejileri için iyi bir referans olması ve böylece Atatürk Kent Ormanı'nda önümüzdeki seksen yıl boyunca iklim değişikliğinin azaltılmasında, uygun ağaç türlerinin bulunması hedeflenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada:

- İstanbul içinde seçilen Atatürk Kent Ormanı'nda, RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarının dikkate alınarak gelecek seksen yıl boyunca hem mevcut temel ağaç türleri hem de uygun

ağaç türleri için habitat uygunluğunun analiz edilmesi,

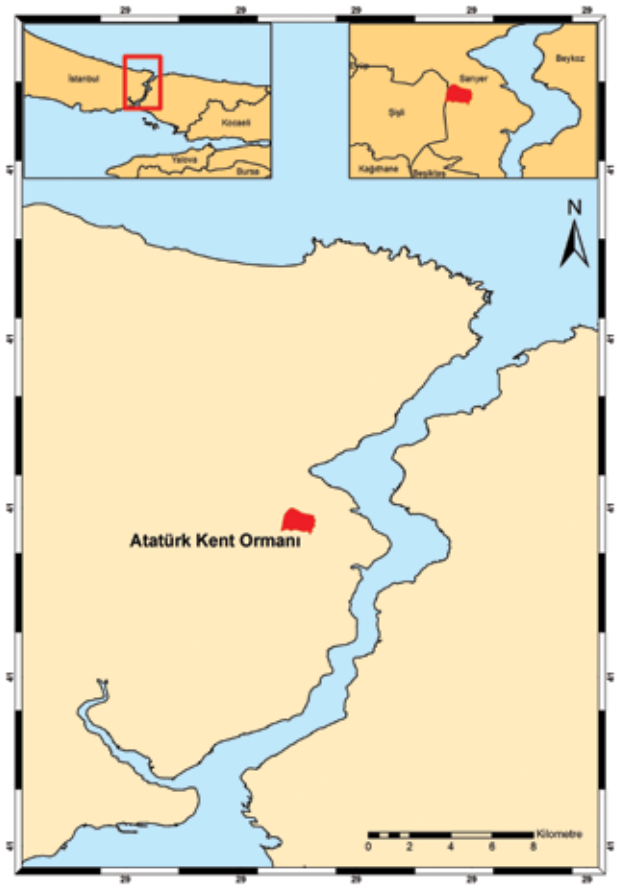
- Değişime bağlı olarak arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin zamansal ve konumsal olarak ortaya konması amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Çalışma Alanı

Atatürk Kent Ormanı (Hacıosman Korusu), İstanbul'un Sarıyer ilçesinde; Hacıosman, Derbent, Ferahevler ve Darüşşafaka semtleri arasında yer almaktadır. İdari açıdan İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne (İBB) bağlıdır. Hacıosman Korusu adını taşıyorken, İBB tarafından düzenlenerek 19 Mayıs 2020'de Atatürk Kent Ormanı adıyla yeniden açılmıştır. Üç gölete ve yürüyüş parkurlarına sahip olup 108 ha civarında alan kaplamaktadır (Şekil 1). Yeni düzenleme sonrasında kafeterya, spor alanı, çocuk oyun alanı, açık otopark, tuvalet, kentsel tarım alanı, engelli asansörü, festival alanı, seyir alanı gibi mekânlara ve yürüyüş parkurlarına sahip olmuştur. Park içinde tarihî karakol binası ve Boğaziçi İmar Müdürlüğü yer almaktadır (URL-2, 2024).

Atatürk Kent Ormanı, Hacıosman ile Derbent arasında derin bir vadiyle ikiye bölünmüştür. Bu vadide ardışık biçimde dizilmiş iki doğal gölet (Büyük Gölet, Küçük Gölet) ve Büyük Gölet'in hemen yanında, Vadidibi Göleti diye adlandırılan küçük bir gölet daha yer almaktadır. Ormanda, ondan fazla ağaç türü vardır. Bu ağaç türleri korudaki panolarda; sapsız meşe, mazı meşesi, Macar meşesi, kızılağaç, akkavak, titrek kavak, ceviz, erik, kızılçam, karaçam,




**Şekil 1.** Atatürk Kent Ormanı'nın konumsal gösterimi.

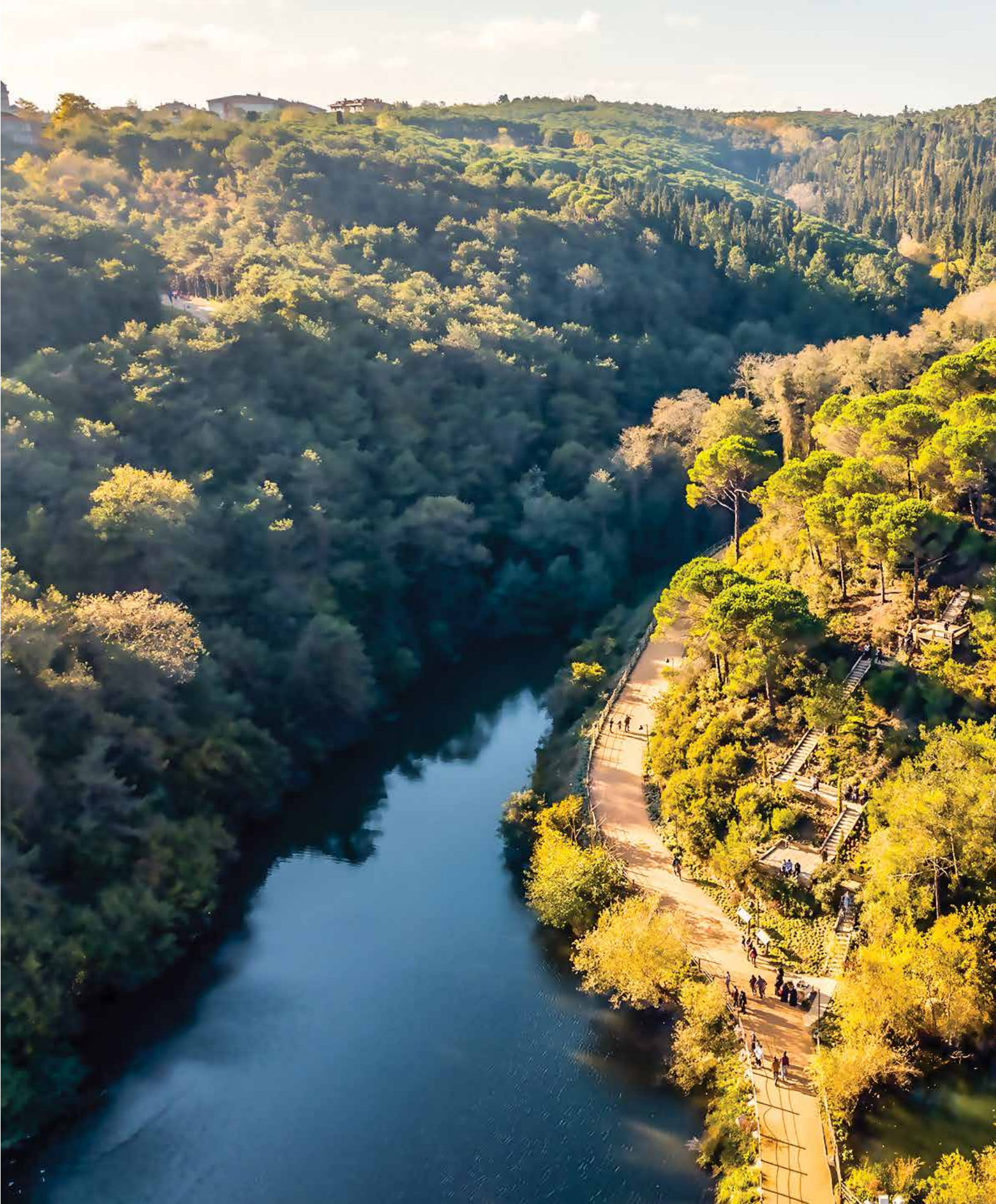
fıstık çamı, sahil çamı, sarıçam, servi ve dişbudak olarak sıralanmıştır. Bunların dışında ormanda incir, elma, kiraz, alıç gibi meyve ağaçları da bulunmaktadır. Kent ormanının tanıtım panosunda, çalı tipi bitki türleri olarak fındık, kızılcık, pırnal meşesi, pembe çiçekli laden, beyaz çiçekli laden, kurtbağrı, funda, katırtırnağı, kocayemiş, kuşburnu, geyik dikeni, akçakesme, karabaş otu, muşmula, sırımağu ve morcak yer almaktadır (URL-2, 2024). Asan (2003)'e göre toplam C kapasitesi 8.306,8 ton olup 845.8 ton/yıl oksijen üretmektedir.

## Yaklaşım Tarzı (Yöntem)

Araştırmacılar, uzun yıllar boyunca, genelleştirilmiş doğrusal modeller (GLM'ler), sınıflandırma ağacı analizi, yapay sinir ağları, genetik algoritma ve maksimum entropi (MaxEnt) gibi farklı modelleri, türlerin yayılışını belirlemede kullanmış, karşılaştırmış ve sonuçta modellerin değişik koşullar altında performansına ilişkin fikir birliğine varamamışlardır (Elith vd., 2006). Habitat uygunluk modelleri; temel hipotezlerine ve türlerin çok boyutlu çevresel nişi nasıl inşa ettikleri konularına göre farklılık göstermektedir. Bazı modeller, ürettikleri hataların (örneğin GLM) doğrusal ilişkilerini ve/veya parametrik stokastik dağılımları varsayarken diğerleri daha karmaşık ve parametrik olmayan ilişkilere (örneğin; genel katkı modelleri-GAM, MaxEnt, artırılmış regresyon ağaçları-BRT) dayanabilmektedir. Genel olarak; evrensel en iyi model yoktur ve modellerin çoğu avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Bazı araştırmalarda, GAM'ler ve BRT'ler gibi daha esnek modeller, diğer habitat uygunluk modellerinden daha iyi performans göstermişlerdir. Var veya yok verisi kullanan habitat uygunluk modelleri, yanlış negatif verilerden daha çok etkilenmektedir (Hirzel vd., 2002; ADAMFOR, 2020).

Türlerin habitat dağılımlarının modellenmesinde ve haritalanmasında günümüzde yukarıda bahsedilen birçok farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan birisi de türlerin yalnızca var olduğu alanlardaki kayıtlarını dikkate alarak bu alanların özelliklerini analiz eden ve türün yayılışını etkileyen faktörlerin, bu alanlarda aldığı değerleri hesaplayarak tüm alan için uygun bir habitat modeli türeten "Maksimum Entropi (MaxEnt)"dir (Baldwin, 2009; Elith vd., 2011). Son zamanlarda modelleme çalışmalarında oldukça tercih edilen MaxEnt yönteminin diğer var verisi ile çalışan yöntemlere göre daha fazla tercih edilmesinin nedeni olarak, daha az veri ile daha güvenilir sonuçlar vermesi gösterilmektedir (Hernandez vd., 2006; Wisz vd., 2008; Süel vd., 2018). MaxEnt, tür dağılım modelleme yöntemlerinin karşılaştırılmasında iyi bir performans göstermiş ve Google Scholar, Phillips vd., (2006) için bu yazının yazıldığı tarihte 18.000'e yakın atıf bildirmiştir. Yazılımın kaynak kodu önceleri AT&T, sonrasında ise Princeton Üniversitesi tarafından ücretsiz olarak araştırmacıların kullanıma sunulmuştur (Philips vd., 2017).

Hazırlanan bu bölümde, tür dağılım modeli olarak, ArcGIS ve R platformunu birleştiren MaxEnt yazılımı kullanılmıştır. MaxEnt yazılımı, tür dağılım analizi için rastgele bir değişken ve bu değişkene bağlı bir belirsizliğin ölçüsünü ifade eden maksimum entropi yöntemini esas almaktadır (Elith vd., 2010). Entropi prensibi, herhangi bir olayın seçiminde ne kadar seçeneğin seçim işlemine katılacağının ölçümüdür (Shannon, 1948). Ancak yüksek entropiye sahip bir dağılım daha fazla seçenek barındırır (Jaynes, 1957). Bu nedenle her modelleme işleminde olduğu gibi MaxEnt yöntemiyle ortaya çıkan uygunluk haritalarının da denetlenmesi gerekmektedir (Baldwin, 2009; Süel vd., 2018). MaxEnt, aynı zamanda hangi çevresel değişkenlerin modele en büyük katkıyı yaptığını izlemeye yardımcı olmaktadır. MaxEnt yazılımı; seçilen herhangi bir tür için, dağılımını sınırlayan çevresel değişkenleri tanımlayarak konumsal aralık sınırlarını en iyi ortaya koyan



çözümü bulabilmektedir. Mevcut türlerin dağılımları, mevcut ortamlarla ilişkilendirerek inşa edilmektedir. Gelecekteki türlerin biyocoğrafik aralıkları, seçilen çevresel değişim senaryolarına yansıtılarak modellenmektedir. Bu çevresel değişkenler, ilgilenilen türler için oldukça önemli olup türler üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler gösterebilir. Çevresel değişkenler, türler üzerindeki üç ana etki türünü yansıtacak şekilde seçilebilmektedir. Bunlar; türlerin eko-fizyolojisi (örneğin; minimum kış sıcaklığı) veya görünüşünü kontrol eden faktörler (örneğin; rekabet ve kolaylaştırma), çevre sistemlerini etkileyen her türlü tedirginlik türü (örneğin; yangın sıklığı) olarak tanımlanan müdahaleler ve organizmalar tarafından özümlenebilecek tüm materyaller (örneğin; tohumların veya böceklerin mevcudiyeti) olarak tanımlanan kaynaklardır.

Araştırma alanı olarak seçilen Atatürk Kent Ormanı içinde bulunan; *Pinus brutia* (kızılçam), *Pinus nigra* (karaçam), *Pinus sylvestris* (sarıçam), *Quercus spp.* (meşe) *Pinus pinaster* (sahil çamı) için MaxEnt yazılımı yardımıyla gelecekteki tür dağılımı ortaya konmuştur. Simülasyonları gerçekleştirebilmek için ise iklim verilerinin kullanılması gerekmektedir. Tür dağılımının belirlenmesinde en önemli faktörler bioklimatik faktörlerdir. Bu nedenle modelin koşturulması için öncelikle bazı parametreler analize hazır hâle getirilmiştir.

## İklim Parametreleri

Küresel iklim değişikliği, artan sıcaklıklar ve değişen yağış modelleri ile çevre üzerinde mevcut ağaç türlerini değiştirebilecek gözlemlenebilir değişkenliğe sahiptir. Teknolojinin gelişmesi ile ortam koşullarını ifade eden değişkenler artık daha detaylı şekilde modellerde yer alabilmektedir. 1970'li yıllardan itibaren bilgisayarların bilimsel amaçlı kullanımlarının yaygınlaşması ile iklim modelleri de geliştirilmeye başlanmıştır. Çalışılan ilk modellerde, yalnızca atmosfer ve atmosferde gözlenen parametrelere göre çalışmalar ilerlerken; zamanla kara yüzeyi, okyanuslar, deniz buzları, sülfat, aerosoller, karbon çevrimi, dinamik bitki örtüsü ve atmosferin kimyası gibi etmenler de modellere girdi oluşturan parametreler olmuştur (Demircan vd., 2017).

Troposferdeki aylık ve mevsimsel örüntüleri gerçekçi bir şekilde tasvir edebilen matematiksel bir iklim modeli, ilk defa 1956'da geliştirilmiştir (Phillips, 1967). Bu çalışmadan sonra bazı araştırmacılar, küresel iklim modelleri oluşturmak için çalışmaya başlamışlardır. Hem okyanus hem de atmosferik süreçleri birleştiren ilk küresel iklim modeli, 1960'ların sonunda NOAA "Jeofiziksel Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı"nda geliştirilmiştir. "Küresel İklim Modeli" veya "Genel Dolaşım Modeli" olarak da ifade edilen bu modeller; akışkan hareketi ve enerji transferi ile her ikisinin zamanla birlikte ele alındığı iklim modelleridir. Basit modellerden farklı olarak, bu modellerde atmosfer ve okyanus, yatayda ve dikeyde grid (ızgara) denilen hesaplama birimlerine ayrılmaktadır. Küresel İklim Modelleri, iklim modelleri içinde en karmaşık olanlarıdır ve olabildiğince fazla süreç bu modellere dâhil edilmektedir. Karbondioksit konsantrasyonundaki artışlar (ya da karbon eşdeğerine sahip diğer sera gazlarının artışı)

belli kriterler çerçevesinde küresel iklim modelleri içerisinde yer almaktadır. Gelişen teknoloji ile modelleme çalışmaları, yıllar içerisinde artış göstermiştir. Hadley Küresel Çevre Modeli (HadGEM2-ES), MaxPlank Meteoroloji Enstitüsü Küresel Modeli (MPI-ESM-MR), Jeofizik Akışkanlar Dinamiği Laboratuvarı Küresel Modeli (GFDL-ESM2M), NorESM1, MRI-CGCM3, IPSL-CM5A, GISS, CISRO güncel olarak kullanılmakta olan küresel iklim modellerinden bazılarıdır. Herkesin erişimine açık, geçmiş ve geleceğe ilişkin iklimsel verilerin sağlandığı www.worldclim.org web sayfasında 26 farklı küresel iklim modeli verisi sağlanmaktadır (URL-3, 2024).

Küresel iklim modellerinin çözünürlükleri düşüktür (150-200 km) ve bölgesel özellikleri içermemektedir. Bu temsil yetenekleri, küresel resmi görmemize yardımcı olurken, etki analizleri için oldukça yetersiz kalmaktadır. Özellikle bulut oluşumu gibi mikro düzeydeki birçok fiziksel süreç bu durumda uygun şekilde modellenememektedir. Bu nedenle hâlen geliştirilmeye devam edilmekte ve modeldeki belirsizlikler belirli ölçüde devam etmektedir. Küresel iklim modellerinden elde edilen veriler, geniş alanları temsil ettiği ve ayrıntılı olmadıkları için bölgesel analizlere imkân tanımamaktadır. Çok düşük çözünürlükteki gridlenmiş bu bilgileri, tekrar girdi olarak kullanarak daha küçük alanlar için daha ayrıntılı ve yüksek çözünürlüklü bilgiler üretilmesini sağlayan modeller, bölgesel iklim modelleri olarak nitelendirilmektedir (MGM, 2015).

Küresel iklim modeli çalışmalarının en önemli kısmını kullanılan senaryolar oluşturmaktadır. Dolayısıyla geliştirilen modelleri uluslararası alanda ortak çalışmalar yürütebilmek, karşılaştırmaların sağlıklı ve kolay bir şekilde yapılabilmesi için IPCC kapsamında belirlenen senaryolar temel alınarak oluşturulmaktadır (MGM, 2015). Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC); Birleşmiş Milletler'e bağlı olan Dünya Meteoroloji Organizasyonu (DMO) ve "Birleşmiş Milletler Çevre Programı" ortaklığında, insan faaliyetlerinden kaynaklanan iklim değişikliğinin muhtemel sonuçlarını değerlendirmek için 1988 yılında kurulmuştur. Bu kuruluş, yapmış olduğu çalışmalar sonrasında ortaya konan raporlarla iklim değişikliğinin gelecekteki muhtemel sonuçlarını ve alınması gereken tedbirlere yönelik öneriler sunmaktadır. Şu ana kadar; 1990, 1995, 2001, 2007, 2013 ve 2021 yıllarında olmak üzere altı kez rapor sunulmuştur.

Işınımsal (radyatif) zorlama ve bu zorlamalara iklim sisteminin tepkisi ile ilgili seçeneklerin temel olarak yer aldığı insan kaynaklı (antropojenik) iklim değişikliği senaryoları, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) çalışmalarının en önemli bileşenlerinden birisidir. Bu senaryolar, geleceğe yönelik öngörüler ya da varsayımlar olarak tanımlanabilir. Son dönemde IPCC'nin senaryo geliştirme çalışmalarını koordine etmesi yerine kolaylaştırma misyonunu üstlenmesine karar verilmiş ve IPCC 5. Değerlendirme Raporu (2013) için yeni emisyon senaryolarını geliştirme işlevini, araştırmacıların yürütmesi kararlaştırılmıştır. Dolayısıyla, küresel iklim modelleri; IPCC öncülüğünde bugüne kadar farklı dönemlerde geliştirilmiş olan; SRES (2007), RCP (2013), SSP (2021) gibi iklim değişikliği

senaryolarını girdi olarak kullanmakta ve buna göre sıcaklık, yağış ve iklim sisteminin diğer fiziksel özelliklerindeki küresel ve bölgesel değişiklikler de dâhil olmak üzere gelecekteki iklimsel parametreleri üretmektedir (MGM, 2015). Senaryolar IPCC öncülüğünde hazırlanan raporlarda belirli periyotlarla güncellenmektedir. IPCC tarafından hazırlanan raporların geçmişi incelendiğinde, 2007-2013 yılları arasında 4. Değerlendirme Raporu altında oluşturulan SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryo gruplarının kullanıldığı görülmektedir. Ancak bu yaklaşım 2013 yılında sunulan 5. Değerlendirme Raporu'nda değiştirilmiş ve RCP (Temsilci Konsantrasyon Yolları) kapsamında dört farklı senaryo ortaya konmuş, çalışmalarda bu senaryoların kullanılmasının gerekliliği ifade edilmiştir. Son olarak da Ortak Sosyoekonomik Rotalar (SSP) senaryo grupları yayımlanmıştır. Yayımlanan en güncel iklim değişikliği senaryosu olan ve 2021 yılında yayımlanan SSP'ler şu anda son küresel iklim modelleri için girdi olarak kullanılmakta ve bunun yanında toplumsal tercihlerin sera gazı emisyonlarını nasıl etkileyeceği, dolayısıyla hedeflere nasıl ulaşılabileceğini araştırmak amacıyla geniş yelpazede kullanım alanı bulmaktadır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar sonucunda farklı iklim değişikliği senaryolarını dikkate alan; geçmiş, günümüz ve gelecek için üretilmiş iklim verileri "Worldclim" (www.worldclim.org) veri tabanında araştırmacılara sunulmaktadır (URL-3, 2024).

WorldClim, yüksek mekânsal çözünürlüklü küresel hava ve iklim verilerinden oluşan bir veri tabanıdır. Bu veriler haritalama ve mekânsal modelleme için kullanılabilir. WorldClim veri tabanı, farklı modelleme teknikleri ile farklı çözünürlüklerde oluşturulmuş iklimsel modeller sunmaktadır. Hem geçmiş (PaléoClim) hem de şimdiki ve gelecekteki iklim veri setleri yer almaktadır. Veriler, araştırma ve ilgili faaliyetlerde kullanılmak üzere ücretsiz sağlanmakta, türlerin potansiyel dağılım alanlarını belirlemek ve simüle etmek için birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır.

WorldClim; farklı periyotlar (2020, 2050 ve 2080 gibi) ve dört farklı çözünürlükte (10 5, 2.5 arc dakika ve 30 arc saniye, 1 km² konumsal çözünürlükle) iklim verisi sunabilmektedir (Fick ve Hijmans, 2017). Bu çalışmada kullanılan veriler yaklaşık 1 km² (30 sn) konumsal çözünürlüğe sahiptir. Güncel veriler (2020 yılına ait) ve bunun yanında RCP 4.5 (sera gazları için ara emisyon senaryosu) ve RCP 8.5'i (GHG için en yüksek emisyon senaryosu) dikkate alan 2050'ler (2041-2060) ve 2070'lere (2061-2080) ait tahmin aralıkları indirilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, RCP 2.6 (minimum emisyon senaryosu) ve RCP 6.0 (orta düzeyde emisyon senaryosu) verileri ise kullanılmamıştır.

WorldClim veri seti, 19 farklı biyoklimatik değişken sağlamaktadır (Hijmans vd., 2005). Gerçekleştirilen çalışmada da toplamda 19 biyoklimatik değişken, Atatürk Kent Ormanı için seçilen ağaç türlerinin gelecekteki dağılımları ve üzerinde en büyük etkiye sahip faktörleri belirlemek için kullanılmıştır (Tablo 2).

WorldClim'den indirilen veriler, ArcGIS 10.8™ yazılımı kullanılarak çalışma alanı sınırları dikkate alınarak kesilmiş ve MaxEnt'de kullanılabilmesi

için ASCII formatında kaydedilmiştir. Daha sonra hem var (presence) hem de çevresel veriler MaxEnt Java uygulama yazılımına yüklenmiş ve koşturulmuştur. Tüm çevresel parametreler aynı coğrafi boyuta sahip olmalı ve projeksiyon var veri koordinatlarıyla eşleşmelidir. Seçilen 19 biyoklimatik değişken arasında bir korelasyon olup olmadığını belirlemek için MaxEnt ile faktör analizi yöntemlerinden biri olan "Temel Bileşen Analizi" (PCA) yöntemi kullanılmıştır. İlişkilendirilen değişkenler, MaxEnt'te çevresel değişken olarak kullanılmış, ilişkilendirilmeyenler ise kullanılmamıştır. Daha sonra, MaxEnt tahmin sonuçlarının (ham, kümülatif, lojistik ve cloglog) çıktı biçimlerinden birini oluşturmak için farklı ayar seçenekleri düzenlenmiştir. Ham çıktı; üstel MaxEnt modelinin kendisidir. Kümülatif değer; ham değerin maksimum r değerini (korelasyon katsayısı) verdiği MaxEnt dağılımının yüzdesi ile ham r değerine karşılık gelen kümülatif değerdir. Kümülatif çıktı, en iyi tahmin edilen noksan (omission) oranı dikkate alınarak yorumlanmaktadır. Lojistik değer; eğer c MaxEnt dağılımının entropi üssü ise, r'nin ham değerine karşılık gelen lojistik değer c*r/(1+c*r) olmaktadır. Bu bir lojistik fonksiyondur, çünkü ham değer çevresel değişkenlerin üstel bir fonksiyonudur. r'nin ham değerine karşılık gelen "cloglog" değeri ise; 1-exp(-c*r)'dir (Philips, 2017). Bahsedilen dört çıktı birbiri ile ilişkilidir, ancak farklı şekilde ölçeklenmekte ve yorumlanmaktadır. Kavramsallaştırması en kolay çıktı, mevcudiyet olasılığı 0 ile 1 arasında tahminler veren "cloglog"dur. (Philips vd., 2006).

**Tablo 2.** Çalışmada dikkate alınan iklim parametreleri

| Biyoklimatik Değişkenler | Açıklama | Birim |
|---|---|---|
| Bio1 | Yıllık Ortalama Sıcaklık | °C |
| Bio2 | Ortalama Günlük Aralık | °C |
| Bio3 | İzotermalite (Bio2/Bio7) (* 100) | °C |
| Bio4 | Sıcaklık Mevsimsellik (standart sapma *100) | °C |
| Bio5 | En Sıcak Ayın Maksimum Sıcaklığı | °C |
| Bio6 | En Soğuk Ayın Minimum Sıcaklığı | °C |
| Bio7 | Sıcaklık Yıllık Aralık (Bio5-Bio6) | °C |
| Bio8 | Wettest Quarter'ın Ortalama Sıcaklığı | °C |
| Bio9 | En Kuru Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı | °C |
| Bio10 | En Sıcak Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı | °C |
| Bio11 | En Soğuk Çeyreğin Ortalama Sıcaklığı | °C |
| Bio12 | Yıllık Yağış | mm |
| Bio13 | En Yağışlı Ayın Yağışı | mm |
| Bio14 | En Kurak Ayın Yağışları | mm |
| Bio15 | Yağış Mevsimselliği (Değişim Katsayısı) | mm |
| Bio16 | Wettest Quarter Yağış | mm |
| Bio17 | En Kuru Çeyreğin Yağışları | mm |
| Bio18 | En Sıcak Çeyreğin Yağışları | mm |
| Bio19 | En Soğuk Çeyreğin Yağışları | mm |

ROC (Reciever Operating Characteristics) eğrisi altındaki alan (AUC) ise; 0 ile 1 arasında değişen bir model performans ölçüsüdür (Phillips, 2006). AUC, modelin varlığı, yokluktan verimli bir şekilde ayırt etme kabiliyetini değerlendirebilen özerk bir eşik indeksidir. AUC<0.5 nadiren başarı gösteren modelleri tanımlarken, bu değerin 0.5-0.6 arasında olması model performansının başarısız, 0.6-0.7 kötü, 0.7-0.8 makul, 0.8-0.9 iyi ve 0.9-1.0 mükemmel olduğunu ifade etmektedir (Swet, 1988). Türlerin potansiyel dağılımını belirleyen baskın çevresel değişkenleri değerlendirmek için ise "Jackknife" testi kullanılmaktadır. Bu amaçla, hedef türlerin habitat uygunluğu ile çevresel faktörler arasındaki ilişkileri ortaya koyan tür tepki eğrileri oluşturulmaktadır. Oluşturulan potansiyel tür dağılım tablosu 0-1 arasında değişen değerlere sahiptir. Bu değerler; yüksek potansiyel (>0.6), iyi (0.4-0.6), orta (0.2-0.4) ve düşük potansiyel (<0.2) olmak üzere dört grupta değerlendirilmektedir (Yang vd., 2013).

Maxent sonuçları; her tür için bir raster veri seti JPEG görüntüsü, rastere dönüştürmek ve daha fazla analize imkân tanıyan bir ASCII dosyası, AUC, ROC ve Jackknife gibi analiz özetini sunan ve tüm sonuçlar hakkında ayrıntı sağlayan html uzantılı bir dosya içeren bir klasörde sunulmaktadır. Modelin tahmin performansı, model çıktısından üretilen tür tepki eğrileri ile sağlanmaktadır. Bu nedenle model kalibrasyonu, tasarım değerlendirmesi için bir eğitim setine (toplam var verilerinin %90'ı) ve test setine (toplam var verilerinin %10'u) bölünmüştür. Yazılım, seçilen ağaç türleri için teker teker koşturulmuş ve elde edilen çıktı haritaları gelecekteki karışım seçeneklerini görmek için çakıştırılmıştır.

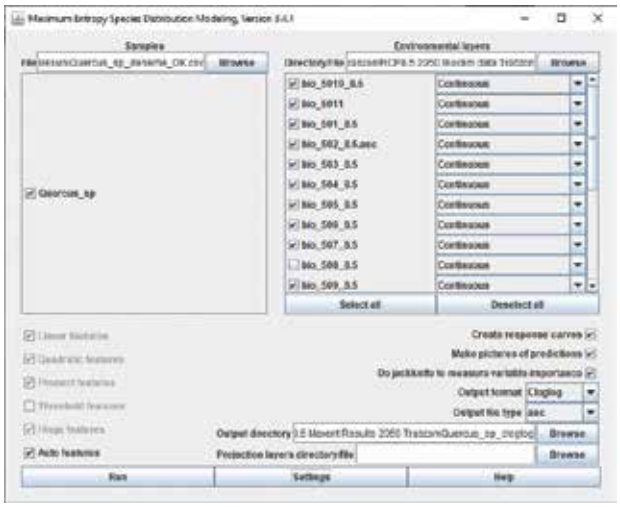
## Var (*presence*) Verileri

Atatürk Kent Ormanı ve yakın çevresine ait orman amenajman planı meşcere haritaları, var/mevcudiyet (presence) verilerini oluşturmak için kullanılmıştır. Bahse konu haritalar, Orman Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır. Her bir var noktasının enlem ve boylam değerleri ArcGIS 10.8™ yazılımı yardımıyla elde edilmiştir. Seçilen her tür için oluşturulan noktaların öznitelik tabloları, dışarı aktarılmış, ardından Microsoft Excel'de temizlenmiş ve MaxEnt yazılımının gerektirdiği şekilde "csv" dosyası olarak kaydedilmiştir. Tüm var (presence) verileri, Marmara Bölgesi'nin meşcere tipleri haritasından elde edilmiş ve rastgele dağıtılarak her birinden en az en az otuz örnek nokta olacak şekilde temizlenmiştir.

## MaxEnt Yazılımının Koşturulması

Farklı biyoklimatik değişkenler ve var verileri tarafından yönlendirilen MaxEnt yazılımı yardımıyla, 2020, 2050 ve 2080 dönemleri için RCP 4.5 ve RCP 8.5 emisyon senaryosu kullanılarak seçilen türlere ilişkin tür dağılım analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

Şekil 2'de yalnızca tek türe ilişkin veriler yer almaktadır. Tüm katmanların aynı koordinat sistemini kullanması gerekmektedir. Çalışmada kullanılan tüm değişkenler, potansiyel iklim sınıflarını tanımlayan sürekli değişkenlerdir. Kategorik değişkenler çalışmada yer almamıştır. Çevresel katmanlar yüklendikten ve yazılım koşturulduktan sonra, MaxEnt yazılımının ilerlemesi Şekil 3'teki gibi gösterilmiştir.



**Şekil 2.** İklim ve var verilerinin MaxEnt yazılımına yüklenmesi.

**Şekil 3.** MaxEnt yazılımının ilerleme durumu.

Yazılım yardımıyla türler, çevresel ve iklimsel parametreler ile tek tek koşturulmuştur. Programın koşturulması sonrası her tür için birden fazla çıktı dosyası üretilmiştir. Üzerine tıklayabildiğimiz veya çoğu görüntü işleme yazılımında açabildiğimiz (*.png) uzantılı görüntü dosyası ya da bu görüntüleri başka bir yazılımla açmak için "plots" adlı dizinde oluşturulan (*.png) dosyası bunlardan bazılarıdır.

Dikkate alınan türler için MaxEnt yazılımı çalıştırıldıktan sonra, yazılımın model başarısı ve dikkate alınan parametrelerin model başarısına katkıları ROC (Reciever Operating Characteristics) eğrisi altındaki alan (AUC) ve Jacknife testi yardımıyla ortaya konmuştur (Şekil 4).

| Variable | Percent Contribution | Permutation Importance |
|---|---|---|
| bio_16 | 34.6 | 0.4 |
| bio_2 | 15.6 | 6 |
| bio_19 | 14.6 | 34.2 |
| bio_18 | 13.2 | 22.6 |
| bio_4 | 6.6 | 8.9 |
| bio_6 | 4.8 | 4.6 |
| bio_8 | 4.8 | 1.8 |
| bio_13 | 2 | 1.8 |
| bio_5 | 1 | 6.5 |
| bio_12 | 0.9 | 2.5 |
| bio_7 | 0.9 | 2.9 |
| bio_17 | 0.3 | 3.3 |
| bio_15 | 0.2 | 1 |
| bio_11 | 0.2 | 1 |
| bio_9 | 0.2 | 1.2 |
| bio_3 | 0.1 | 1.3 |
| bio_14 | 0 | 0 |
| bio_10 | 0 | 0.1 |

**Şekil 4.** Değişken katkı analizi.

Şekil 4'e bakıldığında, bio_16'nın yüzde katkısının en yüksek olduğu, bio_19'un permütasyon öneminin ise en yüksek olduğu ifade edilebilir. Ancak bio_12'nin Jacknife analiz sonucu, model kalibrasyonuna en yüksek katkıyı sağladığı anlaşılmaktadır. Bu üç değişken (bio_12, bio_16 ve bio_19), şekil 4'te sunulan değişken analizine göre *Quercus* türlerinin dağılımını etkileyecek en önemli parametrelerdir.

## Gelecek Ağaç Türü Karışım Haritasının Oluşturulması

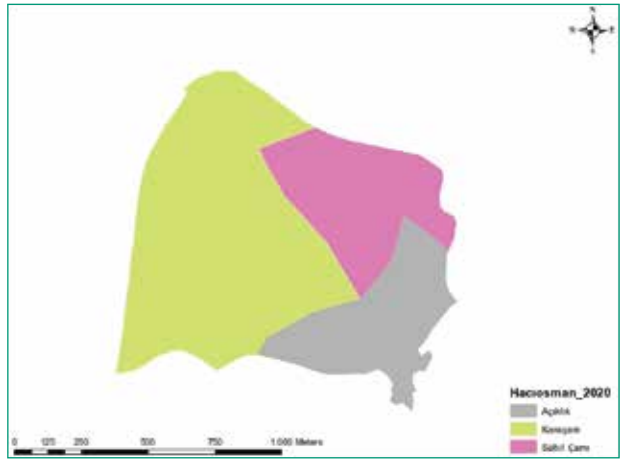
Yazılım, seçilen ağaç türleri için çalıştırılmış ve elde edilen çıktı haritaları yardımıyla gelecekteki karışım seçeneklerini görmek için ArcGIS'de "overlay" analizleri kullanılmıştır. Bu amaçla; her bir MaxEnt sonucuna ait ASCII dosyası, ArcGIS 10.8™'e aktarılmış, raster'a dönüştürülmüş, 100 ile çarpılmış, tam sayıya yuvarlanmış, raster veri seti kopyalanmış, raster öznitelik tablosu oluşturulmuş, raster poligon vektörüne dönüştürülmüş, grid kodu aktarılmış, sınırlar kırpılmış, ardından otomatik olarak oluşturulan habitat uygunluk piksel değerleri; 0-25=uygun değil, 25-50=orta derecede uygun, 50-75=uygun, 75-100=çok uygun olacak şekilde yeniden sınıflandırılmıştır (Fosso, 2021).

Ormanın gelecekteki kompozisyonunu şekillendirebilmek için her bir türün habitat uygunluk katmanı, kesiştirilmiştir (intersect). En yüksek uygunluk derecesine sahip türler her meşcerede baskın olarak ve iki türün aynı en yüksek uygunluk derecesine sahip olması durumunda, bunlar eş baskın olarak kabul edilmiştir. Üç veya dört türün birlikte baskın olduğu meşcere tipleri oluşmuştur. Bunlar uygunluk haritalarında karışık orman olarak adlandırılmıştır. En düşük uygunluk derecesine sahip meşcereler, "uygun olmayan alanlar" şeklinde değerlendirilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Atatürk Kent Ormanı Potansiyel Tür Dağılımı

Atatürk Kent Ormanı, dikkate alınan türler düşünüldüğünde, günümüzde karaçam ve sahil çamı için daha uygun görünmektedir. Bunlar, mevcut



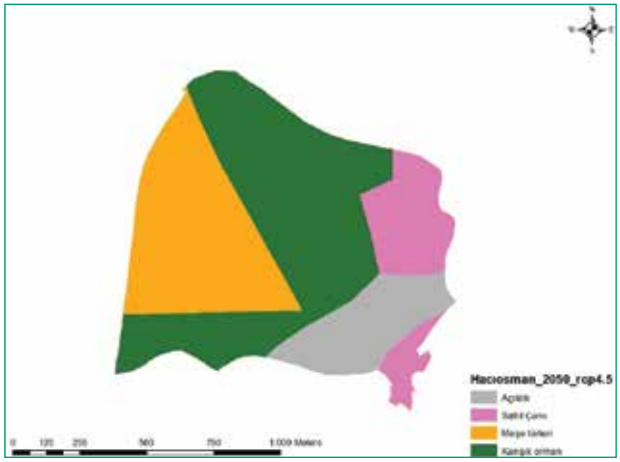

**Şekil 5.** Güncel (2020 yılı) Atatürk Kent Ormanı potansiyel tür dağılımı.

ormanda bulunan türlerdir ve bu iki tür ormanda yayılışını sürdürmektedir. Açıklık alan, 2020 yılı itibarı ile ağaç türlerinin bulunmasına uygun olmayan bina, göl ve diğer arazileri temsil etmektedir (Şekil 5).

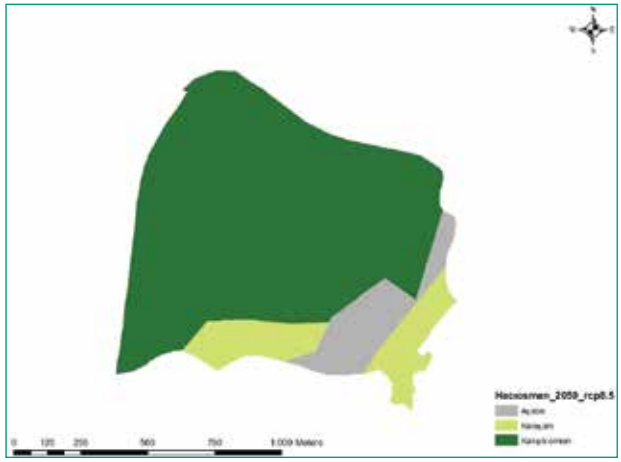
Önümüzdeki otuz yıllık süreçte (2050 yılı), RCP4.5 iklim değişikliği senaryosuna göre Atatürk Kent Ormanı'ndaki ağaçların potansiyel tür dağılımının, karışık orman ve meşe türleri için artacağı, karaçam için azalacağı anlaşılmaktadır. Ayrıca sahil çamının açıklık alanda genişleyeceği, yani kent ormanına uyum için kentlerde meşe ve sahil çamı dikilmesinin daha uygun olacağı görülmektedir (Şekil 6).

RCP 4.5 senaryosuna göre, önümüzdeki altmış yıllık süreç sonunda (2080 yılı) sahil çamı yayılışı için daha da uygun olacağı ve bunun yanında; sahil çamı, meşe ve diğer incelenen ağaç türlerinden oluşan karışık orman yapısına uygun alanların oluşacağı öngörülmektedir. Baskın ağaç türünün sahil çamı olacağı net şekilde görülmektedir (Şekil 7).

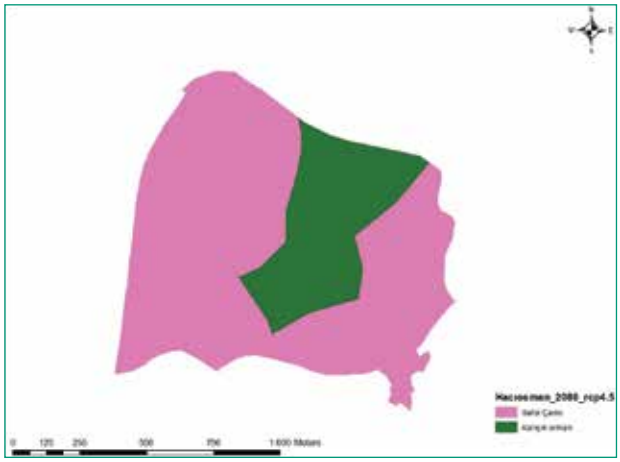
RCP 8.5 senaryosu dikkate alındığında, 2050 yılında Atatürk Kent Ormanı'nın bir bölümünün



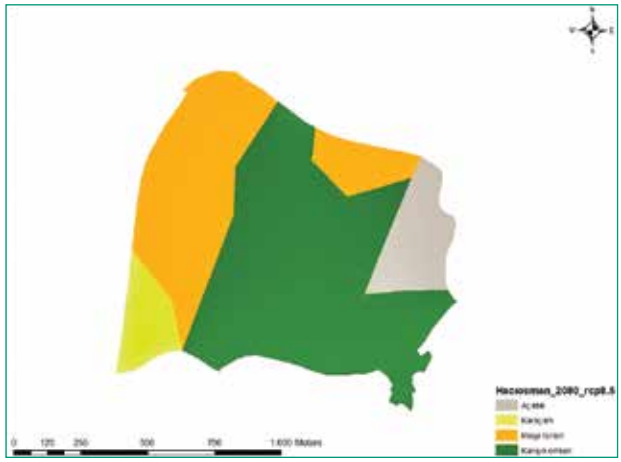

**Şekil 6.** RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 yılı Atatürk Kent Ormanı potansiyel tür dağılımı.



**Şekil 8.** RCP 8.5 senaryosuna göre 2050 yılı Atatürk Kent Ormanı potansiyel tür dağılımı.



**Şekil 7.** RCP 4.5 senaryosuna göre 2080 yılı Atatürk Kent Ormanı habitat uygunluğu.



**Şekil 9.** RCP 8.5 senaryosuna göre 2080 yılı Atatürk Kent Ormanı habitat uygunluğu.

yalnızca karaçam hakimiyetine, ancak büyük bölümünde karaçam ve meşe türlerinin baskın olduğu karışık ormanlar için daha uygun olacağı görülmektedir (Şekil 8).

RCP 8.5 senaryosuna göre 2080 yılında karaçam türüne ilişkin habitat uygunluğunun azalacağı ve Atatürk Kent Ormanı'nın güneybatısına doğru daha uygun alanların olacağı belirlenmiştir. Bunun yanında, meşe türlerine uygun alanlarda dikkate çarpan bir artış yaşanacağı görülmektedir. Karışık ormanlarda bir miktar azalış yaşanacağı öngörülmekle birlikte, etkinliğini koruyacağı söylenebilmektedir (Şekil 9).

## Atatürk Kent Ormanı Potansiyel Tür Dağılımının Farklı Senaryolara Göre Zamansal Değişimi

RCP 4.5 senaryosuna göre potansiyel tür dağılımının zamansal değişimi irdelendiğinde; 2020-2050 yılları arasında karaçam için uygun alanların önemli ölçüde azalacağı, meşe ve karışık ormanlar için ise artacağı anlaşılmaktadır (Tablo 3).

Aynı dönemde karaçama uygun alanlar içinden yaklaşık 31 ha'ın meşe ve aynı miktarda alanın da karışık ormanlar için daha uygun hâle gelmesi beklenmektedir. Toplam 13.9 ha alanın, incelenen türler dikkate alındığında, her iki dönemde de uygun olmayacağı tespit edilmiştir. İlk dönemde karaçam için uygun olan yaklaşık 31.0 ha'ın 2050 yılına gelindiğinde meşe için daha uygun olacağı anlaşılmaktadır. Bir önceki dönemde incelenen türler için uygun olmayan yaklaşık 6.7 ha alanın, sonraki dönemde ise sahil çamı için daha uygun olacağı görülmektedir.

RCP 4.5 iklim senaryosuna göre 2050-2080 yılları arasında potansiyel tür dağılımında meydana gelen zamansal değişim irdelendiğinde; 2050-2080 yılları arasında sahil çamı için uygun alanların yaklaşık beş kat artışla 14.9 ha'dan 82.7 ha'a, artacağı tahmin edilmektedir. Buna göre gelecekteki iklim koşullarının sahil çamı dikmek için iyi bir seçenek oluşturduğu değerlendirilmektedir (Tablo 4).

**Tablo 3.** RCP 4.5 senaryosuna göre 2020-2050 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2050 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Sahil Çamı | Meşe | Karışık Orman | Açıklık | Genel Toplam |
| 2020 | Karaçam | 0.0 | 31.0 | 31.0 | 0.0 | 62.0 |
| | Sahil Çamı | 8.2 | 0.0 | 15.9 | 0.1 | 24.2 |
| | Açıklık | 6.7 | 0.0 | 1.3 | 13.9 | 21.9 |
| | **Genel Toplam** | 14.9 | 31.0 | 48.2 | 14.0 | 108.1 |

**Tablo 4.** RCP 4.5 senaryosuna göre 2050-2080 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2080 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Sahil Çamı | Karışık Orman | Genel Toplam |
| 2050 | Sahil Çamı | 12.0 | 2.9 | 14.9 |
| | Meşe | 28.4 | 2.6 | 31.0 |
| | Karışık Orman | 28.3 | 19.9 | 48.2 |
| | Açıklık | 14.0 | 0.0 | 14.0 |
| | **Genel Toplam** | 82.7 | 25.4 | 108.1 |

Aynı periyotta (2050-2080) 28.4 ha meşe ormanının sahil çamı ormanı için, 28.3 ha karışık ormanın ise sahil çamı ormanı için daha uygun hâle geleceği beklenmektedir. İncelenen türler dikkate alındığında, uygun gözükmeyen 14.0 ha alan ise sahil çamı için daha uygun hâle gelecektir. Meşe (2.6 ha) ve sahil çamı (2.9 ha) için daha uygun gözüken alanların ise karışık orman için daha uygun hâle geleceği görülmüştür.

RCP 4.5 senaryosu kapsamında dikkate alınan tüm zaman dilimi (2020-2080) irdelendiğinde; karaçam için uygun alanların ortadan kalkacağı, buna karşın sahil çamı için uygun alanlarda ise gözle görülür artış olacağı anlaşılmaktadır. Karışık ormanlar için ise 25.5 ha'lık artış göze çarpmaktadır. Daha önceden karaçam için uygun gözüken 51.9 ha alan, geçen altmış yıllık sürede sahil çamı için daha uygun hâle gelecektir. Daha önce, incelenen türler için uygun görünmeyen 21.9 ha alanın ise sahil çamı için uygun hâle geleceği öngörülmektedir. Özetle, RCP 4.5 senaryosu dikkate alındığında; incelenen türler içerisinde sahil çamı ön plana çıkmaktadır (Tablo 5).

RCP 8.5 senaryosuna göre; 2050 yılına gelindiğinde karaçam için 13.0 ha ve karışık orman için 85.1 ha'ın uygun olduğu, buna karşın 9.9 ha alanın, dikkate alınan ağaç türleri için uygun olmayacağı sonucuna ulaşılmıştır. İlgili senaryoya göre, karaçam türüne ilişkin potansiyel tür dağılımında gözle görünür bir düşüş yaşanacaktır. Bunun yanında sahil çamının alanda saf olarak bulunmasının mümkün olmadığı görünmektedir. Daha önce dikkate alınan türlere uygun olmayan 8.7 ha'lık bir alanın karaçam için daha uygun hâle geleceği gözlemlenmektedir. Benzer şekilde, potansiyel tür dağılımı için uygun olmayan alanlarda, yaklaşık yarı yarıya bir azalma söz konusudur. Karışık ormanların kurulmasını teşvik eden bir yapı gözükmektedir (Tablo 6).

Aynı senaryoya göre 2050'den 2080'e kadar karaçam için uygun alan, azalmaya devam ederken meşe için 33.7 ha potansiyel alan ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, karışık ormanlarda mutedil miktarda düşüş gözlemlenmektedir (Tablo 7).

İncelenen dönemde (2050-2080), daha önce türler için uygun olmayan 7.7 ha'lık alanın karışık ormanlar için uygun hâle dönüştüğü, buna karşın 7.4 ha karışık orman için daha uygun olan alanların ise herhangi bir tür için uygun olmayacağı ortaya çıkmıştır.

**Tablo 5.** RCP 4.5 senaryosuna göre 2020-2080 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2080 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Sahil Çamı** | **Karışık Orman** | **Genel Toplam** |
| **2020** | Karaçam | 51.9 | 10.2 | 62.1 |
| | Sahil Çamı | 8.8 | 15.3 | 24.1 |
| | Açıklık | 21.9 | 0.0 | 21.9 |
| | **Genel Toplam** | 82.6 | 25.5 | 108.1 |

RCP 8.5 senaryosuna göre Atatürk Kent Ormanı'ndaki habitat uygunluk modellemesinin sonuçları, dikkate alınan tüm periyotlar için irdelendiğinde; karaçamın habitat uygunluğunun kademeli olarak azaldığı, sahil çamı için uygun olan alanların ortadan kalktığı ve karışık ormanlar için uygun alanların önce artacağı sonra ise azalacağı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca meşe için, 2050-2080 yılları arasında uygun alanlar oluşacağı ve ağırlıklı olarak karaçam ve sahil çamının yerini alacağı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar RCP 8.5 senaryosu için meşelerin ve karışık ormanların gelecekteki iklim değişikliğine uyum dikkate alındığında, Atatürk Kent Ormanı'nda oluşturulması gereken orman yapısı hakkında bizlere önemli ipuçları sağlamaktadır (Tablo 8)

Dikkate alınan türler için koşturulan habitat uygunluk modelleri; 0.7 ila 0.9 aralığındaki AUC değerlerine ulaşmıştır. Dolayısıyla bu değerler tahmin modellerinin güçlü olarak kabul edilebilir sınırlar arasında kaldığını ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar; 0.75'in üzerindeki AUC değerlerinin bir habitat uygunluk modelinin performansını değerlendirmesinde uygun olabileceğini belirten Swet (1988), Elith (2000) ve Pearce ve Ferrier (2000) ifadeleri ile uyumludur. MaxEnt, oto-korelasyonlu parametreleri çıkardıktan sonra, Bio_7, Bio_16, Bio_12 parametrelerinin seçilen türlerin mevcut dağılımına daha fazla katkısı olduğunu belirtmektedir. Elde edilen sonuçlar, seçilen türlerin potansiyel dağılım habitatlarının belirlenmesinde ana rolün sıcaklık

**Tablo 6.** RCP 8.5 senaryosuna göre 2020-2050 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2050 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Karaçam | Karışık Orman | Açıklık | Genel Toplam |
| 2020 | Karaçam | 4.3 | 57.7 | 0.0 | 62.1 |
| | Sahil Çamı | 0.0 | 23.4 | 0.8 | 24.1 |
| | Açıklık | 8.7 | 4.0 | 9.1 | 21.9 |
| | **Genel Toplam** | 13.0 | 85.1 | 9.9 | 108.1 |

**Tablo 7.** RCP 8.5 senaryosuna göre 2050-2080 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2080 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Karaçam | Meşe | Karışık Orman | Açıklık | Genel Toplam |
| 2050 | Karaçam | 0.0 | 0.0 | 12.7 | 0.3 | 13.0 |
| | Karışık Orman | 6.5 | 33.7 | 37.5 | 7.4 | 85.2 |
| | Açıklık | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 2.2 | 9.9 |
| | **Genel Toplam** | 6.5 | 33.7 | 57.9 | 9.9 | 108.1 |

Tablo 8. RCP 8.5 senaryosuna göre 2020-2080 döneminde potansiyel tür dağılım değişimi (ha)

| | | 2080 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Karaçam | Meşe | Karışık Orman | Açıklık | Genel Toplam |
| 2020 | Karaçam | 6.5 | 27.7 | 27.8 | 0.0 | 62.0 |
| | Sahil Çamı | 0.0 | 6.0 | 13.3 | 4.8 | 24.1 |
| | Açıklık | 0.0 | 0.0 | 16.9 | 5.1 | 22.0 |
| | **Genel Toplam** | 6.5 | 33.7 | 58.0 | 9.9 | 108.1 |

ve yağış tarafından oynandığını belirten Zhong vd. (2010) ile aynıdır.

Görülmektedir ki, ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren ya da egzotik türlerin habitat uygunlukları, bölge ve iklimsel değişimin boyutlarına göre farklılaşacaktır. Bazı türler; artan büyüme oranları, hayatta kalma şansının devam etmesi ya da artması ve üreme potansiyeli ile olumlu cevap verecektir. Bununla birlikte, diğer türler için düşük büyüme hızı ve düşük verimlilik gibi olumsuz etkiler mümkün olabilecektir. MaxEnt modelleme tekniğinin kullanılması, türlerin yönetilmesi, seçilmesi, kullanılması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin giderilmesi ve böylece strateji ve politikaların geliştirilmesinde yardımcı olmaktadır. Önceki başlıklarda detaylı şekilde verilmeye çalışıldığı üzere; ülkemizde farklı bölgelerde bireysel türlerin dağılımını inceleyen çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak, kent ormanlarının yapısını şekillendirmek amacıyla birçok ağaç türünün bir arada ele alındığı çalışmalar bulmak oldukça zordur. Atatürk Kent Ormanı'nın bulunduğu İstanbul ili, yağışın düzensizleştiği, kuraklığın ve orman yangınlarının hızla arttığı bölgelerden biridir. Bu durumda, kent ormanlarında tür değişikliğinin yapılması, açıklık alanların ağaçlandırılmasında uygun ağaç türünün seçilmesi konularında gerçekleştirilen çalışmanın önemi bir kez daha öne çıkmaktadır.

## Sonuç ve Öneriler

Kent Ormanları, gelişmekte olan ülkelerde biyolojik çeşitliliğin korunması ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin hafifletilmesinde önemli bir mekanizmadır. Altyapı geliştirme arayışı kaynaklı yoğun kentleşme, devamı niteliğinde çevrenin tahribatı ve ormansızlaşma; kentlerde biyolojik çeşitliliğin korunması ve iklim değişikliği ile mücadele noktasında büyük bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısıyla kent ormanlarının çevresel sürdürülebilirlik ve ekosistem hizmetlerine katkıları düşünüldüğünde, kentsel bitki örtüsünün geliştirilmesi ve planlanması önem kazanmaktadır. Kent ormanları, iyi bir biyoçeşitlilik koruma mekanizması olmalarının yanı sıra, yüksek biyokütle ve karbon depolama birikimleri göz önüne alındığında, atmosferik $CO_2$ için bir yutak görevi de gördüklerinden, İstanbul başta olmak üzere kent merkezlerinde yerli ve egzotik ağaç türlerinin dikimini, korunmasını ve izlenmesini artırmak için araştırmaların gerçekleştirilmesi, politikaların ve yasaların ise güçlendirilmesi önerilmektedir.

Anlaşılmaktadır ki, belirli türlerin habitat uygunlukları bölge ve iklim değişikliğinin boyutuna göre farklılık gösterecektir. Özellikle İstanbul gibi yapılaşmanın ve bina stoğunun çok fazla olduğu, kişi başına düşen yeşil alan miktarının az ve yeşile ulaşmanın kolay olmadığı kentlerde, ormanların yönetilmesinde farklı iklim senaryolarına göre habitat uygunluk analizlerinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Hazırlanan bu bölümde, İstanbul'da araştırma alanı olarak seçilen Atatürk Kent Ormanı'nda, seçilen farklı ağaç türlerinin gelecekteki potansiyel dağılımları, çevresel değişkenler dikkate alınarak modellenmiş ve tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, RCP 4.5 senaryosu dikkate alındığında gelecekte, sahil çamı ve karışık ormanların değişen iklim koşullarına daha iyi adapte olabilecekleri anlaşılmıştır. Dolayısıyla, Atatürk Kent Ormanı'nda boş alanların ağaçlandırılması, ölen fertlerin yerine adapte olabilecek bu türlerin dikilmesi düşünülebilir. İklim parametreleri dikkate alındığında, daha olumsuz bir senaryo olan RCP 8.5 dikkate alındığında ise karışık meşcerelerin kurulması ve bunun yanında meşe türlerinin kullanılması daha fazla öne çıkmaktadır. Benzer şekilde karaçam da alansal olarak az da olsa potansiyel dağışım uygunluğu göstermektedir. Seçilen ağaç türlerinin gelecekteki potansiyel dağılımlarının modellenmesi bizlere, gelecekte küresel iklim değişikliğinin orman ekosistemleri üzerinde önemli etkileri olacağını göstermektedir. Değişken iklim modellemeleri, -aralarında tutarsızlıklar olsa da- türlerin dağılımında gelecekteki değişiklikleri değerlendirmek için geliştirilecek stratejiler ve şimdiden alınabilecek önlemler bir mekanizma olarak karşımızda durmaktadır.

Kent yöneticilerinin fırsatları daha iyi değerlendirmelerine ve iklim değişikliğine yanıt vermelerine yardımcı olmak için iklim değişikliği sorunlarını, mevcut politikalarına ve programlarına entegre etmeye ülkemizde güçlü bir ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu bilgilere göre, ağaç türlerinin gelecekteki potansiyel dağılımları kolayca tahmin edebilmekte ve kent ormanlarında hangi ağaç türünün nereye dikileceğine ilişkin öneriler getirilebilmektedir. Ayrıca elde edilen bulgular, iklim değişikliğinin ormanlar üzerindeki gelecekteki etkilerini tahmin etmeye ve habitat uygunluğunun gelecekteki dağılımına göre ormanların yapısını ve bileşimini değiştirerek ormanın uyum sağlamasına yardımcı olabilecektir. Özetle, potansiyel tür dağılım haritasının sonuçları, kent ormanlarının yönetimi ve sivilkültürel müdahaleler yoluyla uyum stratejileri için iyi bir referans olacaktır.

Dünya, insanlık tarihinin en büyük kentleşme ve hızla değişen iklim dönemine girmektedir. Şehirlerin iklim değişikliğine adaptasyonlarını sağlayacak önlemleri şimdiden almak gerekmektedir. İklim değişikliği konusunda araştırmacılar ve kentlerdeki uygulayıcılar arasındaki iletişim hızla geliştirilmelidir. Günümüzde kanıta dayalı, iklimin olumsuz etkilerinin azaltılması ve ormanların adaptasyonunun arttırılması eylemlerinin geliştirilmesini sağlayacak işbirliğine gidilmelidir. Kentlerde iklim riski, uyumu ve riskin azaltılmasına yönelik bilgilerin başarılı şekilde birlikte üretilmesini sağlayan, hızlandıran uygulayıcı-araştırmacı etkileşiminin teşvik edilmesi gerekmektedir. Temel değişimi sağlayacak dönüştürücü stratejilere ve eylemlere girişilmelidir. Kent ormanlarının iklim değişikliğine karşı adaptasyonlarının sağlanmasında tek bir çözüm bulunmamaktadır; ancak orta ve uzun vadede çoklu aktörlerin koordinasyon ve katılımıyla çözüm yolu bulunabilecektir.

# Kaynaklar


Abbasnia M., Toros H. (2018). Analysis of Long-term Changes in Extreme Climatic Indices: A Case study of the Mediterranean Climate, Marmara Region, Turkey, Pure and Applied Geophysics, 175(11), 3861–3873.

ADAMFOR (2020). Exploring the Adaptation Potential of Marmara Forests to Climate Change, Directorate of Marmara Forestry Research Institute, Project Number: 10.1609/2020-2021.

Agbelade A.D., Onyekwelu J.C., Oyun M.B. (2017). Tree Species Richness, Diversity, and Vegetation Index for Federal Capital Territory, Abuja, Nigeria. International Journal of Forestry Research 2017:12.

Agbelade A.D., Onyekwelu J.C., John A.A., Adedayo J., Alabi T. (2022). Assessing the Conservation Status, Biodiversity Potentials and Economic Contribution of Urban Tree Ecosystems in Nigerian Cities. Urban Ecosystems 25:165-178 doi:10.1007/s11252-021- 01137-z.

Arslan, E.S. (2019). İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: Robinia pseudoacacia L. örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(2): 142-148. doi: 10.18182/tjf.559883

Asan, Ü., Yeşil, A., Özdemir, U., Özkan, U.Y. (2003). Konumsal Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesinde Katılımcı Yaklaşımın Önemi ve Sayısal Arazi Modellerinin Yeri. II. Ulusal Ormancılık Kongresi: Türkiye Ormanlarının Yönetimi ve Katılım. ISBN 975-93478-2-2, 162-173 s.

Atay İ. (1990). Kent Ormanları ve Çevre İle Etkileşimleri, İÜ Orman Fakültesi dergisi, Seri B, Cilt:40, Sayı:1, 1-5.

Araújo M.B., Pearson R.G., Thuiller W., Erhard M. (2005). Validation of Species-Climate Impact Models Under Climate Change. Global Change Biology, 11, 1504-1513.

Baldwin, R.A. (2009). Use of maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy, 11(4), 854-866.

Beton, D. (2011). İklim Değişikliğinin Biyoçeşitlilik Üzerindeki Etkileri: Tür Dağılımı Modelleme Yaklaşımı İle Dört Bitki Türü Üzerine Örnek Olay İncelemesi, Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 245 s.

Bindoff N.L., Stott P.A., AchutaRao K.M., Allen M.R., Gillett N., Gutzler D., et al. (2013). Detection and Attribution of Climate Change: From Global to Regional, Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 1(2), 192-211.

Blennow K., Persson J., Tome M., Hanewinkel M. (2012). Climate Change: Believing and Seeing Implies Adapting. PLoS ONE 7(11): e50182. doi: 10.1371/ journal.pone.0050182.

Bozkuş H.F. (1994). Kent Ağaçlarında Başlıca Tesis ve Bakım Sorunları, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri:B, Cilt:44, Sayı:1-2, 85-100.

Cantürk, U., Kulaç, Ş., (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia ssp.* in Turkey, Environmental Monitoring and Assesment, 193:771, doi:10.1007/s10661-021-09546-5

Chen L., Ma Y. (2022). Exploring the Spatial and Temporal Changes of Carbon Storage in Different Development Scenarios in Foshan, China. Forests, 13, 2177. doi: 10.3390/f13122177

Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M.., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O' Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Van Den Belt M. (1997). The Value of The World's Ecosystem Services and Natural Capital. Nature, 387, 253-260.

Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. (2014). Changes in The Global Value of Ecosystem Services. Global Environmental Change, 26, 152-158.

Çardak, Ç., (2022). *Juniperus excelsa* BİEB. (Boylu Ardıç) Türünün Coğrafi Dağılımının Modellenmesinde Garp Ve Maxent Programlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 85 s.

Çoban H.O., Örücü Ö.K., Arslan E.S. (2020). MaxEnt Modeling for Predicting the Current and Future Potential Geographical Distribution of Quercus libani Olivier. Sustainability, 12(7):2671. doi:10.3390/su12072671

Dağtekin, A.G., 2018. Modeling Spatial Distribution of Oriental Beech (*Fagus Orientalis*): Past, Present and Future, Master Thesis, İstanbul Technical University, 63 p.

Demircan, M., Gürkan, H., Arabacı, H., Coşkun, M., (2017). Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 3-6 Mayıs 2017, Ankara.

Demirel, S., (2022). Hitit Devletinin Çöküş Sürecinde İklimsel Dalgalanmaların Muhtemel Rolü, Zamanın İzleri:İklim Değişikliği, Ed: Yalçınkaya, M.A., Can Emir, B., Demirel, S., Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, ISBN No: 978-605-2271-51-3, 1-10 s.

Dirik, H., Ata, C., 2005, Kent ormancılığının kapsamı, yararları, planlanması ve teknik esasları, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 55, sayı 1, 1-14.

Dorendorf J., Eschenbach A., Schmidt K., Jensen K., (2015). Both Tree and Soil Carbon Need to be Quantified for Carbon

Assessments of Cities. Urban Forestry & Urban Greening 3(14), 447-455. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.005.

Düzgüneş, E., (2022). İlim Değişikliğinin Kent Ekosistemine Olan Etkilerinin Ekolojik Ayak İzi Bağlamında İrdelenmesi, Zamanın İzleri:İklim Değişikliği, Ed: Yalçınkaya, M.A., Can Emir, B., Demirel, S., Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, ISBN No: 978-605-2271-51-3, 289-310 s.

Eigenbrod F., Bell V.A., Davies H.N., Heinemeyer A., Armsworth P.R., Gaston K.J., (2011). The Impact of Projected Increases in Urbanization on Ecosystem Services. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 1722(278), 3201-3208. https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2754.

Ekberzade, B., (2024). İklim değişikliğinin Türkiye'nin karasal ekosistemlerindeki potansiyel dağılım ve kompozisyon değişikliklerine olan etkileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 138 s.

Elith J. (2000). Quantitative methods for modelling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants. Quantitative methods for conservation biology. Springer, 39-58 s.

Elith J.H., Graham C.P., Anderson R., Dudík M., Ferrier S, Guisan A.J., Hijmans R., Huettmann FR., Leathwick J., Lehmann A. (2006). Novel Methods Improve Prediction of Species' Distributions from Occurrence Data. Ecography 29, 129–151.

Elith, J., Kearney, M., ve Phillips, S. (2010). The art of modelling range-shifting species. Methods in Ecology and Evolution, 1(4), 330-342.

Elith, J., Phillips, S., Hastie, T., Dudik, M., Chee, Y.E., ve Yates, C.J. (2011). A statistical explanation of mavent for ecologist. A Journal of Conservation Biogeography, 17(1), 43-57.

FAO, (2020). Global Forest Resources Assesment 2020: Main Report. Rome. https://doi. org/10.4060/ca9825en

Fick, S.E., Hijmans, R., (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas (pp.1-14). International journal of climatology, 00, Wiley Online. doi: http://dx.doi.org/10.1002/joc.5086.

Franklin, J. (2010). Mapping species distributions: Spatial inference and prediction. Cambridge University Press.

Franklin, J. (2023). Species distribution modelling supports the study of past, present and future biogeographies, Journal of Biogeography, 00, 1-13. doi: 10.1111/jbi.14617

Fuwape, J.A., Onyekwelu, J.C. (2011). Urban Forest Development in West Africa: Benefitsand Challenges. Journal of Biodiversity and Ecological Sciences, 1(1):77 -94.

Fosso, L.C. (2021). Integration of Climate Change to Forest Management Practices. An Analysis of Future Tree Species Distribution, Ecosystem Services and Perception of Forestry Professionals, PhD Thesis, Karadeniz Technical University, 171 s.

Fosso L.C., Karahalil U. (2020). Some Important Parameters to Display The Effects of Climate Change On Forest: A Case Study in Cerle Planning Unit, Antalya, Turkey. Artvin Çoruh University Journal of Forestry Faculty, 21, (1), 45-58.

Fosso L.C., Karahalil U. (2021). Climate Change Perception and Adaptation Strategies Elaborated by Forestry Professionals in Turkey, Int. J. Global Warming, 23(1), 11-29.

Fosso L.C., Karahalil U. (2022). Spatial Distribution of Oak According to Different Selected Parameters in Turkey, 2nd International Oak Workshop, 10-12 May, Abstract book, p: 53.

Fuwape J.A., Onyekwelu J.C. (2011). Urban Forest Development in West Africa: Benefits and Challenges. Journal of Biodiversity and Ecological Sciences, 1(1):77-94.

Gülsoy, S., Şentürk, Ö., Tümer, İ., (2017). Modeling the potential distribution of Anatolian black pine in the inner parts of Central Black Sea environment, Journal of Environmental Biology, 38(5) Special Issue, 945-954.

Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., Albert, D.L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. Ecography, 29(5), 773-785.

Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. (2005). Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. International Journal of Climatology, 25,1965-1978.

Hirzel, A.H., Hausser, J., Chessel, D., Perrin., N. (2002). Ecological-Niche Factor Analysis: How to Compute Habitat-Suitability Maps without Absence Data? Ecology, 83(7):2027-2036, doi: 10.2307/3071784.

Jaynes, E.T. (1957). Information theory and statistical mechanics. Physical Review, 106(4), 620.

Kamer Aksoy, Ö. (2022). Predicting the Potential Distribution Area of the Platanus orientalis L. in Turkey Today and in the Future. Sustainability 14:11706, doi:10.3390/su141811706

Karahalil U., Başkent E.Z., Bulut S. (2018). The Effects of Spatiotemporal Changes on Forest Carbon Storage: A Case Study in Çaykara, Turkey. International Journal of Global Warming, 14(2), 207-223.

Karahalil, U., Özdemir, M., (2023). İklim Değişikliği Kapsamında Ormanların Adaptif Planlanması. Küçük, Ö., Güngör, B., (Ed.), İklimin Geleceği: İklim Değişikliğine Disiplinlerarası Bir Bakış (s. 105-122). Kastamonu: Palet Yayınları, 222 s., ISBN: 978-625-6401-57-0.

Karayol, M., (2024). Fıstık çamı (Pinus pinea L.) türünün iklim değişikliğine bağlı yayılış alanları değişiminin sosyo-ekonomik etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, 74 s.

Konijnendijk CC. (2003). A Decade of Urban Forestry in Europe, Forest Policy and Economics, 5,173-186.

Konijnendijk CC., Ricard R.M., Kenny A., Randrup T.B. (2006). Defining Urban Forestry a Comparative Perspective of North America and Seurope. Urban Forestry and Urban Greening, 4:93-103.

Köhl M., Lasco R., Cifuentes M., Jonsson Ö., Korhonen K. T., Mundhenk P., Navar J. J., Stinson, G. (2015). Changes in Forest Production, Biomass and Carbon: Results from the 2015 UN FAO Global Forest Resource Assessment, Forest Ecology and Management, 352, 21-34.

Köse M. (2021). Doğada ve Türkiye'de Kent Ormancılığının Ortaya Çıkışı ve Gelişimi, Ağaç ve Orman, 2(2), 62-71.

Lindsey R., Campbell J., Dukes J.S., Huntington T., Kathy F., Mohan J., Rodenhouse N. (2012). Changing Climate, Changing Forests: The Impacts of Climate Change on Forests of The Northeastern United States and Eastern Canada. Gen. Tech. Rep. NRS-99. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 48 p.

Mert A., Özkan K., Şentürk Ö., Negiz M.G. (2016). Changing the Potential Distribution of Turkey Oak (*Quercus cerris* L.) Under Climate Change in Turkey. Polish Journal of Environmental Studies, 25, (4), 1633-1638.

Mert A., Kıraç A. (2017). Habitat Suitability Mapping of *Anatololacerta danfordi* (Günter, 1876) in Isparta-Sütçüler District. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1), 16-22.

MGM, (2015). Yeni Senaryolar İle Türkiye İklim Projeksiyonları ve İklim Değişikliği, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, 164 s.

Molla, M.S., (2024). Prediction of potential distribution of selected tree species under SPP climate change scenarios in Kastamonu, Türkiye, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 98 s.

Nowak D.J., Noble M.H., Sisinni S.M., Dwyer J.F. (2001). Assessing the U.S. Urban Forest Resources. Journal of forestry, 99(3), 37-42.

Örücü, Ö.K. (2019). *Phoenix theophrasti* Gr.'nin İklim Değişimine Bağlı Günümüz ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının MaxEnt Modeli ile Tahmini ve Bitkisel Tasarımda Kullanımı. Turkish Journal of Forestry, 20(3), 274-283. doi: 10.18182/tjf.613205

Özdemir S., Gülsoy S., Mert A. (2020). Predicting the Effect of Climate Change on the Potential Distribution of Crimean Juniper, Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 20, (2), 133-142.

Özdemir, S., Özkan, K., Mert, A., (2020). An ecological perspective on climate change scenarios, Biological Diversity and Conservation, (13)3, 361-371, doi: 10.46309/biodicon.2020. 762985

Özdemir, S. (2022). Batı Akdeniz'de İklim Değişimine Göre Asli Orman Ağacı Türlerinin Dağılım Modellemesi, Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, 149 s.

Özhan S. (2004). Havza Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 481, İstanbul.

Özkan K., Mert, A., (2010). Isparta Yukargökdere Yöresinde Kasnak Meşesinin SRES-IPCC'nin A2 ve B2 Senaryolarına Göre 2050 ve 2080 Yıllarında Muhtemel Potansiyel Yayılış Alanları, Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu, Çorum, 17-18 Haziran, 662-666 s.

Özkan, K., (2012). Sınıflandırma ve regresyon ağacı tekniği (SRAT) ile ekolojik verinin modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(1), 1-4.

Özkan, K., Şentürk, Ö. (2012). The application of group discrimination techniques to predict the potential distribution of turbentine tree, Internatinal Scientific Conference People Buildings and Environment, Lednice.

Özkan, K., Makineci, E., Gülsoy, S., Özdemir, S., (2021). Orman Ekosistemleri ve İklim Değişimi, Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye'de Orman ve Ormancılık, Ed: Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., Takmaz, S., Sonçağ Akademi, ISBN No: 978-625-7456-10-4, 359-406 s.

Pearce, J., Ferrier, S., 2000. Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. Ecological Modeling, 133, 225-245.

Phillips, N.A. (1956). The general circulation of the atmosphere: a numerical experiment, Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 82(352), 123-154.

Phillips, S.J. (2017). A Brief Tutorial on Maxent, http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Erişim Tarihi: 06.08.2023

Phillips S., Dudík J.M., Schapire R.E. (2006). Maximum Entropy Modelling of Species Geographic Distributions. Ecological Modelling. 190, (3), 231-259.

Philips, S.J., Anderson, R.P., Dudik,M., Schapire, R.E., Blari, M.E., (2017). Opening the black box: an open-source release of Maxent, Ecography, (40):887-893.

Piao S., Yue C., Ding J., Guo Z. (2022). Perspectives on the Role of Terrestrial Ecosystems in the 'Carbon Neutrality' Strategy. Science China Earth Sciences 6(65), 1178-1186.

Privitera R., Palermo V., Martinico F., Fichera A., La Rosa D. (2018). Towards Lower Carbon Cities: Urban Morphology Contribution in Climate Change Adaptation Strategies. European Planning Studies 4(26), 812-837.

Sağlam S., Elvan O.D. (2017). Kent Ormanlarının Türkiye'deki Gelişimi ve Hukuki Durumu, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(4), 669-681.

Sallustio L., Quatrini V., Geneletti D., Corona P., Marchetti M. (2015). Assessing Land Take by Urban Development and Its Impact on Carbon Storage: Findings From Two Case Studies in Italy. Environmental Impact Assessment Review (54), 80-90.

Sarıkaya, A.G., Örücü, Ö.K., (2019). Prediction of Potential and Future Distribution Areas of Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) by Using Maximum Entropy (Maxent) Modeling Depending on Climate Change in Turkey, International Journal of Ecosystems and Ecology Science, 9(4), 699-708.

Sarıkaya, A.G., Örücü, Ö.K., (2021). Maxent modeling for predicting the potential distribution of *Arbutus andrachne* L. belonging to climate change in Turkey, Kuwait Journal of Science 4(2):1-13

Seppelt R., Dormann C.F., Eppink F.V., Lautenbach S., Schmidt S. (2011). A Quantitative Review of Ecosystem Service Studies: Approaches, Shortcomings and the Road Ahead. Journal of Applied Ecology 3(48), 630-636.

Serengil, Y., Aydın, M., Çeler, E., Aytekin, M., Özkan, U. (2021). İklim Değişikliğine Adaptasyonda Havza Yaklaşımı: Kent_Orman Etkileşiminde Örnek Çalışmalar, Ed: Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., Takmaz, S., Sonçağ Akademi, ISBN No: 978-625-7456-10-4, 547-578 s.

Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27(3) 379-423.

Suiçmez, B., (2023). Anadolu'da bazı bitkilerin dağılış kalıplarındaki değişimler (Son buzularası dönemden geleceğe), Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 191 s.

Süel, H., Şentürk, Ö., Mert, A., Özdemir, S., Yalçınkaya, B., 2018. Habitat Suibility Modeling and Mapping, V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, July, Proceedings, 536-549.

Swet J.A. (1988). Measuring the Accuracy of Diagnostic Systems, Science, 240, 1285-1293.

Şentürk, Ö., Mert, A., Gülsoy, S., Özkan, K., Özdemir, İ. 2010. "Sipahiler-Hacıaliler mevkisinde karaçam ve kızılçam türlerinin potansiyel yayılışlarının modellenmesi", Isparta İli Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumu, Isparta.

Tang R., Zhao J., Liu Y., Huang X., Zhang Y., Zhou D., Ding A., Nielsen C.P., Wang H. (2022). Air Quality and Health Cobenefits of China's Carbon Dioxide Emissions Peaking Before 2030. Nature Communications, 1(13). doi: 10.1038/s41467-022-28672-3.

Tian L., Ye Q., Zhen, Z. (2019). A New Assessment Model of Social Cost of Carbon and Its Situation Analysis in China. Journal of Cleaner Production (211), 1434-1443.

Tolunay D. (2011). Total Carbon Stocks and Carbon Accumulation in Living Tree Biomass in Forest Ecosystems of Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34, 1-15.

Tscharntke T., Klein A.M., Kruess A., Steffan-Dewenter I., Thies C. (2005). Landscape Perspectives on Agricultural Intensification and Biodiversity - Ecosystem Service Management. Ecology Letters 8(8), 857-874.

Turna İ., (2012). Kent Ormancılığı (Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı), KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 92, 199 s.

Turna İ., (2017). Kent Ormanclığı (Kentsel Yeşil Alanlar), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 245, Fakülte Yayın No:43, 345 s.

Tüfekçioğlu A., Kalay H.Z., Küçük M., Kahriman A., Özbayram A.K. (2005). Artvin-Hatilla Milli Parkında Böcek Zararları Sonucu Görülen Kurumalar ve Bunu Tetikleyen Ekolojik Nedenleri, Ladin Sempozyumu. pp.142-151.

UNCC (2015). Paris Agreement. United Nations. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement. 18 Haziran 2022 tarihinde erişildi.

UNFCCC (2018). United Nations Framework Convention on Climate Change. Post-Paris Agreement. Web site at http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php. 6 Ekim 2022 tarihinde erişildi.

URL-1, (2024). İstanbul Bahçeleri, https://istanbultarihi.ist/143-istanbul-bahceleri, Erişim Tarihi: 31.08.2024

URL-2, (2024). Atatürk Kent Ormanı, Vikipedi Özgür Ansiklopedi, https://tr.wikipedia.org/wiki/Atat%C3%BCrk_Kent_Orman%C4%B1, Erişim Tarihi: 03.08.2024

URL-3, (2024). https://www.worldclim.org/data/cmip6/cmip6_clim30s.html, Erişim Tarihi: 05.08.2024

USDA (2001). Urban Ecosystem Analysis Atlanta Metro Area Calculating the Value of Nature, USDA Forest Service, USA.

Usta Baykal, N., (2019). Koruma Öncelikli Alanların Belirlenmesi İçin Kazdağı Göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani*) ve Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Arasındaki İklim Değişikliğine Bağlı Olası Habitat Rekabeti Bölgelerinin Maxent Algoritmasıkullanılarak Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 99 s.

Uzun, A., Ekşi, M., Aktaş, Y., (2007). Kent ormanları ve gürültü kontrolü açısından önemi, Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler Sempozyumu Poster Bildiriler Kitabı, İstanbul.

Uzun, A., (2020). İklim Değişimi Senaryolarına Göre Peyzaj Tasarımında Kullanılan Fabaceae Familyasına Ait Bazı Odunsu Türlerin Günümüz Ve Gelecekteki Yayılış Alanlarının Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 141 s.

Uzun, A., Aksu, B., Uzun, T. (2020). Maxent modeli kullanılarak Acer campestre L. subsp. campestre (Ova Akçaağacı)'nın tahmini olarak günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının belirlenmesi. Turkish Journal of Landscape Research, 3 (2), 108 -119.

Üyük, A., (2022). *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı)'nn CMIP6 İklim Modelleri İle Yayılış Alanlarının Karşılaştırmalı Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 128 s.

Wang J., Zhang Q., Gou T., Mo J., Wang Z., Gao M. (2018). Spatial-Temporal Changes of Urban Areas and Terrestrial Carbon Storage in the Three Gorges Reservoir in China. Ecological Indicators (95), 343-352.

Wisz, M.S., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A.T., Graham, C., Guisan, A. (2008). Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, 14(5), 763-773.

Worldclim (2022). WorldClim-Global Climate Data. www.WorldClim.org. 20.08.2022 tarihinde erişildi.

Xu H., Song Y., Tian Y. (2022). Simulation of Land-Use Pattern Evolution in Hilly Mountainous Areas of North China: A Case Study in Jincheng. Land Use Policy (112), 105826. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105826.

Yalçınkaya, M.A. (2022). Osmanlı Anadolusunda Yaşanan Kuraklık ve Don Hadiselerinin Topluma Tesiri, Zamanın İzleri:İklim Değişikliği, Ed: Yalçınkaya, M.A., Can Emir, B., Demirel, S., Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, ISBN No: 978-605-2271-51-3, 29-38 s.

Yang X-Q, Kushwaha S, Saran S, Xu J., Roy P. (2013). Maxent Modeling for Predicting the Potential Distribution of Medicinal Plant, *Justicia adhatoda* L. in Lesser Himalayan Foothills. Ecological Engineering, 51, 83-87.

Zhang Z., Peng J., Xu Z., Wang X., Meersmans J. (2021). Ecosystem Services Supply and Demand Response to Urbanization: A Case Study of the Pearl River Delta, China. Ecosystem Services (49), 101274. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101274.

Zhong L., Ma Y., Salama M.S., Su, Z. (2010). Assessment of vegetation dynamics and their response to variations in precipitation and temperature in the Tibetan Plateau, Climatic Change 103, 519-535.

# İklim Krizi ve İklim Politikaları Açısından Kentsel Yeşil Alanlar ve Bitkilendirme

*Cihan Erdönmez*[*] - *Cantürk Gümüş*[**]

İklim krizi, kentsel yeşil alanlarla iki yönlü ilişki içindedir. Kentsel yeşil alanlar hem iklim krizinden etkilenmekte hem de iklim krizini etkilemektedir. Dünya nüfusunun giderek daha yüksek bölümü kentlerde yaşamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kent nüfusunda görülen keskin artışlar, kentleşme politikaları açısından çözümü karmaşık sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların en önemlilerinden biri kentsel yeşil alanların yetersizliğiyle birlikte yeşil alan tasarım ve planlamasında yapılan yanlışlardır.

Kentsel yeşil alanlar, pek çok ekosistem hizmetini sunma potansiyeline sahiptir. Karbon depolama, ısı adalarının oluşumunu engelleme, halk sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratma gibi işlevleri kentsel yeşil alanları iklim krizi açısından özellikle dikkat çekici hâle getirmektedir. Kentsel yeşil alanların iklim krizi ile mücadeledeki rolünü artırmak ve iklim krizinin olumsuz etkilerinden daha az etkilenmesini (uyum) sağlamak amacıyla çok daha dikkatli kararlar almak gerekmektedir.

* İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

Kentsel yeşil alan planlamasında, yeşil alanların aşırı hava olaylarından kaynaklanan sel ve taşkınların olumsuz etkilerini azaltıcı rolleri dikkate alınmalı, ısı adası oluşumlarının engellenmesine katkıları gözden uzak tutulmamalıdır. Bitkilendirme çalışmalarında daha fazla sulama, bakım ve ilaçlama gerektiren egzotik türler yerine yerel koşullara uyumlu türlerin tercih edilmesi, ekonomik açıdan olduğu kadar ekolojik açıdan da olumlu sonuçlar verecektir. Böylelikle giderek kıt kaynak hâline gelen suyun kullanımı açısından da olumlu bir gelişme sağlanmış olacaktır. Kentsel yeşil alanların halk sağlığı üzerindeki olumlu etkileri de yeşil alan planlaması açısından göz önünde bulundurulmalıdır.

## Giriş

İnsan etkinlikleri sonucu atmosfere salınan sera gazlarının, küresel iklim değişikliğine yol açtığı uzun zamandır bilinmektedir. 21. yüzyılın ilk iki on yılında (2001-2020) küresel yüzey sıcaklığı, 1850-1900 arası döneme göre 0,99 ºC (0,84-1,10) daha yüksek olmuştur (IPCC, 2021).

Önceleri küresel ısınma, daha sonra küresel iklim değişikliği ve son zamanlarda da küresel iklim krizi ya da kısaca iklim krizi olarak adlandırılan olgu, birbiri ile ilişkili pek çok sonucu beraberinde getirmektedir. Buzulların erimesi ve buna bağlı olarak deniz suyu seviyesinde yükselmeler, biyolojik çeşitlilik kayıpları, orman yangınlarındaki artış ile orman hastalıkları ve bitki göçleri, aşırı hava olayları, gıda ve su krizi gibi pek çok ana başlık iklim krizinin doğrudan sonuçları arasındadır. İklim krizi bir yandan bununla mücadele konusunda adımlar atılmasını gerekli kılmakta, diğer yandan da değişik alanlarda iklim krizine uyum çalışmalarını gerektirmektedir. Çünkü bugünden sonra en etkili mücadele politikaları izlense bile iklim krizinin yukarıda belirtilen sonuçları, değişik boyutlarda da olsa hemen hemen dünyanın bütün bölgelerinde gözlenmeye başlamıştır ve uzun bir süre de bu sonuçların artarak devam etmesi beklenmektedir.

Diğer yandan, dünyadaki toplam nüfusun daha büyük bölümü artık kentlerde yaşamaktadır. 1950 yılında kentlerde yaşayan nüfusun toplam nüfusa oranı %30 iken bu oran 2018 yılında %55 olmuştur. Gelişmiş ülkelerdeki kent nüfusu, 1950-2018 yılları arasında 450 milyondan 990 milyona çıkarken gelişmekte olan ülkelerdeki kent nüfusu, aynı dönemde 300 milyondan 3,23 milyara yükselmiştir. 2050 yılında kent nüfusunun gelişmiş ülkelerde 1,12 milyar, gelişmekte olan ülkelerde ise 5,56 milyara yükselmesi beklenmektedir (United Nations, 2019). Kent nüfusundaki bu yükseliş, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki çok hızlı nüfus artışlarına paralel olarak pek çok sorunu beraberinde getirmektedir. Konut, ulaşım, katı atık, gıda ve su temini, altyapı gibi temel kentsel alan sorunlarından biri de yeşil alanların nitelik ve nicelik olarak yetersizliğidir. Örneğin gelişmekte olan ülkelerdeki hızlı nüfus artışına sahne olan kentlere oldukça iyi bir örnek olan İstanbul'daki yeşil alanların toplam kent alanı içerisindeki oranı, yalnızca %2,2 iken bu oran Paris'te %9,5, New York %27, Londra'da %33, Stockholm'de %40 ve Singapur'da %47'dir (World Cities Culture Forum, 2021). Yeşil alan miktarının

azlığı, var olan yeşil alanların ise kent içerisindeki dağılımının homojen olmaması, sahip olduğu ekosistem hizmetlerini sürekli olarak sağlayacak şekilde düzenlenmemiş olması, kent civarındaki doğal alanlar ve birbirleri ile bağlantılı bir yeşil altyapı özelliği sergilememeleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki kentlerde öne çıkan sorun başlıkları arasındadır.

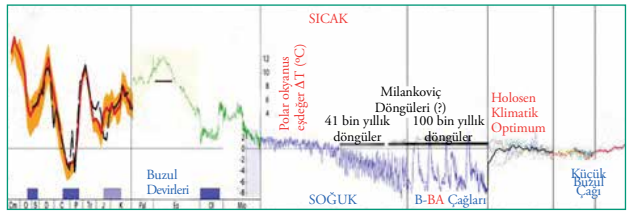
Kentsel yeşil alan sorunları arasında sözü edilmesi gereken önemli başlıklardan biri de bu alanların iklim krizi açısından sahip olduğu uyum özelliklerinin yeterlik düzeyleridir. İklim krizi, başka pek çok alanda olduğu gibi kentsel yeşil alanlar konusunda da planlama ve düzenlemeden tür seçimine kadar yeni yaklaşımların sergilenmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Bu çalışma, iklim krizinin boyutları, uygulanan ve uygulanması gereken iklim politikaları perspektifiyle kentsel yeşil alanlara ve özellikle bu alanların bitkilendirilmesine ilişkin yaklaşımlar önermeyi amaçlamaktadır.

## İklim ve İklim Krizi

İklim, atmosferde gözlediğimiz değişik hava durumlarının uzun yıllara dayanan genellemesi, ortalamasıdır. İklim; bir yer için uzun yıllar atmosferde meydana gelen meteorolojik parametrelerin (sıcaklık, yağış, rüzgâr, nem vb.) ortalama durumu olarak tanımlanmaktadır (Demircan, 2019). Birçok kaynakta benzer tanımlamaları yapılan iklim; sıcaklık, nem, rüzgâr, yağış gibi meteorolojik hadiselerin uzun yıllara ait ortalama hâlidir (Gönençgil, 2017). Brunetti ve Prodi (2015)'e göre hava, bizi çevreleyen atmosferik sistemin o anki durumunu ifade ederken iklim, çok daha karmaşıktır ve aynı sistemin zaman içerisindeki değişimlerinin ortalamasını ifade eder.

İklim değişikliği, basit olarak herhangi bir coğrafi bölgenin ikliminde meydana gelen değişikliklerin genel ifadesidir. Yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı üzere iklim değişikliğinden söz edebilmek için atmosferik sistemin uzun süreli ortalama değerlerinde değişmenin olması gerekmektedir. Dünyanın jeolojik devirlerinde küresel çapta yaşanan iklim değişiklikleri bulunmaktadır. Örneğin Kuaterner'de (son iki milyon yılda) görülen buzul dönemlerdeki ortalama sıcaklıklar, bugünküne göre 4-5 $^{0}$C daha soğuk olmuş, buna karşılık buzul arası dönemler ise 1-2 $^{0}$C daha sıcak geçmiştir (Gönençgil, 2017). Şekil 1'de son 542 milyon yılda dünya ikliminde meydana gelen değişiklikler gösterilmektedir.

Bugün sözünü ettiğimiz iklim değişikliği ile dünyanın jeolojik tarihinde görülen iklim değişiklikleri arasında temel bir fark bulunmaktadır. Jeolojik süreçlerde gözlenen iklim değişiklikleri, doğal nedenlere dayanmakta iken günümüzde sözünü ettiğimiz iklim değişikliğinin nedeni insan etkinlikleridir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde iklim değişikliği şu şekilde tanımlanmaktadır: İklim değişikliği, karşılaştırılabilir zaman




**Şekil 1.** Dünya ikliminin değişimi (Türkeş, 2021).

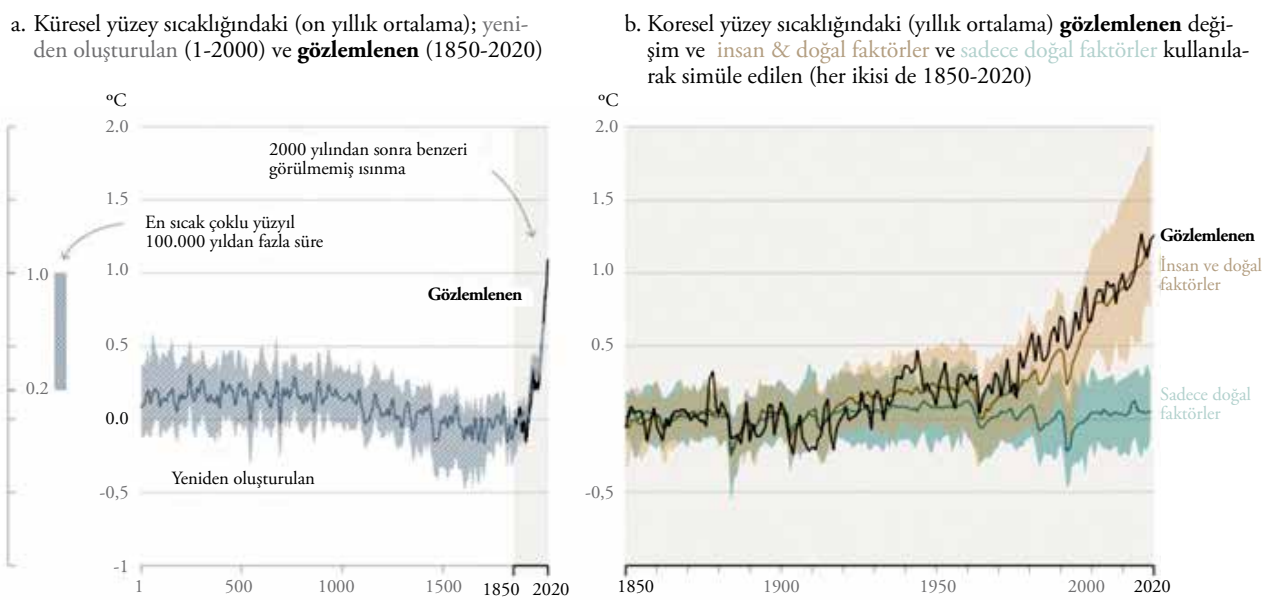
dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliklerine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan değişiklik demektir (Anonim, 2021).

İnsan etkinlikleri sonucunda küresel atmosferin bileşimini bozan gazlara sera gazı denilmektedir. Başta $CO_2$ olmak üzere $CH_4$ (metan) ve $N_2O$ (azot oksit) gibi birkaç gazdan meydana gelen sera gazları, fosil yakıtların yakılması, endüstriyel hayvancılık, ormansızlaşma ve arazi kullanım değişimi gibi bazı temel insan etkinliklerinden kaynaklanmakta ve atmosferin sıcaklık tutma kapasitesini artıran (Erdoğan, 2020) ve adına sera etkisi denilen bir sonuç ortaya çıkarmaktadır. Sera etkisinin sonucu ise küresel iklim değişikliği ya da kısaca iklim değişikliğidir.

İklim değişikliği genellikle endüstri devriminin başlaması baz alınarak incelenen bir olgudur. Sanayi devrimi öncesi insan etkinliklerinin iklim değişikliği açısından önemsiz olduğu kabul edilmekte ve yüksek miktarda fosil yakıt kullanımının gerçekleştiği endüstri devrimi sonrası dönemdeki ortalama sıcaklıklar, önceki dönemle karşılaştırılarak iklim değişikliğinin boyutları ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bu açıdan Şekil 2'nin incelenmesi yararlı olacaktır.

İklim değişikliğinin yarattığı ve gelecekte yaratacağı öngörülen ekolojik yıkımlar, zamanla bu konuda kullanılan terimleri de değişikliğe uğratmıştır. Önceleri "küresel ısınma" olarak adlandırılan kavram; daha sonraları "iklim değişikliği", "iklim krizi", yer yer de "küresel ısıtma" gibi isimlerle ifade

**1850-1900 yılları arasında küresel yüzey sıcaklığındaki değişiklikler**




**Şekil 2.** Son 2 bin yılda ve son 170 yılda meydana gelen sıcaklık değişimleri (IPCC, 2021).

edilmeye başlanmıştır (The Guardian, 2019). Günümüzde çoğunlukla iklim değişikliği ve iklim krizi terimleri aşağı yukarı benzer içeriklerle kullanılmaya devam edilmektedir.

## Dünyada İklim Politikaları

Küresel çapta iklim politikaları, genel olarak üç uluslararası anlaşma çerçevesinde şekillenmektedir. Bunlardan birincisi 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı sırasında imzaya açılan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'dir. Bu sözleşme iklim politikalarının temel amacını, kural ve kurumlarını ortaya koymuş, buna karşılık taraf ülkelere herhangi bir sera gazı azaltma yükümlülüğü getirmeyerek bunu sözleşme çatısı altında daha sonra kabul edilecek hukuki düzenlemelere bırakmıştır (Cerit Mazlum, 2019). İkinci sözleşme Kyoto Protokolü'dür. 1997 yılında Kyoto'da gerçekleştirilen BMİDÇS 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen ve 2005 yılında yürürlüğe giren protokolü, BMİDÇS'den ayıran en önemli fark, protokolün sanayileşmiş ülkelere bağlayıcı sera gazı salım sınırlaması ve azaltım yükümlülükleri getirmiş olmasıdır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021a). Küresel çapta iklim politikalarını şekillendiren üçüncü ve belki de en önemli adım ise Paris Anlaşması'dır. 2015 yılının Aralık ayında kabul edilen ve 2016 yılında yürürlüğe giren anlaşma, hedefi belli ve hak temelli bir uluslararası hukuk metnidir (Şahin, 2020). Paris Anlaşması, Kyoto Protokolü ile kurulan yapının küresel emisyonlarda yüksek paya sahip ABD ve Çin gibi ülkeleri azaltım eylemleri dışında bırakması nedeniyle etkili olmadığı düşüncesinden hareketle tüm tarafları azaltım eylemine ortak etmesi beklenen yeni bir işbirliği çerçevesinde oluşturulmuştur (Cerit Mazlum, 2019).

Diğer yandan hem küresel sera gazı salımlarına katkısının büyüklüğü hem de iklim değişikliğinden etkilenme potansiyelinin yüksekliği nedeniyle AB'nin iklim değişikliği politikaları da büyük önem arz etmektedir. Bu açıdan bakıldığında AB'nin iklim değişikliği ile mücadele etmeye en çok istekli aktörlerden biri olduğu; AB ve üye devletlerin yukarıda belirtilen üç uluslararası anlaşmaya taraf olduğu ve bu anlaşmalardaki akitlerin AB hukuk sisteminin bir parçası hâline geldiği görülmektedir (Talu, 2019).

## Türkiye'de İklim Politikaları

Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele açısından istikrarlı bir politikası bulunmamaktadır. Türkiye Koyoto Protokolü'ne kadar iklim değişikliğini bir dış politika konusu olarak değerlendirmiş, protokole taraf olunmasından sonra konuyla ilgili eylem ve stratejiler geliştirmek ve bunları uygulamak konusunda çalışmalar yapmıştır (Özışık, 2020). Ne var ki ne bu eylem ve stratejilerin amaçları ne de uluslararası anlaşmalara taraf olma konusunda, yerleşik ve kararlı bir anlayışın olduğundan söz edilemez. Örneğin Türkiye iklim değişikliği ile ilgili ilk önemli uluslararası anlaşma olan BMİDÇS'ye taraf olma konusunda bazı çekinceler ileri sürmüş, ancak

bu çekincelerle ilgili bazı düzeltmeler 2001 yılında yapılan 7. Taraflar Konferansı'nda gerçekleştirildikten sonra 2004 yılında 189. ülke olarak sözleşmeye taraf olmuştur (Çevre Şehircilik Bakanlığı, 2021b). 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'ne 2009 yılında taraf olan Türkiye, 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması'nı ise uzun süre şiddetli bir şekilde eleştirmiş, ancak bu eleştirilerle ilgili herhangi bir değişiklik olmamasına karşın, Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından BM 76. Genel Kurulu'nda 21 Eylül 2021 tarihinde yapılan konuşmada Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı onaylayacağı açıklanmıştır (TRT HABER, 2021). Nihayet TBMM'nin 6 Ekim 2021 tarihli oturumunda görüşülerek kabul edilen Paris Anlaşması, 7 Ekim 2021 tarih ve 31621 sayılı *Resmî Gazete*'de yayımlanarak 7335 kanun numarası ile yürürlüğe girmiştir.

## İklim Politikalarının Kentsel Yeşil Alanlar Açısından Değerlendirilmesi ve Bitkilendirme

### Kentsel Yeşil Alan Kavramı

Kentleşme, hemen bütün dünyada egemen olan ve nüfusun giderek daha fazla kentsel yerleşimlerde yaşar hâle gelmesini ifade eden bir terimdir. Her ne kadar bu terim, zaman zaman kentsel altyapı ve yaşam koşullarına ulaşım gibi kriterler de göz önünde tutularak farklı bir anlama büründürülüyor ya da kentlileşme terimi ile ifade ediliyor olsa da İngilizcede "urbanization" olarak ifade edilmektedir. Bu ifade, değişik eşiklerle karakterize edilse de yerleşim yerinin nüfus büyüklüğüne atıf yapan bir içerikle literatürde yer almaktadır. Bu pencereden bakıldığında kentleşmenin göstergesi kentsel nüfus artışıdır. Doğal olarak kentsel nüfusun artması kırsal nüfusun azalmasına işaret eder.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerde kentsel nüfusun hızlı artışı; kentsel arazilerin çoğunlukla yerleşim, ulaşım, endüstri vb. zorunlu kullanım tipleri ile işgal edilmesine ve göreceli olarak zorunlu olmadığı düşünülen veya diğer kullanım tipleri kadar karar alma süreçlerinde önceliklendirilmeyen yeşil alanların azalmasına yol açmaktadır. Örneğin İstanbul'da uydu verilerine dayalı olarak yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre 1984 yılında kentin %56,1'ini kaplayan orman alanları, 2017 yılında %49,6'ya gerilemiştir (Cengiz vd., 2019).

Kamuoyunda kentsel yeşil alan kavramı, bir kentte insanların kolaylıkla ulaşabildiği, rekreasyon ihtiyacını karşılayabildiği, kent için oksijen üretme potansiyeline sahip, kentsel ısı adası etkisini azaltabilecek büyüklüklerde ve genellikle ağaç örtüsüyle kaplı olan sahalar olarak anlaşılmakta ve insan kullanımına açık ya da kapalı olmalarına göre aktif (korular, parklar, mesire alanları vb.) ve pasif yeşil alanlar (yol kenarlıkları, mezarlıklar, özel bahçeler vb.) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Akkemik vd., 2021). Bununla birlikte Erdönmez ve Atmış (2020); yeşil alanları birbirleriyle ve kentle bağlantısı olmayan parklar, doğal alanlar ve rekreasyon alanları olarak nitelemekte ve yeşil altyapı kavramına vurgu yapmaktadırlar. Bu yazarlara göre yeşil altyapı doğal alan sistemleri ve diğer açık alanların, aralarında yeşil koridorlar oluşturacak şekilde insanlara ve

çevreye kazandıracağı ekolojik yararları korumak ve yönetmek amacıyla oluşturulan bir sistemdir. Yeşil altyapı, kendi içerisinde yedi alt kategoriye ayrılmıştır. Bunlar; ormanlar ve ağaçlık alanlar, yeşil alanlar ve doğa, kent parkları, özel fonksiyona sahip yeşil alanlar, mavi altyapı, ağaçlıklı küçük alanlar ile korunan alanlardır (O'Brein vd., 2017). Kentsel yeşil altyapının doğal kaynakların verimliliğinin artırılması, iklim değişikliğini azaltma ve iklim değişikliğine uyum, arazi ve toprak yönetimi, sağlık ve refah ile turizm ve rekreasyon gibi pek çok yararı bulunmaktadır (Doğa Koruma Merkezi, 2019). Kentsel yeşil altyapı, diğer bir bakış açısıyla kentsel topluluklara pek çok kültürel ekosistem hizmeti sunmaktadır. Bisiklet sürmeden yüzmeye, mantar toplamadan düşünmeye, tarihî ağaç görmekten sosyalleşmeye, çevre eğitiminden köpek gezdirmeye kadar farklı aktivitenin yer aldığı bu hizmetlerin, daha çok piknik yapılan alan üretmeye dayanan yeşil alan planlaması anlayışına sahip ülkemizde, yeniden gündeme getirilmesi gerekmektedir (Erdönmez ve Atmış, 2020). Kültürel ekosistem hizmetleri Şekil 3'te sınıflandırılmış bir şekilde gösterilmektedir.

## İklim Krizi ve Kentsel Yeşil Alanlar

İklim krizi özellikle yaratacağı etkiler açısından kentlerle ve doğal olarak kentsel yeşil alanlarla yakından ilişkilidir. Dünya üzerinde her geçen gün daha fazla insan kentlerde yaşıyor hâle gelmekte, buna bağlı olarak da kentlerin sorunları artmakta ve karmaşıklaşmaktadır. İklim krizi ise bu durumu daha da girift hâle getirmektedir. İklim krizinin kentler üzerindeki etkileri şu ana başlıklar hâlinde özetlenebilir:

a. Denize kıyısı olan kentlerin deniz seviyesinde meydana gelecek yükselmeler nedeniyle yaşayacağı toprak kayıpları.

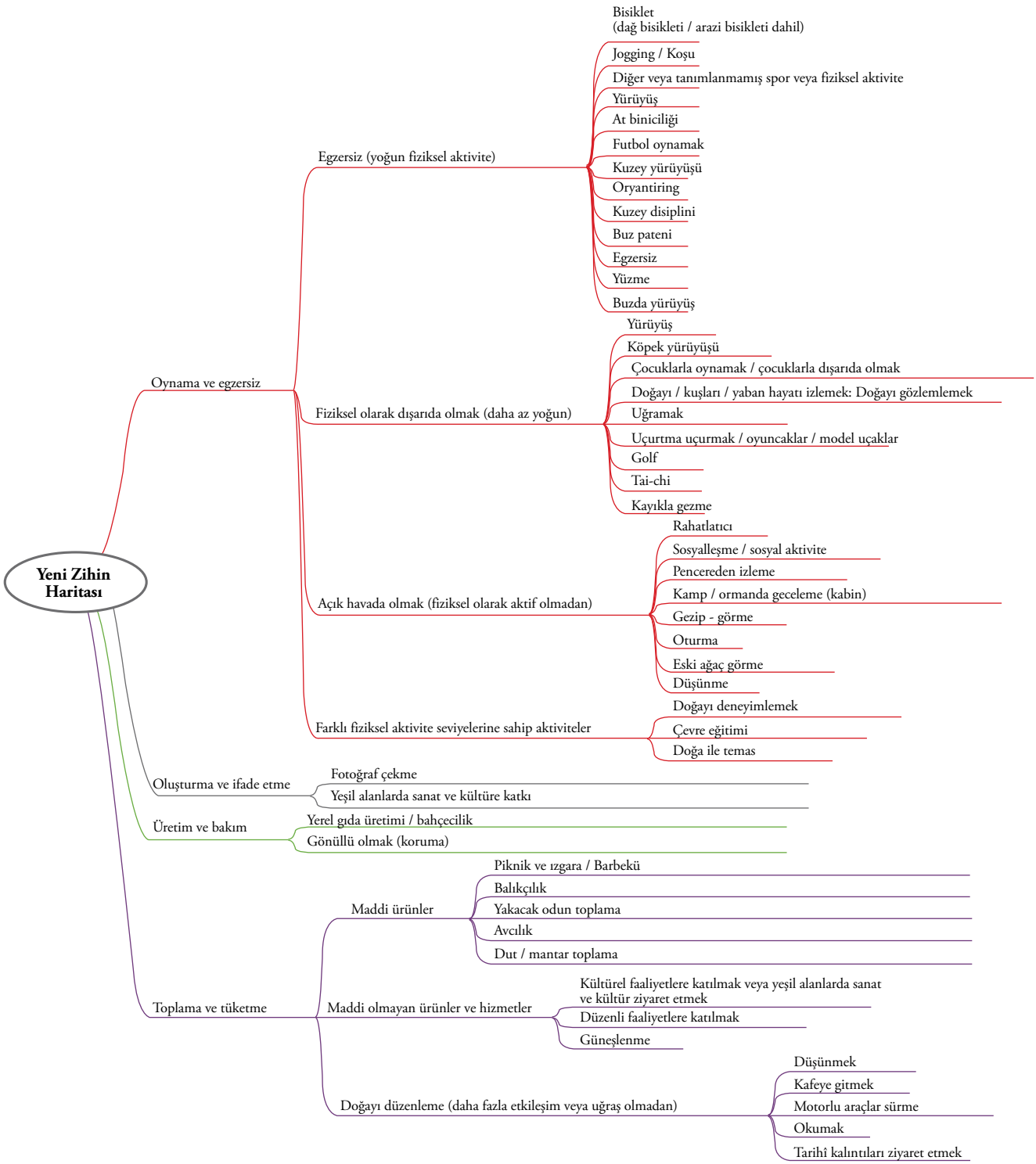
b. Taşkın, fırtına, kuraklık gibi afetler ve bunların ulaşım, enerji, su ve kanalizasyon altyapısı ve gıda dağıtım sistemlerinde oluşturacağı zararlar (Çolakoğlu, 2019).

**c.** Kent civarındaki doğal alanların (ormanlar, çayır ve meralar, sulak alanlar vb.) göreceği zararlar.

**d.** Kentsel ısı adaları nedeniyle çok daha şiddetli hissedilecek sıcak hava dalgaları ve bunların sağlık üzerinde yaratacağı olumsuz etkiler (Çolakoğlu, 2019).

**e.** İklim krizine dayalı göçler nedeniyle nüfusun keskin bir hızla artacağı kentlerde yaşanabilecek sosyal ve ekonomik krizler.

Diğer yandan iklim krizinin kentsel yeşil alan sistemleri üzerinde yaratacağı etkiler ile bu etkilere dönük uyum çalışmaları, üzerinde önemle durulması gereken konuların başında gelmektedir. Bununla birlikte kentsel yeşil alan sistemlerinin iklim krizi üzerindeki etkileri de gözden uzak tutulmamalıdır. Bu temel bakış açısının ışığı altında, iklim krizi ile kentsel yeşil alanlar arasındaki ilişki Şekil 4'te gösterilmiştir.




**Şekil 3.** Kültürel ekosistem hizmetleri (Church vd., 2014; O'Brein vd., 2017).

| İklim krizinin kentsel yeşil alanlar üzerindeki etkisi | | Kentsel yeşil alanların iklim krizi üzerindeki etkisi | |
|---|---|---|---|
| **Etki** | **Etkinin yönü** | **Etki** | **Etkinin yönü** |
| Aşırı hava olayları ve afetler | Olumsuz | Afetlerde kaçış ve sığınma alanı | Olumlu |
| Sıcak hava dalgaları ve kuraklık | Olumsuz | Karbon depolama | Olumlu |
| Su krizi | Olumsuz | Sulama, gübreleme, ilaçlama (Tür seçimine göre) | Olumsuz ya da nötr |
| Bitki göçleri ve bitki hastalıkları | Olumsuz | Yeşil alanların devamlılığı (Tür seçimine göre) | Olumsuz ya da nötr |
| Kentsel ısı adaları | Olumsuz | Sıcaklık dengeleme | Olumlu |
| Halk sağlığı sorunları | Olumsuz | Halk sağlığına etkiler | Olumlu |

**Şekil 4.** İklim krizi ile kentsel yeşil alanlar arasındaki ilişki.

Şekil 4'te her iki tarafta yer alan olumlu ve olumsuz etkiler, iklim krizi ile mücadele ve iklim krizinin sonuçlarına uyum açısından kentsel yeşil alanların planlanması konusunda ışık tutucu niteliktedir. Planlarda alınacak kararlar ve bu doğrultuda yapılacak uygulamalar olumlu etkileri çoğaltacak, olumsuz etkileri ise azaltacak nitelikte olmalıdır. Bu temel bakış açısı doğrultusunda somut olarak şu noktaların göz önünde bulundurulması gerekmektedir:

İklim krizi, aşırı hava olaylarını (aşırı yağışlar, fırtınalar, sıcak hava dalgaları, uzun kuraklık dönemleri vb.) artıracaktır. Kentsel yeşil alanlar, aşırı hava olaylarının kentlerdeki fiziksel etkisini azaltmalı, insan sağlığı açısından olumlu etkisini ise çoğaltmalıdır. Örneğin taşkın yataklarının yeşil alan olarak ayrılması, hem buralarda yaşanması olası yıkımları azaltır hem de taşkının gücünü frenler. Bu tür alanlarda tür seçimi ve tasarım tercihleri, söz konusu olumlu etkilerin derecesini artırmak ya da azaltmak açısından önemlidir. Bir diğer örnek olarak da kentsel yeşil alanların kentlerdeki ısı adası olgusunu, gölgeleme ve buharlaşma yoluyla azaltıcı etkisi gösterilebilir (FAO, 2016).

Kentsel yeşil alanlar, afetlerde en güvenilir kaçış, sığınma ve toplanma alanlarını oluşturur. İklim krizinin, yaşanacak afetlerin sayı ve şiddetini artıracağı bilindiğine göre, kentsel yeşil alan planlamasında yeşil alanların bu işlevi gözden uzak tutulmamalıdır.

Dünya genelinde yaklaşık 1,6 milyar insan, ekonomik su kıtlığı (fiziksel su kaynağı olmasına rağmen suya erişim altyapısının yetersiz olması durumu) yaşamaktadır ve iklim krizinin yaratacağı mevsimsel değişkenlik sonucu oluşacak belirsiz su arzı nedeniyle küresel su krizi giderek daha fazla hissedilecektir (United Nations, 2021). Bu nedenle hemen her alanda olduğu gibi kentsel yeşil alan planlamasında da su en belirgin etkenlerden biridir. Yeşil alanların planlanmasında hem tür

seçiminde hem de tasarımda su ekonomisine dikkat edilmeli, bol sulama gerektiren egzotik türler yerine yöresel ekolojik koşullarda sulama olmadan yaşamlarını sürdürebilen türlere öncelik verilmelidir. Aynı nedenle sulama ihtiyacını azaltacak tasarımların (örneğin, güneş etkisine doğrudan açık geniş çim alan ve çalılıklar yerine boylu ağaçları daha fazla kullanarak onların gölgeleme etkisinden yararlanmak) ön plana çıkarılmasında yarar bulunmaktadır.

İklim krizinin doğrudan sonuçlarından biri de bitki göçleri ve bitki hastalıkları ile ilgili olacaktır. Değişen ekolojik koşullar bitkilerin hem kuzey-güney doğrultusunda hem de yükselti olarak göç etmelerine yol açacaktır. Kentsel yeşil alan planlamasında bu konu da dikkate alınmalıdır. Yeşil alanlarda kullanılacak bitkilerin bugünkü ekolojik koşullara değil gelecekteki ekolojik koşullara uyum sağlama kapasitelerine dikkat edilmelidir. Ayrıca mevcut bitki hastalıklarına yenilerinin eklenmesi ve bu hastalıkların yeşil alanları etkileme gücünün artması kaçınılmaz görünmektedir. Hastalıklar açısından en düşük risk düzeyine sahip türlerin seçilmesi, yine yeşil alan tasarımında olası hastalıkların yayılma hızını azaltıcı önlemlerin (örneğin, bir ya da birkaç bitki türü ile oluşturulacak geniş yeşil alanlar yerine birim alanda çok daha fazla bitki türü kullanılmak yoluyla yeşil alanın bitki hastalıklarına karşı direncinin artırılması) alınması gerekmektedir.

Kentsel yeşil alanların halk sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin bilimsel kanıtları bulunmaktadır (WHO Regional Office for Europe, 2016). 2019 yılı sonlarında Çin'de başlayıp halka halka tüm dünyaya yayılan ve etkilerini günümüzde de sürdürmekte olan Covid-19 salgını sırasında, yeşil alanların sağlık üzerindeki etkileri daha fazla anlaşılmıştır. İstanbul Kadıköy'deki yeşil alanlar üzerinde yapılan bir araştırmaya göre, salgın kısıtlamaları nedeniyle yeşil alan kullanıcılarının fiziksel ve ruhsal rahatsızlıklarında artış yaşanmış ve yeşil alan kullanıcılarının %28'i salgının ilk dalgası sonrasında yeşil alanlarla ilgili kısıtlamalar kaldırıldığında, yeşil alan ziyaret sıklığını artırmıştır (Erdönmez ve Atmiş, 2021). İnsanın doğaya müdahalesi arttıkça ve iklim krizinin etkileri güçlendikçe daha farklı sağlık sorunlarının ve salgın hastalıkların ortaya çıkma olasılığı kentsel yeşil alanların bu açıdan taşıdığı önemi bir kat daha artırmaktadır. Trafik, gürültü, çalışma koşulları ve hava kirliliği gibi nedenlerin toplum sağlığında yaratacağı risklerin bir bölümü kentsel yeşil alanların miktarının ve niteliğinin artırılması ile telafi edilebilir.

İklim krizinin insan kaynaklı sebeplerinin başında atmosferdeki sera gazı birikimindeki artış gelmektedir. Bitkiler kendi varlık değerleri ile sağladıkları diğer yararların yanı sıra karbon depolama açısından da değer taşır. Kentsel yeşil alanların planlanmasında bu değer ayrıca göz önünde bulundurulmalıdır. Birim alanda daha yüksek miktarda karbon depolayabilecek yeşil alan tasarımları konusunda ayrıntılı çalışmalar yapılması zorunludur. Sürekli değiştirilmek zorunda kalan mevsimlik çiçekler ya da biçilerek atmosfere karbon salımına yol açan geniş çim alanlar yerine yetişme ortamı koşullarına uyum sağlamış ağaç ve çalı türleri karbon bütçesi açısından çok daha önceliklidir.

## Sonuç

Günümüzde tüm gezegenin ortak ve öncelikli sorunu olan iklim krizi; neden ve sonuçları ile birlikte düşünüldüğünde gıda krizinden küresel göç dalgalarına, ormansızlaşmadan sağlık sorunlarına kadar pek çok farklı konu ile girift ilişkiler içerisindedir.

İklim krizinin tek ve ana nedeni, özellikle endüstri devriminden sonra atmosferde artarak biriken sera gazlarının yarattığı küresel ısınmadır. Sera gazlarının en önemli kaynakları ise enerji üretimi için kullanılan fosil yakıtlar ile arazi kullanım değişikliklerinden ve özellikle ormansızlaşmadan kaynaklanan salımlardır. Enerji, hızla endüstrileşen ve kentleşen toplumların vazgeçilmez ihtiyacıdır. Enerji üretimi arttıkça daha fazla ürün ve hizmet üretimi yapılabilmekte, bu da gelirlerde artışa yol açmaktadır. Artan gelirler talebi tetiklemekte ve bu talebi karşılamak için daha fazla üretim yapılması, doğal olarak daha fazla enerji üretilmesi gerekmektedir. Bu kısır döngüyü kırmak ve atmosfere salınan sera gazlarının miktarını azaltmak için iki ana seçenekten biri temiz enerji kaynaklarından (güneş ve rüzgâr gibi) enerji üretimidir. Diğeri ise gezegendeki karbon yutaklarının kapasitesini artırmaktır. İkinci seçenek doğal olarak yeryüzünde bulunan ormanlar başta olmak üzere yeşil, fotosentez yapabilen dokunun miktarını artırmakla ilişkilidir.

Kentsel yeşil alanların karbon depolama açısından doğal ormanlarla karşılaştırılması elbette olanaklı değildir. Ancak insanlar zaten kentsel yeşil alanlara pek çok nedenle ihtiyaç duymaktadır. Kentsel yeşil alanların sağladığı hizmetler, kent toplulukları için yeri doldurulamaz niteliktedir. Yeni kurulan yeşil alanların her bir metrekaresi, bir yandan kent toplumları için daha fazla soluklanma alanı iken diğer yandan da atmosfere salınacak bir miktar karbonun bitkilerde depolanması anlamına gelmektedir. Kentsel yeşil alan tasarımında, bu alanların planlanmasının yanı sıra özellikle bitkisel tasarım ve bitkilendirmede, tür seçimi konusunda iklim krizinin de önemli bir etken olarak denkleme katılması kaçınılmaz hâle gelmiştir.

Madrid'de İklim Değişikliği Protestosu. (Depo Photos)

(Fotoğraf: Depo Photos)

# Kaynaklar


Akatay A, (2007). Zamanın Etkin Kullanılmasını Sağlayan Davranış ve Yöntemler. İçinde: M.Ş. Şimşek, A. Çelik, A. Soysal (ed.), Zaman Yönetimi ve Yönetsel Zamanda Etkinlik, 2. basım, Gazi Kitabevi, Ankara.

Akkemik, Ü., Tolunay, D., Erdönmez, C., Atmış, E., Kurdoğlu, O. (2021). İstanbul'un yeşil alan sorunları çerçevesinde yeşil duvarların irdelenmesi ve öneriler. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 23 (1): 337-345.

Anonim, (2021). United Nations Framework Convention on Climate Change 1992. https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf (Erişim Tarihi: 6 Eylül 2021).

Brunetti, M., Prodi, F. (2015). The Climate System. EPJ Web of Conferences 98, 02001. DOI: 10.1051/epjconf/20159802001.

Cengiz, S., Atmış, E., Görmüş, S. (2019). The impact of economic growth oriented development polcies on landscape changes in İstanbul province in Turkey. Land Use Policy 87 (2019) 104086.

Cerit Mazlum, S. (2019). Küresel İklim Politikaları. İklimin Projesi İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 2. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. 88 p.

Church, A., Fish, R., Haines Young, R., Mourato, S., Tratalos, J., Stapleton, L., Willis, C., Coates, P., Gibbons, S., Leyshon, C., Potschin, M., Ravenscroft, N., Sanchis-Guarner, R., Winter, M., & Kenter, J., 2014. UK National Ecosystem Assessment Follow-on. Work Package Report 5: Cultural ecosystem services and indicators. UNEP-WCMC, LWEC, UK.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2021a). Kyoto Protokolü. https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu-i-4363 (Erişim Tarihi: 27 Eylül 2021).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021b. BMİDÇS ve Türkiye. https://iklim.csb.gov.tr/bmidcs-ve-turkiye-i-4376 (Erişim Tarihi: 27 Eylül 2021).

Çolakoğlu, E. (2019). İklim Değişikliği, Sürdürülebilir Kentler ve Kentsel Planlama Etkileşimi. İklimin Projesi İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 11. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. 52 p.

Demircan, M. (2019). İklim, İklim Değişikliği ve Su İlişkisi. file:///C:/Users/user01/Downloads/BSUY_Egitimi.pdf (Erişim Tarihi: 4 Eylül 2021).

Doğa Koruma Merkezi, (2019). Yeşil Altyapı-Avrupa'nın Doğal Sermayesini Geliştirmek Avrupa Komisyonu Bildirimi (Çeviren: S. T. Aksöyek). Ankara. 59s.

Erdönmez, C., Atmış, E. (2020). Yeşil altyapı ve kültürel ekosistem hizmetleri: İstanbul yeşil alan planlaması açısından değerlendirmeler. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı. 5-6 Şubat 2020, İstanbul (Editör: Hakan Altınçekiç). 78-93.

Erdönmez, C., Atmiş, E, (2021). The impact of Covid-19 pandemic on green space use in Turkey: Is closing green spaces for use a solution? Urban Forestry&Urban Greening 64 (2021) 127295. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127295

FAO, (2016). Guidlines on Urban and Peri-Urban Forestry, by F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro and Y. Chen. FAO Forestry Paper No. 178. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gönençgil, B. (2017). Küresel İklim Değişikliği ve Atmosferik Afetler. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Ders Notu. 321 pp. http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cografya_lisans_ao/kuresel_iklim_degisikligi_ve_atmosferik_afetler.pdf (Erişim Tarihi: 4 Eylül 2021).

IPCC, (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

O'Brein, L., De Vreese, R., Kern, M., Sievanen, T., Stojanova, B., Atmış, E. (2017). Socio-cultural ecosystem benefits of urban and periurban green infrastructure in different European Countries. Urban Forestry&Urban Greening 24 (2017): 236-248.

Özışık, F.U. (2020). Türkiye'de bir kamu politikası olarak iklim değişikliği: Tarihsel gelişim, uluslararası müzakereler, yapısal ve idari sorunlar çerçevesinde bir değerlendirme. Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi 8 (1): 66-96.

Şahin, Ü. (2020). İklim politikalarında yeni dönem: Paris Anlaşması ve hak temelli yaklaşım. Toplum ve Hakim 35 (1): 37-45.

Talu, N. (2019). Avrupa Birliği İklim Politikaları. İklimin Projesi İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 3. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. 74 p.

The Guardian, (2019). Why the Guaridan is changing the language it uses about the environment. https://www.theguardian.com/environment/2019/may/17/why-the-guardian-is-changing-the-language-it-uses-about-the-environment (Erişim Tarihi: 7 Eylül 2021).

TRT HABER, (2021). Erdoğan BM'de konuştu: Paris İklim Anlaşması'nı onaylayacağız. https://www.trthaber.com/haber/gundem/erdogan-bmde-konustu-paris-iklim-anlasmasini-onaylayacagiz-610699.html (Erişim Tarihi: 27 Eylül 2021).

Türkeş, M. (2021). İklim Değişikliğinin Bilimsel Temelleri ve Türkiye'ye Etkileri 1. Bölüm. İklimin Projesi Eğitim Materyalleri. http://www.iklimin.org/egitimmateryalleri/Bilim_MT.pdf (Erişim Tarihi: 4 Eylül 2021).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.

United Nations, (2021). The United Nations World Water Development Report (2021): Valuing Water. UNESCO, Paris.

WHO Regional Office for Europe, (2016). Urban Green Spaces and Health. Copenhagen.

World Cities Culture Forum, (2021). Percentage of public green space (parks and gardens). http://www.worldcitiesscultureforum.com/data/of-public-green-space-parks-and-gardens. (Erişim Tarihi: 3 Eylül 2021).

(Fotoğraf: Depo Photos)

# 3. Bölüm

# İklim Değişikliği Bağlamında Türkiye'nin Doğa ve Kent Florasına Bir Bakış

# İklim Değişikliği Bağlamında İstanbul Kent Peyzajı için Kullanımı Önerilen Doğal Odunsu Bitkiler

*Dilek Oral*[*] - *Ş. Doğanay Yener*[**]

Kentsel yeşil alanlar, biyolojik çeşitliliği destekleyerek hava temizleme, gürültü azaltma ve mikro iklimi düzenleme gibi çok sayıda ekosistem hizmeti sunar. Ayrıca bu alanlar, insanların fiziksel ve zihinsel sağlığını iyileştirir. Ancak kentleşmenin fazla olduğu yerlerin iklim değişikliği ve beraberinde getireceği sorunlardan etkileneceği bilinmektedir. Türkiye'nin en büyük metropoliten kentlerinden biri olan İstanbul, kentleşme ve nüfus artışının da en yoğun olduğu bölge olarak dikkat çekerken iklim değişikliğinden de çok fazla etkilenmesi beklenmektedir. İklim değişikliğinin en belirgin etkilerinden biri olarak kuraklık, kent peyzajı uygulamalarını yeniden değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. İstanbul konumu ve iklimi nedeniyle çok sayıda bitki türünü içeren zengin bir doğal floraya sahiptir ve bu bitkilerin kent peyzajında kullanımı hem sürdürülebilirliğe hem de kentin ekosistem bütünlüğüne katkı sağlar. Kent içinde yapılacak yeni bitkilendirme çalışmalarında doğal odunsu türlere öncelik verilmelidir. Aynı zamanda bu doğal bitkilerden kuraklığa dayanıklı olan odunsu bitkiler seçilmesiyle

* Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı

** Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bitki Materyali ve Yetiştirme Tekniği Anabilim Dalı

su tasarrufu sağlamak, bakım maliyetlerini azaltmak ve iklim değişikliğine karşı dirençli bir peyzaj oluşturmak mümkündür. Bu amaçlarla hazırlanan bu çalışmada, İstanbul ve yakın çevresinde doğal olarak yetişen odunsu bitkilerin kentin peyzaj düzenlemelerinde kullanımlarına yönelik alternatif öneriler getirilmiştir. Kent peyzajında kullanılacak bitkilerin seçiminde türün doğal yetişme ortamının ekolojik verileri esas alınmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma ile İstanbul'da kullanılması önerilen bitkilerin yetişme ortamının göstergesi olarak kabul edilen Ellenberg Gösterge Değerleri ve ait oldukları flora bölgesinin özellikleri verilmiş; bitki türü seçilirken bu verilerin bitkinin kullanılacağı alanın özellikleri ile birlikte değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## Giriş

Küresel düzeyde yaşanan kentleşme olgusu insanoğlunun sosyal, kültürel, ekonomik ve çevresel çok sayıda sorun ile mücadele etmesine neden olmuştur. Ülkemizde de son yıllarda hızla artan kentleşme faaliyetleri neticesinde özellikle de büyük kentlerimiz ekolojik sorunların en yoğun görüldüğü alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Nüfusun yoğun olduğu alanlarda, açık ve yeşil alanların insanlar için hesaplanamayan bir değeri vardır (Pickett vd., 2011). Kentsel alanlarda yer alan parklar, özel bahçeler, yol bitkilendirmeleri vb. yeşil alanlar, biyolojik çeşitliliğe önemli katkılar sunarken temel ekosistem hizmetlerini de karşılamaktadır (Barbosa vd., 2007; Gill vd., 2007). Bu yeşil alanların varlığı hava-su arıtma, rüzgâr ve gürültü filtreleme ve mikro iklim etkisi gibi çevre kalitesini olumlu etkilemektedir. Kent içerisindeki bu yeşil alanlar, halkın rekreasyon ihtiyacını karşılamakta başlıca rol oynarken insanların yaşam standartlarını birçok yönden iyileştirmekle birlikte, çocuk ve yetişkinlerin fiziksel ve zihinsel gelişimlerine yardımcı olarak kentlerin sağlıklı gelişmesine doğrudan katkı sunmaktadır. Chiesura (2004)'ya göre aynı zamanda daha yeşil bir çevrede yaşayan insanlarda korku düzeylerinin düşük olduğu, daha az düşmanca ve şiddet eğilimi gösteren davranış sergilendiği ve daha az suç eğiliminin olduğu bildirilmiştir. Kısacası kentlerin sağlığı için oldukça önemli olan bu alanlar, doğal çevre ile kent yaşamı arasında bir köprü vazifesi görmektedir (Jorgensen vd., 2002).

Kentsel yeşil alanların başlıca elemanı olan bitkiler, kentlerde yaşam kalitesini iyileştirmede önemli rol üstlenmişlerdir. Bu alanlarda yörenin doğal bitki türlerinin kullanımı ile ekolojik ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi günümüzde en çok üzerinde durulan konular hâline gelmiştir. Doğal bitkilerin toprak verimliliği, erozyonu azaltma, yangın, madencilik, yoğun otlatma ve zararlı ot istilası nedeniyle bozulan alanların rehabilitasyonunda sulak alanların, nehir kıyılarının ve yabani yaşam habitatlarının ekolojik işlevlerini eski hâline getirmek vb. pek çok koruma uygulamaları için faydaları kanıtlanmıştır. Kırsal alanlarda verimliliği artırma, hayvan yaşamını destekleme, rüzgâr perdeleme gibi çalışmalarda da yine doğal bitkilerin kullanımı faydalar sağlamaktadır.

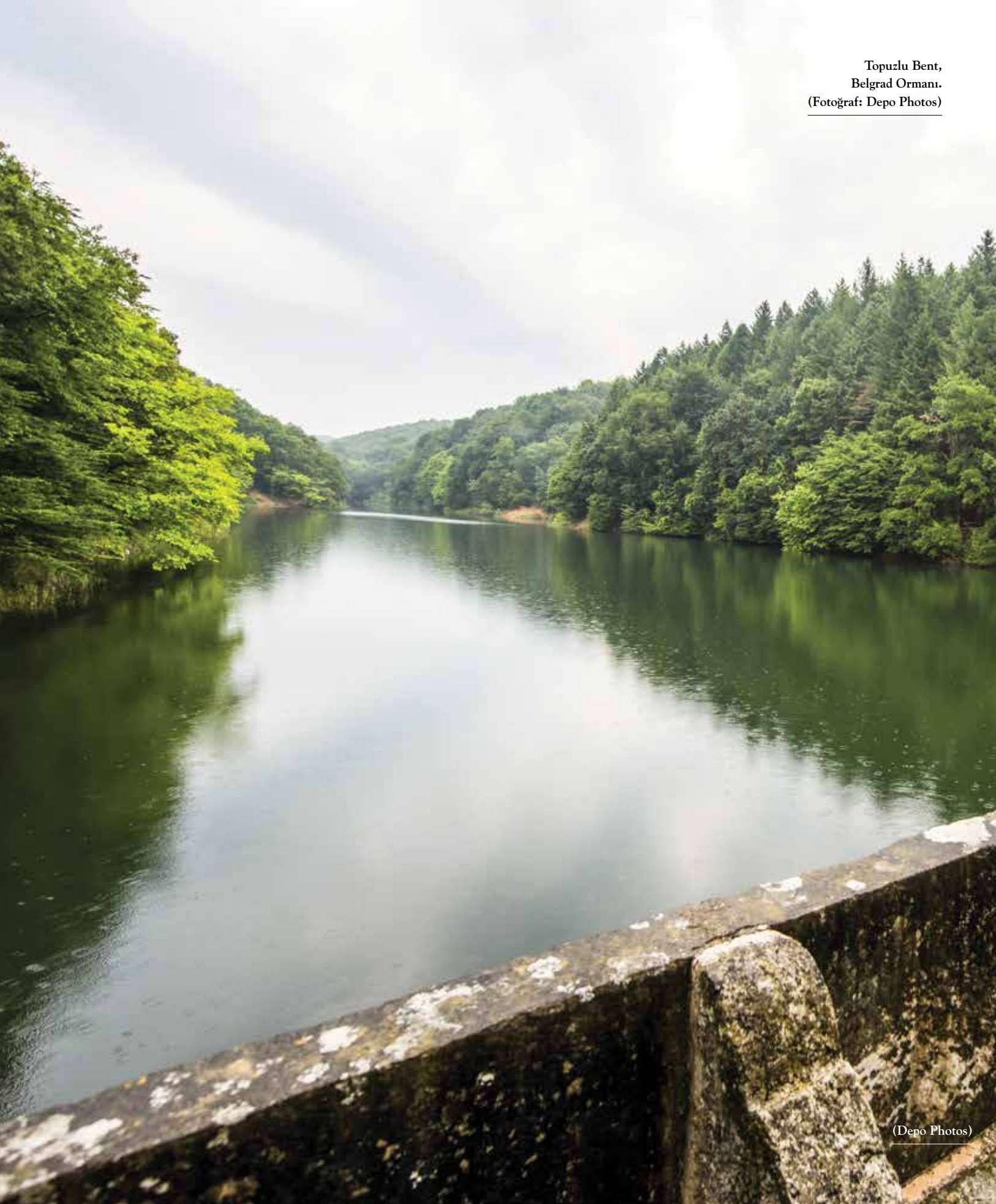
İklim değişikliği günümüzde küresel ölçekte insanların yaşam biçimlerini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyeceği kabul edilmiş en önemli

çevre sorunlarından biridir (Alizadeh ve Hitchmoug, 2019). Su kıtlığı, sel-taşkın, deniz seviyesindeki düzensizlikler, hava kalitesindeki düşüş, biyoçeşitlilikteki değişiklikler, orman yangınlarındaki artış vb. çevre sorunlarının hepsi iklim değişikliği ile ilişkilendirilmiştir (Bigler vd., 2006). Günümüzde özellikle son yıllarda küresel ısınma ve kuraklığın olası etkilerinin yansıması olan susuzluk sorunu bütün canlıları olduğu gibi peyzaj mimarlığı uygulama alanlarındaki bitkileri de olumsuz etkilemektedir (Bayramoğlu, 2016). Bu durum sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı ile ele alındığında; özellikle kentleşmenin yoğun olduğu ve dolayısıyla gelecekte iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin daha baskın bir şekilde görülmesinin öngörüldüğü bu alanlarda, su ve bakım isteği az olan yörenin doğal bitkilerinin tercih edilmesi anlayışını gündeme getirmiştir. Doğal bitkilerin ağırlıklı olarak tercih edildiği bu anlayış aynı zamanda maliyetleri azaltmakta ve kentsel peyzajlara da yeni görsel güzelliklerin kazandırılmasını sağlamaktadır. Zengin bir flora varlığına sahip olduğumuz gerçeği, oluşturulacak kentsel peyzaj alanlarında arzu edilen estetik etkinin sağlanması için doğal bitki türlerinin kullanılabilmesi fırsatını yarattığından çok değerlidir. Aynı zamanda düzenlemelerde yer yer iklim değişikliğine uyum sağlayabilecek egzotik bitki türlerine de yer vermek etkili olacaktır (Alizadeh, 2016).

## İstanbul'un Doğal Bitki Varlığı

Türkiye ılıman kuşaktaki doğal bitki zenginliği ile dünyanın en önemli ülkelerinden biri olup 12.570 kadar çiçekli bitki ve eğreltiye ev sahipliği yapmaktadır. Bu bitkilerin yaklaşık 1/3'ü ülkemiz için endemiktir. Bu çok zengin flora içerisinde İstanbul kenti de doğal bitkiler açısından oldukça zengin ve önemli bir kent olarak karşımıza çıkmaktadır. İstanbul 5461 km²'lik (HGM, 2024) bir alan üzerinde otsu-odunsu 2198 doğal türe (2512 doğal taksona) ev sahipliği yapmakta ve bu sayıyla Türkiye doğal bitkilerinin yaklaşık %20'sini temsil etmektedir. (Akkemik, 2017) Türkiye'nin floristik zenginliği kıtalar ile, İstanbul'un floristik zenginliği ise ülkeler ile kıyaslanacak niteliktedir (Akkemik, 2017) Türkiye'nin (Byfield vd. 2010, Özhatay vd., 2010, Akkemik, 2017). İstanbul'un coğrafi konum olarak kıtalar ve denizler arasında yer alması, jeolojik yapısı, topoğrafyası ve iklimi bitkiler için farklı yaşam alanlarına olanak sağlamaktadır. Kentteki bitki çeşitliliğinde bu türleri barındıran ormanlar, kayalıklar, çayırlıklar, sert yapraklı çalılıklar, fundalıklar, sulak alanlar, kıyı ve kara kumulları vb. habitatların çeşitliliği de önemli rol oynamaktadır (Byfield vd. 2010; Özhatay vd., 2010). İstanbul, konumu gereği Karadeniz kıyılarının nemli ve soğuk iklimi ile Marmara Denizi'nin sıcak geçiş iklimi arasında kalmaktadır. Bu durum, kente zengin bir doğal flora sağlar ve çok sayıda egzotik bitki taksonunun yetişebilmesine imkân sunar (Yaltırık vd. 1997).

İstanbul'un çok eski bir yerleşim tarihine sahip olması ve özellikle güney kıyılarındaki alanlarda yoğunlaşan insan etkisi beraberinde çevresindeki ormanların gerçek karakterinin bozulmasına ve hatta zamanla bazı alanlarda tamamen yok olmasına neden olmuştur. Bunun aksine, il sınırları içerisinde



**Topuzlu Bent,**
**Belgrad Ormanı.**
**(Fotoğraf: Depo Photos)**

**(Depo Photos)**

yerleşimin nispeten daha az olduğu Karadeniz kıyıları nemli ormanların parçalar hâlinde korunabildiği yerlerdir (Yaltırık ve Uluocak, 1975; Avcı, 1994). Orman Bölge Müdürlüğünün verilerine göre, ilin %45'i ormanlardan oluşmaktadır (OGM, 2021).

Kuzeyinde karışık yapraklı ormanlar; bu ormanların kenarlarında, açıklıklarında, Karadeniz'e bakan kısımlarında, Boğaz çevresinde ve kayalık alanlarda, kurak yamaçlarda, iç kesimlerdeki doğal alanlarda yalancı makilikler; güneye bakan yamaçlarda ve Adalar'da (Kızılçamla birlikte) makilikler; yine kuzeyde lokal yayılışlar hâlinde karaçam ve endemik olan Batı Karadeniz göknarından oluşan orman parçaları, yer yer katran ardıcı, porsuk ağacı ve bütün bu ormanlara eşlik eden otsu bitkiler ile kumul ve sucul ekosistem bitkileri İstanbul'un bitki çeşitliliğini oluşturmaktadır (Yaltırık vd. 1997, Akkemik 2017). Bitki zenginliğinin yoğunluğu, tehdit altında olup korunması gereken nadir ve endemik bitkiler ile tehdit altındaki habitatların varlığı nedeniyle İstanbul için 7 Önemli Bitki Alanı (ÖBA) belirlenmiştir. Bunlar; Terkos-Kasatura Kıyıları, Ağaçlı Kumulları, Kilyos Kumulları, Batı İstanbul Meraları, Kuzey Boğaziçi, Sahilköy-Şile Kıyıları ve Ömerli Havzası'dır (Byfield vd., 2010).

İstanbul'un kuzeyinde nemli, güneyinde ise kuru ormanlar gelişmiştir. Nemli ormanları, Avrupa Yakası'ndaki Belgrad Ormanı ile Anadolu Yakası'ndaki Alemdağ Ormanları oluşturmaktadır. Floristik kompozisyon bakımdan benzerlik gösteren bu ormanların asli ağaç türü meşeler (saplı, macar ve sapsız meşe) olup ona doğu kayını, gürgen, anadolu kestanesi, kızılağaç, ova ve kayın gövdeli akçaağaç, ova karaağacı, gümüşi ıhlamur vb. yapraklı ağaç türleri ile orman altı bitki örtüsü eşlik etmektedir. Güneyde ise kuru ormanlar gelişmiştir, ancak İstanbul genelinde nemli ormanların oranı daha fazladır. (Yaltırık vd. 1997). Akdeniz iklimi etkisinde olan Adalar'da ise kızılçam ormanı ile maki-garig vejetasyonu hâkimdir (Uzun, 1992, Yaltırık vd. 1993).

## İstanbul Kent Peyzajında Yaygın Görülen Odunsu Bitkiler

İstanbul'un doğal dokusunun yanı sıra park, bahçe, koru, millet bahçeleri ve konut bahçeleri gibi insan emeği ile yetiştirilmiş olan bitkilerin bulunduğu kent içi yeşil alanlar da bulunmaktadır (Yaltırık vd. 1997). Ülkemizde kentleşmenin en hızlı ve en yoğun görüldüğü il olan İstanbul'da, insan eli ile meydana getirilmiş bu alanların, kentin yeşil alanları içerisinde çok önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Bu yeşil doku kent peyzajının çok büyük bir kısmını oluşturmakta olup bu alanlarda kullanılan bitkiler kent peyzajının ana yeşil alan karakterini meydana getirmektedir.

Peyzaj sektörünün en önemli ve en büyük bitki tedarikçisi olan Ağaç AŞ İstanbul başta olmak üzere Türkiye'nin en büyük saksılı bitki üretimi ve lojistik üssü olma özelliğine sahip olup Alibeyköy ve Pendik fidanlıklarında farklı türlerde ağaç ve çalılardan dış mekân süs bitkileri bulundurarak bitkisel materyalin sevk ve idaresini sağlamaktadır. Günümüzde Ağaç AŞ'nin yetiştirmekte ve tedarik etmekte olduğu odunsu bitkilerin bir kısmının da İstanbul kenti için egzotik olduğu bilinmektedir (Sukas, 2024).

Yener (2012)'in İstanbul'da peyzaj düzenlemelerinde kullanılan odunsu bitkileri ele aldığı doktora tez çalışmasında İstanbul peyzajında kullanılan bitkilerin büyük bir çoğunluğunun (%81) egzotik olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Çoban vd. (2021) İstanbul'da, özellikle halkın yoğun olarak kullandığı yeşil alanlarda ağırlıklı olarak egzotik bitki türlerinin tercih edildiğini vurgulamıştır.

## Kent İçinde Kullanılacak Bitkilerin Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

Kent içinde yerleşim alanlarına yakın yerlerde yapılacak olan ağaçlandırmalarda tür seçimi; kullanım alanının estetik, rekreasyonel ve sağlık işlevleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Kent içinde gürültüyü önlemek veya azaltmak amacıyla oluşturulacak perdelerde uzun boylu, sık tepeli, yere kadar dallanan, büyük ve sert yapraklı, her dem yeşil ağaç ve çalı türleri, özellikle de yapraklı türler daha uygundur. Toza karşı yapılacak perdelemelerde ise geçirgen ve gevşek dallanmaya sahip yapraklı bitkilerin kullanılması, hatta yaprakların tüylü olması, ağaç ve çalı şeklinde iki tabakalı olarak kurulması tercih edilmelidir. Hava kirliliğine karşı kullanılacak bitkilerin; kirletme kaynaklarının çevresinde, etkin rüzgâr yönüne dik olacak şekilde ve yoğun olarak kullanılması gerekmektedir. Kirletici kaynağa yakın yerlerde duyarlı türlerin kullanılmaması ve daha az etkilenebilecek türlerin seçilmesi uygun olacaktır. Gölge ağacı seçiminde bitkinin altına geçireceği ışığın mümkün olduğunca daha az olması tercih sebebidir. (Aslanboğa 1986, 1997; Ürgenç 1988). Bu amaçla kullanılabilecek ağaç türlerine bazı yayınlarda yer verilmiştir (Atay vd. 1987; Yaltırık vd. 1997; Aslanboğa, 2002; Gül vd. 2009).

Kent içinde kullanılacak bitki türlerinin yanlış seçilmesi zaman, iş gücü ve para kayıplarına yol açacaktır. Seçilecek bitkiler kullanılacağı yerin fonksiyonuna uygun olmalı, alanla özdeşleşmesi sağlanarak birlikte anılmasının hedeflenmesi ve mekânın kolay hatırlanması sağlanmalıdır. Bunun için öncelikle bitkinin kullanılacak olduğu alana uygun kriterler geliştirilerek buna göre seçim yapılmalıdır. Örneğin, yol ve meydan ağaçlandırmalarında tercih edilecek ağaç türlerinin düzgün gövdeli ve en az 2-2,5 m yükseklikten başlayarak dikey dallanan özellikte olmasına, alerjen polenli bitkilerden olmamasına; kullanılacağı alana uygun, gösterişli, farklı renklerde, güzel kokulu çiçeklere, tüm yıl renkli veya yıl içinde değişen renklerde yapraklara sahip olmasına dikkat edilmesi önemli kriterlerden (Çelem ve Uslu, 2006) bazılarıdır. Özellikle sarkık formlu, yavaş büyüyen ve kök gelişimi yüzeysel olan ağaç türleri yol ve meydan ağacı olarak kullanılmaya uygun değildir (Aslanboğa, 1986).

Kavak ve çınar ağaçları gibi tohumları ya da meyveleri tüylü olup insan sağlığını olumsuz etkileyebilecek özelliğe sahip türlerin gruplar hâlinde dikilmemesi, belki büyük parklarda tek ağaç olacak şekilde kullanılması daha uygun olacaktır. Çok hızlı büyüyen ve gevrek dalları sebebiyle rüzgârla dâhi kolayca kırılabilecek olan türler tekli olarak ve mümkün olduğunca az tercih edilmelidir. Meyveleri veya kozalakları büyük olan bitkiler gerek insanlara zarar verebileceği gerekse kazalara neden olabileceği için

Çınar ağacı (Fotoğraf: Depo Photos)

yol kenarlarına dikilmemelidir. Çınar türleri alerjik polenleri ile bu gruba girseler de uzun ömürleri, büyük boy ve çaplara ulaşabilen heybetli görünümleri ile anıtsal niteliğe ulaşabilen hem tekil hem de yol ağaçlandırmalarında en çok kullanılan ağaçlardır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Kent içinde dikilecek bitkilerin boylu ve ileri yaşlı olması bitkinin kent içindeki olumsuzluklardan daha az etkilenerek adaptasyon sağlamasını kolaylaştırmaktadır. Bitkinin, alacağı en yüksek boyda yapacağı tepe tacı gelişimi düşünülerek dikim aralıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin yayaların kullandığı kaldırımlarda gölge yaparak yol boyunca serinlik sağlaması için daha geniş tepe tacı oluşturan bitkiler; orta refüjde ise refüjün genişliği, refüj üstünde elektrik tellerinin varlığı, yolun genişliği ve tabelaların okunması vb. konular dikkate alınarak uygun boyda bitkiler seçilmelidir. Yani seçilecek bitki türlerinin yetişme ortamı istekleri ile kullanılacağı alanının ekolojik verileri uyumlu olmalıdır (Çelem ve Uslu, 2006).

Alle ağaçlandırmalarında aynı türde ve formda bitkileri tercih etmeye, düzgün sıralama, yön verme, eşit aralık sağlama, obje ile başlayıp obje ile bitirmeye dikkat edilmelidir. Konutların çevresinde planlanacak yol ağaçlandırmaları için de konutlarda yaşayan insanların ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır. Yaya yolları ile kent meydanları çoğunlukla yayalara ayrılmış alanlar olduğundan ilgi çekici ve güven verici olması için hem estetik hem de işlevsel olarak planlanması gerekmektedir. Otopark ve yakın çevresinde ise çoğunlukla gölge sağlayacak ve geniş tepe tacına sahip ağaç türleri tercih edilmelidir (Turna, 2010).

Çit yapımında ise kısa boylu, genelde her dem yeşil ve tek türde süs çalıları kullanılarak bordürler; çoğunlukla geniş yapraklı ve tek türde süs çalıları kullanılarak alçak çitler; geniş ya da iğne yapraklı olan süs çalıları veya küçük ağaçlar kullanılarak orta boylu çitler; genelde kozalaklı ağaçlar bazen de geniş yapraklı küçük ağaç kullanılarak yüksek çitler; orta boyda gelişen geniş veya iğne yapraklı ağaç türleri ile uzun boylu çitler; farklı boylardaki çalı ve küçük ağaç türleri bir arada kullanılarak serbest çitler; ağaç, küçük ağaç ve çalıların bir arada kullanıldığı ağaçlı bantlar oluşturulmaktadır. Özellikle sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerin sulanması kadar su kaybını azaltarak köklenmeye yardımcı olacağından ağaç kabuğu, yaprak, kompost, talaş ve organik gübre kullanılarak elde edilen malçlamanın yapılması da büyük önem taşımaktadır (Dirik, 2008).

## İklim Değişikliği ve Olası Sonuçları

İklim değişikliğinin hem sorumlusu hem de mağduru olan kentlerde ortaya çıkan sorunlar; sıcaklıkların artması, sıcak hava dalgalarının yoğunluğu, sellerin artışı, su kıtlığı-kuraklık, deniz seviyesindeki yükselme gibi ciddi etkilerdir (Balaban, 2012; Revi vd. 2014). Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin 5. Değerlendirme Raporu'nda yüzyılın sonuna kadar ortalama yüzey ısısındaki artışın en iyimser senaryo ile dâhi 2ºC'yi geçeceği en kötümser senaryoda ise en az 4,5ºC artacağı öngörülmektedir (IPCC 2015). Son yapılan çalışmalar küresel ısınma ile 2030-2052 yılları arasında 1,5ºC nin üstünde sıcaklık artışının ve sera gazı emisyonlarının şimdiki gibi devam etmesi sonucunda çok sayıda canlı türünün ve zincirleme

olaylar ile kentsel yaşamın tüm boyutlarının etkileneceği öngörülmektedir (IPCC, 2018).

Yurtseven ve Serengil (2017), İstanbul'daki mevsimlik toplam yağış değişimleri ve eğilimleri üzerine yaptıkları çalışma sonucunda İstanbul'un kırsal ve kentsel bölgelerinde farklı iklim koşullarının etkili olduğunu, Mann-Kendall testi sonuçlarına göre Florya, Kireçburnu ve Kumköy Meteoroloji İstasyonları'nda sonbahar mevsimi yağışlarında, Göztepe Meteoroloji İstasyonu'nda ise yaz mevsimi yağışlarında istatistiksel anlamda artan bir eğilim olduğunu ortaya koymuşlardır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı (İBB, 2018) İklim Senaryoları Raporu'nda İstanbul'da yıllık ortalama sıcaklıklarda yüzyılın sonunda günümüzdekine kıyasla 1-5°C arasında artış olacağı, kentleşmenin yoğun olduğu yerlerde ısı adası etkisi ile bu artışa 1-2°C daha eklenebileceği, sıcaklıkların 0°C'nin altına düşmemesi, aşırı yağışlı günlerin artması, yaz yağışlarının azalması, yazların daha sıcak olması, buharlaşma ve terleme ile kaybedilen su miktarının artması, kurak dönemin uzaması, su kaynaklarının daralması, orman yangınlarının artması, olabilecek sel ve taşkınların kent içinde altyapı, yerleşim alanları ve canlılara zarar vermesi gibi durumlar ve bütün bunlara bağlı olarak insan sağlığını etkileyen sorunlar ve belki ölümler görülebileceği belirtilmiştir.

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) kent iklimini, ısı kirliliği ve hava kirletici emisyonları içeren yapılaşmış alanlar ile bölge iklimi arasındaki etkileşimler tarafından değiştirilen yerel iklim olarak tanımlamaktadır (WHO, 2004). Konunun insan ve canlı sağlığı açısından taşıdığı önem nedeni ile kent iklimi üzerinde araştırmalar giderek artmakta ve deneyimlere dayalı olarak çözüm arayışları sürmektedir. Bununla birlikte, bugün birçok ülkede hala problemin temel kaynağı olan insan ve dolayısıyla kentleşmenin konu üzerindeki etkilerinin azaltılmasına dair ciddi stratejiler geliştirilememekte ve problem gün geçtikçe büyümektedir (Kuşçu ve Şengezer, 2012).

Kentlerin çevresindeki kırsal alanlardan daha yüksek hava sıcaklıklarına sahip olması kentsel ısı adası olarak tanımlanmaktadır (Emmanuel, 2005). TBMM'nin 2021 iklim raporunda, kentlerde yeşil alanların azalması ile beraberinde bina ve yollardan kaynaklı ısı adası etkisinin artmasının en çok denize kıyısı olan şehirlerde yaşanacağı kaydedilmiştir. Sıcak hava dalgası, sel ve kuraklık gibi tehlikelerle ilişkili olağanüstü hava ve iklim olayları pek çok bölgede daha sık ve yoğun biçimde yaşanmaya başlayacaktır. Bu durum ekosistemler, ekonomik sektörler, insan sağlığı ve refahı üzerinde olumsuz etkilere yol açacaktır. Bu nedenle, küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan riskleri en aza indirmek için sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik eylemlere ek olarak iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak için de planlı şekilde harekete geçilmesi gerekmektedir (EEA, 2024). Kentsel iklim değişimi, gelişmiş ülkelerde afet kapsamında ele alınmaktadır. Özellikle küresel iklim değişiminin tetiklediği problemlerin kentsel iklimi değiştirmesiyle kentin daha savunmasız kaldığı ve ölümle sonuçlanabilecek durumlara neden olduğu görülmektedir (Kaya 2018; Kuşçu Şimşek, 2020).

European Environment Agency (Avrupa Çevre Ajansı), kentlerin iklim değişimine nasıl hazırlanması gerektiğine dair planlamanın yapıldığı stratejik

raporda; ısı adalarının etkilerinin azaltılması ve olası sıcak hava dalgalarına karşı alınacak önlemlerin neler olduğunu değerlendirmişlerdir (EEA, 2012). Ancak özellikle yoğun kentleşmenin görüldüğü alanlarda, sorunun çözüm yöntemleri oldukça sınırlıdır. Birçok kentte yoğun yapılaşmalar sonucu en etkin ve ucuz uygulanabilir yöntem kent içi bitkilendirme ve çatı ile yüzey yeşil alanlarının oluşturulması olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle odunsu bitkilerin kent iklimi üzerinde göz ardı edilemeyecek etkilere sahip olduğu vurgulanmaktadır (Kuşçu Şimşek ve Şengezer, 2012).

İstanbul'daki ormanlar ve sulak alanlar, terleme ve buharlaşmaya bağlı olarak kent ikliminin düzenlenmesinde soğuk ada potansiyeli oluşturmaktadır. Boğazın varlığıyla kentin güneyine gelen serin hava, boğazı dik kesen vadilerle kent içine taşınmaktadır (Kuşçu Şimşek, 2020). Bu nedenle öncelikli olarak mevcut orman ve tarım alanları ile su havzalarının korunması, kentin kıyı sınırlarına müdahalelerde bulunulmaması, özel ağaçlandırmalar için tahsis edilen alanlar ve ağaçlandırmalarda kullanılan ağaç türü seçimi konusunun takip edilmesi, İstanbul ve yakın çevresindeki ormanların koruma statüsünün arttırılarak gerekli hukuki düzenlemelerin yapılması, halkın bilinçlendirilerek bütün bu değerli kaynakların toplum tarafından korunmasının sağlanması için çalışmalar yapılması gerekliliği vurgulanmaktadır (Şahin, 2020).

Kent içinde bitki çeşitliliğinin olduğu yeşil alanlar, ekolojik olarak yüksek değerdedir (Coşkun Hepcan vd., 2015). Ekolojik nitelikleri yüksek yeşil alanlara sahip olan ve işlevsel bağlantılarla birbirine bağlı kurgulanmış yeşil altyapı sistemi iklim değişikliğinin etkilerini azaltır. Bu sistem sayesinde, iklim değişikliği ile kent içinde meydana gelecek ısı artışı neticesinde oluşacak olan ısı adası etkisinin azalmasının sağlanması, beraberinde yol ve yapı yüzeylerinin yazın az ısınması, kışın az soğuması sağlanarak binalarda ve araçlarda ısıtma ve soğutma sistemleri için kullanılan enerji tüketiminin de azaltılmasına olanak sağlayacaktır (Coşkun Hepcan, 2019). Kent içindeki yeşil altyapı sisteminin etkinliğinin artırılması; hava ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi, suyun arıtılması, atık yönetimi, iklim regülasyonu, sel ve taşkın gibi doğal afetlerin etkisinin azaltılması, hastalık kontrolü, zararlı türlerin kontrolü vb. önlemler ile sağlanabilir (MEA, 2005).

## Bitkilerin Gösterge Değerleri ve Bu Değerlerin Kullanım Alanları

Avrupa'da yaygın olarak kullanılan gösterge tür değerleri, floristik veriler kullanılarak ekolojik koşullar için herhangi bir ölçüm yapmadan yorum yapabilme imkânı sunmaktadır. Bitki türleri yayılış gösterdiği bitki toplumundaki diğer bitkilerle beraber yetişme ortamı sisteminin bir parçasıdır. Dolayısıyla bitki türünün ışık, sıcaklık, nem, toprak reaksiyonu, besin gösterge değeri ile tuzluluk değerleri aynı zamanda uygun yetişme ortamının bu parametreler bakımından da göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Ellenberg vd 1991; Çoban, 2016). Bitki ekolojistlerinin saha deneyimlerinden türetilerek türlerin gerçekleştirilmiş optimumunu yansıtan ve Ellenberg Gösterge Değerleri (EGD) olarak adlandırılan bu değerler, bir türün Orta Avrupa'daki edafik ve iklimsel parametrelere tepkisini rakamsal olarak ifade etmektedir. Ellenberg Gösterge

Değerleri (Ellenberg vd, 1991) sistemini Avrupa dışında kullanmak için yerel koşullara göre kalibrasyon yapılması gerekliliği vurgulanmaktadır. Türkiye'deki çeşitli ekosistemlerden alınan geniş bir bitki örtüsü örnek parselleri ve çevresel değişkenler veritabanı oluşturularak ve Avrupa'nın diğer bölgelerinde belirlenmiş gösterge değerleri ile karşılaştırmalara dayalı olarak Türkiye için bu kalibrasyonun yapılabileceği de belirtilmiştir (Çoban, 2016; Tichý vd. 2022).

Henüz bu gerçekleşmediğinden, Türkiye'de bu amaçla yapılan çalışmalarda Avrupa bitki türleri için Ellenberg tipi gösterge değerleri kullanılmaktadır. Avrupa bitki türleri EGD veri seti (Tichý vd. 2022) oluşturulurken, Ellenberg vd. (1991) tarafından tanımlanan sıralı ölçekler kullanılarak bitki türlerinin ana çevresel eğimlerdeki ekolojik optimumları esas alınmıştır. Kıtasallık değerleri sıcaklık ve kuraklık için yerel ölçekteki değişken farklılıklar nedeniyle veri setinin dışında bırakılmıştır. Avrupa ölçeğinde uygulanabilir gösterge değerlerinin uyumlu bir veri kümesi oluşturularak orijinal Ellenberg gösterge-değer sistemi genişletilmiştir. Bu vasküler bitki veri gösterge değerleri setinde sıcaklık ve nem faktörlerinin ölçeğinin 12'ye kadar genişletilmiş olup sırasıyla ışık (I:1-9), sıcaklık (S:1-12), nem (N:1-12), toprak (veya su) reaksiyonu (baz doygunluğu ile ilgili) (R:1-9), besinler (alan verimliliği) (B:1-9) ve tuzluluk (T:0-10) olmak üzere bu 6 parametre için verilen rakamlar yan yana sıralandığında gösterge değerlerini oluşturmaktadır (FloraVeg.EU (2024).

Her parametre için belirlenmiş değerler aralığındaki sayıların hepsi için ayrı ayrı vermek yerine sadece en alt (minimum), orta ve en üst (maksimum) değerlerin ifade ettiği yetişme ortamı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Her parametrede belirlenmiş olan en alt değerden en üst değere doğru gidildikçe yetişme ortamı özelliği o parametre için artış göstermektedir. Başka bir deyişle, her parametre için verilen aralık esas alınarak en alt değerden en üst değere gidildikçe bitkinin o parametre için isteğinin arttığı anlaşılmalıdır.

**Tablo 1.** Bitkinin yetişme ortamı istekleri için Avrupa bitki türleri Ellenberg Gösterge Değerleri ölçeklendirmesi (Ellenberg vd. 1991; Tichý vd. 2022; Chytrý vd. 2024)

| Ellenberg Gösterge Değerleri | En Alt Değer | Orta Değer | En Üst Değer |
|---|---|---|---|
| **I (Işık) (1-9)** | 1 yoğun gölge | 5 yarı gölge | 9 çok yoğun güneş isteği |
| **S (Sıcaklık) (1-12)** | 1 soğuk ortam | 6-7 ılıman ortam | 12 çok sıcak ortamlar |
| **N (Nem) (1-12)** | 1 kuru ortam | 6-7 nemli | 12 yoğun sulu ortam |
| **R (Toprak Reaksiyonu) (1-9)** | 1 asitli istekliler | 5 mezofilik türler | 9 kalsifilik (bazik) türler |
| **B (Besin İsteği) (1-9)** | 1 fakir topraklar | 5 optimum besinli | 9 aşırı P(Potasyum) ve N (Azot)lu |
| **T (Tuzluluk) (0-10)** | 0 düşük miktarda tuzları tolere ederler, ancak bunlardan yoksun ortamda daha iyi büyürler | 5-6 genellikle tuzlu ortamda, ancak diğer ortamlarda da (opsiyonel halofit) | 10 yüksek konsantrasyonlu tuzluluk göstergesi (zorunlu halofit) |

Türkiye'nin flora bölgelerinden Avrupa-Sibirya flora bölgesi bitkileri yaz kuraklığı yaşanmayan daha çok nemli iklime uyum sağlarken Akdeniz flora bölgesi bitkileri ise Akdeniz ikliminin kuru ve sıcak yazları ile serin ve nemcil kış mevsimi özelliklerine uyum sağlamışlardır (Yaltırık ve Efe, 1989). Dolayısıyla bitkiler hangi flora bölgesinin elemanı iseler, o flora bölgesinin yetişme ortamı koşulları o bitkinin gelişiminin en iyi gerçekleştiği koşulları da tanımlamaktadır. Sonuç olarak bitkilerin ait oldukları flora bölgelerini biliyor olmak, yetişme ortamı isteklerini de tahmin edebilmemizi sağlamaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı; iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkabilecek olumsuz koşulları en aza indirgemek amacıyla, İstanbul kent peyzajında kullanılabilecek doğal odunsu bitki taksonlarının belirlenmesidir. Buradan yola çıkılarak ülkemizin doğal bitkilerinin kentsel peyzajda kullanım amacıyla yetiştirilmesine, dolayısıyla ülke ekonomisine bu anlamda kazandırılmasına, her bitkinin üretiminde kullanılacak yöntemlerin araştırılarak yetiştirilmesi için gerekli altyapı hazırlıklarının zaman kaybetmeden yapılmasının önemine dikkat çekilmek istenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, büyük bir metropol olan İstanbul'un kent peyzajında kullanılabilecek odunsu bitkiler seçilirken öncelikli olarak İstanbul'un doğal odunsu bitkilerinden tercih edilmesinin gerekliliği vurgulanmak istenmiştir. Küresel ısınma ile kuraklığın artacağı yönündeki sonuçları ortaya koyan çalışmalar

**Şekil 4.** Çalışma alanı (İstanbul il sınırı) (Esri vd., 2024).

(Barış, 2007; Bayramoğlu, 2016; Çorbacı vd. 2011; Özyavuz, 2010) ile nemli ortamları tercih eden bitkilerin yayılışlarının daralacağı veya sığıntı alanlara çekileceği ancak kuraklığa ve ekstrem koşullara dayanıklı bitkilerin ise yaşamlarına yayılışlarını genişleterek devam edeceği vurgulanmaktadır.

İstanbul, kışları ılık-nemli ve yazları sıcak ve kurak geçen yarı nemli bir Akdeniz iklim tipine sahiptir (Yurtseven vd. 2017). İstanbul ilinin yeşil alanları şehrin kuzeyine çekilmiştir ve her geçen gün sınırlarını genişleten yerleşim bölgeleri ise artan nüfusla kentin doğal yaşam alanlarını daraltmaktadır (Akkemik 2017). Şekil 1'de çalışma alanı olarak belirlenen İstanbul iline ait uydu görüntüsü yer almaktadır.

Öncelikle, İstanbul ilinin doğal odunsu bitki listesi oluşturulmuş, sonra bu bitkilerin morfolojik özellikleri ile yetişme ortamı bilgileri değerlendirilerek (Davis 1965-1985, 1988; Krüssman 1976-1978; Güner vd. 2000; Özhatay vd. 2005; Güner vd. 2012; Akkemik 2017, 2018, 2021; POWO 2024) kullanım alanları belirlenmiştir. Oluşturulan tabloda bitkiler latince isimlerine göre alfabetik olarak sıralanmıştır. Bitkilerin Türkçe adı, habitusu, çiçeklenme zamanı, çiçek rengi, Ellenberg Gösterge

Değerleri (Tichý vd. 2022; FloraVeg.EU, 2024), ait olduğu Flora bölgesi belirtilmiş ve bitkilerin kent içi kullanılabileceği alanlar önerilmiştir (Tablo 2). Ayrıca İstanbul yakınında (çoğunlukla Marmara Bölgesi) doğal olan odunsu bitkilerden kuraklığa dayanıklı ve kent içinde kullanım potansiyeline sahip olanlara yer verilmiş olup bu bitkiler gerek tabloda gerekse metin içinde latince isimlerinin başında " * " ile işaretli olarak gösterilmiştir.

Bitki türlerinin doğal yetişme ortamlarındaki isteklerini göz önünde bulundurmak amacıyla kullanılan Ellenberg Gösterge Değerleri (Tichý vd., 2022), iklim değişikliği de göz önüne alınarak bitkilerin kullanım alanlarını önerirken dikkat edilmesi gereken bir parametre olarak verilmiştir.

Tablo 2'de bitkilerin Ellenberg Gösterge Değerleri-EGD (Tichý vd. 2022 FloraVeg.EU, 2024) varsa sırasıyla belirtilmiştir; veri atanmamışsa bitki için '–', tek parametre için 'x' ile gösterilmiştir. Kent içinde kullanılacak bitkiler belirlenirken türün yetişme ortamının ekolojik verilerine mümkün olduğunca uygun seçilmesi; hem seçilen bitki türünün hem de ışık, toprak reaksiyonu, besin parametrelerine ait değerlerin yine mümkün olduğunca optimumunun sağlanmaya çalışılması gerekmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliği de dikkate alınarak İstanbul için yapılması gereken bitki tercihlerinde değerlendirilecek olan ana parametreler; sıcaklık, toprak nemi ve gerekli kıyı alanlarında tuzluluktur. Kuraklığa dayanıklılık için incelenecek parametrelerin daha vurgulayıcı ve ayırt edilir olmasını sağlamak amacıyla tabloda EGD'lerdeki sıcaklık, nem ve tuzluluk değerleri farklı renklendirilmiştir (Tablo 2).

Kuraklığa dayanıklı bitkiler gerek ait oldukları flora bölgesi özellikleri, gerekse EGD'leri değerlendirilerek bulunabilir (Tablo 2). EGD'lerde verilen ortalama sıcaklık değeri 12'ye ve ortalama nem değeri ise 0'a daha yakın olan bitkiler kuraklığa daha toleranslı olarak değerlendirilebilir. Bir başka deyişle, bitki göstergelerinde verilen ortalama sıcaklık değeri yükseldikçe ve ortalama nem değeri azaldıkça bitkinin kuraklığa dayanıklılığının artacağı kabul edilmektedir. Tuzluluk arttıkça bitkinin tuz isteğinin fazla olduğu ve tuzun etkileyebileceği kıyı alanlarda kullanılabileceği anlaşılmalıdır.

Kentsel yeşil alanlarda kullanılan bitkiler; hem estetik hem de fonksiyonel özellikleri ile değerlendirilmektedir. Bu çalışmada da kent peyzajında kullanılabilecek İstanbul ve yakın çevresi doğal odunsu taksonlarının her biri için boy, habitus, yaprak döküp dökmeme durumları, çiçek özellikleri vb. görsel özelliklerinin yanı sıra yetişme ortamı özellikleri ile büyüme potansiyelleri değerlendirilerek önerilerde bulunulmuştur.

Yol bitkilendirmelerinde kullanılacak ağaçlarda; belirli bir gövde yüksekliğinden sonra taç geliştirmiş olmasına, sarkık ya da horizontal dallanma göstermemesine, meyve veya kozalakları yere düştüğünde herhangi bir zarar vermeyecek türler olmasına dikkat edilmiştir. Kaya bahçelerinde ve kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitkiler seçilirken, genellikle Akdeniz elemanı olması ve de su isteği az, kuraklık toleransı yüksek, fazla boylanmayan, genellikle öbek ya da horizontal formlu çalı taksonları olması esas alınmıştır. Duvar/şev bitkisi olarak önerilen bitkilerin özellikle toprak tutucu özelliği olan

çalılar olmasına dikkat edilmiştir. Su kıyısı ve aynı zamanda kumul alanlar için bitkiler önerilirken, bitkilerin doğal habitatları esas alınmıştır. Çiçek parterlerinde ve de parklarda kullanılabilecek ağaç ve çalı seçimlerinde ağırlıklı olarak estetik kriterler değerlendirilmiştir. Çit ve perdeleme amaçlı bitkilendirmelerde ise mümkün olduğunca alanı hızlıca örtme-kapatma eğilimi gösterebilen, özellikle yerden itibaren dallanan çalı ve ağaç türleri belirlenmiştir.

## İstanbul Kent Peyzajında Kullanılması Önerilen Doğal Odunsu Bitkiler

Günümüzde çok yaygın kullanıma sahip egzotik bitki taksonlarının, küresel bir sorun olan iklim değişikliği karşısında olumsuz sonuçlar doğurabileceği öngörülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada hali hazırda İstanbul kent peyzajında oldukça fazla kullanım alanına sahip olan egzotik taksonların yerine geçebilecek, kentin doğal florasından ya da yine kent yakın çevresinde doğal yayılışı olan ve de su isteği bakımından kanaatkâr olan bitkilerden alternatifler getirilmiştir.

Oldukça zengin bitki varlığına sahip olan İstanbul, doğal odunsu bitkilerin varlığı ile de dikkat çekicidir. İstanbul'da doğal olarak yetişen ve kent peyzajında kullanılması önerilen 6 (1'i endemik) gymnospermae (açık tohumlular) ve 154 angiospermae (kapalı tohumlular) taksonu ile yakın alanlarda doğal yayılışı bulunan 63 (4'ü endemik) angiospermae taksonu Tablo 2'de verilmiştir. İstanbul Boğazı ile özdeşleşmiş olan **Pinus pinea* (Fıstık çamı), **Cupressus sempervirens* (Akdeniz servisi) ile özel veya kamu kurumu bahçelerinde çokça tercih edilen **Juglans regia* (Ceviz) türleri de gösterge değerlerinin incelenebilmesi için tabloya ilave edilmiş olan ülkemizin doğal ağaçlarındandır.

Tablo 2'de iklim değişikliği bağlamında İstanbul ve çevresinde doğal olarak yetişen odunsu bitkilerin habitusları, gelişim ve çiçeklenme özellikleri ele alınarak peyzaj düzenlemelerindeki alternatif kullanım olanakları değerlendirilmiştir. Kullanılacağı alanın güney-kuzey ve kıyı-iç kısım özellikleri başta olmak üzere iklim değişikliği sebebi ile öngörülen sıcaklık artışı da dikkate alınarak seçim yapılmalıdır. Bu sebeple yapılacak bitki tercihinde, bitkinin kullanılacağı alanın yetişme ortamı özellikleri ortaya konarak kullanım alanı için uygun olabilecek bitkiler arasından gerek flora bölgeleri (Güner vd. 2012) gerekse Ellenberg Gösterge Değerleri'nden (Tichý vd. 2022; FloraVeg.EU, 2024) faydalanılarak seçim yapılmalıdır.

Özellikle İstanbul'un güney kıyıları, kuzeye göre daha az nemli olduğundan, buralarda kullanılacak türlerin sıcaklık değerinin ortalamanın üzerinde-12'ye yaklaşan ve nem değerinin ise ortalamanın altında-0'a yaklaşan değerlerde olanlardan seçilmesi, kent içinde hem doğal hem de dayanıklı türlerin devamlılığını sağlayacaktır. Kuzeye doğru gidildikçe tercih edilecek türlerde sıcaklık değerinin düşebileceği nem değerinin ise yükselebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Tuzluluk değerinin yüksek olduğu bitkiler, güney kıyı şeridinde özellikle dalga çırpıntıları ile içeriye taşınan tuzun etkileyebileceği alanlarda kullanılabilir (Tablo 2).

Benzer şekilde daha sıcak ve kurak bitkilerin doğal yayılış gösterdiği Akdeniz (A) ve sayıları az da olsa İran-Turan (İT) flora bölgesi elemanı olan taksonlar İstanbul'un sıcaklıktan daha fazla etkilenebilecek güney kısımları ile adalar ve ısı adalarının içinde kalan kısımlarında tercih edilebilir. Avrupa-Sibirya (AS) elemanı olan türler daha nemcil karakterde olduğu için kentin kuzeyinde, ormana yakın olan ve kuzey kıyılarına yakın yerlerde, az miktarda olsa da yer yer boğaz kenarında kullanılabilir (Tablo 2).

Flora bölgesi için belirtilen bu özelliğin bazı istisnaları bulunmaktadır. Örneğin; Avrupa-Sibirya (AS) elemanı olan *Clematis viticella, Cormus domestica, Pyracantha coccinea* Ellenberg Gösterge Değerleri bu bitkilerin kurak alanlara daha dayanıklı olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla bitkinin elemanı olduğu flora bölgesi ve gösterge değerleri birlikte değerlendirilirse daha doğru tercihler yapılabilir.

*Cormus domestica*

**Tablo 2.** İstanbul ve yakın çevresindeki doğal odunsu bitkiler, özellikleri, Ellenberg Gösterge Değerleri, flora bölgeleri ve kent içinde kullanım alternatifleri

| No | Bitkinin Adı | Yaprak Dökme Durumu | Genel Özellikleri | Çiçeklenme Zamanı | Çiçek Rengi | I/ S/ N/ R/ B/ T<br>EGD<br>(Tichý et al. 2022, FloraVeg.EU 2024) | Flora Bölgesi (Güner vd. 2012) | Kurakçıl Peyzaj | Park Ağacı | Park Çalısı | Soliter | Çiçek Parteri | Yol Bitkisi | Duvar/Şev Bitkisi | Su Kıyısı Bitkisi | Kumul Bitkisi | Yerörtücü | Sarılıcı-Tırmanıcı | Çit/Perdeleme | Meyve Ağacı | Korularda |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **GYMNOSPERMLER (AÇIK TOHUMLULAR)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | *Abies nordmanniana* (Steven) Spach. subsp. *equi-trojani* (Asc.et Sint.ex Boiss.) Coode et Cullen (Batı Karadeniz göknarı)**-End.** | HDY | 40-50 m boy, 1,5-2 m çap yapabilen, dallanması çok sık, geniş piramidal formlu ağaçlar | Nisan-Mayıs | Erkek sarıdan kırmızıya değişen renklerde; dişi açık sarı yeşil | 7/**4**/**5**/4/5/**0** | AS | | + | | + | | | | | | | | | | + |
| 2 | **Cupressus sempervirens* L. (Akdeniz servisi) | HDY | 40 m boylanabilen düzgün ve dik büyüyen ağaçlar | Nisan | Erkek koyu-sarı, kahverengi-yeşil; dişi yeşil, açık-kahverengi | 6,7/**8**/**4**/7/3/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | + | | + |
| 3 | *Ephedra foeminea* Forssk. (Sarılıcı deniz üzümü, borotu) | HDY | Bazen yerde sürünen çalı, bazen de ağaçlara tırmanan odunsu sarmaşık hâlinde, sürgünler çok ince kırılgan | Mayıs-Haziran | Erkek sarımsı yeşik; dişi pembemsi yeşil ya da açık kahverengi | 7/**11**/**2**/8/7/**2** | - | + | | | | | | + | | | | | | | | |
| 4 | *Juniperus oxycedrus* L. var. *oxycedrus* (Katranardıcı) | HDY | 8 m boylanabilen küçük ağaçlar veya çalılar | Mart-Nisan | Erkek koyu sarı, dişi yeşilimsi açık-kahverengi | 8,3/**x**/**3,1**/6,9/2,6/**0,5** | - | | + | | + | | | | | | | | | | | + |
| 5 | *Pinus brutia* Ten. var. *brutia* (Kızılçam) | HDY | 15-25 m boya ulaşan, düzensiz ya da düzgün gövdeler oluşturan ağaçlar | Nisan | Erkek sarı, sonra koyu sarı; dişi pembe, kırmızı, mor | 7,9/**x**/**3**/7/2,7/**0,3** | A | | + | | | | | | | | | | | | | + |
| 6 | *Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu karaçamı) | HDY | 20-40 (50) m boyunda ağaçlar, tepe önce piramidal sonra şamdan formunda | Nisan | Erkek; yeşil pembe mor; dişi pembe, kırmızı mor | 7,1/**x**/**3,5**/x/2,3/**0** | - | | + | | | | | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | **Pinus pinea* L. (Fıstık çamı) | HDY | 25 (-30) m boy ve 1,5 m çap yapabilen bir ağaç; tepe tacı çok geniş, yayılmış ve hafif kubbemsi | Nisan | Erkek sarı veya turuncu; dişi sarı-yeşil | 8,5/**8,5**/**2,5**/5,5/3,5/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | | + |
| 8 | *Taxus baccata* L. (Porsuk)-**Zehirli** | HDY | Kapalı meşçerelerde tek tepeli, sık dallı, 15-20 m boylanabilen ağaç veya ağaççıklar | - | Erkek koyu sarı; dişi mavi-yeşil | x/**x**/**x**/7,1/4,7/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | + | | |
| **ANGIOSPERMLER (KAPALI TOHUMLULAR)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | **Acantholimon acerosum* (Willd.) Boiss. subsp. *acerosum* var. *acerosum* (Pişik keveni) | HDY | Sıkı, dikenli, öbek oluşturan çalılar | Haziran-Ağustos | Pembe | - | İT | + | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | *Acer campestre* L. subsp. *campestre* (Ova akçaağacı) | YD | 25 m boylanabilen, eğri veya düzgün gövdeli, sık dallı ağaçlar | Nisan-Mayıs (yaprak lanma ile beraber mayıs başında) | Gösterişsiz, açık yeşil | 5,7/**x**/**x**/7,3/5,4/**0** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 11 | *Acer heldreichii* Orph. ex Boiss. subsp. *trautvetteri* (Medw.) A.E. Murray (Kayın gövdeli akçaağaç, Kafkas akçaağacı) | YD | 15-25 m boylanabilen, düzgün gövdeli geniş tepeli ağaçlar | Mayıs (yaprak-lanmadan sonra mayıs başında) | Gösterişsiz, açık yeşil | - | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 12 | **Acer hyrcanum* Fisch. et Mey subsp. *hyrcanum* (İran akçaağacı, Taraklık akçaağacı) | YD | 10-20 m boylanabilen, geniş tepeli, sık dallı, düzgün gövdeli ağaçlar | Nisan-Mayıs başında (yaprak-lanmadan sonra) | Gösterişsiz, açık yeşil | 5/**5,3**/**6,3**/x/x/**x** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 13 | **Acer platanoides* L. (Çınar yapraklı akçaağaç) | YD | 30 m boylanabilen dolgun ve düzgün gövdeli, sık dallı, yuvarlak tepeli ağaçlar | Nisan ortalarında (yaprak-lanmadan önce veya birlikte) | Gösterişsiz, açık sarımsı yeşil | 4,7/**5,8**/**5,6**/6,5/6,3/**0** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | **Acer pseudoplatanus* L. (Dağ akçaağacı) | YD | 30 m boylanabilen, düzgün gövdeli, yuvarlak tepeli ağaçlar | Mart-Mayıs | Gösterişsiz, açık sarımsı yeşil | 4,7/**x**/**x**/5,8/6,6/**0** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 15 | *Acer tataricum* L. subsp. *tataricum* (Tatar akçaağacı) | YD | 6-10 m boylanabilen yayvan ve geniş tepeli küçük ağaçlar | Nisan sonu-Mayıs başı | Gösterişsiz, beyazımsı yeşil | 5/**6,8**/**5,1**/7/4/**1** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 16 | *Akhania canescens* (Moq.) Sukhor. (Syn. *Climacoptera canescens* (Moq.) G.L.Chu) (Boz soda) | YHDY | Dalları genellikle 1 mm iğne uçla sonlanan, tüysüz, papillalı veya kıllı, çok sayıda kısa, yayılıcı dallı, çok yıllık tuzcul ve kurakçıl çalılar | Mayıs-Temmuz | Gösterişsiz ve küçük, pembe-krem | - | İT | + | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. subsp. *glutinosa* (Kızılağaç) | YD | 20-30 m boylanabilen ağaç, bazen de boylu çalı | Mart | Erkek yeşil-mor, sonra koyu sarı-kahverengi; dişi parlak kırmızı | 5,7/**5,6**/**9,2**/5,9/6,3/**0,6** | AS | | + | | + | | + | | + | | | | | | + |
| 18 | *Anthyllis hermanniae* L. (Akıllı geven, Çoban gülü) | YD | Ucu dikenle sonlanan kıvrımlı odunsu dallar ile birlikte 50 (-70) cm boylanabilen, yoğun dallanan çalılar | Nisan-Temmuz | Turuncu-sarı, altın sarısı | 8/**x**/**2,3**/x/3/**0,3** | A | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 19 | *Apocynum venetum* L. subsp. *armenum* (Pobed.) Ined. (Gölbi, pembekız) | HDY | Az dallı, 5 m boylanabilen, sürünücü rizomlu çok yıllık yarı-çalı | Haziran-Ağustos | Pembe | - | A | + | | | | | | | + | | | | | | |
| 20 | *Arbutus andrachne* L. (Sandal) | HDY | 3-4 m boyunda çalı veya 12 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Mayıs | Beyaz | 7,5/**x**/**4,3**/8/1/**1** | A | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 21 | *Arbutus unedo* L. (Kocayemiş) | HDY | 3-4 m boyunda çalı, bazen de 7-8 (-10) m boyunda ağaç | Eylül-Aralık | Beyaz-pembemsi | 7,3/**9**/**3,6**/5,2/2/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 22 | *Asparagus acutifolius* L. (Kuşkonmaz, Tilkişen) | HDY | Çok yıllık, etli köklere (rizomlu) sahip otsu veya dallanmış sürgünleri ile dikenli çalılar; odunsu gövdesi sürünücü veya tırmanıcı | Ağustos-Eylül | Sarımsı veya yeşilimsi | 6,3/**8,8**/**2,3**/6/4/**0** | A | | | | | | | | | | + | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | *Asparagus aphyllus* L. subsp. *orientalis* (Baker) P.H.Davis (Kuşkonmaz, papazsakalı) | HDY | Sert, yatık veya kısa boylu sürünücü gövdeli | Haziran-Ağustos | Yeşil | 8/**11**/**2**/6/2/**0,5** | A | | | | | | | | | | + | | | | |
| 24 | **Astragalus angustifolius* Lam. (Keçi geveni, ince geven) | YD | Tabandan itibaren dallanan, 20-30 cm boyunda yastık formu oluşturan dikenli çok yıllık çalımsı | Mayıs-Ağustos | Pembemsi-mor, krem-sarı veya beyazımsı | 9/**7**/**4**/7/4/**0** | İT | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 25 | **Astragalus vulnerariae* DC. (Civcivotu) | YD | Çok yıllık, tabandan itibaren dallanan, yastık formunda dikenli, çalımsı | Mayıs-Temmuz | Sarı | - | - | | | | | | | | | | + | | | | |
| 26 | *Atriplex halimus* L. (Sarmak) | YHDY /YD | Gövdesi 3 m boylanabilen çalılar | Haziran-Ağustos | Yeşilimsi | 8,3/**10**/**6**/7,3/6,3/**6** | - | | | | | | | | | + | + | | | | |
| 27 | *Atriplex portulacoides* L. (Syn. *Halimione portulacoides* (L.) Aellen) (Kocakente, kocabetne) | YHDY /YD | Gövdeleri 1 m kadar boylanabilen çalılar | Haziran-Ağustos | Yeşilimsi-kahverengimsi | 8,7/**x**/**7,5**/7,5/6,8/**7,3** | - | | | | | | | | | + | + | | | | |
| 28 | *Atriplex verrucifera* M.Bieb. (Syn. *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen) (Betne) | YHDY /YD | Gövdeleri 50 cm kadar boylanabilen çalılar | Haziran-Ağustos | Yeşilimsi-kahverengimsi | 8,5/**5,8**/**6,8**/x/x/**x** | - | | | | | | | | | | + | | | | |
| 29 | *Berberis vulgaris* L. (Kırmızı Meyveli Karamuk, Kızıl karamuk) | YD | 2 -3 m boylanan dikenli çalılar | Mayıs-Haziran | Sarı | 7,1/**5,8**/**3,9**/8,1/3/**0** | - | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 30 | *Calicotome villosa* (Poir) Link. (Tüylü keçiboğan) | YD | 3 m kadar boylanan, dikenli çalılar | Mart-Haziran (yapraklanmadan önce) | Sarı | 7,7/**9**/**3**/6/3/**0** | A | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 31 | *Calluna vulgaris* (L.) Hull. (Süpürge çalısı) | HDY | 1 m kadar boylanabilen çalılar | Ağustos-Ekim | Pembe | 7,7/**4,6**/**5,6**/1,5/1,4/**0** | AS | + | | + | | + | | | | | | | | | |
| 32 | **Capparis spinosa* L. (Kapari, Kebere) | HDY | Kubbe şeklinde tepeli ve yatık gövdeli 3 m kadar boylanabilen çalılar | Mayıs-Ekim | Beyaz | 7,5/**9**/**2,5**/6/6/**3** | - | | | | | + | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | *Carpinus betulus* L. (Gürgen) | YD | 20-25 m boylarında, geniş tepeli, oluklu ve girintili çıkıntılı gövdeli ağaçlar | İlkbahar | Erkek açık yeşil, sonra açık kahverengi; dişi açık yeşil | 4,4/**5,9**/**5,4**/5,5/5,3/**0** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 34 | *Carpinus orientalis* Mill. subsp. *orientalis* (Doğu gürgeni, İstiriç) | YD | Çoğu kez çalı, bazen de 6-7 (-10) m boylarında küçük ağaçlar | İlkbahar | Erkek yeşil, sonra kahverengi; dişi açık yeşil | 4,7/**7,4**/**4**/7,5/4,5/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 35 | *Castanea sativa* Mill. (Anadolu kestanesi) | YD | 30 m kadar boylanabilen, geniş ve dağınık tepeli ağaçlar | Mayıs-Haziran | Erkek ve dişi çiçekler beyaza yakın açık-yeşil | 5,7/**8,2**/**5,3**/4,3/4,2/**0** | AS | | + | | | | | | | | | | | | + | + |
| 36 | *Celtis australis* L. (Çitlenbik) | YD | Yuvarlak tepeli, seyrek dallı, çatlaksız kabuklu, 20-25 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Nisan (-mayıs) (yaprak-lanmadan önce) | Yeşilimsi | 7,5/**8,8**/**3,5**/7,3/4,5/**0** | A | | + | | + | | + | | | | | | | | + | + |
| 37 | *Ceratonia siliqua* L. (Keçiboynuzu, Harnup) | HDY | 3-10 m boyunda boylu çalı ya da küçük ağaçlar | Eylül-Kasım | Erkek kırmızı salkım; dişi morumsu kırmızı; taç yapraklar yok | 8,5/**10,3**/**3,3**/7/4,7/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | | + | |
| 38 | *Cercis siliquastrum* L. (Erguvan) | YD | 10 m boylanan boylu çalı veya kısa boylu ağaç | Nisan-Mayıs (yaprak-lanmadan önce) | Açık pembe ile mor arası 'erguvani' | 7,3/**8,8**/**4,3**/7,3/4,3/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 39 | *Cionura erecta* (L.) Griseb. (Bodur otu, Dağ sarmaşığı, Babrik) | HDY | Çok gövdeli, 1-8 m boylanabilen yarı çalımsı ya da çalı formundaodunsu bitkiler; sürgünleri esnek sürünücü ya da tırmanıcı | Nisan-Eylül | Beyaz, nadiren pembemsi ya da sarı | 7/**11**/**6**/7/6/**0** | A | + | | | | | | + | + | | | | | | |
| 40 | *Cistus creticus* L. (Tüylü laden) | HDY | 40-50 (-100) cm boylanabilen çalılar | Mart-Haziran | Pembe | 7,8/**x/2,9**/x/2,8/**0,3** | A | + | | + | | + | | + | | | | | | | |
| 41 | *Cistus salviifolius* L. (Adaçayı yapraklı laden, kartli) | HDY | 50-60 cm boylanabilen kısa boylu çalılar | Mart-Mayıs | Beyaz | 8/**8,8**/**2,8**/5/2,3/**0,3** | A | + | | + | | + | | + | | | | | | | |
| 42 | *Clematis cirrhosa* L. (Orman asması, Bahar sarmaşığı) | HDY | 2-3 m boyunda sarılıcı | Mart-Nisan | Krem | 6,3/**9,7**/**4,7**/5,3/5/**0** | A | | | | | | | | | | | | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | *Clematis flammula* L. (Yakıcı orman asması, Hamil-miskin) | YHDY | 4-5 m boyunda, dip kısmı odunsu, sarılıcı bir bitki | Temmuz-Eylül | Beyaz | 7/**8,4/3,7**/5,2/4/**0** | A | | | | | | | | | | + | | | |
| 44 | *Clematis vitalba* L (Orman asması, Akasma) | YD | Tutunduğu ağaçlar üzerinde 7-8 (-10) m'ye kadar sarılıp yükselen 3–5 (-10) cm çap yapan odunsu | Haziran-Temmuz | Süt beyazı veya dış kısmı yeşilimsi | 6,9/**6,5/x**/7,3/6,3/**0** | A | | | | | | | | | | + | | | |
| 45 | *Clematis viticella* L. (Mor çiçekli orman asması, Yakmuk) | YD | 3-6 m boyunda uzun ömürlü odunsu sarılıcı | Haziran-Ağustos | Kırmızı-pembe veya koyu mor-mavi | 7,5/**8/4**/6,5/6/**0** | AS | | | | | | | | | | + | | | |
| 46 | *Colutea cilicica* Boiss & Ball. (Patlangaç çalısı) | YD | Çoğunlukla 2 m boyunda çalılar | Mayıs-Ağustos | Sarı | 7/**6,8/5**/x/x/**x** | - | | | + | | | | | | | | | | |
| 47 | Cormus domestica (L.) Spach. (Syn. Sorbus domestica L.) (Üvez) | YD | 4-10 m boylanabilen dolgun gövdeli gençlikte konik, sonra dağınık ve yayvan tepeli ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz, nadiren pembe | x/**7,4/4,2**/x/3,1/**0** | AS | | + | | + | | | | | | | | + | |
| 48 | *Cornus mas* L. (Sarı çiçekli kızılcık) | YD | 8 m boylanabilen ufak ağaçlar veya çalılar | Mart erken ilkbaharda, yapraklanmadan önce | Sarı | 6,3/**7/4,6**/8/4,2/**0** | AS | | | + | + | | | | | | | | + | |
| 49 | *Cornus sanguinea* L. subsp. *sanguinea* (Kiren) | YD | 4 m boylanabilen çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 7/**x/x**/7,5/4,8/**0** | - | | | + | + | | | | | | | | | |
| 50 | *Cornus sanguinea* L. subsp. *australis* (C.A.Mey.) Jáv. (Kansiğdiren) | YD | 4 m boylanabilen çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | - | AS | | | + | | | | | | | | | | |
| 51 | *Corylus avellana* L. var. *avellana* (Fındık) | YD | Çoğunlukla 4-5 m boylarında çalılar | | Erkek sarı,açık-kahverengi; dişi tomurcuk içinde ve kızıl-kahverengi pullu | x/**x/5,6**/5,9/x/**0** | AS | | | | | | | | | | | | + | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52 | *Cotinus coggygria* Scop. (Peruka çalısı, Boyacı sumağı) | YD | 1-3 m boylanabilen, dalları sık, hafif yuvarlak tepeli çalılar | Nisan-Haziran | sarı, pembe, turuncu | 6,9/**x**/**3,7**/7,2/3,2/**0** | - | | | + | + | | | | | | | | | | |
| 53 | **Cotoneaster nummularius* Fisch.& Mey. (Dağ muşmulası) | YD | 2 m boylanabilen veya bodur çalılar | Nisan-Haziran | Beyaz | 8/**8**/**4**/7/x/**0** | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | **Crataegus azarolus* L. var. *azarolus* (Müzmüldek) | YD | 10 m boylanan, uzun dikenli, çalı veya küçük ağaçlar | Mart-Haziran | Beyaz | 7/**9,3**/**3**/7/4/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 55 | *Crataegus germanica* (L.) Kuntze (Syn. *Mespilus germanica* L.) (Muşmula, Beşbıyık, Döngel) | YD | 2-3 m boyunda dikenli çalı veya kültüre alındığı yerlerde 6 m boyunda dikensiz ufak ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 5,8/**x**/**4,5**/5,4/4,3/**0** | AS | | | | | | | | | | | | | + | |
| 56 | *Crataegus monogyna* Jacq. (Yemişen) | YD | 10 m boylanan dikenli çalı ya da ağaçlar | Nisan-Haziran | Beyaz Ya Da Pembemsi | 7/**x**/**4,4**/x/x/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 57 | **Crataegus orientalis* Pall. ex M. Bieb. subsp. *orientalis* (Alıç, Yemişen) | YD | 6 m boylanabilen çalı ya da küçük ağaçlar; uzun olan dikenler yapraklı | Mayıs-Temmuz | Beyaz | 7,7/**x**/**5,1**/x/x/**x** | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 58 | **Crataegus orientalis* Pall. ex M.Bieb. subsp. *szovitsii* (Pojark.) K.I.Chr. (Koyun alıcı) | YD | 6 m boylanabilen çalı ya da küçük ağaçlar; uzun olan dikenler yapraklı | Mayıs-Temmuz | Beyaz | - | İT | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 59 | *Crataegus pentagyna* Waldst. et Kit. ex Willd. subsp. *pentagyna* (Kömüşdikeni) | YD | 3-8 m boylanan, seyrek dikenli çalı ya da küçük ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 7/**5,5**/**6**/x/x/**x** | AS | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 60 | *Crataegus rhipidophylla* Gand. var. *rhipidophylla* (Kızılcık) | YD | 7 m boylanan, dikenli ya da nadiren dikensiz çalı ya da küçük ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 6,8/**x**/**5,6**/6,3/5/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 61 | **Crataegus tanacetifolia* (Poir.) Pers. (Kotan alıcı)-**End.** | YD | 8-10 m boylanan, seyrek dikenli, çalı ya da küçük ağaçlar | Mayıs-Temmuz | Beyaz | - | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | **Crataegus* x *rubrinervis* Lange (Kızıldamar) | YD | 2 m boylanan, nadiren dikenli çalılar | Mayıs | Beyaz Ya Da Pembemsi-Beyaz | - | - | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 63 | *Cytisus albus* Hacq. (Ak keçitırfılı) | YD | 80 cm boylanabilen, dik veya yükselici çalılar | Haziran-Temmuz | Beyaz | 7,8/**7,2/3,6**/9/2/**0** | - | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 64 | *Cytisus austriacus* L. (Koru keçitırfılı) | YD | 75 cm boylanabilen, dik veya yükselici çalılar | Mayıs-Haziran | Sarı | 7,3/**7/3,8**/8,3/2,3/**0** | AS | + | | | | + | | | | + | | | | | | |
| 65 | *Cytisus hirsutus* L. (Keçitırfılı) | YD | 1 m boylanabilen, dik veya yükselici ya da bazen yatık büyüyen, değişken habituslu çalılar | Nisan-Haziran | Sarı | 7,3/**x/3,8**/6,7/2,1/**0** | - | + | | | | + | | | | | + | | | | | |
| 66 | *Cytisus jankae* Velen (Boğaztırfılı) | YD | Sürgünler yere yatık, gövde 8-10 cm boyunda, silindirik ve dik bodur çalılar | Mayıs-Haziran | Açık Sarı | - | - | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 67 | *Cytisus pygmaeus* Willd. (Cücekeçitırfılı) | YD | Gövde 5-15 cm boylarında, dalları yere yatık ya da uçları yukarı yönelmiş bodur çalılar | Mayıs-Haziran | Sarı | - | AS | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 68 | *Cytisus scoparius* (L.) Link. (Katırtırnağı, kuşçubuğu) | HDY | 2 m boylanabilen, sık dallı, dik büyüyen çalılar | Nisan-Temmuz | Sarı | 7,8/**5,9/4,5**/3,3/3,1/**0** | - | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 69 | *Danae racemosa* (L.) Moench (İskenderiye defnesi) | HDY | 1 m boylanabilen, ufak ve sık dallı çalılar | Haziran-Temmuz | Yeşilimsi Beyaz | - | - | | | + | | | | | | | | | | | | |
| 70 | **Daphne oleoides* Schreb. subsp. *oleoides* (Gövçek, yabani defne) | HDY | Dik büyüyen, 15-60 cm boyunda, çok dallı çalılar | Mayıs-Ağustos | Beyaz, Beyazımsı-Krem | 8,3/**5,3/2,7**/6,7/3/**0** | - | + | | + | | | | | | | | | | | | |
| 71 | *Daphne pontica* L. (Sırımağu) | HDY | 1 m boylanabilen seyrek dallı dik çalılar | Mart-Ağustos | Yeşilimsi sarı | x/**6,9/x**/x/x/**x** | AS | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 72 | **Daphne sericea* Vahl. (Tavukbüzüğü, Develik, Gökçe, Tavuk çiçeği, İpeksi defne) | HDY | 1-1,5 m boylanabilen dik çalılar | Şubat-Mayıs | Pembe, güzel kokulu | 6/**9,5/3,5**/8/2,5/**0** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73 | *Dittrichia viscosa* (L.) Greuter (Yapışkan andızotu) | - | Çok yıllık, tabandan itibaren dallanmış, çok gövdeli, 1-2 m, rizomlu, dik ve yarı çalımsı | Sonbaharda | Sarı | 8,3/**9/6**/7,3/7,3/**0,7** | A | | | | | | | | | + | | | | | | |
| 74 | *Erica arborea* L. (Ağaç fundası) | HDY | 3 m boylanabilen, dik duran çalılar | Mart-Temmuz | Beyaz ya da soluk pembe | 7,5/**8,8**/**4,3**/3,5/2,3/**0** | - | + | | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 75 | *Erica manipuliflora* Salisb. (Güz fundası, püren) | HDY | 4 m boylanabilen, dik büyüyen, gövdeleri beyaz, kısa boylu çalılar | (Mayıs-) Temmuz-Kasım | Beyaz ya da genellikle pembe | 8/**10**/**3**/7/2/**0,5** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 76 | **Eriolobus trilobatus* (Labill. ex Poir.) Roem. (At elması) | YD | 6-8 (-18) m boylanabilen ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | - | - | | + | | | | | | | | | | | | | + | |
| 77 | *Euonymus europaeus* L. (Papaz külahı, iğcikağacı) | YD | 6 m boylanabilen çok yıllık çalılar | Mayıs-Haziran | Yeşilimsi-Beyaz | x/**5,5**/**5**/7,6/5/**0** | AS | | | + | | + | | | | | | | | | | | |
| 78 | *Fagus orientalis* Lipsky. (Doğu Ladini) | YD | 40 m boylanabilen orman ağaçları | Mayıs | Erkek ve dişi çiçekler açık sarı, açık-yeşil | 5,3/**5,9**/**6,1**/x/x/**x** | AS | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| 79 | *Ficus carica* L. subsp. *carica* (İncir) | YD | 10 m boylanabilen ağaç veya çalılar | Mart-Haziran | Erkek yeşil, dişi yeşil; meyvenin küçük hali gibidirler | x/**8,8**/**3,5**/7,3/7/**0,3** | A | | | | | | | | | | | | | | | + | |
| 80 | *Frangula alnus* Mill. subsp. *alnus* (Barut ağacı) | YD | 5 m boylanabilen çalı veya küçük ağaçlar | Haziran-Temmuz | Beyaz | 6,3/**x**/**7,6**/4,4/3,5/**0** | AS | | | | | | | | + | | | | | | | | |
| 81 | *Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco et Rocha Afonso (Anadolu dişbudağı) | YD | 30 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Nisan (yapraklardan önce) | Erkek pembe, dişi yeşilimsi; çanak ve taç yok | x/**7**,**3**/**x**/6,8/x/**0** | AS | | + | | | | + | | | | | | | | | | + |
| 82 | *Fraxinus angustifolia* Vahl. subsp. *syriaca* (Boiss) Yalt. (Suriye dişbudağı) | YD | 30 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Nisan (yapraklardan önce) | Erkek pembe, dişi yeşilimsi; çanak ve taç yok | - | İT | | + | | | | + | | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 83 | *Fraxinus ornus* L. subsp. *ornus* (Çiçekli Dişbudak) | YD | 8-10 (-20) m boylanan, yuvarlak tepeli ağaçlar | Nisan-Mayıs | Sarımsı-Beyaz; Güzel Kokulu | x/**x**/**3,9**/7,6/3,4/**0** | AS | | + | | | | + | | | | | | | | + |
| 84 | *Fraxinus pallisae* Willmott (Tüylü dişbudak, Balkan dişbuağı) | YD | 30 m boylanabilen ağaçlar | Nisan-Mayıs | Çanak ve Taç Yok | - | - | | + | | | | + | | | | | | | | + |
| 85 | *Fumana aciphylla* Pomel (Kır güneşotu) | HDY | 30 cm boylanan, gövdesi tabanda odunsu, çok yıllık bodur çalılar | Mayıs-Haziran | Sarı | - | İT | + | | | | | | + | | | | | | | |
| 86 | *Fumana arabica* (L.) Spach. (Arap güneşotu) | HDY | 10-25 cm boyunda çok yıllık bodur çalılar | Mart-Haziran | Sarı | 8,3/**x**/**2**/7,5/1,5/**0** | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | *Fumana procumbens* (Dunal)Gren. et Godr. (Yer güneşotu) | HDY | Bodur sürünücü çalılar | Mayıs-Ağustos | Sarı | 8,9/**7**/**1,9**/8,4/1,4/**0** | - | + | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | *Fumana scoparia* Pomel. (Nisan güneşotu) | HDY | Çiçekli gövdesi yükselici-dik; 15 cm boylanabilen çok yıllık çalımsı | Nisan-Mayıs | Sarı | 9/**9**/**2**/x/1/**0** | A | + | | | | | | + | | | | | | | |
| 89 | *Fumana thymifolia* (L.) Webb. (Kekik güneşotu) | HDY | 10-15 cm boylanabilen, dalları yükselici-dik, bodur çalımsı | Mart-Nisan | Sarı | 8,6/**x**/**2,3**/8/1,5/**0,3** | - | + | | | | | | + | | | | | | | |
| 90 | *Genista carinalis* Gris. (Kırtıl çalısı) | - | 15-30 cm boyunda yatık yarı-çalı | Haziran | Sarı | - | - | + | | + | | + | | + | | | | | | | |
| 91 | *Genista lydia* Boiss. (Geyik borcağı) | YHDY /YD | 2 m boyunda, yatık veya dik çalılar | Nisan-Haziran | Altın Sarısı | - | A | + | | + | | + | | + | | | | | | | |
| 92 | *Genista monspessulana* (L.) L.A.S.Johnson (Üçtelliborcak) | YHDY /YD | Dik duran çalılar | Nisan-Ağustos | Sarı | 6,7/**9**/**4,3**/4,3/4/**0** | A | + | | + | | + | | + | | | | | | | |
| 93 | **Genista sagittale* L. (Kanatlıborcak) (Efe vd. 2009) | YHDY /YD | 10-40 cm boyunda, 1 m çapında alanı kaplayan formda yerde surunucu yarı çalılar; sürgünleri kanatlı | Nisan-Mayıs | Sarı | 7,7/**5,3**/**4,1**/x/2,2/**0** | A | + | | + | + | + | | + | | | | | | | |
| 94 | *Genista tinctoria* L. (Boyacı katırtırnağı) | YHDY /YD | 2 m boylanabilen, bazen sadece tabanı odunsu olan, seyrek dallı dik veya yatık çalılar | Nisan-Temmuz | Altın Sarısı, Nadiren Soluk Renkli | 7/**x**/**5,3**/x/2,4/**0** | AS | + | | + | | + | | + | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95 | *Gonocytisus angulatus* (L.) Spach (Yağlıborcak) | YHDY /YD | 5 m boylanabilen, dik duran ince çalılar | Haziran-Eylül | Sarı | - | A | + | | | | | | | | | | | | | |
| 96 | *Hedera helix* L. f. *poetarum* (Nicotra) McAll. et A.Rutherf. (Orman sarmaşığı) | HDY | 30 m boylanabilen, gövdeleri sürünücü ya da tırmanıcı (ağaçların üzerine), çok yıllık odunsu | Ağustos-Eylül | Yeşilimsi | x/**x**/**5,3**/6,2/x/**0,1** | - | | | | | | | | | | + | | | | |
| 97 | **Helianthemum nummularium* (L.) Mill. subsp. *nummularium* (Güngülü) | - | Gövde yarı çalı ve sıklıkla gevşek ve dağınık görünümlü | Nisan-Ağustos | Sarı | 7,9/**x**/**3,5**/7,5/2,1/**0** | - | + | | | | | | + | | | | | | | |
| 98 | *Hypericum androsaemum* L. (Kamaniça, Kantaron) | YD | 30-90 cm boyunda çalılar | Haziran-Temmuz | Sarı | 5,5/7/**6,8**/5,5/5,3/**0** | - | | | | | | | | + | | | | | | |
| 99 | **Hypericum calycinum* L. (Koyunkıran) | HDY | 20-60 cm boyunda, dik veya sürünücü gövde, genellikle dallanmamış | Mayıs-Ağustos (-Ekim) | Sarı | 5/**8**/7/5/5/**0** | AS | | | + | | + | | | | | | | | | |
| 100 | **Hypericum heterophyllum* Vent. (Yarayaprağı)-**End.** | YHDY | 30 cm boylanabilen, çatalsı ve çok dallanan odunsu | Haziran-Eylül | Açık Sarı | - | - | + | | | | + | | + | | | + | | | | |
| 101 | **Ilex aquifolium* L. (Çoban püskülü) | HDY | Çalı, bazen 15 m boylanabilen ağaçlar | Mayıs-Temmuz | Beyaz veya pembemsi | x/**x**/**5,2**/4/4,5/**0** | - | | | + | + | + | | | | | | | | | |
| 102 | *Ilex colchica* Poj. (Anadolu çoban püskülü, Işılgan) | HDY | Dalları yukarıya doğru çıkan, 1-3 m boylanan çalılar | Haziran-Temmuz | Beyaz | - | AS | | | + | | + | | | | | | | | | |
| 103 | *Jasminum fruticans* L. (Sarı çiçekli yasemin, boruk) | HDY/ YHDY | 2 m boylanabilen çalılar | Nisan-Mayıs | Sarı | 7,9/**8,2**/**3,3**/6,3/x/**0** | A | | | | | | | | | | | + | | | |
| 104 | **Juglans regia* L. (Ceviz) | YD | 30 m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar | Mayıs | Yeşilimsi; gösterişsiz | 6,1/**x**/**5,3**/7,1/6,3/**0** | - | | + | | | | | | | | | | | + | + |
| 105 | *Laurus nobilis* L. (Akdeniz defnesi) | HDY | Ağaççık veya 15 m boylanabilen yuvarlak tepeli, sık dallı ağaçlar | Mart-Mayıs | Sarımsı-Yeşil | x/**8,6**/**5,8**/5/x/**0** | A | | + | | | | + | | | | | | + | | |
| 106 | **Lavandula angustifolia* Mill. subsp. *angustifolia* (Lavanta) | HDY | 45 cm veya daha fazla boylanabilen, sık kısa tüylü, güçlü aromatik çalılar | Mart-Haziran (Temmuz) | Kırmızımsı-mor | 8,5/**6**/**3,5**/5,5/3,5/**0** | - | + | | + | | + | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 107 | *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* (Karabaşotu) | HDY | 60 cm boylanabilen çalılar | Mart-Haziran | Siyahımsı Mor | 8/**9,3**/**3,3**/x/1,7/**0** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 108 | *Ligustrum vulgare* L. (Kurtbağrı) | YD | 3 m boylanabilen çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 6,7/**x**/**x**/7,6/4,1/**0** | AS | | | + | | + | | | | | | | | + | | |
| 109 | *Lonicera caprifolium* L. (Keçikulağı hanımeli) | YD | Odunsu tırmanıcı | Mayıs-Temmuz, Bazen Kışa Kadar | Sarımsı Beyaz, Bazen Mor Benekli | 6,5/**6,9**/**5**/8/4,2/**0** | - | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 110 | *Lonicera etrusca* Santi (Hanımeli) | YD | 3-4 m boylanabilen tırmanıcı odunsu | Mayıs-Haziran | Sarımsı | 7/**8,7**/**3,2**/6,8/4/**0** | A | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 111 | **Lonicera implexa* Aiton (Fakir urganı) | HDY | 2 m boylanabilen, çok dallı, tırmanıcı odunsu | Mayıs-Haziran | Beyazımsı sarı | 6,3/**9,3**/**4**/5,7/4/**0** | A | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 112 | *Lycium europaeum* L. (Akdeniz kurt üzümü, Sincan-dikeni) | YD | 2-5 m boyunda, dalları sert ve kalın dikenli çalılar | Nisan-Ekim | Lila | 8,7/**8,3**/**4**/5,5/6/**0** | A | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 113 | *Malus florentina* (Zuccagni) C.K. Schneid. (At elması, kuş elması) | YD | 4-6 m boyunda dikensiz çalı ya da küçük ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 5/**6**/**5**/5/3/**0** | - | | | | | | | | | | | | | | + | |
| 114 | *Malus sylvestris* (L.) Mill. subsp. *orientalis* (A.Uglitzkich) Browicz var. *orientalis* (Yabani elma, Acı elma) | YD | 10 m boylanabilen çalı, ağaççık veya ağaçlar | Nisan-Haziran | Beyaz ya da pembe renkte | 6,9/**5,5**/**x**/6,4/x/**0** | - | | | | | | | | | | | | | | + | |
| 115 | *Myrtus communis* L. subsp. *communis* (Mersin) | HDY | 5 m boylanabilen çok dallı çalılar | Haziran-Eylül | Beyaz | 7,3/**9,5**/**x**/5,3/4,3/**0,5** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 116 | *Noaea mucronata* (Forssk.) Acsh. et Schweinf. subsp. *mucronata* (Hölmezotu) | YHDY /YD | Çok sayıda kısa, yayılıcı dallanmış, dikenli ve çok yıllık tuzcul, kurakçıl çalılar | Mayıs-Temmuz | Gösterişsiz ve küçük | 8/**12**/**1**/9/7/**x** | - | + | | | | | | | | | | | | | | | |
| 117 | *Olea europaea* L. subsp. *europaea* (Zeytin) | HDY | 2 (-5) m boyunda çalı veya 10-15 m boyunda ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | 8/**9,7**/**3,3**/6,7/5,4/**0,3** | A | | + | | + | | | | | | | | | | + | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 118 | *Paliurus spina-christi* Mill. (Karaçalı) | YD | 2-3 m boyunda düzensiz tepeli, dikenli çalılar | Mayıs-Temmuz | Sarı, yeşilimsi sarı | 7,5/**7,5**/**4**/7/4/**0** | - | | | | | | | | + | + | | | | | | |
| 119 | *Periploca graeca* L. (Garipler urganı) | YD | 10-15 (nadiren 30) m kadar ağaçlar üzerinde sarılarak yükselebilen sarılıcı çalılar | Nisan-Ağustos (Çoğ. Temmuz) | Kırmızımsı-menekşe | 8/**8,5**/**7**/6,5/5,5/**0** | A | | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 120 | *Phillyrea latifolia* L. (Akçakesme) | HDY | Çalı ya da 9 m kadar boylanan küçük ağaçlar | Nisan-Mayıs | Sarımsı-Beyaz | x/**9**/**3,6**/6,3/4/**0** | A | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| 121 | **Phlomis bourgaei* Boiss. (Çobançırası) | HDY | 1,5 m kadar büyüyebilen çalılar | Nisan-Ağustos | Sarı | - | A | + | | | | + | | | | | | | | | | | |
| 122 | **Phlomis fruticosa* L. (Parşamba) | HDY | 1,3 m kadar büyüyebilen çalılar | Nisan-Temmuz | Sarı | 8,3/**10**/**3,3**/7,5/4,8/**0,3** | A | + | | | | + | | | | | | | | | | | |
| 123 | **Phlomis lunariifolia* Sm. (Ayıkulağı) | HDY | 1,3 m kadar büyüyebilen çalılar | Mayıs-Temmuz | Sarı | - | A | + | | | | + | | | | | | | | | | | |
| 124 | **Phlomis lycia* D. Don (Tüylü çalba) | HDY | Salgısız tüylü ve 1,5 m kadar büyüyebilen çalılar | Mayıs-Ağustos | Sarı | - | A | + | | | | + | | | | | | | | | | | |
| 125 | **Phlomis monocephala* P. H. Davis (Topuz çalba)-**End.** | HDY | 1,5 m kadar büyüyebilen ve salgı tüyü taşımayan çalılar | Mayıs-Ağustos | Sarı | - | A | + | | | | + | | | | | | | | | | | |
| 126 | *Pistacia atlantica* Desf. (Atlantik sakızı, sakızlık) | YD | 5-20 m boylanabilen, geniş yuvarlak tepeli ağaçlar | Mart-Nisan | Erkek koyu pembe, turuncu; dişi pembe-yeşil | 7,3/**x**/**4,8**/8/2/**0** | - | | + | | + | | + | | | | | | | | + | + |
| 127 | *Pistacia lentiscus* L. (Sakız, sakızağacı) | HDY | 1-5 m boylarında sık dallı çalı ya da küçük ağaçlar | Mart-Nisan | Erkek kırmızı; dişi pembe ya da kırmızı | 7,7/**9,5**/**3**/6,3/4,5/**0** | A | | + | | + | | + | | | | | | | | + | |
| 128 | *Pistacia terebinthus* L. subsp. *terebinthus* (Menengiç) | YD | 2-3 m boylarında çalı veya 6 m boylanabilen kalın gövdeli, geniş yuvarlak tepeli ağaçlar | Mart-Mayıs | Erkek turuncu, kırmızı; dişi koyu pembe ya da kırmızı | 8/**9**/**3,3**/6,8/3,3/**0** | A | | + | | + | | + | | | | | | | | + | |
| 129 | *Platanus orientalis* L. (Doğu çınarı) | YD | 30 m boylanabilen, 5-6 m çap yapan, geniş-yayvan tepeli, uzun ömürlü ağaçlar | Mart-Mayıs | Erkek kırmızı, dişi kahverengi; ikisi de küresel kurullar hâlinde | 7,7/**8,8**/**7,3**/6,3/5,3/**0** | - | | + | | | | + | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 130 | **Plocama calabrica* (L.f.) M. Backlund et Thulin. (Syn. *Putoria calabrica* (L.f.) DC.) (Belum çalısı) | HDY | Gövdeler toprak üzerine yatık, tabanda odunsu, (5-) 10-20 (-30) cm boyunda çalılar | Haziran-Ağustos | Pembe | 7/**9**/**3**/6,5/2,5/**0,5** | A | + | | | | | | | | | | | | | |
| 131 | *Populus alba* L. (Akkavak) | YD | Yerden başlayarak dallanabilen, 30- 40 m boylanabilen, kalın dallı ve geniş tepeli ağaçlar | Mart-Nisan (yapraklanmadan önce) | Kedicik; çiçek yaprakları değişime uğramış; erkek kızıl-kahve, dişi açık sarımsı yeşil | 6/**x**/**6,4**/7,5/6,1/**0,1** | - | | | | | | | | + | | | | | | + |
| 132 | *Populus tremula* L. (Titrek kavak, Orman kavağı, Dağ kavağı) | YD | Silindirik gövdeli, 25 m boya ulaşan, sık dallı, geniş konik tepeli ağaçlar | Mart-Nisan (yapraklanmadan önce) | Kedicik; çiçek yaprakları değişime uğramış; erkek kızıl-kahve, dişi gri kırmızı tüylü | 6,7/**5,2**/**5,3**/5/4,8/**0** | - | | | | | | | | + | | | | | | + |
| 133 | **Prasium majus* L. (Çalıbaba) | HDY | 1 m boylanabilen çalılar | Ağustos-Ekim | Beyaz, nadiren soluk krem | 8,5/**9,7**/**3**/6,5/5/**0,3** | A | | | + | | | | + | | | | | | | |
| 134 | **Prunus amygdalus* Batsch (Syn. *Amygdalus communis* L.) (Badem) | YD | Çalı ya da 12 m boylanabilen ağaç ya da küçük ağaçlar | Mart-Nisan (yapraklanmadan önce) | Pembe ya da beyaz | - | - | | + | | | | | | | | | | | + | |
| 135 | **Prunus arabica* (Olivier) Meikle (Syn. *Amygdalus arabica* Oliv.) (Arap bademi) | YD | 2-5 m boyunda, çok dallı, dikensiz çalılar | Mart-Nisan (yapraklanmadan önce) | beyazımsı pembe | - | İT | + | | | | | | | | | | | | + | |
| 136 | *Prunus avium* (L.) L. (Kiraz) | YD | 25-35 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Mayıs | Beyaz | x/**x**/**5,3**/6,6/5/**0** | - | | | | | | | | | | | | | + | |
| 137 | *Prunus cerasifera* Ehrh (Yunus eriği) | YD | 2-4 m boyunda çalı ya da 10 m boyunda ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | 6,8/**6,4**/**5,1**/6/5,5/**0** | - | | + | | | | + | | | | | | | | |
| 138 | **Prunus discolor* (Spach) C.K. Schneid. (Syn. *Amygdalus graeca* Lindl.) (Şeytan bademi) | YD | 2 m boylanabilen, dikenli çalılar | Ocak-Mart (yapraklanmadan önce) | Önceleri pembemsi, sonraları beyaz | 9/**12**/**1**/8,5/**1** | A | | + | | | | | | | | | | | + | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 139 | **Prunus x domestica* L. (Erik) | YD | 12 m boylanabilen ağaçlar | Mart-Nisan | Beyaz | 7,3/**6,4**/**4,8**/7/4,8/**0** | - | | + | | | | | | | | | | | + | |
| 140 | **Prunus incana* (Pall.) Batsch. var. *incana* (Dağ kirazı) | YD | 2 m boylanan dik ve seyrek görünüşlü çalılar | Nisan-Haziran | Pembe | - | İT | | | | | | | | | | | | | + | |
| 141 | *Prunus laurocerasus* L. (Karayemiş, Laz kirazı) | HDY | 5-6 m boyunda çalı ya da küçük ağaçlar | Nisan-Haziran | Beyaz | x/**7**/**5,5**/5/5,5/**0** | - | | + | | | | | | | | | | | | + | |
| 142 | **Prunus mahaleb* L. var. *mahaleb* (Mahlep) | YD | Çok dallı, geniş tepeli, yayılıcı çalı veya 10 m boylanabilen ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | 7,3/**6,5**/**3,1**/8/2,3/**0** | - | | + | | | | | | | | | | | + | |
| 143 | *Prunus spinosa* L. (Çakal eriği) | YD | 3 m boylanabilen dikenli çalılar | Mart-Nisan | beyaz | 7,2/**x**/**4**/6,4/x/**0,1** | AS | | | | | | | | | | | | | + | |
| 144 | **Prunus webbii* (Spach) Fritsch (Syn. *Amygdalus webbii* Spach.) (Kara badem) | YD | Çok dallı dikensi çalı veya küçük boylu ağaçlar | Mart-Mayıs (Yaprak-lanmadan önce) | Beyaz ya da pembe | 8,5/**9,5**/**2,5**/7/5/**0** | A | | + | | | | | | | | | | | + | |
| 145 | **Punica granatum* L. (Nar) | YD | 2-7 m boylanabilen dikenli, küçük ağaç veya çalılar | Mayıs-Haziran | Kırmızı, nadiren beyaz | 8/**8,3**/**4,5**/7/4,5/**0** | - | | | + | + | | | | | | | | | + | |
| 146 | *Pyracantha coccinea* Roemer (Ateş dikeni) | HDY | 2-4 m boyunda dikenli çalılar | Nisan-Haziran | Beyaz | 7,3/**7,3**/**4,7**/6/3,5/**0** | AS | | | + | | + | | | | | | | | | |
| 147 | *Pyrus communis* L. (Yabani armut, Çördük) | YD | 20 m boylanabilen dikenli ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | 6,1/**6**/**5**/x/x/**0** | - | | | | | | | | | | | | | + | |
| 148 | *Pyrus elaeagnifolia* Pallas (Ahlat) | YD | 15 m boylanabilen ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | 7/**6,3**/**5,5**/ x/x/**x** | - | | | | | | | | | | | | | + | |
| 149 | *Pyrus spinosa* Forssk. (Çöğür armudu) | YD | 6 m boylanabilen ağaççık | Mart-Mayıs (Yaprak-lanmadan önce veya birlikte) | Beyaz | 7,5/**8,3**/**4,3**/6,5/4/**0** | A | | | | | | | | | | | | | + | |
| 150 | **Pyrus syriaca* Boiss. var. *syriaca* (Çakal armudu) | YD | 12 m boylanabilen dikenli ağaçlar | Nisan-Mayıs | Beyaz | - | - | | | | | | | | | | | | | + | |
| 151 | *Quercus cerris* L. (Saçlı meşe) | YD | 25-30 m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar | Nisan | Erkek sarı-yeşil; dişi açık-yeşil | 6,4/**7,6**/**4,4**/5,7/4,6/**0** | A | | + | | + | | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 152 | *Quercus coccifera* L. (Kermes meşesi, Taş meşesi) | HDY | 2-3 m boyunda sık dallı çalı, ender olarak 10 m boylanan ağaçlar | Nisan | Erkek sarı-kırmızı; dişi kırmızı | x/**9,3**/**3,8**/5,7/4,3/**0** | A | + | | | | | | | | | | + | | |
| 153 | *Quercus frainetto* Ten. (Macar meşesi) | YD | 30 m boylanabilen kalın dallı, geniş yuvarlak tepeli ağaçlar | Mayıs | Erkek açık sarı-yeşil; dişi pembe turuncu | 6,5/**x**/**5,5**/5,8/5/**0** | AS | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 154 | *Quercus hartwissiana* Steven (Istıranca meşesi) | YD | 10-25 (-35) m boylanabilen, dar tepeli ağaçlar | Temmuz-Ağustos | Erkek açık sarı-yeşil; dişi açık yeşil-mor | - | AS | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 155 | *Quercus ilex* L. (Pırnal meşesi, Kaba pırnal, Ak pırnal, Çakpelit) | HDY | Boylu çalı veya 12-15 (-27) m kadar boylanabilen ağaçlar | Mayıs | Erkek açık gri-yeşil; dişi açık-yeşil | x/**8,9**/**3,4**/6/4/**0,2** | A | | + | | + | | + | | | | | | | + |
| 156 | *Quercus infectoria* Olivier subsp. *infectoria* (Mazı meşesi) | YD/ HDY | 20 m boylanabilen geniş tepeli, çalı veya ağaçlar | Ağustos | Erkek sarı-yeşil; dişi turuncu kırmızı | 5/**11**/**6**/8/x/**1** | AS | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 157 | *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. (Sapsız meşe) | YD | 30 m boylanabilen dar tepeli ağaçlar | Nisan | Erkek açık sarı-yeşil; dişi sarı, turuncu | 6,7/**x**/**5,1**/x/x/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 158 | *Quercus pubescens* Willd. subsp. *pubescens* (Tüylü meşe) | YD | 15 (-20) m boylanabilen, yuvarlak tepeli ağaçlar | Eylül-Ekim | Erkek açık sarı-yeşil; dişi sarı-kırmızı | 6,8/**x**/**3,9**/6,9/3,5/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 159 | *Quercus robur* L. subsp. *robur* (Saplı meşe) | YD | 25 (-40) m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar | Ağustos-Eylül | Erkek sarı-yeşil; dişi pembe kırmızı | 6,9/**x**/**5,7**/5/x/**0** | AS | | + | | + | | | | | | | | | + |
| 160 | *Rhamnus alaternus* L. (Geyikdikeni, Cehri) | HDY | 5 m boylanabilen, dik büyüyen, dikensiz çalılar | Mart-Nisan | Sarımsı-yeşil, çok küçük | 7,8/**9,2**/**3,5**/6,3/3,5/**0** | A | | | + | | | | | | | | | | |
| 161 | **Rhamnus rhodopea* Velenovsky (Balkan cehrisi) | YD | 4 m boylanabilen dikenli çalılar | Mayıs | Çok küçük ve gösterişsiz | - | - | | | + | | | | | | | | | | |
| 162 | **Rhamnus thymifolia* Bornm. (Pala cehri, Kördiken) -**End.** | YD | 1 m boylanabilen veya yerde sürünen çalılar | Nisan-Mayıs | Çok küçük ve gösterişsiz | - | - | | | + | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 163 | *Rhododendron ponticum* L. (Mor çiçekli ormangülü, Mor Ağu, Komar, Kumar) | HDY | 10 m kadar yayılabilen çalılar | Mart-Ağustos | Pembe | 4,5/**5**/**5,3**/3,5/4,5/**0** | AS | | | + | + | + | | | + | | | | | | | |
| 164 | *Rhus coriaria* L. (Derici sumağı, sumak) | YD | 2-3 m boylanabilen çalılar | Haziran-Temmuz | Yeşil Sarı | 8,3/**7,7**/**4,4**/6,3/4,7/**0** | - | | | + | + | | | | | | | | | | | |
| 165 | *Rosa agrestis* Savi (Yabangülü) | YD | 1,5-2 m boyunda dik büyüyen çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | - | - | | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 166 | *Rosa canina* L. (Kuşburnu) | YD | 1-3 m boylarında, bazen sarılıcı çalılar | Mayıs-Temmuz | Beyaz, uçuk pembe, pembe | 7,5/**x**/**x**/7/x/**0** | - | | | + | | + | | | | | | | | | + | |
| 167 | *Rosa foetida* J. Herrm (Acem sarısı) | YD | 2 m boylanan dik ve sık dallı çalılar | Nisan-Haziran | Parlak sarı ya da iç kısmı sarımsı kırmızı | 7/**8**/**3**/4/4/**0** | İT | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 168 | *Rosa gallica* L. (Hokka gülü) | YD | 10-50 cm, nadiren 1 m boylanabilen dik yapıda çalılar | Mayıs-Haziran | Koyu pembe, kuvvetli gül kokulu | 7,2/**6,8**/**4,1**/7,2/3,8/**0** | - | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 169 | *Rosa iberica* Stev. ex M.Bieb. (Gülezer) | YD | 1-2 m boylanabilen çalılar | Temmuz | Beyaz ya da uçuk pembe | - | - | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 170 | *Rosa micrantha* Borrer ex Sm. (Gözkıvıştıran) | YD | 3,5 m boylanabilen, boylu ve yaygın çalılar | Mayıs-Haziran | Pembe | - | - | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 171 | **Rosa phoenicia* Boiss. (Fenike gülü) | YD | 3-5 m boylanabilen, tırmanıcı çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | x/**10**/**x**/x/x/**x** | A | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 172 | **Rosa pulverulenta* M. Bieb. (Syn. *Rosa sicula* Tratt.) (Bodur gül) | YD | 60 cm boyunda, yumak şeklinde çok sık dallı bodur çalılar | Haziran-Temmuz | Koyu Pembe | 8/**x**/**4**/6,3/4/**0** | - | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 173 | *Rosa sempervirens* L. (Yabani gül, İtburnu) | HDY | 3-4 m yükseklikte, yanlara doğru tırmanarak büyüyen çalılar | Haziran | Beyaz, hoş kokulu | 6,8/**9**/**3,8**/6/x/**0** | A | | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 174 | *Rosa turcica* Rouy (Öz gül) | YD | 50-60 cm boyunda bodur çalılar | Mayıs-Temmuz | Beyaz | - | - | | | + | + | + | | | | | | | | | | |
| 175 | **Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye) | HDY | 50-200 cm büyüyebilen dalları dik, yükselici veya yatık büyüyen çalılar | Şubat-Mayıs | Soluk mavi | 8,5/**8,3**/**2**/7/3/**0** | A | | | + | | + | | | | | | | | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 176 | *Rubus caesius* L. (Büküzümü, böğürtlen) | YHDY | Kısa boylu ve tırmanıcı çalılar | Mayıs-Ağustos | Beyaz | 6,9/**5,3**/**6,4**/7,3/6,7/**1** | - | | | | | | | | | | + | | + | |
| 177 | *Rubus canescens* DC. var. *canesens* (Çobanköstegi) | YHDY | Çoğunlukla sürünücü olan kısa boylu çalılar | Mayıs-Ağustos | Beyaz | - | AS | | | | | | | | | | | | + | |
| 178 | *Rubus canescens* DC. var. *glabratus* (Gordon) Davis et Meikle (Çoban-köstegi) | YHDY | Çoğunlukla sürünücü olan kısa boylu çalılar | Mayıs-Eylül | Beyaz | - | AS | | | | | | | | | + | | | + | |
| 179 | *Rubus creticus* Tourn. ex L. (Syn. *Rubus sanctus* Schreber) (Böğürtlen) | YHDY | 1-2 m boylanan çalılar | Haziran-Ağustos | Pembe | 6,5/**x**/**4,7**/5/6,8/**0,5** | - | | | | | | | | | | | | + | |
| 180 | *Rubus hirtus* Waldst. et Kit. (Tüntürük) | YHDY | Uzun, tırmanıcı sürgünlü çalılar | Haziran-Ağustos | Beyaz | - | AS | | | | | | | | | | + | | + | |
| 181 | *Rubus idaeus* L. (Ahududu) | YHDY | Dik gövdeli, 50–100 cm (kültür formlarında 150 cm) boyunda basit veya dallanmış çalılar | Temmuz | Beyaz | 6,7/**4,9**/**5,5**/5,8/x/**0** | - | | | | | | | | | | + | | + | |
| 182 | *Rubus tereticaulis* P. J. Mueller (Karantı) | YHDY | Yerde sürünücü sürgünleri olan çalılar | Haziran-Temmuz | Yeşilimsi beyaz | - | - | | | | | | | | | + | | | + | |
| 183 | *Ruscus aculeatus* L. (Tavşanmemesi) | HDY | 20-50 cm boyunda üzeri çizgili basit dallara ayrılmış dik ve sert gövdeli çok yıllık çalılar | Şubat-Mayıs | Yeşilimsi | x/**x**/**4,8**/x/4,5/**0** | - | | | + | | + | | | | | | | | |
| 184 | *Ruscus hypoglossum* L. (Atdili) | HDY | 35-50 cm boyundaki odunsu gövdesi (hemen hemen) yarı dik | Mart-Mayıs | Yeşilimsi | 3,5/**x**/**5,5**/5/5,5/**0** | AS | | | + | | + | | | | | | | | |
| 185 | **Ruta chalepensis* L. (Kokulu sedefotu, Kokar sedefotu) | HDY | 40 cm boylanabilen gövdesi sert, az-çok odunsu ya da yarı-çalımsı | Mayıs-Haziran | Sarı | 8,6/**9**/**2,3**/7,6/4,8/**0,3** | - | | | + | | | | | | | | | | |
| 186 | *Salix alba* L. (Aksöğüt) | YD | 30 m boylanabilen uzun ağaçlar | Nisan-Mayıs (Yaprak-lanma İle Birlikte) | Kedicik; Erkek Sarı Anterli Olup Yeşil, Dişi Açık Yeşil | 6/**x**/**8**/7,8/6,9/**0,1** | AS | | + | | + | | | | + | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 187 | *Salix amplexicaulis* Bory et Chaub (Karşılıklı yapraklı söğüt, Çifte söğüt) | YD | 5 m boylanan çalılar | Nisan-Mayıs (Kediciklerin Oluşumu Yapraklanmadan Önce) | Kedicik; Erkek Gri Tüylü-Dipte Kırmızımsı, Dişi Yeşil Renkli-Siyah Ve Kırmızı Benekli | - | A | | | + | | | | | + | | | | | | |
| 188 | *Salix caprea* L. (Keçi söğüdü, sorgun) | YD | Boylu çalı veya 3-10 m boyunda küçük ağaç | Nisan-Mayıs (Yapraklanmadan Önce) | Kedicik; Erkek Sarı Veya Çok Renkli, Dişi Sarı Stigmalı-Yeşil | 7,2/**5,1**/**x**/6,4/5,6/**0** | AS | | + | | + | | | | + | | | | | | |
| 189 | *Salix cinerea* L. var. *cinerea* (Boz söğüt) | YD | Sık dallı, boylu çalı veya 5-6 m boylanabilen küçük ağaçlar | Nisan (Yapraklanmadan Önce) | Kedicik; Erkek Açık Gri Tüylü, Dişi Yeşil | 7/**5,5**/x/5,3/4,4/**0,1** | AS | | + | | + | | | | + | | | | | | |
| 190 | *Salix* x *fragilis* L. (Gevrek söğüt) | YD | 10-20 m boylanabilen dağınık geniş tepeli ağaçlar | Nisan-Mayıs (Yapraklanma İle Birlikte) | Kedicik; Erkek Sarı Anterli Olup Yeşil, Dişi Açık Yeşil | - | AS | | + | | + | | | | + | | | | | | |
| 191 | *Salix viminalis* L. (Sepetçi söğüdü) | YD | Dik duran çalı veya 3-5 m boylanabilen küçük ağaç | Nisan-Mayıs (Yapraklanmadan Önce Veya Beraber) | Kedicik; Erkek Sarı Anterli Olup Açık-Yeşil, Dişi Açık Yeşil Ve Beyaz Tüylü | 7,4/**5,8**/**8**/7,1/5,6/**0** | AS | | + | | + | | | | + | | | | | | |
| 192 | **Salvia fruticosa* Mill. (Adaçayı) | HDY | 1 m boylanabilen çok dallanmış çalılar | Mart-Mayıs (-Temmuz) | Açık Mor, Nadiren Beyaz | 6,5/**9,5**/**3**/7/2,5/**0,5** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 193 | **Salvia pomifera* L. (Acıelmaotu) | HDY | 1 m yüksekliğe kadar büyüyebilen çok yıllık çalı | Nisan-Haziran | Morumsu Kırmızı İle Mavi Arasında Değişen Renklerde | 7/**11**/**4**/6/4/**0** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 194 | *Sambucus nigra* L. (Kara mürver, Ağaçmürver) | YD | Boylu çalı veya 5-10 m boyunda ufak ağaçlar | Nisan-Temmuz | Beyaz Ve Keskin Kokulu | 6,6/**x**/**x**/6,7/8/**0** | AS | | + | | | | | | | | | | | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 195 | *Sarcocornia perennis* (Mill.) A.J.Scott (Kocageren) | - | 70-80 cm boyunda çalı kümeleri oluşturan, bazen de toprak yüzeyinde halı gibi yayılıcı sürünücü çalılar | Temmuz-Ekim (Yaz Sonu-Sonbahar Başı) | Gösterişsiz, Yeşil | 8,5/**10,3/8**/8,5/6/5/**7** | - | | | | | | | | | | + | | | | | |
| 196 | *Sarcopoterium spinosum* (L) Spach. (Abdestbozan) | YD | 75 cm boylanabilen küme ya da yığınlar şeklinde bir tepe yapısı oluşturan dikenli çalılar | Mart | Çanak Yaprakları Yeşil, Çoğunlukla Beyaz Kenarlı | 8,5/**11/3**/7,5/3,5/**0,5** | A | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 197 | **Satureja thymbra* L. (Halilibrahim zahteri) | - | 20 cm- 1 m arasında boylanabilen küçük kubbe şeklinde tepeli, çok dallı yarı-çalılar | Mart-Haziran | Pembe, Pembemsi Mor Veya Açık Mor | 7/**10/2,5**/7/1,5/**0,5** | A | + | | | | + | | | | | | | | | | |
| 198 | **Smilax aspera* L. (Akdeniz saparnası, gıcırdikeni) | HDY | Gövdeleri en azından dipte dikenli olan odunsu sarılıcı- tırmanıcı | Nisan-Haziran | Sarımsı-Yeşil; Gösterişsiz | x/**9,4/3,8**/6/3/**0** | - | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 199 | *Smilax excelsa* L. (Anadolu saparnası, Dikenucu) | HDY | 20 m boylanabilen, gövdesi en azından dipte dikenli, uzun odunsu sarılıcı | Mayıs | Sarımsı-Yeşil; Gösterişsiz | - | AS | | | | | | | | | | | + | | | | |
| 200 | *Sorbus torminalis* (L.) Crantz var. *torminalis* (Pitlicen, Gurmut) | YD | 20-25 m boylanan, dolgun gövdeli, geniş ve dağınık tepeli veya piramidal yapıya sahip gövdeli ağaçlar | Mayıs-Haziran | Beyaz | x/**6,9/4,1**/6,6/3,8/**0** | - | | + | | + | | | | | | | | | | + | + |
| 201 | *Sorbus umbellata* (Desf.) Fritsch. (Geyikelması) | YD | 6 m boylanan çatal gövdeli dağınık tepeli çalılar | Haziran | Beyaz, Anterler Pembe | 7/**9/4**/8/3/**0** | - | | | + | | | | | | | | | | | + | |
| 202 | *Spartium junceum* L. (Katırtırnağı) | YD | 3 m boylanabilen, sık dallı çalılar | Nisan-Temmuz | Sarı | 8,3/**8,8/4,3**/5,7/3,3/**0** | A | + | | + | + | + | | + | | | | | | | | |
| 203 | **Staphylea pinnata* L. (Ağızlık çalısı) | YD | 6 m boylanabilen ağaççık veya ağaçlar | Nisan-Mayıs | Taç Yapraklar Beyaz, Çanak Yapraklar Pembemsi | 6,6/**6,6/5,1**/8/4,3/**0** | AS | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 204 | **Styrax officinalis* L. (Tespih çalısı, Ayı fındığı) | YD | 3-4(-6) m boylanan, yuvarlak tepeli, çok dallı çalı ya da küçük ağaçlar | Mayıs | Beyaz | 8,5/**9/x**/6,7/3,7/**0** | - | + | | + | | + | | | | | | | | | | |
| 205 | *Tamarix parviflora* DC. (Küçük çiçekli ılgın, Deli ılgın) | YD | 3-5 m boylanan, sarkık formlu çalı veya küçük ağaçlar | Mart-Haziran | Pembe | 8/**8/7**/7/5/**1** | A | | | + | + | | | | + | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 206 | *Tamarix smyrnensis* Bunge (Ilgın) | YD | 5 m boylanabilen çalı veya küçük ağaçlar | Nisan-Ekim | Pembe | - | - | | | + | + | | | | | + | | | | | |
| 207 | *Tamarix tetrandra* Pallas ex M.Bieb. (Gezik) | YD | 2-3 m boylanabilen ince, yanlara ayrılan ve sarkan dallı çalı veya küçük ağaçlar | Nisan-Mayıs | Pembe, Bazen Beyaz Ve Hoş Kokulu | 8/**10**/**7,5**/7,5/6/**3,5** | - | | | + | + | + | | | | + | | | | | |
| 208 | **Teucrium montanum* L. subsp. *montanum* (Dağdalak) | HDY | 15-20 cm boyunda, yastık formlu kısa boylu çalılar | Temmuz-Ağustos | Sarı | 8,4/**x**/**2**/8,8/1,4/**0** | - | + | | | | | | + | | | + | | | | |
| 209 | **Thymbra capitata* (L.) Cav. (Acı kekik) | HDY/ YHDY | 50 (-150) cm boylanabilen, çoğunlukla bodur, yastık formunda çalılar | Mayıs-Temmuz | Menekşe | 8,5/**10**/**2,5**/8/2/**0,5** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | |
| 210 | *Thymbra spicata* L. subsp. *spicata* (Zahter)- (Sadıkoğlu ve Özhatay, 2019) | HDY | 10-50 cm boylanan, çiçek kurulunu taşıyan gövdeleri tırmanıcı veya dik olan sert ve bodur çalılar | Haziran-Temmuz | Morumsu Kırmızı, Açık Mor Veya Pembe | 7/**11**/**4**/8/5/**0** | A | + | | + | | + | | | | | | | | | |
| 211 | *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl. (Tüylü çekem) | HDY | 3 m boylanabilen çalılar | Eylül-Aralık | Sarı | 8,3/**9,3**/**4**/7/5/**3,7** | A | + | | | | | | | | | | | | | |
| 212 | *Tilia cordata* Mill. subsp. *cordata* (Küçük yapraklı Ihlamur, Kış ıhlamuru) | YD | 30 (-37) m boylanabilen ağaçlar | Mayıs-Haziran | Soluk Sarı | 4,9/**5,7**/**5,1**/6,3/4,9/**0** | - | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 213 | **Tilia dasystyla* Steven subsp. *caucasica* (V.Engl.) Pigott (Kafkas Ihlamuru, Felamur) | YD | 35 (-40) m boylanabilen ağaçlar | Temmuz | Açık Sarı | 4,5/**6**/**6**/x/x/**x** | AS | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 214 | **Tilia platyphyllos* Scopoli (Yaz ıhlamuru) | YD | 25-40 m boylanabilen ağaçlar | Haziran-Temmuz | Açık Sarı | x/**5,9**/**5,1**/7,3/6,3/**0** | - | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 215 | *Tilia tomentosa* Moench (Gümüşi Ihlamur) | YD | 35-40 m boylanan ağaçlar | Haziran-Temmuz | Sarı | x/**7,1**/**5,2**/6/5,5/**0** | A | | + | | + | | + | | | | | | | | + |
| 216 | **Ulmus canescens* Melville (Tüylü ova karaağacı, Karangiç) | YD | 30 m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar, bazen çalılar | Mart (Yaprak-lanmadan Önce) | Taç Yok | - | A | | + | | + | | | | | | | | | | + |
| 217 | **Ulmus laevis* Pall. (Saplı karaağaç, Hercai karaağaç) | YD | 35 m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar | Mart-Nisan | Taç Yok | 4,5/**x**/**7,6**/7/7/**0** | AS | | + | | + | | | | | | | | | | + |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 218 | *Ulmus minor* Miller (Ova karaağacı) | YD | 30 m boylanabilen geniş tepeli ağaçlar; sahil kesimlerde ve tarla kenarlarında çalı formunda | Mart-Nisan (Yaprak-lanmadan Önce) | Taç Yok | x/**x**/**x**/7,5/6,6/**0,1** | - | | + | | + | | | | | | | | | | + |
| 219 | *Vaccinium arctostaphylos* L. (Trabzon çayı, Likarpa) | YD | 1-6 m boylanan, yuvarlak gövdeli çalı veya küçük ağaçlar | Mayıs-Temmuz | Tomurcuk İken Pembe, Açıldığında İse Beyazımsı | - | AS | | | + | | | | | + | | | | | + | |
| 220 | **Viburnum opulus* L. (Gilaburu) | YD | 4 m boylanabilen çalılar | Mayıs-Haziran | Beyaz | 6/**5,1**/**6,5**/6,9/6/**0** | AS | | | + | + | + | | | | | | | | | |
| 221 | **Viburnum tinus* L. (Her dem yeşil kartopu) | HDY | 5 m boylanabilen çalılar | Nisan | Beyaz | 5/**8,7**/**4,5**/5/4/**0** | - | | | + | + | + | | | | | | | + | | |
| 222 | **Vitex agnus-castus* L. (Hayıt) | YD | 3 m boylanabilen, dağınık tepeli çalı veya bazen küçük ağaçlar | Haziran-Temmuz (Eylül-Ekim) | Mavi, Eflatun, Pembe Ve Beyaz | 7,7/**10,3**/**7,3**/6,3/6,3/6,3/**0,7** | A | | | + | | | | | | + | | | | | |
| 223 | *Vitis vinifera* L. (Asma) | YD | Sülükleri vasıtasıyla 10-20 m tırmanabilen odunsu sarılıcılar | Mayıs-Haziran | Taç Yaprak Düşücü | x/**x**/**x**/7,4/6,1/**0** | - | | | | | | | | | | | + | | + | |

*: İstanbul yakın çevresinde doğal, End.: Endemik, HDY: Her dem yeşil, YD: Yaprak döken, YHDY Yarı her dem yeşil, I: Işık, S: Sıcaklık, N: Nem, R: Toprak reaksiyonu, B: Besin isteği, T: Tuzluluk; EGD verisi atanmamışsa bitki için '–', tek parametre için 'x' ile gösterilmiştir; A: Akdeniz elemanı, AS: Avrupa-Sibirya elemanı; İT: İran-Turan elemanı; +: bitkinin olabilecek kullanım alanını gösterir)

NOT: Bitkilere ait görseller için POWO (2024)'nin (https://powo.science.kew.org/) veya FloraVeg.EU (2024)'ün (https://floraveg.eu/taxon/) linklerine girilerek bitkinin latince isminin yazılması ile ulaşılan fotoğraflar incelenebilir.

Yetişme ortamı istekleri bakımından bir flora bölgesinin elemanı olarak belirlenememiş olan bitkilerden Ellenberg Gösterge Değerleri verilerine dayanarak kuraklığa dayanıklı olduğu belirlenen taksonlar; *Atriplex halimus, Capparis spinosa, *Smilax aspera, Genista monspessulana, Noaea mucronata* subsp. *mucronata, *Viburnum tinus, *Styrax officinalis, Ephedra foeminea*, *Erica arborea, Crataegus azarolus* var. *azarolus, Sorbus umbellata, Paliurus spina-christi, *Punica granatum, Rhus coriaria, *Ruta chalepensis*; sıcaklık isteği orta değerde olup nem isteği az olanlar ise, *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis, Berberis vulgaris, *Prunus* x *domestica, *Prunus mahaleb* var. *mahaleb, Sorbus torminalis* var. *torminalis, *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia, Rosa gallica, Lonicera caprifolium, Fumana procumbens, Cytisus scoparius* ve *Cytisus albus*'dur. Ayrıca, bir flora bölgesine ait olmayan bitkilerden Ellenberg Gösterge Değerleri eksik olan *Pistacia atlantica* ile veri atanmamış *Pyrus syriaca* var. *syriaca* ve endemik olan *Rhamnus thymifolia* taksonlarının kurak yamaçlarda yayılış gösterdiği (Davis 1965-1985, 1988; Akkemik 2017, 2018) bilgisine dayanarak alternatif kullanım önerilerinde bulunulmuştur.

Kent içinde hoş kokulu çiçekleri nedeniyle tercih edilebilecek bitkiler; ıhlamur türleri özellikle de *Tilia tomentosa, Lonicera caprifolium, Rosa gallica, *Rosa phoenicia, Rosa sempervirens, *Rosmarinus officinalis, *Ruta chalepensis,* Salvia fruticosa, Tamarix tetrandra, Fraxinus ornus* subsp. *ornus, *Daphne sericea* ve *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia*'dır.

Ne kadar bölgenin doğal türü olsa da farklı sebeplerle kent içi kullanıma uygun olmayan bitkiler de bulunmaktadır. Örneğin, *Taxus baccata* türünün peyzaj düzenlemelerinde parklarda ağaç ve çalı formunda, soliter olarak farklı formlarda ve özellikle çit bitkisi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ancak zehirli olmaları sebebiyle peyzaj düzenlemelerinde kullanılması uygun değildir. *Paliurus spina-christi* türü görsel anlamda çok tatmin edici olmayıp kuraklığa dayanıklı olduğu için su kıyısında ve kumul alanlarda değerlendirilebilir.

*Populus alba* ve *Populus tremula*'nın su tüketimleri fazla olduğu için ve İstanbul'da öngörülen sıcaklık artışı beraberinde su eksikliğini de getireceğinden kullanımları çok uygun değildir. Ayrıca dişi bireylerinin tohum olgunlaşma döneminde etrafta uçuşan pamukçuklarının insanları rahatsız edici etkisinden ötürü kent peyzajında kullanımları tavsiye de edilmemektedir. Eğer kullanılacaksa da dişi bireylerinin yerine erkek bireylerinin su kıyısında ve büyük korularda kullanımı daha doğru olacaktır. *Fagus orientalis, Salix* türleri, *Ulmus leavis, Rubus idaeus ve Ruscus hypoglossum* türleri nemli alanlarda yayılış gösterdiklerinden, yine iklim değişikliği bağlamında kullanımlarının fazla önerilmediği doğal bitki taksonlarındandır. Ancak nemli alanları seven bütün bu saydığımız bitki türleri, su sıkıntısı olmayan yerlerde tekli olarak kullanılabilirler. Bu türlerin farklı şekil ve renk formları, sayıları sınırlı olacak şekilde planlanarak park ve bahçelerde değerlendirilebilir.

Güneyde kıyıya yakın tuzlu ve kurak alanlarda tuzu seven *Sarcocornia perennis, Tamarix parviflora* (yapraklarında tuz depolayabilir), *Tamarix tetrandra, Atriplex halimus, Atriplex portulacoides, Thymelaea hirsuta*, *Capparis spinosa* türleri kullanılabilir.

Kurumuş bataklık yerler ve kıyı kumullarında doğal yayılış gösteren *Dittrichia viscosa* ile uzun süreli kuraklığa dayanıklı olup kış donlarından da kurtulabilen, tuzluluğa dayanıklı ve görsel olarak gösterişsiz olan *Noaea mucronata* subsp. *mucronata* taksonları istilacı oldukları için, tercih edileceklerse de az miktarda ve dikkatli kullanılmalıdır.

Ayrıca İstanbul'da doğallaşma eğiliminde olan bitkilerden *Ailanthus altissima, Amorpha fruticosa, Acer negundo* ve *Robinia pseudoacacia* türleri istilacı oldukları için kent içinde kullanımları önerilmemektedir.

İstanbul kent peyzajında kullanılan bitkilerin büyük bir çoğunluğu Ağaç AŞ tarafından tedarik edilmektedir. Bu amaçla Ağaç AŞ'nin fidanlıklarında üretimini yaptığı (Sukas, 2024) ve İstanbul kenti peyzaj düzenlemelerinde kullanıldığı tespit edilen (Yener, 2012) odunsu bitki taksonları incelendiğinde büyük çoğunluğunun doğal olmadığı görülmektedir. Ancak İstanbul'da kullanılagelen bu egzotik bitkilerin yerine aynı cinsin boy ve tepe taçlarına yakın ölçülere sahip olan ve kentin doğal florasında yer alan türlerinden seçim yapabilmek mümkündür. Birkaç örnek vermek gerekirse, *Acer negundo* ve *A. palmatum* yerine *Acer campestre, A. heldreichii, A. hyrcanum* ve *A. tataricum*; *Corylus maxima* yerine *Corylus avellana; Hesperocyparis arizonica* (Syn. *Cupressus arizonica), Hesperocyparis macrocarpa* (Syn. *C. macrocarpa),* ve x *Hesperotropsis leylandii* (Syn. x*Cupressocyparis leylandii)* yerine *Cupressus sempervirens*; *Pinus mugo, P. pinaster* ve *P. wallichiana* yerine *Pinus brutia, P.nigra* ve *P. pinea; Quercus rubra* yerine *Quercus cerris, Q. coccifera, Q. frainetto, Q. hartwissiana* ve *Q. ilex* değerlendirilebilir.

## Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliği bağlamında İstanbul'un öncelikli olarak doğal dokusunun korunması konusunda gereken önlemlerin alınması ve de kent içi uygulamalar yapılırken buna dikkat edilerek hareket edilmesi gerekmektedir. Kentin kuzeyindeki ormanların varlığı, kuzeyden gelen rüzgârlarla serin havanın kent içine taşınmasını sağlayarak, ısı adasının etkilerini azaltmakta ve kent içi sıcaklığını da düşürmektedir (Akkemik, 2020). Ormanlık alanlardaki toprak, açık alanlara veya kent alanlarına göre daha fazla su tutmaktadır (Balcı, 1996). Bu durum, ormanlarda yağışlardan optimum düzeyde yararlanılmasına yardımcı olurken (Yurtseven ve Serengil 2017) kent içinde ise gerek ısı adası oluşumunun varlığı gerekse yapılaşma sonucunda topraklı alanların daha az olması nedenleriyle bitkilerin yağışlardan yeterince faydalanamamasına sebep olmaktadır. Bütün bu sebepler, İstanbul'da yeşil alanların varlığının korunması ve yenilerinin oluşturularak ısı adalarının kırılmasının ne kadar önemli olduğunu gözler önüne sermektedir. Ayrıca iklim değişikliği sonucunda olacağı varsayılan sıcaklık artışı ile öncelikle nemli doğal ormanların zarar görmesini mümkün olduğunca engellemek amacıyla önlemler alınmalı, mevcut orman alanları korunmalıdır.

Yüzyıllarca farklı kültürlere ev sahipliği yapan İstanbul'da oldukça fazla sayıda egzotik bitkinin peyzaj düzenlemelerinde kullanıldığı bilinmektedir (Yaltırık vd., 1993, 1997; Yener, 2012; Çoban vd., 2021). Adalarda ve kent içinde park, bahçe ve korularda rastlanılan egzotik bitkilerden, saray ve kasır bahçelerinde kullanılmış olup tarihî ve/veya anıtsal değer ve öneme sahip olanlarının, Boğaz'ın ayrılmaz parçalarından kabul edilenlerinin mutlak korunması, gerektiğinde yerine aynı türlerin getirilmesi tarihî ve kültürel dokunun bozulmaması açısından önem taşımaktadır (Uzun, 1992; Yaltırık vd. 1993, 1997; Asan, 2008, 2010; Koca, 2013).

İstanbul ilinin kent içindeki mevcut yeşil alanları korunması gereken öncelikli alanlarıdır. Ayrıca, yeni oluşturulacak yeşil alanların büyük alanlar şeklinde planlanması ve küçük korulara dönüşecek bitkilendirmelerin yapılması sonuçta kent içinde mikroklimalar yaratılması açısından çok önemlidir. Hatta, kent içindeki tüm yeşil dokuların birbirine bağlı olacak şekilde planlanması olumlu etkiler yaratacaktır. Kentlerdeki ağaçlar, kent içindeki yüksek sıcaklık ve düşük hava nemi yüzünden daha fazla terleyerek su kaybetmekte; bu da su ihtiyaçlarını artırmaktadır. Eğer kökün su almasını engelleyecek etkenler de mevcutsa bitki yağıştan yeterince faydalanamayacaktır (Ürgenç, 1997). Kent içindeki yeşil alanların varlığının arttırılması amacıyla yeni oluşturulacak alanlarda beton yüzeylere mümkünse yer verilmemesi, verilecekse de minimumda tutulması bitkinin yağışla alabileceği suyu kullanabilmesi açısından çok önemlidir. Eğer bitki yeterli suyu alamazsa değişen şartlara uyum sağlayarak yapraklarını küçültme, erken dökme gibi önlemlerle morfolojik özelliklerini değiştirmekte ve olmaları gereken görünümlerinden uzaklaşmakta, hatta çelimsizleşmektedir (Ürgenç 1997). Küresel ısınma ile bu etkilerin kent içindeki bitkiler üzerinde daha büyük baskı yaratacağı aşikârdır.

İstanbul deyince akla gelen diğer sorunlar hava kirliliği, su kirliliği ve kentsel katı atıklardır (Tolunay,

2020). Yoğun hava kirliliğinin olduğu yerlerde kirlilikten etkilenen göknar, sedir vb. türlerin kullanılmamasına özen gösterilmelidir. Ayrıca kent içinde yapılacak sulamalarda sıcaklık etkeni nedeniyle oluşabilecek kaybın en aza indirilmesini sağlayacak stratejiler geliştirilmesi de gerektirmektedir. Bu sebeple damla sulama sistemlerinin kurulması, hatta toprak nemi kaybının önüne geçmek amacıyla toprak yüzeyinde doğal materyallerle örtme yöntemlerinin kullanılması bu stratejilerden bazılarıdır.

İstanbul ve yakın çevresinde doğal yetişen 223 odunsu bitki taksonu ile her taksonun varsa Ellenberg Gösterge Değerleri (Tichý vd. 2022; FloraVeg.EU, 2024), bitkinin elemanı olduğu flora bölgesi (Güner vd. 2012) ve önerilen kullanım alanları Tablo 2'de verilmiştir. Bitkinin elemanı olduğu flora bölgesinin genel yetişme ortamı şartları aslında bitkinin yetişme ortamı isteklerini göstermektedir. Dolayısıyla İstanbul'un ormanlardan uzaklatıkça iklim değişikliğinden daha çok etkilenecek olan kısımlarında daha sıcak ve kurak iklime sahip Akdeniz flora bölgesi elemanı bitkiler, denizden uzak karasal iklime sahip alanlar az olmakla birlikte İran-Turan flora bölgesi elemanı bitkiler buralarda tercih edilebilir. Dolayısıyla tür seçiminin yapılacağı alanın yetişme ortamı şartları esas alınarak, tabloda verilen ve kullanım mekânı için önerilen türlerden Ellenberg Gösterge Değerleri ile flora bölgesi özelliklerinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda uygun bitkiler belirlenebilir.

Park, bahçe ve korularda geçmişten günümüze kullanılagelen doğal bitkiler bulunmaktadır. Yeni oluşturulacak olan kent içi mekanlarda doğal türlerin de tercih edilmesi, bu türlerin yetiştirilmesine dikkat çekilmesi ve de önce ülkemizde sonra da yurt dışında talep görecek seviyeye getirilmesi için fidanlıklarda yer bularak ülke ekonomisine kazandırılmasının sağlanması oldukça önemlidir. Bu sayede doğal türlerimiz içerisinden form, renk, çiçek veya meyve özelliği ile ön plana çıkan kültivarların yetiştirilmesi sağlanabilir. Böylelikle peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerine yeni alternatifler eklenmiş olur. Dolayısıyla farklı kültivarlara sahip egzotik bitkilerin yerine doğal bitkilerin ve onların kültivarlarının ülke ekonomisine kazandırılması, ülke içinde pazar oluşumuna ve de dünya pazarında yer bulmaya yönelik olumlu sonuçları beraberinde getirecektir. Bu amaçla üretimi yapılacak taksonlar öncelik sırasına göre belirlenmeli ve uzun süreli planlamalar doğrultusunda hareket edilmelidir.

# Kaynaklar


Akkemik Ü. (2017). İstanbul'un Doğal Bitkileri. ÇEKÜL Yayınları. s.1152.

Akkemik Ü. (2018). Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 684 s.

Akkemik Ü. (2020). Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayınları. Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul.

Akkemik Ü. (2021). Türkiye'nin Bütün Ağaçları ve Çalıları. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2. baskı, İstanbul. 1362 s.

Alizadeh B. (2016). "The impacts of climate change on designing sustainable urban landscapes", Doctoral dissertation, University of Sheffield, Sheffield.

Alizadeh B. and Hitchmough J. (2019). A review of urban landscape adaptation to the challenge of climate change. Int. J. Clim. Chang. Strat. Manag. 2019, 11, 178–194.

Asan Ü. (2008). İstanbul'daki Anıt ve Korumaya Değer Ağaçlarda Bakım ve Restorasyon Çalışmaları, İstanbul İstanbul Büyük Şehir Belediyesi – Park Bahçeler Müdürlüğü, İstanbul.

Asan Ü. (2010). Boğaziçi'nde Yaşayan Tarih: Zamana Tanıklık Eden Anıt Ağaçlar. İstanbul Büyükşehir Belediyesi / İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş., 256 s.

Aslanboğa İ. (2002). Odunsu Bitkilerle Bitkilendirmenin İlkeleri. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, 128 s., İzmir.

Aslanboğa İ. (1986). *Kentlerde Yol Ağaçlaması. TÜBİTAK Yapı Araştırma. Enstitüsü Yayını. Yayın No: U3, 54 s., Ankara.*

Aslanboğa İ. (1997). Kentlerde Yol ve Meydan Ağaçlarının İşlevleri, Ağaçlamanın Planlanması, Uygulaması ve Bakımıyla ilgili Sorunlar, Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s7-12, İstanbul.

Atay İ., Aytuğ B., Ürgenç S. and Yaltırık F. (1987). Kent İçi Ağaçlandırmalarında Kullanılacak Ağaç, Çalı ve Sarılıcı Bitki Türlerinin Seçim Kılavuzu, İÜ Orman Fakültesi Yayını, 32 s., İstanbul.

Balaban O. (2012). "Climate Change and Cities: A Review on The Impacts and Policy Responses". METU JFA, 29(1), 22-44.

Balcı N. (1996). Soil Conservation. Istanbul University Publishing Center, Istanbul.

Barbosa O., Tratalos J.A., Armsworth P.R., Davies R.G., Fuller R.A., Johnson P. and Gaston K.J., (2007). "Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK", Landscape and Urban Planning, Vol. 83 Nos. 2/3, pp. 187-195.

Barış M.E. (2007). Kurakçıl Peyzaj. Bilim Teknik Dergisi, 478: 22-27.

Bayramoğlu E. (2016). Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün Xeriscape açısından değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 17(2): 119- 127.

Bigler C., Bräker O.U., Bugmann H., Dobbertin M. and Rigling A. (2006). "Drought as an inciting mortality factor in scots pine stands of the Valais, Switzerland", Ecosystems, Vol. 9 No. 3, pp. 330-343.

Boydak M. and Çalışkan S. (2014). Ağaçlandırma. 619. OGEM-VAK, İstanbul.

Byfield A., Atay S. and Özhatay N. (2010). *Important plant areas in Turkey: 122 key Turkish botanical sites* (464pp.). Istanbul: WWF Türkiye.

Chiesura A. (2004). "The role of urban parks for the sustainable city", Landscape and Urban Planning, Vol. 68 No. 1, pp. 129-138.

Chytrý M., Řezníčková M., Novotný P., Holubová D., Preislerová Z., Attorre F. et al. (2024). FloraVeg.EU — An online database of European vegetation, habitats and flora Applied Vegetation Science, 27, e12798.Available from: https://doi.org/10.1111/avsc.12798.

Coşkun Hepcan Ç., Özeren Alkan M. and Özkan M.B. (2015). Ege Üniversitesi Rektörlük Bahçesi Bitki Atlası. Ege Üniversitesi Rektörlük Yayınları, 18.

Coşkun Hepcan Ç. (2019). Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri, İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 12, İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi, Ankara.

Çelem H. and Uslu A. (2006). Kent İçi Yol Ağaçlandırma Çalışmaları: Genel Değerlendirme, S.13-30. Kent İçi Ağaçlandırma Çalışmalarında Teknikler ve Sorunlar (Ankara Örneği) Paneli, 11 Kasım 2006, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği.

Çoban S. (2016). Ecological indicator values of forest communities in Çitdere Region (Yenice-Karabük). Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 66(1): 278- 287. DOI: 10.17099/jffiu.60821.

Çoban S, Yener S.D. and Bayraktar S. (2021). Woody plant composition and diversity of urban green spaces in Istanbul, Turkey. Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology: 155, no 1, 83-91.

Çorbacı Ö.L., Özyavuz M. and Yazgan M.E. (2011). Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 25-31.

Davis P.H. (1965–1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 1–9. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

Davis P.H., Mill R.R. and Tan K. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol 10. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.

Didukh I.P. (2011). The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Vyd-vo Ukraïns′koho Fitosotsiolohichnoho Tsentru.

Dirik H. (2008). Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları 4729/490 ISBN 978-975-404-800-1., 543 s.

EEA (2012). "Urban Adaptation to Climate Change in Europe", EEA (European Environment Agency) Copenhagen, ISBN: 978-92-9213-308-5.

EEA (2024). European Environment Agency, "Avrupa'da iklim değişikliğinin etkileri nelerdir?" https://www.eea.europa.eu/tr/ help/sikca-sorulan-sorular/avrupada-iklim-degisikliginin-etkilerinelerdir, Erişim tarihi: 01.10.2024

Efe A., Özhatay E., Aksoy N. ve Oral D.D. (2009). *Chamaespartium* Adans. (Leguminosae): A new record for the flora of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, *33*(6), 453-456.

Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth W., Werner W. and Paulissen D. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed. 2. Scripta Geobotanica 18: 1-248.

Emmanuel M.R. (2005). An Urban Approach to Climate Sensitive Design: Strategies for the Tropics, Spon Press Taylor & Francis Group, ISBN 0-415-33409-8.

Esri, Maxar, Geoeye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDS, USGS, AeroGRID, IGN, and GIS User Community (2024). "İstanbul", https://www.arcgis.com

FloraVeg.EU (2024). https://floraveg.eu/download/, Erişim Tarihi: 10.10.2024Gill S.E., Handley J.F., Ennos A.R. and Pauleit S. (2007). "Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure", Built Environment, Vol. 33 No. 1, pp. 115-133.

Gül A., Gezer A. and Yücedağ C. (2009). Kentsel Alanlarda Kullanılabilecek Bazı Ağaç Türlerinin Özellikleri ve Kullanım alanları. Kent Ormancılığı (Ed. A. Gezer, A. Gül), s. 211-244. SDÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 86, Isparta.

Güner A., Özhatay N., Ekim T. and Başer K.H.C. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. XI, Supplement-II, at the University Press, Edinburgh.

Güner A., Aslan S., Ekim T., Vural M. and Babaç M.T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi Damarlı Bitkiler, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmalı Derneği Yayını, Flora Dizisi 1, İstanbul.

HGM (2024). "İl ve İlçe Yüz Ölçümleri" Excel Dosyası, Harita Genel Müdürlüğü, https://www.harita.gov.tr/urun/il-ve-ilce-yuzolcumleri/176, Erişim Tarihi: 20.09.2024

IPCC (2015). "Climate Change 2014. Synthesis Report". 5th report, 10. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment/report/ar5/syr/ SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf

IPCC (2018). "Global Warming of 1.5 ºC: Special Report". Measuring Progress to Net Zero Emissions Combining Long-Lived and Short-Lived Climate Forcers, Erişim Tarihi: 22.09.2024 https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/ SR15_Chapter1_Low_Res.pdf

İBB (2018). İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı: İklim Senaryoları. https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads/ iklim senaryolari.pdf, Erişim Tarihi: 20.09.2024

Jorgensen A., Hitchmough J. and Calvert T. (2002). "Woodland spaces and edges: their impact on perception of safety and preference", Landscape and Urban Planning, Vol. 60 No. 3, pp. 135-150.

Kaya Y. (2018). İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Kırılganlık: İstanbul İçin Bir Değerlendirme. International Journal of Social Inquiry, 11(2), 219-257.

Koca C. (2013). Prens Adaları'nın Ekolojik Özelliklerinin Korunması. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6 (1), 38-41.

Krüssmann G. (1976–1978). Manual of broad-leaved trees and shrubs. 3 Volumes. Timber press, Oregon.

Kuşçu Şimşek Ç. and Şengezer, B. (2012). İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi, Megaron; 7 (2): 116-128

Kuşçu Şimşek Ç. (2020). İstanbul'un Mezo ve Mikro İklimsel Değişiminin Kuzey Ormanları ve Kent İçi Yeşil Alanlarla İlişkisi, s. 96-106. Şu eserde: Ünal Akkemik (Ed.). Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul.

MEA (2005). Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Wellbeing: Opportunities and Challenges for Business and Industry. World Resources Institute, Washington, DC.

OGM (2021). İstanbul'daki Orman Varlığı, İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü, https://istanbulobm.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/ OrmanVarligi.aspx, Erişim Tarihi: 22.09.2024

Özhatay N., Byfield A. and Atay S. (2005). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı, WWF Turkey. İstanbul, 476 pp.

Özhatay N., Özhatay E. and Erdem A.Ö. (2010). Şile'nin Doğal Bitkileri "Işık Üniversitesi Kampüs ve Çevresinin Florası", Işık Üni.Yay., No:02, ISBN: 978-975-6494-02-8, İstanbul.

Özyavuz M. (2010). Peyzaj Mimarlığında Suyun Etkin Kullanımı, Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 8-14.

Özhatay, F. N., Kültür, Ş., & Gürdal, B. (2022). Check-list of additional taxa to the supplement of flora of Turkey X. Istanbul Journal of Pharmacy, 52(2), 226-249.

Pickett S.T., Cadenasso M.L., Grove J.M., Boone C.G., Groffman P.M., Irwin E., Kaushal S.S., Marshall V., McGrath B.P., Nilon C.H. and Pouyat R.V. (2011). "Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress", Journal of Environmental Management, Vol. 92 No. 3, pp. 331-362.

POWO (2024). Plants of the World Online, Royal Botanic Gardens, Kew https://powo.science.kew.org/, Erişim Tarihi: 01.10.2024

Revi A., Satterthwaite D.E., Aragón-Durand F., Corfee-Morlot J., Kiunsi R.B.R., Pelling M., Roberts D.C. and Solecki W. (2014). "Urban Areas". Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C. B. Field vd. (der.), Cambridge: Cambridge University Press, 535-612.

Sadıkoglu N. ve Özhatay N. (2019). Outer and inner morphological characteristics of *Satureja* and *Thymbra* taxa exported as Oregano from Turkey II, EMUJPharmSci 2019; 2(1): 13-32.

Sukas A. (2024). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Alibeyköy ve pendik fidanlıklarında entomolojik problemler ve çözüm önerileri, İUC Lisansüstü Eğitin Enstitüsü, YL tezi, 95 s., İstanbul.

Şahin A. (2020). İstanbul ve Çevresinin Orman Varlığı, s.24-52. Şu eserde: Ünal Akkemik (Ed.). Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul.

TBMM, (2021). Türkiye Büyük Millet Meclisi, Küresel İklim Değişikliğinin Etkilerinin En Aza İndirilmesi, Kuraklıkla Mücadele ve Su Kaynaklarının Verimli Kullanılması için Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu, Ankara, https://www5.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ss300.pdf, Erişim tarihi: 10.10.2024

Tichý L., Axmanová I., Dengler J., Guarino R., Jansen F., Midolo G.vd. (2022). Ellenberg-type indicator values for European vascular plant species. Journal of Vegetation Science, 34(1), e13168. Available from: https:// doi.org/10.1111/jvs.13168.

Tolunay D. (2020). İstanbul ve Çevresinin Orman Varlığı, s.24-52. Şu eserde: Ünal Akkemik (Ed.). Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları. Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul.

Turna İ. (2010). Kent Ormancılığı, KTÜ Orman Fakültesi, Ders Notları Yayın No: 90.

Uzun A. (1992). İstanbul Adalarının Doğal ve Egzotik Bitki Türlerinin Adalar Peyzajındaki Yeri ve Önemi Üzerine Araştırmalar. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 42(2).

Ürgenç S. (1997). Kent Ağaçlarının Yetiştirilmesi, Bakımı ve Korunmaları Konusunda Bazı Öneriler, Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul '96 Sempozyumu Bildiri Kitabı, s.1-5. İBB İsfalt Genel Müdürlüğü, İsfalt Yayını:3, İstanbul.

Ürgenç S. (1988). Ağaçlandırma Tekniği. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3314/375, 525 s, İstanbul.

WHO (2004). "Urban Bioclimatoloy", Heat-Waves: Risks and Responses, Health and Global Environmental Change Series, No. 2, WHO (World Health Organization) Regional Office for Europe, Denmark.

Yaltırık F. and Uluocak, N. (1975). İstanbul Boğaz Çevresi Bitki Örtüsü Özellikleri ve Fonksiyonları, İstanbul Boğazı ve Çevresi Sorunları Sempozyumu, İstanbul Kutulmuş Matbaası, 111-117.

Yaltırık F. and Efe A. (1989). Otsu Bitkiler Sistematiği, İ.Ü. Orman Fakültesi Ders Kitabı, Orman Fakültesi Yayın No: 10, ISBN: 975-404-437-6, İstanbul.

Yaltırık F., Efe A. and Uzun A. (1993). İstanbul Adalarının Doğal ve Egzotik Bitkileri, İstanbul Adaları İmar ve Kültür Vakfı Yayınları, No:1, 229 s., İstanbul.

Yaltırık F., Efe A. and Uzun A. (1997). "Tarih Boyunca İstanbul'un Park Bahçe ve Koruları Egzotik Ağaç ve Çalıları", İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İsfalt Yayınları, No: 4, İstanbul.

Yener D. (2012). İstanbul'da peyzaj düzenlemelerinde kullanılan odunsu bitkiler üzerine araştırmalar. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yurtseven İ. and Serengil Y. (2017). Changes and trends of seasonal total rainfall in the province of Istanbul, Turkey. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 67(1): 1-12. DOI: 10.17099/jffiu.30673.

Yurtseven İ., Gökbulak F., Serengil Y., Şengönül K., Özhan S., Uygur-Erdoğan B. and Özçelik M.S. (2017). Response of selected water chemical quality parameters to slight thinning in a mature oak–beech forest ecosystem under sub-humid climate conditions, Eur. J. Forest Res, 136, pp. 653-664.

# Türkiye'nin Akdeniz Floristik Bölgesinin Kserofitik Odunsu ve Yarı Odunsu Bitki Taksonları

*Alper Uzun*[*] - *Seyran Palabaş Uzun*[**]
*Cengiz Acar*[**]

Küresel iklim değişikliğinin yaşandığı günümüzde su kaynakları önemli ölçüde azalmakta ve bu bağlamda dünyanın her yerinde kuru peyzaj tasarımları uygulanmaktadır. Çok fazla su tüketen egzotik türlerin ikamesi artık sürdürülebilir değildir. Ekosistem ve peyzaj uygulamalarında kuraklığa dayanıklı ve az suyla yaşayabilen doğal bitki türlerine geçiş, su kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, mevcut çalışmada Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde dağılım gösteren kuraklığa dayanıklı türler kserofitik karakterleriyle birlikte belirlenmiştir. Bu şekilde kserofitik özelliklere ve peyzaj değerine sahip 95 bitki taksonu hem üretim hem de kullanım için önerilmiştir. Bu çalışma, küresel iklim değişikliğine hazır uygulamaların geliştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Ex-situ koruma faaliyetleri sayesinde tehdit altındaki endemik türler, habitatları dışında da korunabilmektedir. Bu ikincil bir fayda olup endemiklerin geleceği açısından oldukça önemli ve ümit verici bir durumdur.

* Sorumlu yazar: auzun@ksu.edu.tr

** Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı

*** Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bitki Materyali ve Yetiştiriciliği Anabilim Dalı

## Giriş

Geçtiğimiz son 100 yılda Dünya yaklaşık olarak 0,74 °C ısındı ve ortalama sıcaklıkların 2100 yılına kadar 4,3 ± 0,7 °C daha fazla artması beklenmektedir (IPCC, 2013). İklim değişikliğinin en büyük olumsuz etkisinin dünyanın giderek ısınması olduğu kabul edilmekle birlikte; biyolojik çeşitliliğin azalması, su kaynaklarının ve tarımsal üretimin azalması, buzulların erimesi, denizlerdeki su seviyesinin yükselmesi gibi daha pek çok anormalliğe neden olduğu da bilinmektedir (Srivastav vd., 2021). İklim değişikliğinin nedenleri doğal ve antropojenik olmakla birlikte son 50 yılda etkisinin giderek artması insan kaynaklı etmenlerin daha etkili olduğu kanısını oluşturmaktadır (Karimi vd., 2018). Türlerin gösterdiği tepkiler incelendiğinde antropojenik iklim değişikliğinin, yakın gelecekte türlerin neslinin tükenmesinin en büyük nedenlerinden biri olabileceğini düşündürmektedir (Thomas vd. 2004).

İklim değişikliğine ekosistemlerin verecekleri cevapları anlamada ekologlara ve bitki bilimcilerine büyük görevler düşmektedir. Geçmişten günümüze iklimde meydana gelen değişimler hakkında veriler elde edilmekte ve buradan yapılan kestirimlerle geleceğe yönelik modellemelerde belirli bir başarıya ulaşılabilmektedir (IPCC, 2013). Ancak özellikle hassas ekosistemler ve türler farklı özellikler gösterdiğinden bunların göstereceği tepkileri anlamakta pek çok araştırma yapılsa da (Thuiller vd., 2006; Summers vd., 2012; Watson vd., 2013; Li vd., 2018) bu ekosistemleri tanımlama, koruma önceliklerini belirleme ve uyarlanabilir yönetim stratejilerini uygulama konularında henüz yeterli bilgi ve tecrübeye sahip olunamamıştır (Smith vd., 2017).

İklim değişikliği, ısı ve su stresi nedeniyle mevcut habitat koşullarını tehdit ederek biyolojik çeşitlilik ve ekosistem işleyişi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte iklim değişikliğinin; gittikçe artan sayıda sıcak hava dalgaları, kuraklık ve sıklıkla yaşanan sel olayları gibi hem sağlıkla ilgili hem de sosyoekonomik boyutta toplum üzerinde de ciddi etkileri vardır (EEA, 2016). Henüz iklim değişikliğinin hangi ülke ve şehir üzerinde hangi boyutta etkisinin olacağı tam olarak hesaplanamasa da değişen oranlarda etkileyeceği bir gerçektir. Bu nedenle geleceğe yönelik olarak şehir ve bölge planları yapılırken iklim değişikliğini göz önünde bulunduran "İklim Dostu Kentler (İDK)" ve azalan su kaynaklarını dikkate alan susuz peyzaj uygulamalarını dizayn etmek oluşacak negatif etkileri azaltmakta ve bunlara karşı güvenli alanlar oluşturmakta temel yaklaşım olacaktır.

Akdeniz Bölgesi artan sera gazı konsantrasyonları yönünden hassas bir bölgedir ve oluşturulan küresel iklim modellerinde (GCM) dünyanın diğer bölgelerine oranla yağışta daha fazla bir azalma öngörülmesi nedeniyle iklim değişikliği için «sıcak nokta (*hotspot*)" olarak tanımlanmaktadır (Giorgi, 2006; Lionello vd., 2006, 2012; Giorgi ve Lionello, 2008; Planton vd., 2012). Yağıştaki azalmanın büyük bir bölümü kış aylarında 40° kuzey enleminin güneyinde Kuzeybatı Afrika ve Doğu Akdeniz'de meydana gelmektedir. Kuzey Akdeniz bölgesi için de yaz aylarında önemli bir ısınma ve kuraklık öngörülmektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar, gelecekteki

ısınmanın Akdeniz Bölgesi'nde tüm yıl boyunca gerçekleşeceğini, yazın kışa göre ve karalarda denizlere göre daha fazla olacağını kanıtlamaktadır (Déqué vd., 2012; Giorgi ve Lionello, 2008). Kurak subtropikler ile ılıman orta enlemler arasındaki sınırda yer alan Akdeniz Havzası için iklimde meydana gelen bu değişimlerin toplumlar ve çevre için yüksek riskler oluşturması da muhtemeldir (Bolle, 2003). Akdeniz Bölgesi'nde tarımın ve ekonominin anahtarı olan özellikle kış yağışlarının giderek azalması ve artan evapotranspirasyon, su kaynaklarının zaten kritik bir seviyede olduğu bölgenin güney ve doğu kısımlarındaki çeşitli alanlarda kolayca kritik su kıtlığına yol açabilecektir (Bolle 2003; Iglesias vd., 2007; García-Ruiz vd., 2011).

Akdeniz biyomu, tropikal yağmur ormanlarına rakip olan yüksek bitki türü çeşitliliği ve yoğunluğu nedeniyle küresel bir koruma önceliğine sahiptir. Çoğunluğu endemik türlerden oluşan karasal ekosistem florasının %20'sini barındırdığı için biyolojik çeşitlilik rezervi olarak kilit bir rol oynamaktadır (Myers vd., 2000; Olson ve Dinerstein, 2002; Cowling vd., 1996; Dallman, 1998). Beş kıtada bulunan Akdeniz biyomu, Akdeniz Havzası, Amerika Birleşik Devletleri (Kaliforniya) ve Meksika (Kuzeybatı Baja), Orta Şili, Güney Afrika'nın burun bölgesi ve Güney ve Güneybatı Avustralya'yı içermektedir (Dallman, 1998; Klausmeyer ve Shaw, 2009). Türkiye'nin Ege ve Akdeniz sahil şeridi Akdeniz Havzası (Mediterranean Basin) içerisinde kalmakta olup bu bölge aynı zamanda küresel ölçekte, tüm dünyada tanımlanmış 36 biyoçeşitlilik sıcak noktasından biridir (Myers vd., 2000).

İklim değişikliğine karşı son derece hassas olduğu düşünülen Akdeniz ekosistemlerinde; artan ısınma, yağışların azalması ve yıllar arasındaki değişkenlikler nedeniyle tür kayıplarının diğer bölgelere oranla daha yüksek olacağı da tahmin edilmektedir (Giorgi, 2006; IPCC, 2007; Morin vd., 2010). Akdeniz bitki topluluklarında genellikle hâkimiyet otsu veya çalı alt örtüsüne sahip sklerofil odunsu bitkilerdedir (Specht, 1981). Akdeniz bitkilerinin en belirgin yapısal özellikleri, su stresine ve topraktaki besin kıtlığına karşı geliştirdikleri mekanizmalardır (Sardans ve Penuelas, 2013). Ancak bitkilerin geliştirdikleri çok sayıda fizyolojik ve morfolojik adaptasyona rağmen (Gulías vd., 2002; Padilla ve Pugnaire, 2007; Sardans ve Penuelas, 2013) iklimdeki değişiklikler bölgedeki özellikle mezofil karakterli bitkilerinin kuraklıkla başa çıkma kapasitesini aşmaktadır (Moreno-de las Heras vd., 2011; Ruiz-Sinoga vd., 2011, 2012, Peñuelasa vd., 2018). Bunun neticesinde yıllar içerisinde Akdeniz ekosistemlerinde kserofil bitki örtüsünün alanının önemli ölçüde genişleyeceği, alçak dağlık alanlara hâkim olacağı ve çok yıllık sklerofil türlerin de artış göstereceği, su kıtlığına orta derecede toleranslı bitki örtüsünün ise önemli ölçüde azalacağı beklenmektedir (Ruiz-Labourdette vd., 2013). Daha yüksek rakımlarda ise bitki örtüsünün yukarıya doğru kayacağı, yarı kurak ormanların genişleyeceği, geniş yapraklı ormanların azalacağı ve soğuk iklimleri tercih eden gymnosperm ormanlarının yayılış alanlarının radikal bir şekilde azalacağı öngörülmektedir (Solomou vd., 2017).

Bitkilerin iklim değişikliğine bir tepki olarak geliştirdikleri dağılım aralıklarındaki değişiklikler,

enlem ve yükseklik kademelerindeki kaymalar muhtemelen ekosistemlerin biyoçeşitliliği ve işleyişi için de tehdit edici olacaktır. Sıcaklık yükseldikçe bitkiler için uygun habitatlar enlem ve yükselti bakımından yukarı doğru hareket etmekte, ancak topografya ve arazi örtüsü kısıtları nedeniyle bu durum esas olarak bir yükselti aralığı kaybına neden olmaktadır. Sıcağa adapte olmuş (kserofil ve sklerofil) ve daha rekabetçi türler yukarı doğru genişleyebilmektedir. Böylece yüksek rakım türleri, yayılışlarının alt limitlerinde artan bir rekabetle karşı karşıya kalacaktır. Bu, gelecekte soğuğa adapte olmuş türlerin azalmasına veya lokal popülasyonlarının tükenmesine hatta lokal endemik türlerin nesillerinin tükenmesine neden olabilecektir (Dirnböck vd., 2011; Gottfried vd., 2012; Di Nuzzo vd., 2021).

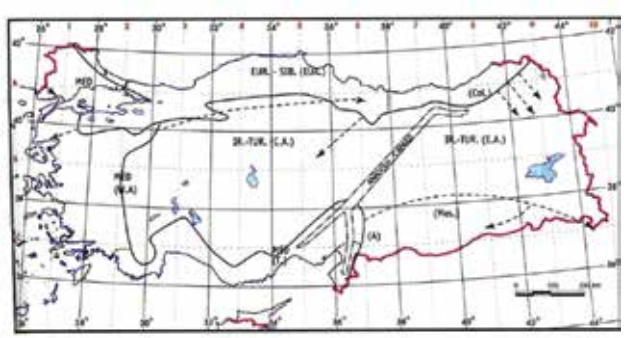
İklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen ısı artışı, büyük şehirlerde kentsel ısı adası etkisinin daha kuvvetli hissedilmesine neden olmaktadır. Kırsal kesimden kentlere gerçekleşen göçlerle birlikte artan nüfus, kentlerin aşırı büyümesi ve kenti çevreleyen yeşil alanların azalması, kentsel ısı adası etkisini artırmaktadır (Oğuz vd., 2009; Tuğan, 2014). İklim değişikliği etkileri ile mücadele etmek, daha sağlıklı, yaşanabilir ve sürdürülebilir bir çevre sunmak ve ulusal ölçekte belirlenen politikaların yerel ölçekte uygulanabilmesini sağlamak için bu konuda belediyelere büyük görevler düşmektedir (Tuğan, 2014). Bunlardan en önemlileri arasında yeşil alanların korunması ve artırılması, fosil yakıtların yerine temiz enerji kaynaklarına yönelim, geri dönüşümün artırılması ve toplumun bu konularda bilinçlendirilmesi sayılabilir (Uysal Oğuz, 2010).

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, kapsamlı literatür okumalarının yanı sıra yazarların 10 yıllık arazi gözlemleri ve Akdeniz Havzası'nda yayılış gösteren bitki türleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, artan sıcaklık ve azalan su kaynaklarıyla uyumlu morfolojik ve anatomik kurakçıl karaktere sahip türlerin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bahse konu edilen bitki türleri, Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Davis, 1965-85; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000; Güner et al., 2012) kullanılarak teşhis edilmiş ve mevcut literatür çalışmalarından faydalanılarak kserofitik özellikleri ve ekolojik istekleri belirlenmiştir.

## Çalışma Alanı

Bu çalışma kapsam olarak çoğunlukla Akdeniz kökenli bitkilerin yayılış gösterdiği alanları içermektedir. Akdeniz fitocoğrafik bölgesi Türkiye'de Trakya'nın güneyini kapsayacak şekilde güneye, Batı Ege Bölgesi'ne inmekte ve tüm Akdeniz sahil kuşağı boyunca ilerleyerek Antalya üzerinden Kahramanmaraş'a değin ulaşmaktadır. Bu bölgede yer alan



**Şekil 1.** Türkiye'nin fitocoğrafik bölgeleri.

mevcut kurakçıl karakterli türler tüm bölge şehirlerindeki ekosistem düzenlemelerinde, parklarda ve bahçelerde yüksek uyum kabiliyetleri nedeniyle kolaylıkla kullanılabilir.

## Çalışma Alanı Vejetasyonu

Türkiye Kuzey Yarım Küre'de Boreal âlemi sınırları içerisinde 36º–42º kuzey enlemleri ile 26º–44º doğu boylamları arasında bulunmakta ve 780.576 km²lik bir alanı kaplamaktadır. Bu büyük alanın aşağı yukarı 480.000 km²lik kısmı Akdeniz iklim ve vejetasyonunun etkisi altındadır (Kılınç ve Kutbay 2007).

Türkiye'de mevsimler arasında sıcaklık farkı çok belirgin olup günlük ve mevsimlik bir fotoperyodizme sahiptir ve içerisinde bulunduğu Akdeniz ülkeleri arasında Akdeniz, Kara ve Oseyanik gibi 3 ana iklim grubu içermesi bakımından özel bir yere sahiptir. Ayrıca Türkiye'nin dağlık bölgelerinin büyük bir kısmı Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Buna göre kara iklimi, Türkiye'nin doğusunda Sarıkamış, Kars, Posof ve Ardahan illeri ile kuzeyde kısmen Kastamonu bölgesinde; Oseyanik iklim ise batıdan Bulgaristan sınırından, doğudan Gürcistan sınırına kadar Karadeniz Bölgesinin denize bakan yamaçlarında 1500 kilometrelik bir alanda yayılır. Ülkenin geri kalan kısımları Akdeniz iklim tipindedir.

Diğer taraftan Türkiye bitki coğrafyası bakımından üç bölgeyi içerir. Bu bölgeler; Karadeniz bölgesinin tümünü kapsayan Avrupa-Sibirya, İç ve Doğu Anadolu'yu kapsayan İran-Turan ve geriye kalan alanlar ise Akdeniz bitki coğrafyasına dâhil edilir.

Akdeniz iklimi; fotoperyodizmi günlük ve mevsimlik olan, yağışları soğuk veya nispeten soğuk mevsimlere toplanmış, kurak devresi yaz olan ve bu yaz kuraklığı maksimum bir yaz sıcaklığı ile uyuşan tropikal dışı bir iklimdir diye tanımlanır.

Bu iklim tipi Türkiye'nin büyük bir kısmında egemen olup flora ve vejetasyon üzerinde son derece etkilidir. Özellikle yaz kuraklığı, kuraklığın süre ve şiddeti, vejetasyonun çeşitliliği üzerinde olduğu kadar dağılışında da önemlidir.

Diğer taraftan Türkiye'de yıllık yağışın dağılışında yer şeklinin de önemli olduğu görülür. Karadeniz ve Güney Anadolu'daki Toros Dağlarının cephe yağışlarına karşı olan kısımları, yükseldikçe artan miktarlarda yağış alırlar ancak bu yağış artışı belli bir yüksekliğe kadar, örneğin 1800-2000 metreye kadar olur.

Bu yükseklikten sonra bu dağ kütleleri yağışların iç kısımlara geçmesini önleyen bir perde gibidir. İç Anadolu Bölgesi'yle Doğu Anadolu Bölgesi'nin bir kısmı 400-600 mm dolayında yağış alarak az yağışlı bölgeleri oluşturur. Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi hariç diğer kısımları 600-800 mm dolayında yağış alarak kısmen yağışlı bölgeleri oluştururlar. Ancak bu bölgelerin büyük bir kısmında süresi 1-6 ay arasında değişen ve vejetasyon üzerine son derece etkili olan bir yaz kuraklığı vardır.

Bir ülkenin vejetasyonunun dağılışında yıllık yağıştan çok bu yağışın mevsimlere dağılışı önemlidir. Özellikle kurak bir mevsimin bulunup bulunmaması ve kurak devrenin süresi vejetasyon üzerine etkili olmaktadır. Türkiye'nin büyük bir kısmında bu durumu görmek mümkündür.

Türkiye'de yağış rejimi tipleri Akdeniz, Oseyanik ve Kara gibi üç büyük grupla bunların geçiş tiplerini içerir. Akdenizli ve Subakdenizli yağış rejimleri şu şekilde sıralanır (Daget, 1977; Akman, 2011):

- **Batı Akdeniz Yağış Rejimi Tipi**: Bu yağış rejimi tipi Türkiye'de çok yaygın değildir. Genellikle Samsun, Gerze, Sinop, Abana ve Akçaabat dolaylarında görülür.
- **Merkezi Akdeniz Yağış Rejimi Tipi**: Bu yağış rejimi tipi batıda Edirne'den başlar ve bütün Marmara, Ege ve Akdeniz kıyı şeridini içine alır.
- **Doğu Akdeniz Yağış Rejimi 1. Tipi**: Bu tip Türkiye'de özellikle Yozgat, Eskişehir, Sivrihisar, Konya, Karaman, Kırşehir, Bingöl, Muş, Kahramanmaraş, Adıyaman ve Kilis dolaylarında görülür.
- **Doğu Akdeniz Yağış Rejimi 2. Tipi**: Bu yağış rejimi tipi, Afyon, Ankara, Çorum, Niğde, Nevşehir, Kayseri, Sivas, Malatya, Elazığ ve Van dolaylarında oldukça geniş bir alanda yaygındır.
- **Subakdeniz Yağış Rejimi Tipi**: Bu yağış rejiminde yaz en kurak mevsimdir. Bu tipe Türkiye'de Kelkit, Gümüşhane, Niksar ve Van Gölü'nün kuzeyinde ve güneydoğusunda görülür.

Akdenizli olma özelliği yukarıda açıklanan yağış tipleri yanında sıcaklığa da bağlı bir olaydır. Buna göre Akdenizli olan bölgelerde:

- Kurak devrede ortalama sıcaklık (T) + 10°C'yi geçmelidir.
- En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması 20°C'nin üzerinde olmalıdır. Yani yaz kuraklığı maksimum bir yaz sıcaklığı ile uyuşmalıdır.
- Yaz kuraklığı (S=PE/M) değerleri 5'ten aşağı olmalıdır.
- Yaz yağışı (Haziran, Temmuz, Ağustos) 200 mm'nin altında olmalıdır.

Türkiye'nin Akdenizli bölgelerindeki vejetasyonu açıklarken, en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması ile yağış sıcaklık emsali (Q) ve yıllık yağışı (P) birlikte ele alıp değerlendirdiğimizde Akdeniz biyoiklim katları şu şekilde oluşur (Tablo 1):

**Tablo 1.** Akdeniz biyoiklim katları

| | Q | P |
|---|---|---|
| Çok kurak Akdeniz biyoiklim katı | =20 | < 300 mm |
| Kurak Akdeniz biyoiklim katı | 21-30 | 300-500 mm |
| Yarı-Kurak Akdeniz biyoiklim katı | 31-50 | 500-700 mm |
| Az yağışlı Akdeniz biyoiklim katı | 51-90 | 700-1000 mm |
| Yağışlı veya çok yağışlı Akdeniz biyoiklim katı | >90 | >1000 mm |

Bu Akdeniz biyoiklim katlarının her biri özel bir vejetasyon tipini karakterize eder ve Akdeniz vejetasyon katlarını oluşturur. Buna göre Akdeniz Bölgesi'nde, genel karakterleri aynı olan Akdeniz iklimi içerisinde yüksekliğe göre, sıcaklığın ve yağışın (P) değişimine paralel olarak "vejetasyon katları" oluşur. Böylece vejetasyon katları içerisinde, türlerin rekabeti sonucu çeşitli "vejetasyon tipleri" ya da "vejetasyon serileri" oluşur.

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde, toprak-iklim-bitki ilişkilerine bağlı olarak deniz seviyesinden itibaren dağların en yüksek kısımlarına kadar oluşan Akdeniz vejetasyon katları ve içerdikleri vejetasyon tipleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Akman, 1995; Mayer ve Aksoy 1998):

- **Sıcak Akdeniz Vejetasyon Katı (0-500 m):** Bu kat genellikle *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus andrachne*, *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*, *Quercus aucheri*, *Pinus brutia*, *P. halepensis*, *Liquidambar orientalis* gibi vejetasyon serileri ile karakterize edilir.
- **Asıl Akdeniz Vejetasyon Katı (500-1000 m):** Bu kat başlıca *Pinus brutia*, *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Laurus nobilis*, *Quercus ilex*, *Cupressus sempervirens*, *Quercus infectoria* subsp. *veneris* gibi vejetasyon serileri ile temsil edilir.
- **Üst Akdeniz Vejetasyon Katı (1000-1500 m):** Bu kat genellikle yaprak döken meşelerle karakterize edilir. *Quercus cerris*, *Q. infectoria*, *Q. libani*, *Q. frainetto* ve kısmen *Carpinus orientalis* gibi.
- **Akdeniz Dağ Vejetasyon Katı (1500-2000 m):** Bu vejetasyon katı genellikle *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Cedrus libani*, *Abies cilicica* ve bazen *Pinus sylvestris* gibi vejetasyon serileri ile temsil edilir.
- **Yüksek Dağ Akdeniz Vejetasyon Katı (≥ 2000 m):** Bu katta alt seviyelerde bazı ardıçlar gelişir. Örneğin *Juniperus excelsa*, *J. foetidissima*, *J. oxycedrus* gibi; üst seviyelerde ise *Astragalus angustifolius*, *A. microcephalus*, *Acantholimon echinus* gibi geven türlerinin ve Graminae'lerin (*Bromus tomentellus*, *Stipa holosericea*, *Stipa lessingiana*, *Festuca valesiaca* gibi) meydana getirdiği çayırlar bulunur.

## Bulgular

### Akdeniz Bölgesi Kurakçıl Bitkilerin Ekomorfolojik Spektrumu

Değerlendirmeler sonucu Akdeniz fitocoğrafik özellik gösteren bölgelerde yayılışı olan toplam 95 adet bitki taksonu hem ekolojik hem de kurakçıl karakterleri ile belirlenmiştir. Bu taksonlara ait genel özellikleri ve tanıtımları Ek1'de verilmiştir. Bunlardan 32'si ağaç, 25'i boylu çalı, 18'i çalı ve 20'si ise bodur ya da cüce çalıdır (Tablo 2).

Toplam 95 taksona ait kurakçıl karakterler bulundukları takson sayısına göre (parantez içinde) büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Buna göre;

**Tablo 2.** Kurakçıl taksonların bitki ölçülerine göre dağılımı

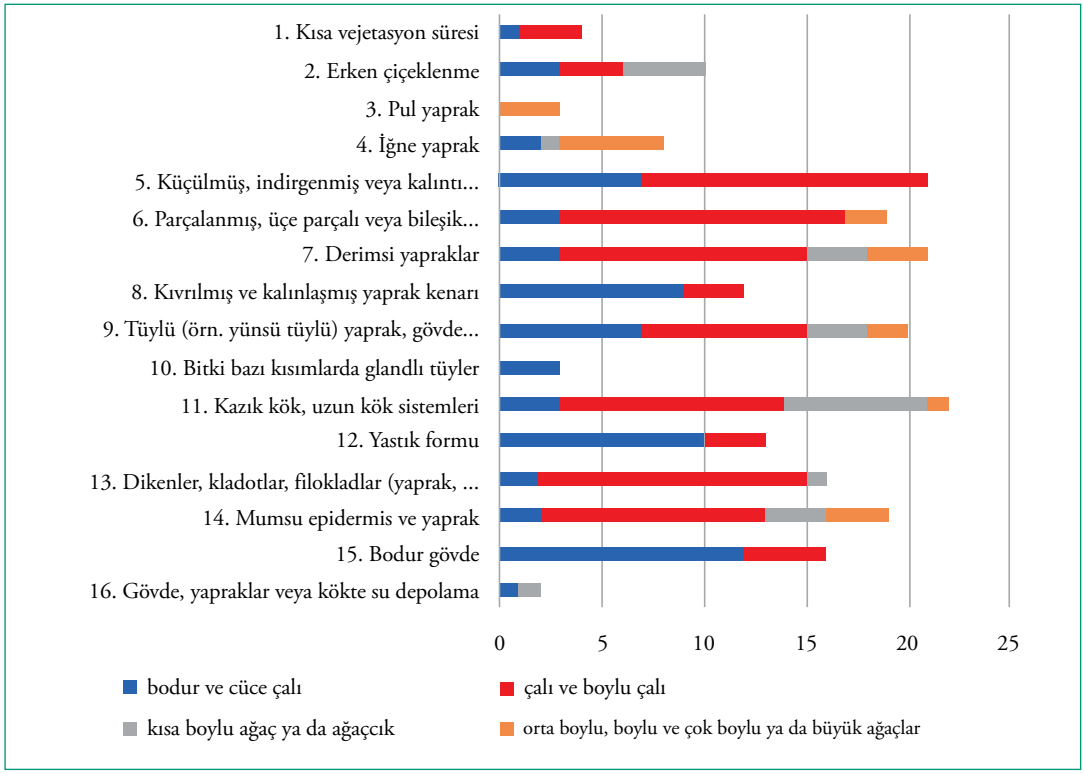
| Ölçü Aralığı | Sınıflandırma | Kod* | Takson Sayısı |
|---|---|---|---|
| 0.00 - 0.10 m | Cüce çalı | CÇL | 1 |
| 0.10 - 0.50 m | Bodur çalı | BDÇL | 19 |
| 0.50 - 2 m | Çalı | ÇL | 18 |
| 2 - 5 (-8) m | Boylu çalı | BYÇL | 25 |
| (2-) 5 - 10 m | Kısa boylu ağaç ya da ağaççık | KBA | 17 |
| 10 - 20 m | Orta boylu ağaç | OBA | 9 |
| 20 - 30 m | Boylu ağaç | BA | 4 |
| 30 - 50 m | Çok boylu ya da büyük ağaç | ÇBA | 2 |
| ≥ 50 m | Dev görkemli ağaç | DGA | – |
| | Toplam | | 95 |

1- Kazık kök, uzun kök sistemleri (22 taksonda), 2- Küçük, indirgenmiş veya kalıntı yapraklar (21), 3- Derimsi yapraklar (21), 4- Tüylü (örn. yünsü tüylü) yaprak, gövde veya sürgünler (20), 5- Parçalanmış, üçe parçalı veya bileşik yapraklar (19), 6- Mumsu epidermis ve yaprak (19), 7- Dikenler, kladotlar, filokladlar (Yaprak, kulakçık veya gövde) (16), 8- Bodur gövde (16), 9- Yastık formu (13), 10- Kıvrılmış ve kalınlaşmış yaprak kenarı (12), 11- Erken çiçeklenme (10), 12- İğne yaprak (8), 13- Kısa vejetasyon süresi (5), 14- Pul yaprak (3), 15- Bitki bazı kısımlarda glandlı tüyler (3), 16- Gövde, yapraklar veya kökte su depolama (2) taksonda tespit edilmiştir.

Ağaçlar için yapılan değerlendirmede kurakçıl karakterlerden 7 adetinin bulunduğu tespit edilmiştir. Takson zenginliğine göre sıralandığında; İğne yaprak (5 taksonda), Pul yaprak (3), Derimsi yaprak (3), Mumsu epidermis ve yaprak (3), Parçalanmış, üçe parçalı veya bileşik yaprak (2), Tüylü (örn. yünsü tüylü) yaprak, gövde veya sürgünler (2), Kazık kökler, uzun kök sistemleri (1) taksonda tespit edilmiştir.

Ağaççıklar için yapılan değerlendirmede kurakçıl karakterlerden 10 adetinin bulunduğu tespit edilmiştir. Takson zenginliğine göre sıralandığında; Kazık kökler, uzun kök sistemleri (7 taksonda), Parçalanmış, üçe parçalı veya bileşik yaprak (6), Erken çiçeklenme (4), Derimsi yapraklar (3), Tüylü (örn. yünsü tüylü) yaprak, gövde veya sürgünler (3), Mumsu epidermis ve yaprak (3), Kısa vejetasyon süresi (1), İğne yaprak (1), Dikenler, kladotlar, filokladlar (Yaprak, kulakçık veya gövde) (1), Gövde, yapraklar veya kökte su depolama (1) taksonda tespit edilmiştir.

Çalılar için yapılan değerlendirmede ise kurakçıl karakterlerden 14 adedinin bulunduğu tespit edilmiştir. Takson zenginliğine göre; Bodur gövde (16 taksonda), Dikenler, kladotlar, filokladlar (Yaprak, kulakçık veya gövde) (15), Derimsi yaprak (15), Tüylü (örn. yünsü tüylü) yaprak, gövde veya sürgünler




**Şekil 2.** Karakterlerin bitki gruplarına dağılımı.

(15), Kazık kökler, uzun kök sistemleri (14), Yastık formu (13), Mumsu epidermis ve yaprak (13), Kıvrılmış ve kalınlaşmış yaprak kenarı (12), Parçalanmış, üçe parçalı veya bileşik yaprak (11), Erken çiçeklenme (6), Kısa vejetasyon süresi (4), Bitki bazı kısımlarda glandlı tüyler (3), İğne yaprak (2), Gövde, yapraklar veya kökte su depolama (1) taksonda tespit edilmiştir.

Ayrıca her bir takson sahip oldukları kurakçıl karakter sayısına göre değerlendirilmiştir. Buna göre en fazla kurakçıl karaktere sahip olan taksonlar şu şekilde sıralanmaktadır; *Lithodora hispidula* subsp. *hispidula* (8 karakter), *Sarcopoterium spinosum* (7), *Daphne oleoides* subsp. *oleoides* (6), *Ruscus aculeatus* (6), *Thymus cilicicus* (6), *Thymus pubescens* (6), *Cerasus prostrata* (5), *Daphne gnidioides* (5), *Daphne sericea* subsp. *circassica* (5), *Onobrychis cornuta* (5), *Quercus coccifera* (5).

## Akdeniz Bölgesi Kurakçıl Bitkilerin İklim Değişikliği Bağlamında Ekosistem Hizmetleri Spektrumu

Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren bazı seçilmiş odunsu ağaç, çalı, liyan ve yarı çalılar hem kurakçıl karakterleri hem de ekolojik özellikleri kapsamında incelenmiş ve iklime uyum kapsamında ekosistem hizmetleri açısından sınıflandırılmıştır.

Buna göre:

1. kuraklığa dayanıklılık,
2. don toleransı,
3. rüzgâr toleransı,
4. gölgeye toleransı,
5. tuz toleransı,
6. UV toleransı ve
7. hava kirliliğine dayanıklılığı konu ile ilgili literatür yardımı ile (Çarkacı vd. 2014; Talhouk vd. 2015; Barhouchi vd. 2018; Ravanbakhsh vd. 2018; Mohammadi vd. 2019; Doğru, 2019; Safari-Khuzani vd., 2020; Doğru ve Canavar, 2020; Sadeghi ve Taban, 2021; Wiström vd. 2023; UCCE, 2024) incelenmiş ve aşağıdaki değerlere ulaşılmıştır:

Buna göre incelenen 95 taksondan 78 adeti (%82) kuraklığa yüksek derecede dayanıklı bitki kategorisinde yer almaktadır. Don toleransı bakımından ise toplam takson sayısının yaklaşık yarısı dona orta derecede dayanabilmektedir. Bu sebepledir ki bu taksonlar 1500 m sınırını nadiren aşabilmektedir (örn. *Anagyris foetida, Calicotome villosa, Paliurus spina-christi*). Bilindiği üzere düşük rakımlar don toleransı zayıf olan türler için daha uygun yetişme şartları sunmaktadır. Don toleransı açısından küçük, kalın yapraklar, yüksek kök/sürgün oranı gibi özellikler bitkilerin çevresel stres faktörleriyle mücadele edebilmesinde önemlidir (Aslantaş vd., 2010). Bu sebeple yüksek don stresine dayanabilen türlerin kompakt yapıda ve genellikle de yastık formu oluşturabilen taksonlardan (örn. *Onobrychis cornuta, Sarcopoterium spinosum, Thymus cilicicus, Plocama calabrica*) oluştuğu görülmektedir.

Bazı ağaç, ağaççık ve çalı türleri tepelik düz, doğrudan rüzgâr alan alanlarda, vadi içi rüzgâr koridorlarında veya kayalık açıklıklarda direk rüzgâra maruz kalabilmektedir. Bu anlamda (*Quercus coccifera*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* f. *oxycedrus, Rosa canina*) gibi taksonlar yüksek direnç gösterebilirken bazı türler ise (*Cotinus coggygria, Cerasus mahaleb, Colutea cilicica, Cistus laurifolius, Fontanesia phillyreoides, Pistacia palaestina, Pistacia atlantica, Rhus coriaria* gibi) nispeten rüzgâr kesen daha korunaklı alanları, vadi tabanlarını ve orman meşcere içlerini tercih etmektedir (Palabaş-Uzun ve Çanak, 2022).

Gölgeye toleransı bakımından öncelikli bahsedilmesi gereken türler şu şekildedir: *Laurus nobilis, Jasminum fruticans, Phillyrea latifolia, Cotoneaster nummularius, Ruscus aculeatus, Linum mucronatum* subsp. *mucronatum, Daphne sericea* subsp. *circassica, Styrax officinalis, Cistus laurifolius*. Bu türler çoğunlukla *Pinus brutia* (Kızılçam) veya meşe ormanları içerisinde alt tabakada veya sık makiliklerle kaplı alanlarda bulunmaktadırlar. Dolayısı ile bu türler doğrudan gelen güneş ışınlarından (UV) kendilerini korurlar ve gölgeye dayanıklılık özellikleri sayesinde transpirasyonu azaltarak su tasarrufu sağlarlar.

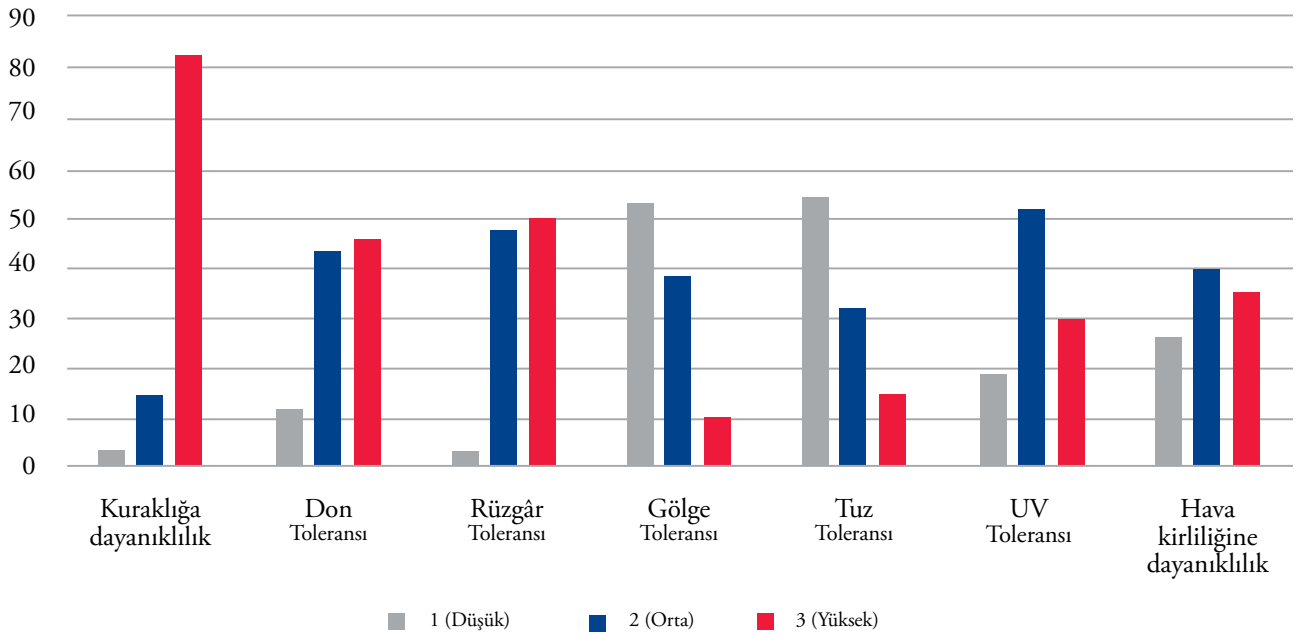
Tuz toleransı bakımından bazı ağaç, ağaççık ve çalı türleri yüksek oranda dayanıklılık gösterebilmektedir. Bunlara örnek olarak ağaçlardan *Populus euphratica* ve *Pinus pinea*, ağaççıklardan *Elaeagnus angustifolia* ve çalılardan ise *Asparagus acutifolius, Rosmarinus officinalis, Lavandula angustifolia* ve *Lavandula stoechas* verilebilir (Tablo 3,4; Şekil 3).

Ultraviyole toleransı yüksek olan taksonlar ise şu şekildedir: *Juniperus excelsa, Juniperus foetidissima, Cedrus libani, Quercus libani, Rhamnus microcarpa, Amygdalus communis, Genista albida, Phlomis linearis, Thymus pubescens* ve *Tanacetum densum* subsp. *amani.* Bu taksonlarda ise en yoğun görülen kurakçıl karakterler azalan veya kalkan şeklini alan yaprak yüzeyleri (örn. iğne ve pul yapraklar), yoğun tüylenmeler (yünsü veya glandlı tüyler) ve yaprakta kalınlaşma (kütikula ve mezofil tabakasının kalınlaşması) şeklindedir (Tablo 3,4; Şekil 3).

Hava kirliliğine ve zararlı gazlara dayanıklı türler incelendiğinde çoğunlukla yol kenarlarında doğal olarak yetişebilen türlerin çok yüksek dayanıklılığa sahip olduğu görülmektedir. Bu türler çoğunlukla da Allee ağacı veya bitkisi olarak değerlendirilir. Bitki listemizde bu anlamda en dikkat çeken türler *Cupressus sempervirens, Quercus coccifera* ve *Elaeagnus angustifolia* olmuştur.

**Tablo 3.** Kurakçıl taksonların sayısal dağılımı

| | 1 (Düşük) | 2 (Orta) | 3 (Yüksek) |
|---|---|---|---|
| Kuraklığa dayanıklılık (düşük su direnci) | 3 | 14 | 78 |
| Don toleransı | 11 | 41 | 43 |
| Rüzgâr toleransı | 3 | 45 | 47 |
| Gölge toleransı | 50 | 36 | 9 |
| Tuz toleransı | 51 | 30 | 14 |
| UV toleransı | 18 | 49 | 28 |
| Hava kirliliğine dayanıklılığı | 25 | 37 | 33 |




**Şekil 3.** Kurakçıl taksonların oransal dağılımı.

**Tablo 4.** Kurakçıl taksonların çevreyle ilgili özellikleri

| TAKSON ADI (Tür, Alt tür / Varyete) | Bitki Ölçüsü* | Ekolojik Özellikler** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kuraklığa Dayanıklı (Düşük Su Direnci) | Don Toleransı | Rüzgâr Toleransı | Gölge toleransı | Tuz Toleransları | UV Toleransı | Kirliliğe Dayanıklı |
| *Abies cilicica* subsp. *cilicica* | BA | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| *Acer monspessulanum* subsp. *oksalianum* (E) | KBA | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| *Aethionema marashicum* (E) | BDÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| *Ampelopsis orientalis* | BYÇL | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| *Anagyris foetida* | BYÇL | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Anarrhinum orientale* | ÇL | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| *Arbutus andrachne* | BYÇL | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Asparagus acutifolius* | Çalı | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| *Atraphaxis billardieri* | Çalı | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| *Berberis crataegina* | Çalı | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Berberis vulgaris* | Çalı | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Calicotome villosa* | BYÇL | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| *Capparis spinosa* | ÇL | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| *Cedrus libani* | ÇBA | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| *Celtis australis* subsp. *australis* | BYÇL | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Centaurea ptosimopappa* (E) | ÇL | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Cerasus mahaleb* | OBA | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *Cerasus microcarpa* subsp. *microcarpa* | BYÇL | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *Cerasus prostrata* | ÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| *Ceratonia siliqua* | KBA | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| *Cercis siliquastrum* subsp. *hebecarpa* | KBA | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Cercis siliquastrum* subsp. *siliquastrum* | KBA | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Cistus creticus* | ÇL | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| *Cistus laurifolius* | BYÇL | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| *Cistus salviifolius* | ÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| *Colutea cilicica* | BYÇL | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| *Cotinus coggygria* | BYÇL | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cotoneaster nummularius* | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 |
| *Crataegus azarolus* | KBA | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| *Cupressus sempervirens* | OBA | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| *Cytisopsis dorycniifolia* | BDÇL | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Cytisus scoparius* | ÇL | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Daphne gnidioides* | ÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| *Daphne oleoides* subsp. *oleoides* | BDÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| *Daphne sericea* subsp. *circassica* | ÇL | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| *Elaeagnus angustifolia* | KBA | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| *Erica manipuliflora* | BDÇL | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Fontanesia phillyreoides* | BYÇL | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* (E) | OBA | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| *Genista albida* | BDÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| *Genista involucrata* (E) | BDÇL | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Gonocytisus angulatus* | BYÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| *Jasminum fruticans* | ÇL | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| *Juniperus drupacea* | OBA | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* | OBA | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| *Juniperus foetidissima* | OBA | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* f. *oxycedrus* | KBA | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *Laurus nobilis* | OBA | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| *Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia* | BDÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* | BDÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| *Ligustrum vulgare* | BYÇL | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| *Linum mucronatum* subsp. *mucronatum* | BDÇL | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| *Lithodora hispidula* subsp. *hispidula* | BDÇL | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| *Myrtus communis* subsp. *communis* | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| *Olea europaea* subsp. *europaea* | OBA | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Onobrychis cornuta* | BDÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| *Origanum laevigatum* | ÇL | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| *Paliurus spina-christi* | BYÇL | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| *Phillyrea latifolia* | BYÇL | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| *Phlomis linearis* (E) | ÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| *Pinus brutia* var. *brutia* | BA | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *Pinus pinea* | BA | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Pistacia atlantica* | KBA | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| *Pistacia lentiscus* | KBA | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Pistacia palaestina* | KBA | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| *Pistacia terebinthus* | KBA | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| *Plocama calabrica* | BDÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| *Populus euphratica* | OBA | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| *Prunus orientalis* (syn. *Amygdalus orientalis*) | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Prunus arabica* (syn. *Amygdalus arabica*) | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Prunus communis* (syn. *Amygdalus communis*) | KBA | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| *Punica granatum* | BYÇ | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| *Pyracantha coccinea* | BYÇ | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| *Quercus brantii* | KBA | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| *Quercus cerris* | BA | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| *Quercus coccifera* | KBA | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| *Quercus infectoria* subsp. *veneris* | KBA | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Quercus libani* | KBA | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| *Rhamnus microcarpa* | ÇL | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| *Rhamnus pallasii* | BYÇL | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Rhamnus punctata* subsp. *punctata* | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| *Rhus coriaria* | BYÇL | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| *Rosa canina* | BYÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| *Rosmarinus officinalis* | BDÇL | 3 | 2 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| *Ruscus aculeatus* | BDÇL | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| *Sarcopoterium spinosum* | ÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| *Satureja thymbra* | BDÇL | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| *Sorbus umbellata* | KBA | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| *Spartium junceum* | BYÇL | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| *Styrax officinalis* | BYÇL | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| *Tanacetum densum* subsp. *amani* (E) | BDÇL | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| *Teucrium multicaule* | BDÇL | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| *Thymbra spicata* subsp. *spicata* | BDÇL | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| *Thymus cilicicus* (E) | BDÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| *Thymus pubescens* | CÇL | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 |

* CÇL: Cüce çalı, BDÇL: Bodur çalı, ÇL: Çalı, BYÇL: Boylu çalı, KBA: Kısa boylu ağaç ya da ağaççık, OBA: Orta boylu ağaç, BA: Boylu ağaç, ÇBA: Çok boylu ya da büyük ağaç

** 1 (Düşük), 2 (Orta), 3 (Yüksek)

(E): Endemik

## Sonuç

Günümüzde küresel iklim dalgalanmaları, sıcaklık ortalamalarındaki ani değişimler, aşırı kuraklıklar veya sel baskınları iklimin ve dengeli su kullanımının önemini artırmıştır. Bununla beraber günümüzde yerel yönetimler akıllı su kullanımı yolunda yeni planlamalar ve hesaplamalar yapmak zorunluluğu ile karşı karşıya kalmışlardır. Bunların başında günlük hayatın vazgeçilmezlerinden olan peyzaj düzenlemeleri ve projelendirmeler gelmektedir. Eski planlamalar çoğunlukla mevsimlik ve egzotik bitkiler kullanılarak yapılmakta ve ağaçlandırmalar da çoğunlukla doğal olmayan ağaç ve çalı türleri üzerinden gerçekleştirilmekteydi. Peyzaj düzenleme faaliyetlerine yapılan harcamalar hem maddi yönden kurumlara önemli bir yük oluşturmakta hem de türlerin devamlılığını sağlamak için artan su talebine neden olmaktadır. Bu gibi faaliyetler aynı zamanda fazlaca iş gücünü de gerektirmekte, bu da bütçe üzerinde önemli bir baskıya neden olmaktadır. Mevcut bu çalışma ile doğada kendi kendine yeten ve yetişebilen, düşük idame masraflı ve yüksek su kıtlığı toleranslı yani kuraklığa dayanıklı türler araştırılmıştır ve önerilmiştir. Bunlar arasında yüksek derecede kuraklığa dayanıklı olan *Jasminum fruticans* (Sarıçiçekli yasemin), *Laurus nobilis* (Defne), *Onobrychis cornuta* (Kuşkaçıran), *Anarrhinum orientale* (Süpürgeotu), *Cistus laurifolius* (Karağan, Defne yapraklı laden), *Cotoneaster nummularius* (Dağ muşmulası), *Elaeagnus angustifolia* (İğde), *Sarcopoterium spinosum* (Abdestbozan), *Berberis crataegina* (Karamuk), *Berberis vulgaris* (Kızıl karamuk), *Cistus creticus* (Pembe çiçekli laden), *Colutea cilicica* (Patlangaç), *Cotinus coggygria* (Boyacı sumağı), *Cupressus sempervirens* (Servi), *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa*, (Bozardıç), *Phillyrea latifolia* (Akçakesme), *Phlomis linearis* (Yayla otu), *Plocama calabrica* (Belum çalısı), *Pyracantha coccinea* (Ateş dikeni), *Quercus coccifera* (Kermes meşesi), *Rhamnus punctata* subsp. *punctata* (Hamsoruk) ve *Rosa canina* (Kuşburnu) gibi özellikli bitkilerin üretimlerinin yapılarak kent peyzajına kazandırılması önerilmektedir. Bu sayede hem mali külfet azaltılacak, ayrıca işgücü ve su tasarrufu sağlanarak kentsel doğal ekosistemler oluşturulabilecektir. Bu amaçla listelediğimiz türler üzerine çalışmaların yoğunlaştırılması ve özellikle bunların içerisinde yer alan 8 endemik taksonun (*Acer monspessulanum* subsp. *oksalianum*, *Aethionema marashicum*, *Centaurea ptosimopappa*, *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica*, *Genista involucrata*, *Phlomis linearis*, *Tanacetum densum* subsp. *amani*, *Thymus cilicicus*) nesillerinin devamı için koruma çalışmalarının yürütülmesi önerilmektedir. Bu yolla nesli tehdit altında olan türlerin habitatları dışında (ex-situ) korunabilmesine de olanak sağlanacaktır.

# Kaynaklar


Akman, Y. (2011). İklim ve Biyoiklim. Ankara: Palme Yayıncılık.

Akman, Y. (1995). Türkiye Orman Vejetasyonu. Ankara Üniv. Fen. Fak. Bot. Anabilim dalı, Ankara, 1-449

Aslantaş, R., Karakurt, H., Karakurt, Y. (2010). Bitkilerin düşük sıcaklıklara dayanımında hücresel ve moleküler mekanizmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 41(2): 157-167.

Barhouchi, B., Aouadi, S., Abdi, A. (2018). Preparations based on minerals extracts of Calicotome villosa roots and bovine butyrate matter: Evaluation in vitro of their antibacterial and antifungal activities. Journal de Mycologie Médicale 28(3): 473-481, ISSN 1156-5233.

Bolle H.-J. (2003). Climate, climate variability, and impacts in the Mediterranean area: An overview. Mediterranean Climate: Variability and Trends, H.-J. Bolle, ed., Springer, 5–86.

Cowling R.M., Rundel P.W., Lamont B.B., Arroyo M.K., Arianoutsou M. (1996). Plant diversity in Mediterranean-climate region. Tree 11: 362–366.

Çarkacı, D.A., (I. cilt ed.) Keskin, A.H., Gündüz, A., Çağırgan, O., Tunç, M. (2014). II. Uluslararası Katılımlı Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (2nd International Drought and Deserification Symposium) Toprak, Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Ens. Müd., 16-18 Eylül 2014 Konya, Türkiye.

Sadeghi H, Taban A (2021). Crushed maize seeds enhance soil biological activity and salt tolerance in caper (Capparis spinosa L.). Ind Crops Prod 160:113103.

Daget, P. (1977). Le Bioclimat Mediterraneen: Analyse Des Formes Clımatıques Par Le Systeme D'Emberger. Vegetatio, 34(2), 87-103.

Dallman P.R. (1998). Plant Life in the World's Mediterranean Climates. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press. 257 p.

Davis P.H., Mill R.R., Tan K. (1988). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. X, supplement. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, 590 pp

Davis P.H. (1965-85). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. I-IX. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, 6454 pp

Déqué M., Somot S., Sánchez-Gómez E., Goodess C.M., Jacob D., Lenderink G., Christensen O.B. (2012). The spread amongst ENSEMBLES regional scenarios: regional climate models, driving general circulation models and interannual variability. Clim Dyn 38 (5-6): 951–964.

Di Nuzzo L., Vallese C., Benesperi R., Giordani P., Chiarucci A., Di Cecco V., Di Martino L., Di Musciano M., Gheza G., Lelli C., Spitale D., Nascimbene J. (2021). Contrasting multitaxon responses to climate change in Mediterranean mountains, Scientific Reports 11: 4438.

Dirnböck T., Essl F., Rabitsch W. (2011). Disproportional risk for habitat loss of high-altitude endemic species under climate change. Glob. Change Biol. 17, 990–996.

Doğru, A., Canavar, S. (2020). Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal bileşenleri. Academic Platform Journal of Engineering and Science 8(1): 155-174.

Doğru, A. (2019). Bitkilerde düşük sıcaklık stresi ve soğuğa uyum. OKÜ Fen Bil. Enst. Dergisi. 2(1): 45-52.

European Environment Agency (2016). Building resilient cities key to tackling effects of climate change. Copenhagen, Denmark.

García-Ruiz J.M., López-Moreno J.I., Vicente-Serrano S.M., Lasanta–Martínez T., Beguería S. (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. Earth-Sci Rev 105 (3-4): 121–139.

Giorgi F., Lionello P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. Glob Planet Chang 63(2-3): 90–104.

Giorgi F. (2006). Climate change hot-spots. Geophys Res Lett 33: L08707.

Gottfried M. et al. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. Nat. Clim. Change 2: 111–115.

Gulías J., Flexas J., Abadía A., Medrano H. (2002). Photosynthetic responses to water deficit in six Mediterranean sclerophyll species: possible factors explaining the declining distribution of Rhamnus ludovici-salvatoris, an endemic Balearic species. Tree Physiol. 22: 687–697.

Güner A., Aslan S., Ekim T., Vural M., Babaç M.T. (edtl) (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Flora Araştırmaları Derneği ve Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayını, İstanbul, Türkiye, 1290 s.

Güner A., Özhatay N., Ekim T., K.H.C. Başer (eds) (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 11, Supplement II. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, 680 pp.

Iglesias A., Garrote L., Flores F., Moneo M. (2007). Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. Water Resour Manag 21(5): 775–788.

IPCC Summary for Policymakers in Climate Change (2013). The Physical Science Basis (eds Stocker, T.F. et al.), Cambridge Univ. Press.

IPCC Climate Change (2007). Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. and New York, NY.

Karimi V., Karami E., Keshavarz M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. J Integr Agric 17(1): 1–15.

Keskin, S., Şahin, M. (1989). Toros Göknarının (*Abies cilicica Carr.*) bazı kozalak ve tohum özellikleri. Orman Bakanlığı Yayın No: 106, Teknik Bülten No: 12, 42 s., ISSN: 1302-3624.

Kılınç, M., Kutbay, H.G. (2007). Bitki Coğrafyası. Palme Akademik Yayınları, 303 s. ISBN: 9789944341493

Klausmeyer K.R., Shaw R.M. (2009). Climate change, habitat loss, protected areas and the climate adaptation potential of species in Mediterranean ecosystems worldwide. PLoS ONE 4(7): e6392.

Li D., Wu S., Liu L., Zhang Y., Li S. (2018). Vulnerability of the global terrestrial ecosystems to climate change. Glob. Chang. Biol. 24: 4095–4106.

Lionello P., Abrantes F., Congedi L., Dulac F., Gacic M., Gomis D., Goodess C., Hoff H., Kutiel H., Luterbacher J., Planton S., Reale M., Schröder K., Struglia M.V., Toreti A., Tsimplis M., Ulbrich U., Xoplaki E. (2012). Introduction: Mediterranean climate: background information. In: Lionello P. (ed) The Climate of the Mediterranean Region. From the Past to the Future. Elsevier (Netherlands), Amsterdam, pp xxxv–xxxc, ISBN: 9780124160422.

Lionello P., Malanotte-Rizzoli P., Boscolo R., Alpert P., Artale V., Li L., Luterbacher J., May W., Trigo R., Tsimplis M., Ulbrich U., Xoplaki E. (2006). The Mediterranean climate: an overview of the main characteristics and issues. - In: Lionello P., Malanotte-Rizzoli P., Boscolo R. (eds) Mediterranean Climate Variability. Amsterdam, Elsevier, pp 1–26.

Mayer, H., Aksoy, H. (1998). Türkiye Ormanları (Walder der Türkei). Orman Bakanlığı yayın no; 038. Müdürlük yayın no; 2. Muhtelif yayın no; 1. Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü. 292 s.

Mohammadi, R., Khadivi, A., Khaleghi, A., Akramian, M. (2019). Morphological characterization of Prunus microcarpa Boiss. germplasm: Implications for conservation and breeding, Scientia Horticulturae, 246: 718-725, ISSN 0304-4238.

Moreno-de las Heras M., Espigares T., Merino-Martín L., Nicolau J.M. (2011). Water related ecological impacts of rill erosion processes in Mediterranean-dry reclaimed slopes. Catena 84: 114–124.

Morin X., Roy J., Sonié L., Chuine I. (2010). Changes in leaf phenology of three European oak species in response to experimental climate change. New Phytologist 186: 900–910.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A.B, Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853.

Oğuz, H., Doygun, H., Zengin, M. (2009). İklim koşullarını iyileştirici özellikleri yönünden ormanların kent peyzajına katkılarının araştırılması: Kahramanmaraş örneği. I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, Özel Sayı, ISSN:1302-0943, Cilt I, Sayfa: 224–231.

Olson D.M., Dinerstein E. (2002). The Global 200: Priority Ecoregion for global conservation. Ann Mo Bot Gard 89: 199–224.

Padilla F.M., Pugnaire F.I. (2007). Rooting depth and soil moisture control Mediterranean woody seedling survival during drought. Funct. Ecol. 21: 489–495.

Palabaş-Uzun, S., Çanak, M. (2023). Changes in species diversity along the ephemeral streams in eastern Mediterranean Mountainous Ecosystem, a case study for Ahir Mountain (Kahramanmaraş-Türkiye). Environ Monit Assess 195, 1288.

Peñuelasa J., Sardansa J., Filella I., Estiarte M., Llusià J., Ogaya R., Carnicer J, Bartrons M., Rivas-Ubacha A., Grau O., Peguero G., Margalef O., Pla-Rabésb S., Stefanescu C., Asensio D, Preece C., Liu L., Verger A., Rico L., Barbeta A., Achotegui-Castells A., Gargallo-Garriga A., Sperlich D., Farré-Armengol G., Fernández-Martínez M., Liu D., Zhang C., Urbina I., Camino M., Vives M., Nadal-Salac D., Sabaté S., Gracia C., Terradas J. (2018). Assessment of the impacts of climate change on Mediterranean terrestrial ecosystems based on data from field experiments and long-term monitored field gradients in Catalonia. Environmental and Experimental Botany 152: 49–59.

Planton S., Lionello P., Artale V., Aznar R., Carrillo A., Colin J., Congedi L., Dubois C., Elizalde A., Gualdi S., Hertig E., Jacobeit J., Jordà G., Li L., Mariotti A, Piani C., Ruti P, Sanchez-Gomez E., Sannino G., Sevault F, Somot S., Tsimplis M. (2012). The Climate of the Mediterranean region in future climate. - In: Lionello P. (ed) The Climate of the Mediterranean region from the past to the future. Elsevier, Amsterdam, pp 449–502.

Ravanbakhsh, H., Hamzeh'ee, B., Moshki A., (2018). Ecology and phytosociology of Cotoneaster shrublands in Central Alborz of Iran. Dendrobiology, 79: 47–60.

Ruiz-Labourdette D., Fe Schmitz M., Pineda F.D. (2013). Changes in tree species composition in Mediterranean mountains under climate change: Indicators for conservation planning. Ecological Indicators 24: 310–323.

Ruiz-Sinoga J.D., Pariente S., Romero Díaz A., Martínez Murillo J.F. (2012). Variability of relationships between soil organic carbon

and some soil properties in Mediterranean rangelands under different climatic conditions (South of Spain). Catena 94: 17–25.

Ruiz-Sinoga J.D., Gabarón Galeote M.A., Martínez Murillo J.F., Garcia Marín R. (2011). Vegetation strategies for soil consumption along a pluviometric gradient in southern Spain. Catena 84 (1–2): 12–20.

Safari-Khuzani, Rezaei, A.-M., Khadivi, A. (2020). Screening of the superior F1 segregating populations of barberry (Berberis spp.) for cultivation based on phenotypic characterizations. Industrial Crops and Products, 158, 113054, ISSN 0926-6690.

Sardans J., Rivas-Ubach A., Estiarte M., Ogaya R., Penuelas J. (2013). Field-simulated droughts affect elemental leaf stoichiometry in Mediterranean forests and shrublands. Acta Oecol. 50: 20–31.

Smith M.D., Wilcox K.R., Power S.A., Tissue D.T., Knapp A.K. (2017). Assessing community and ecosystem sensitivity to climate change – toward a more comparative approach. Journal of Vegetation Science 28: 235–237.

Solomou A.D., Proutsos N.D., Karetsos G., Tsagari K. (2017). Effects of climate change on vegetation in Mediterranean forests: A review. 2(1): 240–247.

Specht R.L. (1981). Primary production in Mediterranean-climate ecosystems regenerating after fire. - In: Di Castri F., Goodwall D.W., Specht R.L. (eds.), Mediterranean-Type Ecosystems. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands, pp. 257–268.

Srivastav A.L., Dhyani R., Ranjan M., Madhav S., Sillanpää M. (2021). Climate-resilient strategies for sustainable management of water resources and agriculture. Environmental Science and Pollution Research 28: 41576–41595.

Summers D.M., Bryan B.A., Crossman N.D., Meyer, W.S. (2012). Species Vulnerability to Climate Change: Impacts on Spatial Conservation Priorities and Species Representation. Glob. Change. Biol. 18: 2335–2348.

Talhouk, S.N., Fabian, M., Dagher, R. (2015). Landscape Plant Database. Department of Landscape Design & Ecosystem Management, American University of Beirut. (http://landscapeplant.aub.edu.lb, 03 Oct 2024)

Thomas C.D., Cameron A., Green R.E., Bakkenes M., Beaumont L.J., Collingham Y.C., Erasmus B.F.N., de Siqueira M.F., Grainger A., Hannah L., Hughes L., Huntley B., van Jaarsveld A.S., Midgley G.F., Miles L., Ortega-Huerta M.A., Peterson A.T., Phillips O.L., Williams S.E. (2004). Extinction Risk from Climate Change, Nature 427: 145–148.

Thuiller W., Midgley G.F., Hughes G.O., Bomhard B., Drew G., Rutherford M.C., Woodward I.F. (2006). Endemic Species and Ecosystem Sensitivity to Climate Change in Namibia. Global Change Biology 12: 759–776.

Tuğan K. (2014). İklim Değişikliği ve Şehirler. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni 19: 35-42.

UCCE, online, (2024). About University of California Cooperative Extension: Trees and Vines. https://www.sjvtandv.com/about-ucanr, Erişim Tarihi: 25.09.2024

Uysal Oğuz C. (2010). İklim Değişikliği ile Mücadelede Yerel Yönetimlerin Rolü: Seattle Örneği. Yönetim ve Ekonomi 17(2): 25–41.

Watson J.E.M., Iwamura T., Butt N. (2013). Mapping Vulnerability and Conservation Adaptation Strategies Under Climate Change. Nature Climate Change 3: 989–994.

Wiström, B., Emilsson, T., Sjöman, H., Levinsson, A. (2023). Experimental Evaluation of Waterlogging and Drought Tolerance of Essential Prunus Species in Central Europe. Forest Ecology and Management 537, 120904, ISSN 0378-1127.

***Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière subsp. *cilicica* (Toros Göknarı) PINACEAE**

30-40 m boylara ulaşabilen her dem yeşil iğne yapraklı bir ağaçtır. Konik bir tepe yapısına ve yürek kök sistemine sahiptir. Dalları kalın ve gövde kabuğu ileri yaşlarda çatlaklıdır. İğne yapraklar 2-4 cm uzunluğundadır ve alt yüzlerinde iki adet stoma bandı yer alır. Çoğunlukla 1200 m'nin üzerinde yüksek rakımlı bölgelerde yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** Dişi çiçeklerde gelişme nisan ortasından başlayarak mayıs ortalarına doğru gerçekleşir. Haziran ayının ilk haftasından sonra ise brahteler tümüyle kapanır. Erkek çiçek tomurcukları nisan ortasında patlamaya başlar, nisan sonunda ise polen keseleri iyice belirginleşir. Polen dağılımı ise mayıs başından (5-7) sonuna yakın zamana değin (14-21) devam eder. Mayıs sonunda ise çiçek kurulları ağaçtan dökülür (Keskin ve Şahin, 1989).

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz (dağ) elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** İğne yapraklı tür olması ile kuraklığa uyumludur.

***Acer monspessulanum* L. subsp. *oksalianum* Yalt. (Bey Akçaağacı) SAPINDACEAE**

10-12 m kadar uzayabilen kısa boylu bir ağaçtır. Çoğunlukla geniş, yayvan tepeli ve sık dallıdır. Gövde kabuğu koyu gri renkli ileri yaşlarda çatlaklıdır. Sonbaharda dökülen yapraklar hafif derimsi yapıda ve sürgünlere karşılıklı dizilmiştir. Loblu yaprakların alt yüzü yünsü tüylüdür, 3-6 cm uzunluğunda ve 3-7 cm genişliğindedir. Çoğunlukla karışık ormanlar, kayalık yamaçlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme:** Kısa vejetasyon periyoduna sahiptir, nisan-mayıs aylarında çiçeklenir. 1000-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Koruma Durumu**: Endemik, **(IUCN: VU)**

**Kurakçıl Karakterleri:** Loblara ayrılmış derimsi yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Aethionema marashicum* P.H.Davis (Maraş Kayagülü) BRASSICACEAE**

10-24 cm boylanan yarı çalımsı bir bitkidir. Bodur bir gövde yapısına sahip olup yükselen dalları mevcuttur, gövde boyunca yapraklıdır. Yapraklar uzunlamasına kaşık şeklinde, alttakiler karşılıklı dizili ve uçları geniş, üsttekiler iki sıralı sarmal ve hafif sivrice, 5-10 x 1-2 mm, 1 damarlı. Çiçek kurulu kısa, 1-2 cm uzunluğunda ve tam 1-5 cm genişliğinde, yoğun yalancı şemsiye tipinde. Çanak yapraklar 2 mm, mor. Çiçekleri uçuk pembe renkli; taç yapraklar 5 mm, uçları hafifçe içeri girintilidir. Stamenler 2-2,5 mm. Ovüller 4 adet. Olgun silikula meyve özellikleri bilinmiyor. Mayıs ayında çiçek açmaktadır. Kayalık kireçtaşı yamaçlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 1600-1615 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** Doğu Akdeniz elementi

**Koruma Durumu**: Endemik, (**IUCN: NT**)

**Kurakçıl Karakterleri:** Boyut olarak küçük yapraklar kuraklığa uyumda daha az su tüketimini sağlar.

***Ampelopsis orientalis* (Lam.) Planch. (Bikir Asması) VITACEAE**

Liyan grubunda, sarılıcı ve tırmanıcı formda çok yıllık odunsu bir türdür. Almaçlı dizili yapraklar 1-2

**Şekil 4.** *Abies cilicica subsp. cilicica* (a), *Acer monspessulanum subsp. oksalianum* (b), *Aethionema marashicum* (c), *Ampelopsis orientalis* (d)

ternat ya da tüysü olabilen bileşik yapıda ve kenarları dişlidir. Genellikle yol kenarları, tarlalar ve yamaç arazilerde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-8, 350-2700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı yaprakları sayesinde kuraklığa uyum sağlar.

### *Amygdalus arabica* Oliv. (Arap Bademi) ROSACEAE

Yaprak döken, 2-5 m kadar boylanan küçük bir ağaççık ya da çalıdır. Sürgünler köşeli ve yeşil renklidir. Yapraklar şeritsi-mızrağımsı (2-4 x 0,3-0,7 cm) şekilde olup çoğunluğu yaz başlarında dökülmektedir. Yazın özümleme görevini yeşil renkli sürgünler üstlenmektedir. Çiçekler pembemsi beyaz renkli ve çiçeklenme mart-nisan aylarındadır. Çevresel uyum kabiliyeti yüksek olup toprak koruma amaçlı erozyon sahalarında iyi gelişim gösterebilmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 600-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Şeritsi-mızrağımsı erken dökülen yaprakları ve yazın özümleme yapan sürgünleri ile kuraklığa dayanıklıdır.

### *Amygdalus communis* L. (Badem) ROSACEAE

Yaprak döken, 8-10 m kadar boylanan küçük bir ağaçtır. Ağacın tepe tacı yayvan, gövde kabuğu küçük pullu ve genç sürgünler kırmızımsı renklidir. Yapraklar saplı, derimsi yapılı, şeritsi-mızrağımsı (2,5-9 x 2-3 cm) şekilde olup tüysüz veya genç yaprakların alt yüzü tüylüdür. Çiçekler pembemsi beyaz renkli ve çiçeklenme mart-nisan aylarındadır. Çiçeklenme süresi 9-10 gündür. Genellikle 150-1800 m yükseltiler arasında taşlıklı yamaçlar, çalılıklar ve meşe baltalıklarında yayılış göstermektedir. Lezzetli meyveleri (çağla) ve yenebilen tohumu nedeniyle pek çok bölgemizde yetiştirilmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 150-1800 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle küçük grimsi ve derimsi yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Amygdalus orientalis* Mill. (Payam) ROSACEAE**

Yaklaşık olarak 3 m kadar boylanan, az dikenli bir çalıdır. Çok dallı ve sürgünler yünsü tüylüdür. Yapraklar ters yumurtamsı-eliptik şekilde (3-4 x 1,5-2 cm), her iki yüzü de beyaz yünsü tüylüdür. Açık pembe renkli çiçekler nisan-mayıs aylarında açmaktadır. Kireçli kayalık yamaçlarda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, 600-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Tüm yüzeylerinde yünsü tüylü olan yaprakları ve gövdeleriyle step alanlarında yayılış gösterir ve kuraklığa son derece uyumludur.

***Anagyris foetida* L. (Zivircik) FABACEAE**

Güçlü, kötü kokuya sahip 1-3 m boyunda bir çalı türüdür. Eliptik üç yaprakçıktan (üçgül) oluşan bileşik bir yaprağa sahiptir ve tüylüdür. Kulakçıklar mızrak şeklinde ve oldukça küçüktür. Çiçekler kısa salkım şeklinde kurullar oluşturur ve 2-12 adet çiçek genellikle yaşlı gövdelerden ve mahmuz gibi sürgünlerden çıkar. Çanak yapraklar çan şeklinde, eşit olarak beş lobludur. Taç yapraklar pirinç sarısı renkte, 20-25 mm, kanatları kayıkçıktan daha kısa, bayrakçık kısmının ise tam iki katı uzunluktadır. Erkek çiçekler serbesttir. Legümen meyve 7-20 x 1-2 cm, iri, yan kenarlarından basık, yarılan tipte ve tüysüzdür. Genellikle sahilden 1000 m'ye değin yükseltiler arasında kayalık yamaçlarda ve yaprak döken ormanlarda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 0-1000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Üç parçalı tüylü bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Anarrhinum orientale* Bentham (Süpürgeotu) PLANTAGINACEAE**

Dipten itibaren çok gövdeli, 60-90 cm boylanan, dik duran yarı çalımsı bir türdür. Taban yaprakları erkenden solar, gövde yaprakları ise çok sayıda ve almaçlı dizilidir. Çiçeklenme nisan-ağustos aylarında gerçekleşmektedir. Genellikle kireçli kayalık yamaçlarda ve bozkırlarda yayılış göstermektedir.

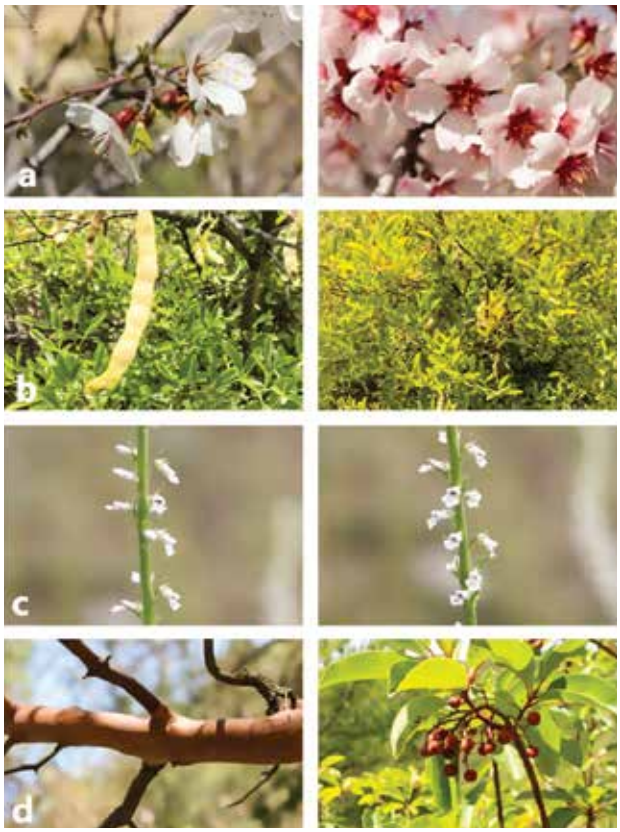
**Çiçeklenme ve Yükselti:** (4)-5-7-(8), 150-2100 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** İnce gövdeli olması ve taban yapraklarının erkenden solması ile kuraklığa uyum sağlamaktadır.

***Arbutus andrachne* L. (Sandal Ağacı) ERICACEAE**

12 m'ye kadar boylanabilen, her dem yeşil boylu bir çalıdır. Gövde kabuğu büyük levhalar hâlinde dökülür, alttan çıkan taze kabuk sonraları kiremit kırmızısı bir renk almaktadır. Yapraklar yumurtamsı şekilde (7-10 x 4-6 cm boyutlarda), tam kenarlı ve derimsi yapılıdır. Çiçekler bileşik salkım şeklinde kurullar oluşturmakta, çiçeklenme mart-mayıs aylarında




**Şekil 5.** *Amygdalus orientalis* (a), *Anagyris foetida* (b), *Anarrhinum orientale* (c), *Arbutus andrachne* (d)

gerçekleşmektedir. Genellikle maki vejetasyonunda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 0-850 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Derimsi yapıdaki yaprakları ve kalın kütiküla yapısı ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Asparagus acutifolius* L. (Kuşkonmaz, Tilkişen) ASPARAGACEAE**

Genellikle 30-150 cm boylanabilen uzun sürünücü veya tırmanıcı gövdeye sahip odunsu çalıdır. Kısa sürgünler değişime uğrayarak yapraksı gövdelere (kladot) dönüşmüştür. Uçları iğnemsi olan (3-10 cm x 0,2-0,4 mm uzunluğunda) kladotların 5-10 adeti bir araya gelerek demetler oluşturmaktadır. Çiçekler çan biçiminde tek ya da küçük demetler hâlinde bulunur. Çiçeklenme sonbaharda gerçekleşmektedir. Çam ormanları, makilikler ve yol kenarlarında yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 8-9, 0-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Yaprakların körelmesi ve sürgünlerin kladotlara dönüşmesi kuraklığa karşı geliştirilen bir mekanizmadır.

***Atraphaxis billardieri* Jaub. & Spach (Teke Buğdayı) POLYGONACEAE**

60 cm'ye kadar boylanan bir çalı türüdür. Gövde gençlikte açık gri renkli ve kabarcıklı, ileri yaşlarda koyu kahverengi-siyah renklidir. Yapraklar oldukça küçük, parlak yeşil, yumurtamsı eliptik şekilli ve ağsı damarlıdır. Kayalık yamaçlar ve bozkırlarda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-7, 1300-2600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Litofitik karaktere sahip olan bu tür kurak kayalar üzerinde gelişmekte ve oldukça küçük yaprakları ile kuraklığa dayanabilmektedir.

***Berberis crataegina* DC. (Karamuk) BERBERIDACEAE**

Yaprak döken, 2 m'ye kadar boylanabilen dikenli bir çalıdır. Genç sürgünler morumsu-kahverengi ve cilalı görünümlüdür. Yapraklar dar yumurtamsı, boyu eninin 3 katından fazla, kenarları kaba dişli ya da tamdır. Çiçekler kurullar hâlinde 6-15 adedi bir arada bulunur, çiçeklenme mayıs-haziran aylarında gerçekleşir. İyi bir çit bitkisidir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-6, 800-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi:** İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli ve küçülmüş yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Berberis vulgaris* L. (Kızıl Karamuk) BERBERIDACEAE**

Dikenli, 2 m'ye kadar boylanan, yaprak döken bir çalıdır. Genç sürgünler üzerinde siyah lentiseller bulunan sarı kabuklu, yaşlı gövdeler ise gri renktedir. Yapraklar eliptik yumurtamsı ya da ters yumurtamsı şekle sahiptir. Sarı renkli çiçeklerin 15-20 adedi aşağı sarkan kurullar oluşturmaktadır. Çiçeklenme mayıs ayında gerçekleşmektedir. Ağaçlık ve çalılık alanlarda yayılış göstermektedir.

Çiçeklenme ve Yükselti: 5, 900-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli ve küçülmüş yaprakları kuraklığa uyumludur.

**Şekil 6.** *Asparagus acutifolius* (a), *Atraphaxis billardieri* (b), *Berberis crataegina* (c), *Berberis vulgaris* (d)

***Calicotome villosa* (Poir.) Link. (Keçiboğan) FABACEAE**

Kalın dikenli, 3 m'ye kadar boylanabilen, dik gövdeli, yaprağını döken bir çalıdır. Genç sürgünler yoğun yünsü tüylü, üç yaprakçıklı bileşik yaprağa sahiptir. Yaprakçıklar 5-15 mm boyunda ters yumurtamsı, alt yüzleri yoğun kısa yünsü tüylü üst yüzleri ise çıplaktır. Çiçeklerin 3-5(-12) adedi bir arada şemsiye şeklinde kurullar oluşturur. Çiçeklenme mart-haziran aylarında gerçekleşmektedir. Legümen meyve 30-50 x 8-10 mm boyunda yoğun yünsü tüylüdür. Doğu

Akdeniz havzasına özgü olan Keçiboğan, genellikle maki vejetasyonunda ve kayalık alanlarda yetişmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-6, 0-900 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Yoğun yünsü tüylü ve dikenli sürgünleri, üç yaprakçıklı bileşik yapraklarıyla kuraklığa uyumludur.

**_Capparis spinosa_ L. (Kapari, Kebere) CAPPARACEAE**

Dağınık ve çoğunlukla yere yatık formlu dikenli bir çalıdır. Yapraklar genişçe, hemen hemen dairemsi ve çıplaktır. Çiçekler gösterişli, dört parçalı, petalleri beyazımsı renklidir. Çiçeklenme temmuz-ağustos aylarında gerçekleşmektedir. Genellikle tarla kenarları, açıklık boş alanlarda, yol şevlerinde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 7-8, 0-250 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli sürgünleri, yere yatık formuyla kuraklığa dayanıklıdır.

**_Cedrus libani_ A.Rich. (Katran Ağacı, Toros Sedri) PINACEAE**

Uzun ömürlü yaprak dökmeyen her dem yeşil ağaçlardır. Gençlikte piramidal yaşla birlikte yayvan tepe yapısına sahip olup 40-50 m'ye kadar boylanabilir. Gövde kabuğu çatlaklı, dallar yatay yönde uzanmaktadır. İğne yapraklar 10-40 mm uzunluğunda, biraz yassı, akut, sıklıkla gümüşi çizgilerle mavimsi yeşil renkli görülür, sivri uçludur. Olgun kozalaklar fıçı biçiminde-oval, 6-9 cm. Saf ya da karışık meşcerelerde 1000 m'nin üstünde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 9-10, 1000-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz (dağ) elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** İnce iğne yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

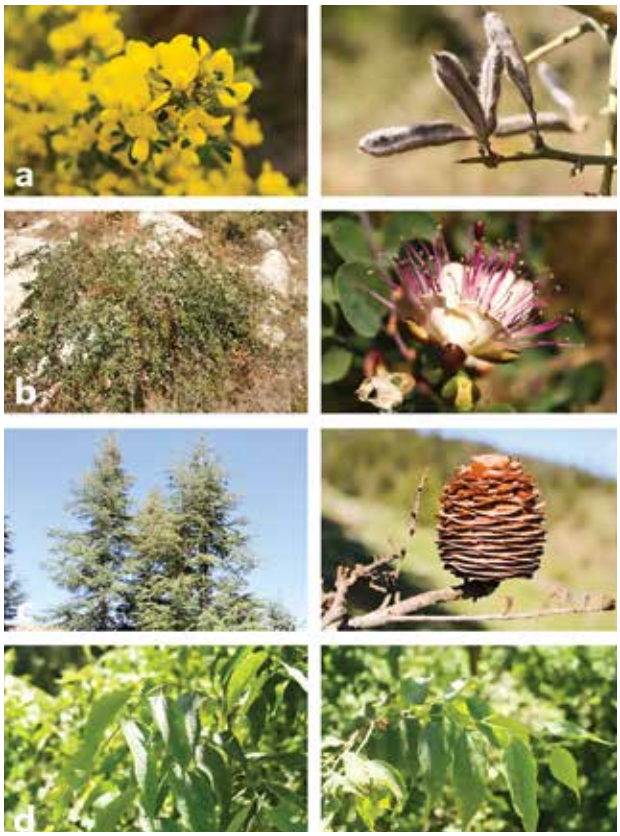
**_Celtis australis_ L. subsp. _australis_ (Çitlembik, Dardağan) CANNABACEAE**

Gövde kabuğu çatlaksız, 20-25 m kadar boylanan yaprak döken bir ağaçtır. Genç sürgünler kadifemsi tüylüdür. Yapraklar dipten itibaren üçlü damarlı ve belirgin saplıdır (1,5-2 cm). Yumurtamsı-mızrağımsı yapraklar 4-12(-15) x (2-)3-4(-5) cm boyutlarında ve yaprak tabanı asimetrik yaprak ucu uzun damla uçludur. Yaprak kenarları testere dişli, üst yüzü sert tüylü alt yüzü ise kadifemsi tüylüdür. Çiçeklenme mart-mayıs ayları arasında gerçekleşmektedir. Çekirdekli sulu meyve 9-12 mm çapında, olgunlaştığında siyahımsı renktedir, yenebilir. 1000 m'ye kadar genellikle açık kayalık yamaçlar ve çalılıklarda nadiren orman içlerinde tek tek bireyler hâlinde yetişmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4(-5), 50-700(-1000) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Sert ve kadifemsi tüylü yaprakları ile kuraklığa uyumludur.




**Şekil 7.** *Calicotome villosa* (a), *Capparis spinosa* (b), *Cedrus libani* (c), *Celtis australis subsp. australis* (d)

### *Centaurea ptosimopappa* Hayek (Meşe Sarıbaşı) ASTERACEAE

Yaklaşık 1-1,80 m boylanabilen çıplak dallı çalımsı bir bitkidir. Yapraklar sert, derimsi yapıda, her iki yüzü de çıplak ancak yaprak kenarları yünlü tüylüdür. Yaprak şekli mızraksıdan ters yumurtamsıya değişen şekildedir. Çiçekler sarı renklidir, çiçeklenme haziran-eylül ayları arasında gerçekleşmektedir. Çoğunlukla çam ve meşe ormanlarında yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-9, 150-1350 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Koruma durumu:** Endemik, (**IUCN: VU**)

**Kurakçıl Karakterleri:** Sert, derimsi yapıdaki yapraklarıyla kuraklığa dayanıklıdır.

### *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. (Mahlep) ROSACEAE

Boylu bir çalı ya da 10-15 m'ye kadar boylanan kışın yaprağını döken 25-80 x 15-60 mm boyutlarında küçük bir ağaçtır. Yapraklar dairemsi veya genişçe yumurta biçiminde, kenarları dişli, çıplak ya da alt yüzü damarlar boyunca hafif tüylüdür. Çiçeklerin 6-12 adedi gevşek kurullar oluşturur. Beyaz renkli çiçekler hoş kokuludur ve çiçeklenme mart-mayıs aylarında gerçekleşmektedir. Önceleri sarı renkli meyveler olgunlaştığında kırmızıya ve siyaha dönmektedir. Kireçli dağlık yamaçlarda, maki ve meşe çalılıklarında yetişmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 300-1850 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Küçük boylu bir ağaç olması ve kireçli dağlık yamaçlarda yaşayabilmesi ile kuraklığa uyumludur.

### *Cerasus microcarpa* (C.A.Mey.) Boiss. subsp. *microcarpa* (Yaban Kirazı) ROSACEAE

Fazla boylanmayan (-3 m'ye kadar), zaman zaman sürünücü formlu çok gövdeli bir çalıdır. Hemen hemen dairemsi olan yapraklardan kısa sürgün üzerinde yer alanlar yaklaşık 2 cm, uzun sürgünler üzerinde yer alanlar ise 5 cm kadardır. Çiçekler teker teker ya

da ikili, taç yapraklar beyaz veya hafif pembemsi ve 4-5 mm kadar, çiçeklenme nisan-mayıs aylarındadır. Çoğunlukla açık düzlüklerde ve kireçli yamaçlarda görülür.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, düşük yükseltilerden 1300 m rakıma kadar

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Küçük yaprakları ve kısa vejetasyon periyodu ile kuraklığa dayanıklıdır.

**C*erasus prostrata* (Labill.) Ser. (Taş Kirazı) ROSACEAE**

Sürünücü veya yastık şeklinde 1 m'ye kadar boylanan bir çalıdır. Yapraklar yumurtamsı, uzunluğu genişliğinin 1,5-2,5 katı, kısa sürgün üzerindekiler 10-12 mm kadar, uzun sürgün üzerindekiler ise 20 mm kadar uzunlukta olup alt yüzleri yünsü tüylüdür. Çiçekler tek tek bulunur, taç yapraklar kırmızımsı pembe renklidir. Çiçeklenme nisan-haziran aylarındadır. Kayalık alanlarda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 640-2400 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Sürünücü formda bir litofitik olması ve küçük yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

**C*eratonia siliqua* L. (Keçiboynuzu) FABACEAE**

Her dem yeşil boylu bir çalı ya da kısa boylu bir ağaçtır (3-10 m). Yapraklar 3-5 parçalı bileşik yapraktır.

**Şekil 8.** *Centaurea ptosimopappa* (a), *Cerasus mahaleb* (b), *Cerasus microcarpa subsp. microcarpa* (c), *Cerasus prostrata* (d)

Eliptik dairemsi olan yaprakçıklar derimsi yapılı, üst yüzü parlak koyu yeşil alt yüzü ise açık yeşil renklidir. Kurul şeklindeki çiçekler yeşil renkli, hermafrodit ya da tek eşeylidir ve çiçeklenme eylül-kasım aylarındadır. Maki içinde ve kumul tepeliklerde bulunmaktadır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 9-11, 0-300 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı ve derimsi sert yaprakları kuraklığa uyumunun göstergesidir.

***Cercis siliquastrum* L. subsp. *siliquastrum* (Erguvan) FABACEAE**

Yaprağını döken boylu bir çalı çoğunlukla da küçük bir ağaçtır. Yapraklar dairemsi, dibi yürek şeklinde yaklaşık 7-12 cm çapındadır. Yapraklanmadan önce çiçeklenir. Parlak morumsu renkli çiçekler demetler hâlinde, kısa sürgünler üzerinde ya da gövde de bulunurlar.

Çiçeklenme nisan-mayıs aylarındadır. Kahverengi legümen meyveler 6-10 cm boyunda ve 1,5-2 cm enindedir. Maki ve yaprak döken orman içlerinde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, 0-1370 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Yapraklanmadan önce çiçeklenme kuraklığa uyumun bir diğer göstergesidir.

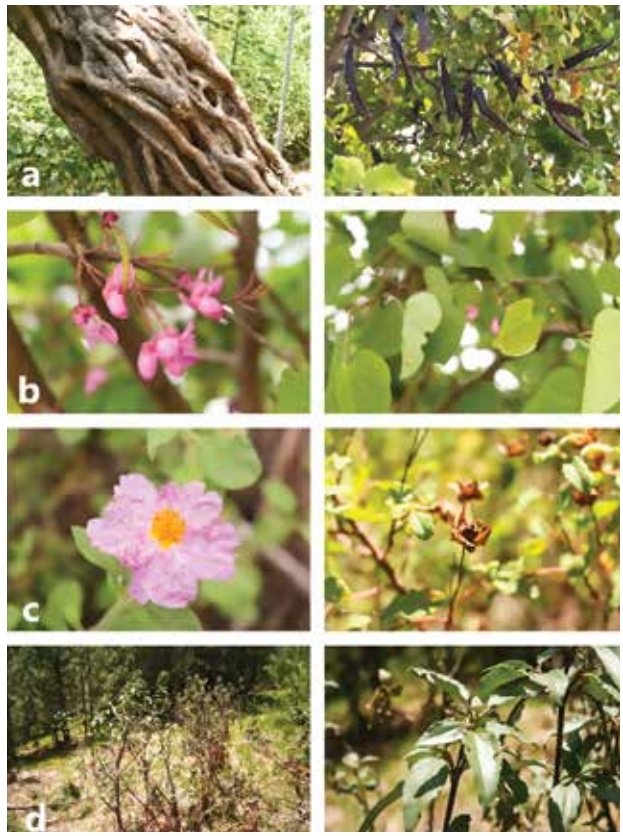
**C*istus creticus* L. (Pembe Çiçekli Laden) CISTACEAE**

Fazla boylanmayan (0,3-1 m) bir çalıdır. Dairemsi yapraklar karşılıklı diziliş göstermektedir. Pembe renkli çiçeklerin 1-6 tanesi bir arada simoz kurullar oluşturur. Kapsül meyveler yoğun yatık tüylüdür. Çiçeklenme mart-haziran aylarındadır. Maki ve Garig vejetasyonu içerisinde yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-6, 0-1000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Yapışkan salgı tüylere sahip yaprakları ile kuraklığa uyumludur.




**Şekil 9.** *Ceratonia siliqua (a), Cercis siliquastrum subsp. siliquastrum (b), Cistus creticus (c), Cistus laurifolius (d).*

***Cistus laurifolius* L. (Karağan, Defne Yapraklı Laden) CISTACEAE**

Yaklaşık olarak 1-3 m kadar boylanabilen bir çalıdır. Yapraklar defne bitkisine çok benzer ve derimsidir. Şekil olarak yumurtamsı, bazen mızraksı ve sivri uçludur. Yaprakların üst yüzü çıplak ve yapışkan, alt yüzü ise gri renkli ve yoğun yünsü tüylüdür. Yan durumlu simoz kurullarda 3-5 adet çiçek bulunur. Beyaz renkli çiçekler mayıs-haziran aylarında açar. Akdeniz ardı makilik alanlarda, çoğunlukla da Karaçam'ın alt florasında yer almaktadır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-6, 500-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derimsi yaprakları ve kalın kütiküla tabakası ile kuraklığa uyumludur.

**_Cistus salviifolius_ L. (Adaçayı Yapraklı Laden, Kartli) CISTACEAE**

En fazla 50 cm kadar boylanan kısa boylu bir çalıdır. Yumurtamsı eliptik şekilli yaprakların alt ve üst yüzü yıldız tüylerle kaplıdır. Yan durumlu simoz çiçek kurullarında 3-5 adet çiçek bulunur. Uzun saplı çiçekler beyaz renkli 2-4 cm genişliğindedir ve mart-mayıs aylarında çiçeklenir. Kalker anakayası üzerindeki maki ve garig vejetasyonu içerinde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 0-500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Her iki yüzü de tüylü, kalın ve kaba yaprakları su tüketimini azaltır, bu özelliği ile kuraklığa dayanıklıdır.

**_Colutea cilicica_ Boiss. & Balansa (Patlangaç) FABACEAE**

Kışın yaprağını döken, 5 m'ye kadar boylanan bir çalı türüdür. Bileşik yapraklarda 4-5 çift yaprakçık olup yaprakçıklar eliptik veya ters yumurtamsı şekle sahiptir ve 3 cm kadar büyürler. Sarı renkli çiçekler 2-2,2 cm'dir. Çiçeklenme nisan-eylül aylarındadır. Legümen meyveler şişkin bir yapıya sahiptir. Yüksek dağ stebi toplulukları içerisinde, Çam ve Meşe ağaçları arasında, maki ve frigana vejetasyonunda yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-9, 100-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

**_Cotinus coggygria_ Scop. (Boyacı Sumağı) ANACARDIACEAE**

5 m'ye kadar boylanabilen kışın yaprağını döken bir çalıdır. Saplı basit yapraklar hemen hemen dairemsi ila geniş eliptik şekildedir ve sürgünlere almaçlı dizilidir. Taç yapraklar beyazımsı yeşil, 1-2 mm. Erdişi çiçekler salkım şeklinde kurullar oluşturur, çiçeklenme nisan-haziran aylarındadır. Drupa meyve eğik ters ovat, buruşuk, 4-5 x 3-4 mm boyutlarındadır. Maki, çalılıklar ve orman içlerinde yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 0-1300 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Mumsu bileşiklerle kaplı yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

**_Cotoneaster nummularius_ Fisch. & C.A.Mey. (Dağ Muşmulası) ROSACEAE**

Yaklaşık 2,5 m kadar boylanan bir çalıdır. Yapraklar 4,5 x 3 cm kadar, genişçe eliptik veya dairemsi, üst yüzü çıplak alt yüzü grimsi yünsü tüylü, nadiren çıplaktır. Çiçekler 3-7 adedi bir arada yoğun

**Şekil 10.** *Cistus salviifolius* (a), *Colutea cilicica* (b), *Cotinus coggygria* (c), *Cotoneaster nummularius* (d)

kurullar oluşturur. Taç yapraklar beyaz renkli, çanak yapraklar ve çiçek tablası yünsü tüylüdür. Çiçeklenme nisan-haziran ayları arasındadır. Kırmızı renkli meyveleri 6-8 mm küremsi, önceleri üzeri tüylü olgunlaştığında çıplak ve 2 tohumludur. Kireçli kayalık yamaçlar, step alanları ve çalılık ve küçük ağaç topluluklarında yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, (300)-800-2300-(3100) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Arkası yünsü tüylü ve oldukça küçük ebattaki yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Crataegus azarolus* L. (Alıç, Müzmüldek) ROSACEAE

Yaklaşık 8 m'ye kadar boylanan küçük bir ağaç ya da boylu bir çalıdır. Ters yumurtamsı yapraklar çoğunlukla 3-5 loblu ve yaklaşık 5 cm boyundadır. Çiçekler beyaz renkli 12-16 mm çapında, 3-18 tanesi bir arada yoğun kurullar oluşturur. Çiçeklenme nisan-haziran ayları arasındadır. Meyve küremsi, 12-18 mm, çıplak veya seyrek tüylü, 2-3 tohumludur. Meşe çalılıkları, kireçli kayalık alanlarda, 0-1600 m yükseltiler arasında yayılış göstermektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, 0-1600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Loblu yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Cupressus sempervirens* L. (Servi) CUPRESSACEAE

Dalları dört köşeli, monoik, yatay dallı ya da piramit formlu ağaçtır. Pulsu yapraklar dört sıra üzerine kiremit gibi üst üste dizilmiştir. Erkek çiçekler 7 x 1,5-2 mm boyutunda 10-15 puldan oluşan küçük bir kozalak görünümündedir. Dişi çiçekler döllendikten sonra 2-3 x 2-2,5 cm boyutunda kozalaklara dönüşür. Kozalak pulları kahverengimsi yeşil renkli düzensizdir. Kireçli kayalık yamaçlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** Erken ilkbahar, 300-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kiremitvari pulsu yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

**_Cytisopsis dorycniifolia_ Jaub. & Spach (Kedi Tırnağı) FABACEAE**

30 cm kadar uzayabilen çoğunlukla yerde sürünücü formda bir çalı türüdür. 5-7 kaşıksı şerit şeklinde ışınsal bileşik yapraklara sahiptir. Yaprakçıklar 7-12 mm uzunluğunda ve ince ipeksi tüylüdür. Çiçekler ise kurulda 1-3 adettir. Çiçeğin taç yaprakları altın sarısı, çanak yaprakları ise kırmızımsı renktedir. Legümen meyvesi 15-20 x 4 mm ebadında, kırmızımsı renktedir. Mart-haziran arasında çiçeklenir ve meyvelenir. Çoğunlukla düşük yükseltideki makilik alanlarda yumuşak, beyaz, gözenekli, tortul karbonat kayalar veya serpantin üzerinde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-6, 50-1700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Erken çiçeklenme ve ışınsal bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

**_Cytisus scoparius_ (L.) Link (Kuş Çubuğu) FABACEAE**

2 m yüksekliğe kadar dik, çok dallı çalıdır. Dallar, özellikle gençken genellikle belirgin şekilde çıkıntılı veya kanatlıdır. Yapraklar genellikle 3 yapraklı ve daha sonra saplıdan sapsıza doğru fakat aynı zamanda genç dallarda 1 yapraklı ve sapsız. Yaprakçıklar 6-15 x 1-5-7 mm, eliptik ila obovat, tüysüz ila seyrek tüylü. Çiçekler yaprak koltuğunda, tek veya çiftler hâlinde bulunur. Çiçek sapı 6-10 mm, ince. Çanak yapraklar c. 5 mm, tüysüz. Standart 15-18 mm, tüysüz. Legümen meyve dar dikdörtgen şeklinde, kenarları boyunca yoğun kahverengi veya beyazımsı tüylerle kaplıdır. Kumullardaki makilik alanlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-7, 0-100 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Çok küçük ve parçalı yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Daphne gnidioides* Jaub. & Spach (Sıyırcık) THYMELAEACEAE**

Dik duran (0,5-2 m) bir çalı türüdür. Yapraklı kısımlarda kahverengi veya gri tüylü dalları mevcuttur. Yapraklar sapsız, sert, dar eliptik veya ters mızraksı, (10-)16-30(-40) x 2,5-5 mm, küçük dikenli, tüysüz. Çiçekler 3-12(-18) adet ve terminal kümeler hâlinde bulunur, çiçek sapları 6 mm'ye kadar uzar. Brahteler 2-3 adet, mızrak şeklinde, 3-4 x 0,5 mm, tüysüzdür ve dökülür. Çiçek örtüsü kalıcı, 8-10 mm, koyu sarı veya açık pembe, tüylü; loblar dikdörtgen-oval, 3 mm, geniş. Ovaryum tüylü. Meyve oval, 5-7 mm, turuncu-kırmızı. Kireçtaşı kayalıkları, şist, kum taşı, gevşek volkanik toprak, bozulmuş *Quercus coccifera-Arbutus* makilikleri, aşırı otlatılmış friganalar ve *Pinus brutia* (Kızılçam) ormanlarında bulunurlar.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-8, 0-1150 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Şekil 11.** *Crataegus azarolus* (a), *Cupressus sempervirens* (b), *Cytisopsis dorycniifolia* (c), *Daphne gnidioides* (d)

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu gövdesi, kalınlaşmış ve sertleşmiş yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Daphne oleoides* Schreber subsp. *oleoides* (Gövçek) THYMELAEACEAE

Çok dallı dik çalı, 15-60 cm. Genç sürgünler kırmızımsı kahverengi, yoğun ipeksi tüylü. Yaşlı dallar tüysüz, kabuk grimsi. Yapraklar sapsız veya çok kısa saplı 1-2 mm ve dökülür. Ters yumurta (obovat), ters mızraksı veya eliptik şekilde 10-25(-30) x (3-)4-6(-9) mm, geniş ölçüde akut, geniş veya mukrolu, sarımsı, kenarlar kalınlaşmış. Genç yapraklar yoğun veya seyrek beyaz tüylü, üst yüzeyde genellikle tüysüz. Çiçekler sapsız, kokulu, 3-6'lık terminal kümelerinde. Brahte yok veya küçük, üçgen-ovat, 2 x 1 mm, akut, dökülür. Çiçek örtüsü 10-16 mm, beyaz veya kremsi beyaz, yatık tüylü veya ince ve düz ipeksi tüylü; loblar akut. Ovaryum tüylü. Meyve oval, 4-6 mm, turuncu-kırmızı renkte. Kireçtaşı yamaçları ve çatlaklar, *Quercus* çalılıkları, *Pinus nigra* ormanı, *Astragalus-Acantholimon* bozkırı, dere ve yol kenarlarında yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-8, 1050-3200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu öbek oluşturan gövdesi, dökülen kalınlaşmış ve sertleşmiş yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Daphne sericea* Vahl. subsp. *circassica* (Woronow ex Pobed.) Halda (Havaza) THYMELAEACEAE

30-100(-150) cm dik ve boylu bir çalıdır. Genç sürgünler ve dallar kırmızımsı kahverengi, tüylü, yaşlı kısımlar tüysüz, kabuk grimsi. Yapraklar sapsız veya çok kısa saplı 2-3 mm, derimsi yapıda, eliptik veya eliptik ters mızraksı, (15-)25-45(-55) x(5-)8-11(-14) mm, geniş veya geniş akut, eş eksenli yüzey sarımsı ve tüysüz, eksen dışı yatık yumuşak, düz tüylü, kenarlar içe doğru yarı kıvrık ve kalınlaşmıştır. 5-10 arası çiçekler terminal veya yaprak koltuğundaki salkımlarda, sapsız, ± kokulu. Brahteler oval veya dikdörtgen,

4-6(-8) x 5-6 mm, geniş, uzun ve sivri uçlu, uzun yumuşak tüylü, brahteler zamanla dökülür. Çiçek örtüsü 10-17 mm, pembeden kahverengimsi sarıya değişen renkte; loblar oval veya dikdörtgen, 3-6 x 2,5-5 mm, geniş veya geniş akut. Yumurtalık tüylü. Meyve oval, 5-6 mm, turuncu-kırmızı. Kireçtaşı, serpantin ve şist üzerinde, açık *Pinus brutia* ormanlarında, *Quercus coccifera-Arbutus* maki alanlarında yayılır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** : 2-5, 0-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derimsi yapıda ve kenarları içe doğru kıvrık ve kalınlaşmış yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Elaeagnus angustifolia* L. (İğde) ELAEAGNACEAE

7 m'ye kadar ulaşan çok yaygın çalı veya ağaç. ± dikenli, genç bireyler ve yapraklar gümüş pullarla kaplıdır. Yaprak ölçüleri 2-8 x 1-3 cm kadardır. Yapraklar ± çiçeklerle birlikte ortaya çıkarlar. Çiçek örtüsünün dışı gümüşi, içi sarı renkli, 8-10 mm, kuvvetli kokulu. Meyve eliptik dikdörtgen, 10-20(-30) x 6-12(-20) mm, kırmızımsı kahverengi. Akarsular ve nehir kıyılarında bulunur ve ayrıca Türkiye'nin her yerinde yetiştirilir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 0-3000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli gövdeleri ve gümüş pullarla kaplı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

**Şekil 12.** *Daphne oleoides subsp. oleoides* (a), *Daphne sericea subsp. circassica* (b), *Elaeagnus angustifolia* (c), *Erica manipuliflora* (d)

### *Erica manipuliflora* Salisb. (Püren) ERICACEAE

Çok fazla boylanmayan her dem yeşil bir çalı türüdür. Bu cinse ait türlerin çoğu süs bitkisi olarak kullanılmaktadır. Bu tür çoğunlukla kalker, serpantin ve şistli kayaçlarda, açıklık veya Kızılçam (*Pinus brutia*) orman alt florasında yer almaktadır. İhtiva ettiği "ericolin" isimli bir glikozit maddesi tıbbi ilaç maddesi olarak kullanılmaktadır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** (5-)7-11, 0-1530 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Her dem yeşil bir litofitik olmasının yanında küçük ve dar yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Fontanesia phillyreoides* Labill. (Çılbırtı) OLEACEAE**

Yoğun dallı, en fazla 3 m boya kadar ulaşabilen karşılıklı dizilişe sahip basit yapraklı bir çalı türüdür. Genç dallar ince, köşeli, kırmızımsı kahverengi, tüysüzdür. Yapraklar eliptik mızrak şeklinde, 1,5-4,5(-6,5) x 0,6-1,5(-2) cm'dir. Yaprakları tam, tüysüz ve kenarları nadiren çok ince dişlidir. Nisanda açan çiçekleri ağır, aromatik bir kokuya sahiptir. Çiçeklerin taç yaprakları kremsi beyaz ve 4'er parçalıdır. Çiçek salkımları ise kısa boylu, yaprak koltuğunda veya sürgün ucunda kurullar hâlindedir. Zeytingiller familyasındaki diğer türlerden en ayırt edici özelliği ise meyvelerinin kenarlarının kanatlı olmasıdır. Meyveleri 6-9 mm ve eliptiktir. Makilik alanlarda çoğunlukla kuru kayalık yerlerde, Kızılçam (*Pinus brutia*) ormanlarında veya karışık yaprak döken ormanlık alanlarda yetişebilen bir türdür.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4, 150-1550 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derimsi yaprakları ve mumsu kütiküla tabakası ile kuraklığa uyumludur.

***Fraxinus ornus* L. subsp. *cilicica* (Toros Dişbudağı) OLEACEAE**

20 m'ye kadar ulaşabilen bir ağaçtır. Yaşlı gövdelerin kabuğu pürüzsüzdür. Genç dallar gri veya yeşilimsi gri, tüysüzdür. Kış tomurcukları kahverengi veya kahverengimsi gri, ince tüylüdür. Yaprakçıklar 2-4(-5)-çift hâlinde, belirgin saplı (sap 2-18 mm), yumurtamsı ila mızraksı, genellikle 6-10(-13) x (2-)2,5-6 cm, aniden daralan kısa sivri uçlu veya uzun sivri uçlu, yaprakçığın her iki tarafı da tüysüz veya orta damar boyunca ve alttaki ana damarlarda kahverengimsi tüylü, kenar düzgün oymalı veya testere dişli (dişler her iki tarafta 25-45 adet). Salkım çiçek kurulları yapraklı sürgün koltuklarında büyüktür ve uçta yer alır. Çiçekler kokuludur. Taç yapraklar lobları lineer, genellikle 6(-10) mm, stamenlerden daha uzun veya neredeyse eşittir. Meyve doğrusal ters mızraksı, 2-2,5 x 0,3-0,4 cm, samara gövdesi yuvarlaktır ve kaliks gövde üzerinde kalıcıdır. Yaprak döken çalılıklar ve Meşe-Kayacık ormanlarında, ayrıca kireçtaşı kayalıkları üzerinde yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, (600)-900-1450-(2300) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Koruma durumu:** Endemik (**IUCN: LC**)

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Genista albida* Willd. (Ak Borcak) FABACEAE**

Alçak tepecik veya tümsek oluşturan bir çalı (5-15 cm), dalları yoğun bir şekilde yatıktan dik tüylüye değin değişir. Basit yapraklar 3-10 x 1,5-4 mm, sapsız, eliptik ila obovat, yassı ila dik tüylü, bazen üst yüzeyde seyrektir. Çiçekler her brahtenin dip kısmında tek tek veya çiftler hâlinde bulunur, bazen de dalların uçlarına toplanır. Brahteler yapraklar ile

benzer şekilde, çiçek sapları 1,5-3 mm, brahteoller oldukça küçüktür ve çiçek sapının tam ortasında bulunur veya hiç bulunmaz. Çanak yapraklar 5-7 mm, uzun yumuşak tüylü. Standart 9-12(-16) mm, geniş oval, ipek gibi ince tüylü, kanat ve kayık kısmı kadar uzun. Legümen meyve dar dikdörtgenimsi şekilde, yoğun uzun yumuşak tüylü, birkaç tohumlu. Kayalık, genellikle kalkerli yamaçlarda ve *Pinus brutia* ormanlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-6, 700-2200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu tümsek şeklinde gövdeleri, küçülmüş, derimsi ve yoğun dik yatık tüylü yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Genista involucrata* Spach. (Top Borcak) FABACEAE

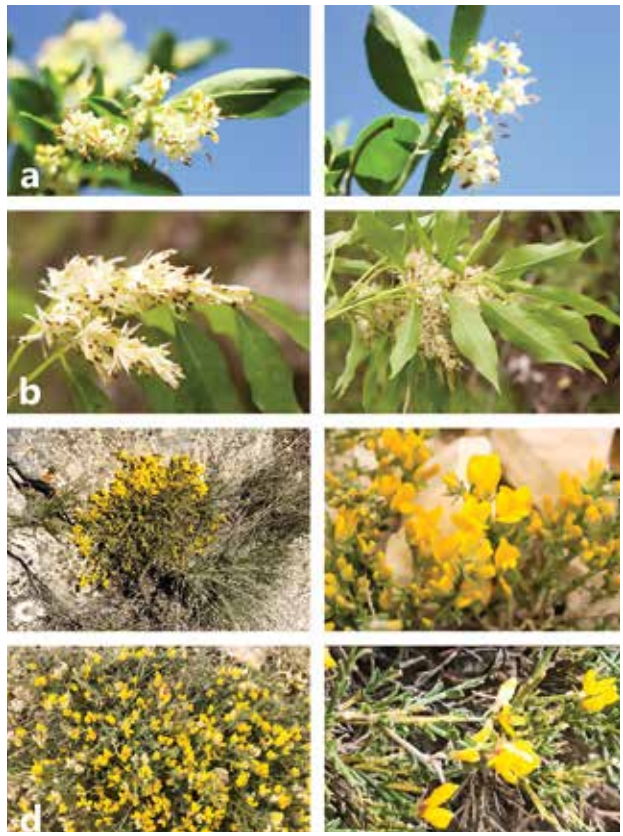
Kısa boylu (5-15 cm) bir çalı türüdür. *G. albida*'dan çiçeklerinin uç kısımda olması, yarı küre şeklindeki salkımları ve çanak yaprakların hemen dip kısmında bulunan belirgin brahteolleri (1-3 mm) ile ayrılır. Yapraklarının her iki yüzeyi de yoğun dik tüyler ile kaplıdır. Makilikler, iğne yapraklı ormanlar, kireçtaşı kayaları ve otlanmış yamaçlarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6, 600-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Koruma durumu:** Endemik (**IUCN: LC**)

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu yere yatık gövdeleri, küçülmüş, derimsi ve yoğun dik tüylü yaprakları ile kuraklığa uyumludur.




**Şekil 13.** *Fontanesia phillyreoides* (a), *Fraxinus ornus subsp. cilicica* (b), *Genista albida* (c), *Genista involucrata* (d)

### *Gonocytisus angulatus* (L.) Spach (Yağlı Borcak) FABACEAE

Dik, ince gövdeli çalı, 1-5 m boyunda. Enine kesitte genç dallar üçgen şeklinde, daha yaşlı dallar çıkıntılı, dallar seyrek olarak yatık tüylü. Yapraklar 3 yaprakçıklı, yaprak sapları genellikle yok veya büyük yapraklarla 1 mm'ye kadar. Yaprakçıklar 4-22 x 1-7 mm, dar eliptik veya dar ters mızraksı, her iki yüzeyi seyrek olarak basık tüylü. Çiçekler kısa terminal salkımlarda yer alır. Brahteler mevcut değil, brahteoller ise 1 mm'den küçük, dökülür. Çiçek sapları 1-2

mm. Çanak yapraklar c. 2 mm. Standart 4-5-8 mm, dikdörtgen ovat, tüysüz, kayıkçıktan daha kısa. Legümen meyve eşkenar dörtgen, kısa, keskin bir uca sahip, seyrek olarak basık tüylü, kaynaşma noktası biraz kalınlaşmıştır. Makilik alanlar ve yamaçlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-8, 0-1000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** İnce gövdesi ve parçalı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Jasminum fruticans* L. (Sarıçiçekli Yasemin, Boruk) OLEACEAE**

Her dem yeşil veya yarı yaprak döken 0,5-2 m boyunda çalıdır. Dalları oldukça ince, dik veya yayvan, açılı, koyu yeşil ve tüysüzdür. Üç parçalı yapraklar sürgüne iki sıralı sarmal şekilde dizilmiştir. Yaprakçıklar ters yumurta veya kaşık şeklinde, 0,7-2(-3) cm uzunluğunda, tabanı geniş veya kama şeklinde, kenarları kirpiksi tüylü. Simoz çiçek kurulu kısa yan dallarda 2-5 çiçeklidir. 5 adet biz şeklinde diş ile çanak yapraklar çan şeklinde. Taç yapraklar sarı renkte, çıkıntı kısmı 12-15 mm çapında, 5 loblu, loblar dikdörtgen, tüpten biraz daha kısa. Üzümsü meyve küre şeklinde, 7-9 mm, parlak siyah veya koyu mavi-mor. Çoğunlukla makilikler ve kuru kayalık bölgelerde, Kızılçam (*Pinus brutia*) ormanı veya karışık yaprak döken ağaçlıkların kenarlarında, meşe makiliğinde veya tarla kenarlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 0-1500 m.

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri**: Üç parçalı derimsi yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Juniperus drupacea* Labill. (Enek, Andız) CUPRESSACEAE**

Geniş bir tepe tacına sahip küçük iki evcikli bir ağaçtır. Yapraklar mızrak şeklinde, sivri uçlu, 11-23 x 3-4 mm, üstte 2 geniş stoma bandı mevcuttur. Kozalaklar 20-25 mm çapında, oval ila yarı küresel, belirgin tepeli, kahverengi ila siyah, buz mavisi dumanlı. 3 adet olan küçük tohumların birleşmesi ile büyük bir kozalak oluşur. Orman veya çalılıklardaki kayalık yamaçlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** (4,5), 1000-1550 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Sert, sivri iğne yaprakları ile kuraklığa oldukça uyumludur.

***Juniperus excelsa* M.Bieb. subsp. *excelsa* (Bozardıç) CUPRESSACEAE**

Çalı veya genellikle 20 m'ye kadar ağaç. Dallar yuvarlak kesitli, 0,7-1,0 mm genişliğinde. En uçta yer alan dallar üzerindeki olgun yapraklar üçgen, eşkenar dörtgen ve sürgün üzerine yatık, 0,6-1,0 mm uzunluğunda, yaprak sırtında belirgin eliptik ila neredeyse dairesel salgı tüyü ile bezeli. Kozalaklar 6-11 (-14) mm, küremsi, morumsu kahverengi ila siyahımsı mor renkte, genellikle mavimsi dumanlı. Tohumlar (2-) 3-6(-8), serbest. Bu tür, Farjon tarafından 2 alt türe ayrılmıştır (Edinb. J. Bot. 49: 251-283, 1992). Bu alt tür Güneydoğu Avrupa'da bir dağılıma sahiptir, Avrupa, Kırım ve ağırlıklı olarak güney Türkiye'den Lübnan'a, diğeri ise Türkiye'nin kuzeyinden Kırgızistan ve Pakistan'a uzanan daha

kıtasal bir hattır. Tür, kuru kayalık yamaçlar, genellikle Toroslarda ağaç hattını oluşturur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** (4,5), 300-2300 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Pulsu yaprakları ile kuraklığa oldukça uyumludur.

***Juniperus foetidissima* Willd. (Kokar Ardıç) CUPRESSACEAE**

10(-20) m'ye kadar boylanabilen dik bir ağaç türüdür. Dallar keskin bir şekilde dört köşelidir. Yetişkin yapraklar üçgen, akut veya sivri uçlu, uçlar biraz dışarı doğru çıkıntı yapar, 1,5-9 mm, sırt kısmı belirsiz salgı tüylüdür. Kozalaklar küremsi, 6-9 mm, dik çiçek saplarının üzerinde bulunur, koyu kahverengi veya siyah renktedir. Tohumlar 1-2(-3) serbesttir. Genellikle ağaç hattının üzerinde çalılık oluşturur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** (4,5), 700-1900 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri**: Pulsu yaprakları ile kuraklığa oldukça uyumludur.

***Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* f. *oxycedrus* (Katran Ardıcı) CUPRESSACEAE**

İki evcikli (dioik) çalı veya ağaçtır. Yapraklar mızraksı ve seyrektir, 6-25 x 1,5-2,5 mm, sivri-uzun uçlu veya mukrolu yeşil yaprağın üst kısmında belirgin

**Şekil 14.** *Jasminum fruticans* (a), *Juniperus drupacea* (b), *Juniperus excelsa subsp. excelsa* (c), *Juniperus foetidissima* (d)

iki adet stoma bandı bulunur. Olgun kozalaklar ± küremsi, 20 mm çapına kadar, koyu kırmızı ya da mordan açık kahverengine değişen renklerde. Çam ormanları, meşe çalılıkları ve makiliklerde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** (3,4), 0-1300-(1800) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri**: İğne yaprakları ile kuraklığa oldukça uyumludur.

***Laurus nobilis* L. (Defne) LAURACEAE**

Aromatik, yaprak dökmeyen iki evcikli bir çalı veya ağaçtır, 2-15 m. Yapraklar 3-10(-11) x 2-4(-5) cm, dar dikdörtgen mızraksı ila geniş ovat, sivri veya sivri uçlu, kenarları dalgalı. Erkek çiçekler 8-12 stamenli, filamentler tabana yakın saplı salgı tüylü. Dişi çiçekler genellikle 4 adet erkek çiçeğe benzer parçaya (staminode) sahiptir. Meyve siyah, 10-12(-20) mm, küresel ila elips şeklindedir. Kıyı makilerinde Akçakesme (*Phillyrea*), Mersin (*Myrtus*) ve Ağaç Funda (*Erica arborea*) ile karışık yoğun çalılıklar oluşturur, *Pinus brutia* ormanında alt tabakada çalı olarak dağınık hâlde yer alır. Kayalık yamaçlar, nemli dağ geçitler, antik yerleşimlerde bulunur. Sıklıkla doğallaştırılmış ve süs için yetiştirilmiştir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 0-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle sert yaprakları ve kalın kütiküla tabakası ile kuraklığa uyumludur.

***Lavandula angustifolia* Mill. subsp. *angustifolia* (Lavanta) LAMIACEAE**

Bu tür kendine çok yakın olan *Lavandula stoechas*'dan 35 cm'ye kadar olan uzun çıplak çiçek kurulu sapı ile ayrılır. Altta tek bir uzak çiçek kümesi ile dar kesintili bir başak çiçek kuruluna sahiptir. Brahtelerin hepsi benzerdir ve koltuklarında 5 çiçek taşırlar, kaliks eklentisi ters yürek şeklinde, taç yapraklar mor renkte, 10-12 mm.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-6, 0-700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** İçe doğru kıvrık yaprakları kuraklığa uyumun bir göstergesidir.

***Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* (Karabaş) LAMIACEAE**

45 cm veya daha uzun çalı türüdür, beyaz yünsü tüylüdür. Üst yapraklar mızrak şeklinde, eliptik ila dar eliptik, 14-40 x 1-5 mm, hafifçe içe kıvrık, çok sayıda küçük dik güçlü kıvrık yaprakları ile yaprakların koltuklarında ve gövde tabanında yer alır. Başak çiçek kurulu saplı, 1,5-4,5 cm, dikdörtgenden ovale, yoğun, kesintili değil. Verimli brahteler 4-7 x 3-8 mm, eşkenar dörtgen, yünsü tüylü. Üstteki brahteler mor veya beyaz, 7-30 x 2-8 mm, ters yumurta veya dar dikdörtgen şeklinde. Çiçek kümesi 6-10 çiçekten oluşmaktadır. Çanak yapraklar 4-6 mm, 13 damarlı, üst diş, kürek ila enine uzunlamasına şeklinde, tam veya hafif loblu, ± çıkıntılı uzantı 0,5-1 x 1-2 mm. Taç yapraklar siyahımsı mor, (4,5-)5-8,5 mm. Pinus brutia ormanı açıklıkları, maki, frigana, kayalık kalker ve granit yamaçlar, kumlu yerler, yol kenarları.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-6, 0-700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kenarları içe kıvrık yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Ligustrum vulgare* L. (Kurtbağrı) OLEACEAE**

İnce dalları ve pürüzsüz gri kabuğu ile 3 m›ye kadar uzayabilen ve tedrici yaprak döken bir çalıdır. Genç sürgünler yuvarlak, tomurcuklar tüysüzdür. Genç dallar tüylü olup olgunlaştığında grimsi

**Şekil 15.** *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus var. oxycedrus f. oxycedrus* **(a)**, *Laurus nobilis* (b), *Lavandula angustifolia subsp. angustifolia* (c), *Lavandula stoechas subsp. stoechas* (d)

kahverengidir. Yapraklar karşılıklı dizili, 2-5,5 x 0,8-2,1 cm, kısa saplı (3-6 mm), eliptik mızrak ila ovat veya obovat şeklinde, tüysüz. Çiçekler hermafrodit, dik salkımlarda bulunur. Salkımlar, 3-6(-7,5) cm, sürgün uçlarında yer alır, tüylüdür. Çiçekler kokulu. Taç yapraklar beyaz renkli, 4-5 mm, tüpü dudak kısmı kadar uzunluktadır. Stamenler petale kaynaşmış veya birleşmiş, kısa filamentli, tüpün içinde kalır veya tüpü dışarıya doğru aşar. Çanak yapraklar 1 mm ve tüysüzdür. Üzümsü meyve 3-8 mm, yarı küresel, parlak siyah ve 2-4 tohumludur. Yaprak döken ormanlık alanlar, karışık ormanlar (Fagus-Abies), açık çalılıklar, biraz kireçli nemli yerlerde yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-7, 0-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Avrupa-Sibirya elementi

**Kurakçıl Karakterleri**: Özellikle derimsi ve sert yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

### *Linum mucronatum* Bertol. subsp. *mucronatum* (Sarı Keten) LINACEAE

Yarı çalımsı, genellikle tüysüz çok yıllık bir bitkidir, 5-30 cm. Çiçekli gövdeler boyuna çizgili fakat pürüzsüzdür. Orta gövde yaprakları genellikle tek damarlı, salgı tüyü ile bezeli, dikdörtgen ila dikdörtgen mızraksı veya doğrusal, akut veya uçta sivridir, 1-3 cm. Çiçek kurulu oluşturmayan rozet yapraklar çiçeklenme döneminde ya hiç yoktur ya da birkaç tanedir. Simoz çiçek kurulu 3'ten çok çiçekli, çoğu zaman yaygın dallı, en azından meyvede. Çanak yapraklar mızrak şeklinde veya nadiren oval, sivri uçlu, 6-13(-15) mm, genellikle omurgalı, kenarları zarımsı ve ± kirpiksi salgı bezli. Taç yaprakları sarı veya kayısı sarısı renkte, genellikle tabanda mor, 15-28 mm. Kapsül meyve (4-)5-6 mm, gaga 1 mm. Tahrip olmuş kalkerli bozkırlar, kayalık yamaçlar ve boş bırakılmış tarlalarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 450-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri**: Sivri uçlu sert yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Lithodora hispidula* (Sm.) Griseb. subsp. *hispidula* (Ebruli Çalı) BORAGINACEAE**

İnce dallı 10-30 cm uzunluğunda yoğun çalımsı bir bitkidir. Genç kabukları gümüşi renktedir. Yapraklar sapsız, (6-)10-17 x 1,5-3,5 mm, dar obovat ila şeritsiye değişir, uç kısmı yuvarlak ila sivri, üstte kabarcıklı-küçük sert tüylü, altta yatık-küçük setalı (=dikenli), kenarlar düz ila ± içe kıvrık, çok küçük dikencikli. Çanak yapraklar tam 5 mm, loblar yatık-ipeksi tüylü. Taç yapraklar ilk başta beyaz, pembe, leylak ve son olarak mavi veya menekşe renginde, tüysüz, huni şeklinde, tüp 10-13 mm ve loblar geniş. Stamenler boğaz kısmının 5-6 mm altında yerleşmiştir. Fındıksı meyveler beyaz renkte (nadiren siyah), oval-üçgenimsi, 2x1,6 mm, üzeri kabarcıklı. *Pinus brutia* ormanları, makilikler, friganalar ve kayalık yamaçlarda bulunur.

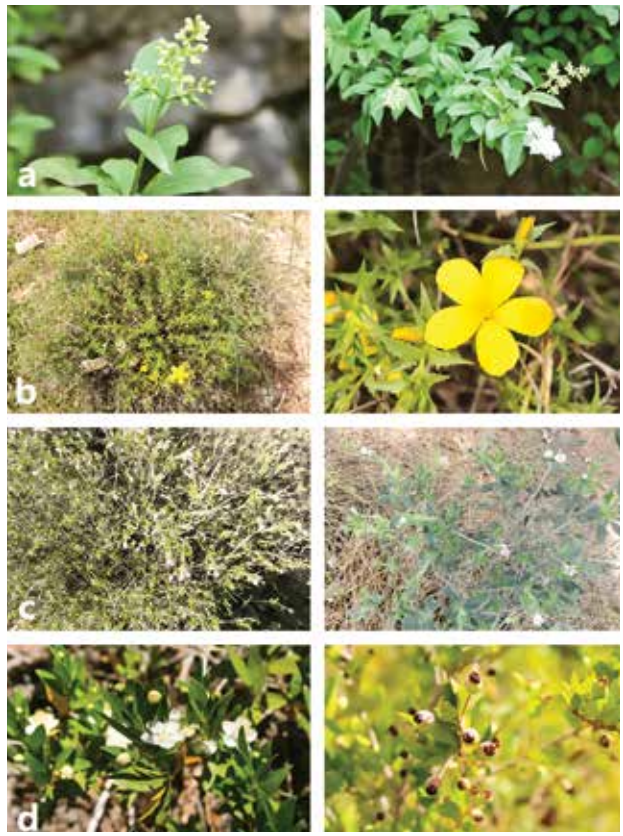
**Çiçeklenme ve Yükselti:** 2-5, 0-900 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kabarcıklı-küçük sert tüylü yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Myrtus communis* L. subsp. *communis* (Mersin, Hambeles, Murt) MYRTACEAE**

1-5 m boyunda bir çalı türüdür. Karşılıklı dizilen yapraklar 2-5 cm uzunluğunda, oval mızrak şeklinde ve tam kenarlı, derimsi yapıda, tüysüz ancak nokta salgı tüyü, ezildiğinde hoş kokuludur, yaprak sapı c. 2 mm. Çiçekler beyaz renkli, 3 cm çapında, çiçek sapları 1,5-2,5 cm; taç yaprakları dairesel, 7-15 mm. Üzümsü meyveler neredeyse küre şekilde, 7-10 mm, olgunlaşma aşamasında genellikle mavimsi siyah. Kayalık yamaçlar, *Pinus brutia* ormanları, makilikler ve kum tepelerinde yayılış gösterir.




**Şekil 16.** *Ligustrum vulgare* (a), *Linum mucronatum subsp. mucronatum* (b), *Lithodora hispidula subsp. hispidula* (c), *Myrtus communis subsp. communis* (d)

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-9, 0-550 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle derimsi ve mumsu yaprakları türün kuraklığa uyumunu arttırır.

***Olea europaea* L. subsp. *europaea* (Zeytin) OLEACEAE**

10(-15) m'ye kadar boylanan geniş taçlı bir ağaçtır. Genellikle budaklı gövdeli ve dikensiz. Neredeyse üçe yakın dallı veya 2(-5) m'ye kadar yoğun 4 açılı

dallı ±dikenli çalı, sürgünler gri renkte; tomurcuklar çok küçük, grimsi pulsu-ipeksi tüylü. Yapraklar mızraksı veya obovat, (8-)20-86 x (4-)5-17(-24) mm, hemen hemen sapsız, uçta dikensi çıkıntılı, üstte koyu yeşil ve tüysüz, altta yoğun gümüşi pulsu tüylü. Salkım çiçek kurulları yapraklardan daha kısa; çiçekler beyaz renkte ve kokulu, 3-4 mm. Çekirdekli sulu meyvesi küremsi veya dikdörtgenimsi, 6-35(-40) x 5-20(-25) mm, parlak siyah, kahverengimsi yeşil veya olgunlaştığında nadiren fildişi beyazı. Makilik alanlar, kayalık yamaçlar ve geçitlerde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 50-750 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Zeytin bitkisi Akdeniz ekosisteminde karstik ekosistemlerin bir elemanıdır. Kalın, derimsi ve ipeksi tüylü yaprak yapısıyla kuraklıkla uyumludur.

### *Onobrychis cornuta* (L.) Desv. (Kuşkaçıran) FABACEAE

50 cm yüksekliğe ve 60 cm çapa kadar gelişebilen dikenli yastıklar veya kümeler oluşturan karmaşık dallı bir çalıdır. Yapraklar 2-5 çift uzun mızrak şeklinde yaprakçıklı, her iki yüzeyinde ipeksi veya dağınık, yumuşak tüylü. Kulakçıklar kaynaşmış ve zarımsı. Çiçek kurul sapları yaprak boyundan daha kısa veya hemen hemen eşit. Çiçek kurulu 2-5 çiçekli. Çanak yapraklar, birbirleriyle hemen hemen eşit olan dişler (2-2,5 mm) dahil 4,5-6 mm uzunluğundadır. Taç yapraklar kırmızımsı mor, lavanta, beyaz veya pembe renktedir. Bayrak kısmı kama şeklinde veya pençeli, 12-15(-17) mm; kanatlar 10-14 mm; kayıkçık 12-16 mm. Ovaryum tüysüz veya yumuşak tüylü. Meyve 9-13 mm uzunluğunda, yarı yuvarlak, basık ve tepeli, tüysüz veya sert dik tüylü. Kayalık yamaçlar ve yamaçlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-7, 1200-3100 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle öbek ve yastık oluşumu türü soğuğa ve kuraklığa karşı korur, oldukça uzun kök sistemi ise su kaynaklarına ulaşımını kolaylaştırır. Parçalı bileşik yaprakları kurak habitatlara uyumunu arttır. Parçalı yaprakları ve başkalaşıma uğrayarak dikene dönüşen kulakçıkları ile daha az su tüketimi gerçekleştirir ve hayatını garanti altına alır.

### *Origanum laevigatum* Boiss. (Kır Mercanı) LAMIACEAE

70 cm'ye kadar uzayabilen tüysüz çalımsı bir bitkidir. Dallar 17 cm'ye kadar uzar ve her gövdede 12 çift kadardır. Yapraklar hemen hemen sapsızdır (8 mm'ye kadar), oval veya eliptik, 3-30 x 1,5-17 mm, düz veya sivri uçlu, ± derimsi, grimsi yeşil renkli. Çiçek kurulu genellikle ± gevşek, 5-20 x 3-6 mm. Brahteler ± mızrak şeklinde, 3-6 x 0,5-2 mm, sivri uçlu, ± mor. Çanak yapraklar 3-6 mm. Taç yapraklar mor, 8-16 mm. Otlaklar, makilikler, yaprak döken ormanlar veya karışık çalılıklar.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-10, 0-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** İnce çalımsı gövdeleri ve küçük yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Paliurus spina-christi* Miller (Karaçalı) RHAMNACEAE**

Kavisli dalları ile yaprak döken dikenli bir çalıdır, 2-4 m. Yapraklar tabandan 3 damarlı, belirgin şekilde saplı, oval ve kenarları testere dişli, tüysüz, yaprak sapının 2-4 kat uzunluğundadır. Kulakçıklar biri düz, diğeri kancalı dikene dönüşmüştür. Çiçek kurulu gevşek, çanak yapraklar tüysüz. Çiçekler 3 parçalı, sarı renkli. Meyve sert ve kuru, basık küresel, ortasından geniş bir yatay kanatla çevrilidir. Meyve dalgalı ekvator kanadı dâhil olmak üzere 2-2,5 cm çapındadır. Vadi boğazları, nehir vadileri, açıklıklar ve kalıntı döküntü alanlarda bulunur.

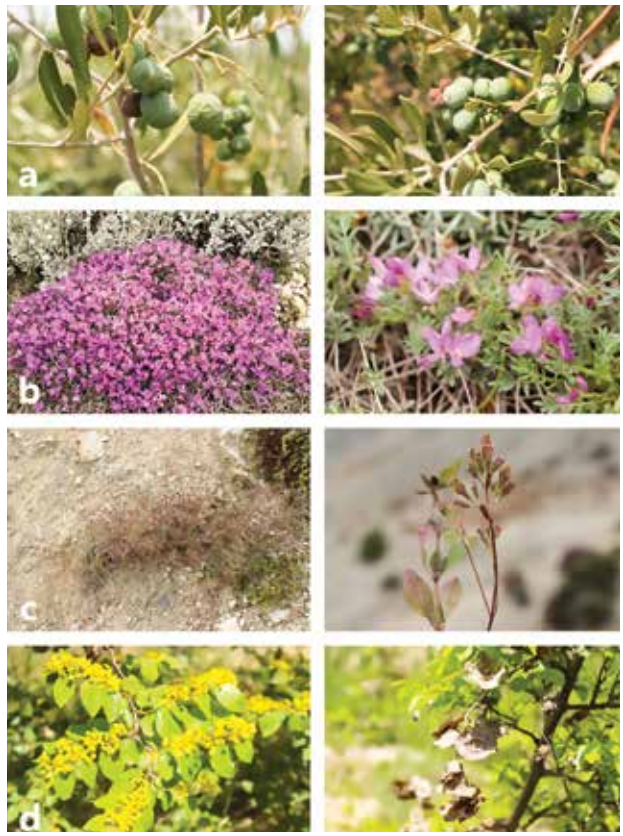
**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-7, 0-1400 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli zikzak çizen gövdeleri ve küçük yaprakları ile kuraklığa oldukça dayanıklıdır

***Phillyrea latifolia* L. (Akçakesme) OLEACEAE**

Çalı veya küçük ağaç 5 m. Tomurcuklar ve genç sürgünler tüylüdür. Yapraklar oval-yürek ila ovat-mızrak şeklinde, yaprak ayası 1-3,2(-4) x 0,5-1,7(-2,5) cm, ± testere dişli, nadiren tam, 7-11 çift belirgin yan damarlı, her iki tarafta tüysüz fakat kenarlar sadece yaprak saplarına yakın yerde tüylü, yaprak sapı belirgin yünsü tüylü, 0,5-5 mm. Kaliks sarımsı, üçgen loblarının kenarları kirpiksi tüylü. Taç yapraklar 2-2,5 mm. Çekirdekli sulu meyve küre şeklinde, 3-8 mm uzunluğunda. Çoğunlukla kurak yerlerdeki makilik alanlarda, (*Pinus brutia)* veya yaprak döken Quercus ormanı, karışık yaprak döken ve çalıların birlikte bulunduğu ormanlar.




**Şekil 17.** *Olea europaea subsp. europaea* (a), *Onobrychis cornuta* (b), *Origanum laevigatum* (c), *Paliurus spina-christi* (d)

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-5, 10-1350 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Küçük ebatlı, dikensi kenarlı ve derimsi yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Phlomis linearis* Boiss. & Bal (Yayla Otu) LAMIACEAE**

Bitki 10-40 cm, ± salgı tüysüz. Yapraklar yeşilimsi, üstte gevşek bir şekilde yatık yıldız tüylü, altta daha yoğun grimsi tüylü, bazal yapraklar doğrusal mızrak şeklinde, sivri, 2-12 x 0,7-2 cm, yaprak sapı şeklinde

5 cm'ye kadar incelir. Gövde yaprakları daha küçük, kısa saplı. Çiçekli yapraklar, çiçek kümeleri kadar uzun veya 3 kata kadar daha düşük, doğrusal ila doğrusal mızrak şeklinde. Çiçek kümeleri 24 adet, alttan uzak, 4-10 çiçekli. Brahteoller lineer-bizsi, 8-12 mm, yıldız-yünsü tüylü. Çanak yapraklar 12-14 mm, çok yoğun dağınık (nadiren yatık) sarımsı yıldız tüylü, dişler oval-üçgen, sivri uçlu, 3-7 mm. Taç sarı renkte, 30-35 mm. Fındıksı meyve tepede tüylü. Bozkır, kayalık magmatik yamaçlar, volkanik moloz alanlarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-8, 1350-2400 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Koruma durumu:** Endemik (**IUCN: LC**)

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle yıldız yünsü tüylü yapraklar türün su kaybını azaltmada rol oynar ve kuraklığa dayanıklılığı arttırır.

### *Pinus brutia* Ten. var. *brutia* (Kızılçam) PINACEAE

25 m'ye kadar uzayabilen düzgün gövdeli ve dallı bir ağaç. Sürgünler tüysüz, genellikle ilk yıl kırmızımsı renkte, sonrasında grimsi kahverengi, nadiren tamamen grimsi olur. Tomurcuklar reçinesiz, pullar kıvrık ve saçaklıdır (fimbriate). Yapraklar 180 x 0.5-1.5 mm'ye kadar, sarkık, açık yeşildir. Kozalaklar, kahverengi, sürgün üzerinde genellikle 2'den fazla bir arada bulunur. Genellikle karpelde apofizin orta kısmında (umbo) içe doğru bir çöküntü vardır. Çiçek kurulları çok kısa veya neredeyse yok, kozalaklar sürgünde dik durur, asla geri bükülmez. Çoğunlukla baskın bir orman ağacıdır ve Türkiye'nin 5 milyon hektara yakın alanı ile en geniş yayılışa sahip çam türüdür. Kuzey Anadolu'da güneydekinden çok daha düşük rakımlarda bulunur

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 0-1200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Özellikle iğne yapraklı tür olması ile kuraklığa uyumludur.

### *Pinus pinea* L. (Fıstık Çamı) PINACEAE

Şemsiye şeklinde büyük bir tepe tacı ile 25 m›ye kadar boylanabilen bir ağaçtır. Dallar tüysüz, çok kaba, genç dallar sarımsı, yaşlılar gri-kahverengidir. Tomurcuklar reçineli değildir, pulları saçaklıdır. Yapraklar (60-)80-160 x 1-1,5 mm. Kozalak çok büyük, 8-14 x 10 cm, kahverengi, sapsız, sarkık. Tohumlar kanatsız veya çok kısa kanatlıdır. Doğu Karadeniz'de 350 m'de bir Akdeniz enklavı (doğal yayılış alanı dışında) olarak, Akdeniz ikliminin görüldüğü mikro havzalarda deniz seviyelerindeki kumlu topraklarda baskın bir ağaçtır. Yenilebilir tohumları nedeni ile çok uzun bir ekim geçmişi olan bir Batı Akdeniz elementidir. Muhtemelen 6000 yıldan fazla bir süredir Türkiye'de yetiştirilmektedir. Bu çam türü çoğunlukla Anadolu'nun batı ve güney sahillerinde doğal olarak yayılış göstermektedir. Özellikle sahil kesimlerindeki kumul alanlarda baskın ağaç türü olarak Antalya ve çevresinde 20-25 m boy yaparak iyi derecede gelişmektedir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 350 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Şekil 18.** *Phillyrea latifolia* (a), *Phlomis linearis* (b), *Pinus brutia var. brutia* (c), *Pinus pinea* (d)

**Kurakçıl Karakterleri:** İğne yaprakları ve özellikle tuzcul sahil kumullarında iyi gelişmesiyle kuraklığa dayanıklıdır.

### *Pistacia atlantica* Desf. (Sakızlık) ANACARDIACEAE

Yoğun, küremsi bir taç ile 7 m'ye kadar uzayabilen yaprak döken bir ağaçtır. Tek tüysü yaprakları vardır, yaprakçıklar 2-5 çift olup oval-dikdörtgen veya mızrak şeklindedir, 2,5-8 x 0,8-2,2 cm, geniş, mukrolu değil, üstte koyu yeşil, altta daha soluk yeşil, kirpiksi tüylü kenarları hariç tüysüzdür, orta damar (rachis) dar kanatlıdır. Meyveler panikül, eni kadar veya daha uzun, 5-8 x 5-6 mm. Kuru yamaçlar, mezarlıklar, tarla kenarları ve yol kenarlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 0-1500

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Pistacia lentiscus* L. (Sakız Ağacı) ANACARDIACEAE

Küçük 1-3(-5) m, her dem yeşil ağaç veya çalı formunda bir bitkidir. Yapraklar derimsi, çift tüysü tiptedir. Yaprakçıklar 2-4(5-7)-çift, dikdörtgen veya dikdörtgen mızrak şeklinde, 1,5-3,5 x 0,6-1,5 cm, ucu yuvarlak, kısa sivri çıkıntılı, tüysüz; bileşik yaprağın orta damarı (rakis) belirgin şeklide kanatlıdır. Meyveler kısa salkımlarda bulunur. Makilik alanlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-4, 0-200 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derimsi parçalı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Pistacia palaestina* Boiss. (Bıttım, Çöğre) ANACARDIACEAE

2-3 m boyunda çalı veya 6 m'ye kadar küçük ağaçtır. Genellikle gal oluşturur. Yaprak döken, tek veya çift tüysü yaprakları vardır, yaprakçıklar (1-)2-4(-6)-çift olup oval-dikdörtgen veya dikdörtgen şeklindedir,

3-7(-8) x 1,8-3(-4) cm, geniş uçlu, sivri uçlu, daima uçta sivri çıkıntılı, tüysüz, üst yüzü koyu yeşil, alt yüzü daha soluk, terminal yaprakçık (varsa) yanal olanlardan daha geniş değil, çoğu zamanda çok küçülmüş, hatta sert bir çıkıntıya değişmiştir. Tüysüzdür ve rakis kanatlı değildir. Meyveler salkımsı, küresel veya geniş obovat, 5-6 x 4-6 mm. Kayalık yamaçlar, *Pinus brutia* ormanı, makilik ve yalancı maki alanlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 50-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı yapraklı ile kuraklığa uyumludur.

***Pistacia terebinthus* L. (Menengiç) ANACARDIACEAE**

2-3 m boyunda çalı veya 6 m'ye kadar küçük ağaçtır. Genellikle gal oluşturur. Yapraklar kışın dökülür, tek tüysü yaprakları vardır, yaprakçıklar (1-)2-4(-6)-çift olup oval-dikdörtgen veya dikdörtgen şeklindedir, 3-7(-8) x 1,8-3(-4) cm, geniş uçlu, sivri uçlu, daima uçta sivri çıkıntılı, tüysüz, üst yüzü koyu yeşil, alt yüzü daha soluk, orta yaprakların uç yaprakçıkları genellikle yan yaprakçıklar kadar büyüktür. Yan yaprakçıklar oval-dikdörtgen, ucu yuvarlaktır. Orta damar (rachis) kanatlı değil, tüysüz. Meyveler salkımsı, küresel veya geniş obovat, 5-6 x 4-6 mm. Makilik alanlarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3-5, 0-700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Plocama calabrica* (L.f.) M.Backlund & Thulin (Belum Çalısı) RUBIACEAE**

Çok yıllık tabanda odunsu yer örtücü bir çalı türüdür (5-)10-20(-30) cm. Gövde karmaşık dallıdır ve üzeri geriye dönük tüylerle kaplıdır. Yapraklar karşılıklı dizilmiş, (7-)10-15(-20) x (2-)2,5-3,5(-4,5) mm, dikdörtgenimsi veya mızrak şeklinde, ucu genişçe, dip kısmı kısa yaprak sapı şeklinde daralmıştır, ± yaprak kenarları içe doğru kıvrıktır, kenarlarda ve orta damarda hafif pürüzlüdür, biraz derimsi etli tiptedir, kuruduğunda kararır. Çiçekler hermafrodit, 4 parçalı, kısa saplı simoz çiçek kurulunda gruplaşır. Çanak yapraklar kısa tüplüdür ve 4 eşit olmayan üçgen dişlere sahiptir. Taç yapraklar pembe renkli, (8-)10-13(-17) mm, huni şeklinde, loblar valfli, pembe renklidir. Stamenler taç yaprakların boğaz kısmına yerleşmiştir, anterler ise sırt tabanı ile filamente sabitlenmiş, dışarıya taşmış şekildedir. Stil ipliksi, tepecik çok kısa ve iki parçalıdır. Ovaryum iki bölmeli, her hücrede 1 bazal ovül bulunur. Meyve, parlak, c. 4,5-6 mm, 2 pirene sahip dikdörtgen çekirdekli sulu meyvedir. Kayalık yamaçlar, genellikle kireçtaşları üzerinde.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-8, 0-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Yer örtücü gövdeleri, küçülmüş derimsi etli tipte yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Populus euphratica* Oliv. (Fırat Kavağı) SALICACEAE**

10-15 m'ye kadar küçük ağaç, bolca kök ve kütük sürgünü verir. Kabuk grimsi. Genç sürgünler sarımsı

**Şekil 19.** *Pistacia lentiscus* (a), *Pistacia palaestina* (b), *Plocama calabrica* (c), *Populus euphratica* (d)

kahverengi, tüysüz. Yapraklar derimsi, tüysüz, her iki yüzeyde mavimsi yeşil, boyut ve biçim olarak çok farklı tiplerde; genç bitkilerde ve uzun sürgünlerde doğrusal ila uzun-oval, 12 x 0,5-4 cm'ye kadar, genellikle tam. Yaşlı ağaçlarda ve kısa sürgünlerde oval-eşkenar dörtgen, eliptik-yuvarlak veya böbrek şeklinde, 2-5 x 3-7 cm veya üst kısımda daha büyük, sığ dişli. Yaprak sapı 3,5 cm'ye kadar. Dişi kedicikler gevşektir, dip kısmında bazen 1-2 adet daha küçük yapraklar bulunur. Çiçekler uzun saplı. Kapsül 10-12 mm, pürüzsüz, tüysüz veya gençken hafif tüylü, 2-3 valflidir. Nehir kıyıları ve su basmış yerler, bazen tuzlu topraklarda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4, 0-1650 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Tuzcul alanlara uyumu ile kuraklığa dayanıklıdır.

### *Punica granatum* L. (Nar) LYTHRACEAE

Her dem yeşil dikenli çalı veya küçük dikensiz ağaç (2-7 m). Yapraklar karşılıklı, mızraksı ila obovat, 2,5-7 cm, tüysüz, kenarları tam. Çiçekler tek tek sürgün uçlarında, kızıl kırmızımsı, nadiren beyaz; hipantiyum derimsi, kırmızımsı; çanak yapraklar c. 8 mm, tabandan birleşmiştir; taç yapraklar 15-20 mm. Meyve küremsi, 5-8 cm çapında, kırmızı-kahverengimsi derimsi bir ekzokarpı vardır, tohumlar gömülü hâlde bulunur. Kireçtaşı yamaçlar ve çalılıklarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-6, 250-600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Her dem yeşil derimsi yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

### *Pyracantha coccinea* M.Roem. (Ateş Dikeni) ROSACEAE

3 m boyunda çalı, genç dallar gri tüylü, dikenler yapraksız. Yapraklar mızrak şeklinde, eliptik veya obovat eliptik, 2-4(-5) x 1-1,5(-2) cm, testere dişli, özellikle gençken alt yüzeyde tüylü veya tamamen

tüysüz, yaprak sapı 5-10 mm. Kurul çok çiçekli. Çiçekler 8 mm çapa kadar, çiçek sapları 5 mm. Meyve küremsi, 5-7 mm çapında, kırmızı veya bazen sarı veya turuncu. Kireçtaşı yamaçlar, kum tepeleri, açık ormanlık ve çalılıklarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 30-1800 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Tüylü dalları ve alt yaprak yüzeyi ile kuraklığa uyumludur.

### *Quercus brantii* Lindl (İran Palamut Meşesi, Kara Meşe) FAGACEAE

6(-10) m'ye kadar, grimsi, oldukça düzgün kabuklu ve yuvarlak tepe taçlı, yaprak döken çalı veya küçük ağaçtır. Genç sürgünler yoğun sarımsı kahverengi yünsü tüylüdür. Tomurcuklar oval, c. 4 mm, yünsü tüylüdür. Yapraklar sürgünler üzerinde çok sıralı sarmal dizili, ± düzenli olarak oval dikdörtgen, 6-10(-13) x 3-6 cm, tabanda yürek şeklinde, ± düzenli olarak sivri dişlidir, 8-14 çift sivri uçlu, dişler az aristalı (1-2 mm), ara damarlar yok, üst yüzey çok sayıda küçük çatalsı yıldız tüylü donuk yeşil, alt yüzey soluk sarımsı kahverengi, yoğun yıldız yünsü tüylü; yaprak sapı 0,5-2 cm. Çiçek kurul sapı neredeyse yok, 5 mm'ye kadar, sağlam. Meyveler ikinci yılda olgunlaşır. Kupula yarım küre şeklinde, 25-30(-35) mm çapında, yoğun tüylü; pullar geniş ölçüde eşkenar dörtgen, en üsttekiler çok uzamış, genellikle ipliksi, yayılan-kıvrımlı. Meşe palamudu ya tamamen kadehin içerisindedir ya da 1/3'ü dışarıya taşmıştır, uçta ± dışbükeydir. Saf topluluklar oluşturan, diğer *Quercus* türleri (*Q. infectoria* subsp. *veneris*, *Q. libani*, *Q. cerris*, *Q. coccifera*), *Pinus brutia*, *Styrax*, *Paliurus* ile birlikte, genellikle kireçtaşı yamaçlarda bulunur.

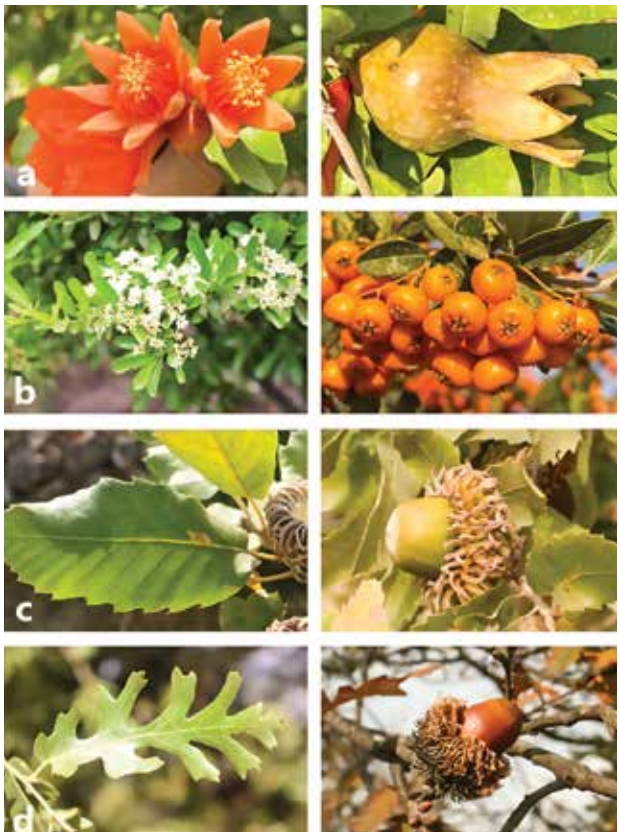
**Çiçeklenme ve Yükselti:** 8-9, 350-1700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu gövdeleri ve yoğun sarımsı kahverengi yıldız yünsü tüylü yaprak ve sürgünleri ile kuraklığa uyumludur

### *Quercus cerris* L. var. *cerris* (Saçlı Meşe) FAGACEAE

Genellikle yuvarlak tepeli, 25 m boya ulaşabilen yaprak döken bir ağaçtır. Yaşlı ağaçlarda gövde kabuğu grimsi beyaz renkte ve derin çatlaklıdır; genç sürgünler yoğun tüylü, açık kahverengimsi ila kırmızımsı kahverengi; tomurcuklar c. 4 mm, yünsü tüylü veya az tüylü, kalıcı 1 cm uzunluğunda kulakçıklar ile çevrili, nadiren dökülür. Yapraklar sürgünlerin üzerine dağılmış vaziyettedir, ± dış hatları dikdörtgen-eliptik, 5,5-14(-20) x 2,5-9 cm, çok değişken tiplerde, derin ikincil lobludan derin tüysü yapraklara kadar. Loblar 4-9 adet, uçları sivri çıkıntılı, damarlar belirgin, ara damarlar sıklıkla bulunur; altta genellikle yoğun yıldız şeklinde tüylü, uçuk yeşil ila yeşilimsi beyaz, üstte yüzey üzerinde düzenli olarak dağılmış birçok yıldız tüylü, nadiren yarı tüysüz, koyu yeşil; yaprak sapı 3-20 mm. Çiçek kurul sapı kalın, 8 mm'ye kadar. Meyveler ikinci yılda olgunlaşır. Meyve kadehi (kupula) yarım küre veya kupa şeklinde, iç çapı 20 mm, sarımsı kahverengi; kadeh pulları doğrusal biz şeklinde, dağınıktan geriye




**Şekil 20.** *Punica granatum* (a), *Pyracantha coccinea* (b), *Quercus brantii* (c), *Quercus cerris var. cerris* (d)

kıvrığa kadar düzensiz yayılımlı, 12 mm'ye kadar, tüylü. Meşe palamudunun ½'si kupula dışına taşar, ± düz tepeli, tepede tüylü. Diğer meşe (Quercus) türleri ile karışık ve yaprak döken ormanlarda (örn. *Q. frainetto, Q. pubescens, Q. infectoria, Q. petraea*), *Carpinus*, *Fagus*, *Castanea*, *Pinus nigra*, *P. brutia*, *P. pinea* ile birlikte veya saf meşcere hâlinde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 8-9, 0-1500-(1900) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derin parçalı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Quercus coccifera* L. (Kermes Meşesi) FAGACEAE**

Yaprak dökmeyen çalı veya nadiren 10 m'ye kadar küçük bir ağaçtır. Genç sürgünler kahverengimsi yoğun yıldız yünsü tüylüdür; tomurcuklar 3-4 mm, kırmızımsı kahverengi, oval, tüysüz veya yünsü tüylüdür. Yapraklar dallara dağılmıştır ve genişçe ovat, dikdörtgen oval veya dikdörtgen mızrak şeklindedir, derimsi yapıdadır, 1,5-5 x 1-3 cm, keskin bir şekilde testere dişli-dikenlidir, nadiren tam kenarlı, düz veya dalgalıdır, tabanda yürek veya yuvarlak şekildedir. Damarlar 4-8 adet, her iki yüzeyde tüysüz, altta çok nadiren küçük yıldız şeklinde tüylü, alt yüzey daha soluk yeşil, yaprak sapı 1-5 mm. Çiçek kurul sapı kalın, hemen hemen sapsızdan 12 mm'ye kadar. Meyveler ikinci yılda olgunlaşır. Kupula yarım küre şeklinde, geniş çapta çan veya kupa şeklinde, 10-20 mm çapında, 15 mm uzunluğa kadar, açık kahverengi; dikdörtgenden ovale kadar değişen pullar, yatık-yükselen veya geri kıvrık, tüylü; meşe palamudu kupulanın 1/2-2/3'ü kadar dışarı çıkmış, şekil olarak değişken. Frigana ve makiliklerin baskın bir üyesidir, ayrıca *Pinus brutia* ormanlarında da bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 9, 0-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Derine inen kazık kök sistemi, su depo marifeti, dikenli, derimsi ve mumsu yaprakları kurakçıl karakterinin göstergeleridir.

***Quercus infectoria* Olivier subsp. *veneris* (A.Kern.) Meikle (Mazı Meşesi, Zindiyen) FAGACEAE**

Yarı her dem yeşil küçük ağaç veya çalıdır, 1-4(-10) m, genç sürgünler ince tüylü, ± tüysüz, kırmızımsı

veya sarımsı kahverengi; tomurcuklar kırmızımsı-kahverengi, 3 mm, kenarları kirpiksi. Yapraklar genellikle yeni yapraklar ortaya çıkana kadar kış mevsiminde kalıcıdır, boyut ve renk bakımından oldukça değişken, 40-70(-100) x 10-45 mm, derimsi, oval ila dar dikdörtgen şeklinde, tabanda yuvarlak veya kama şeklinde, kenarlar genellikle dalgalı, 4-8 adet loblu ince testere dişli ya da tam kenarlı. Birincil damarlar 6-11 adet, alt yüzeyde ve bazen üst yüzeyde birkaç yumak, yıldız çatalsı tüylü; daha sonra genellikle çıplak. Yaprak sapı 1-15(-25) mm, çiçek kurul sapı yoktur veya 10 mm'ye kadardır. Kupulalar tekli veya çiftlidir, yarım küre veya kupa şeklinde, 10-18 mm çapındadır; kupulanın pulları kuvvetlice yatık, grimsi tüylüdür. Meşe palamudu 2/3'üne kadar dışarı taşar. Diğer meşe (Quercus *brantii*, *Q. cerris, Q. coccifera, Q. ithaburensis subsp. macrolepis, Q. libani, Q. pubescens*) türleri ve *Pinus brutia* ile birlikte bulunur ve çalılıklarda *Paliurus* ve *Arbutus* ile birlikte yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** Meyvelenme 8-9, 150-850 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boyu ve derimsi yaprakları ile kuraklığa uyumludur

### *Quercus libani* Olivier (Lübnan Meşesi) FAGACEAE

6 m'ye kadar, yaprak döken veya yarı her dem yeşil çalı veya ağaçtır. Genç sürgünler yünsü tüylü, genellikle kırmızımsı kahverengi; tomurcuklar 3-4 mm, kırmızımsı kahverengi, dikdörtgen, kirpiksi. Yapraklar sürgünler üzerine dağılmış vaziyette, dikdörtgenden dikdörtgen-mızrak şeklinde, 7-12 x 2-3 cm, tabanda yüreksi veya yuvarlak şekilde, kenarlar düzenli olarak ince testere dişli veya 11-16 çift arasında değişen sivri çıkıntılı biz gibi (yaklaşık 3 mm'ye kadar) dişler ile düzensiz. Üst yüzey ± parlak yeşil, alt yüzey daha mat, ara damarlar yok, çoğunlukla alt yüzeyde birkaç basit veya yıldız şekilli çatallanmış tüylerden oluşan bir tüy örtüsü vardır, nadiren altında ± yoğun yıldız-çatallanmış tüy örtüsü mevcuttur, yaprak sapı 8-15(-20) mm. Çiçek kurul sapı neredeyse yoktur veya en fazla 1 cm'ye kadardır. Meyveler ikinci yılda olgunlaşır. Kupula yarım küre, c. 20-30 mm çap, tüylü; pulları geniş ölçüde eşkenar dörtgen, ya tamamı yatık, ya da ortadakiler geri kıvrımlı veya en üsttekiler uzayarak yayılmıştır. Meşe palamudu ± tümüyle kupulanın içerisindedir veya çok kısa dışarı taşmıştır, genellikle uçta tamamen kesiktir veya düzleşmiştir. Saf popülasyonlar oluşturur veya diğer meşeler (*Quercus infectoria*, *Q. brantii*, *Q. cerris*) ile birlikte bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** Meyvelenme 8-10, 700-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa boylu gövdeleri ve çatalsı yünsü tüylü yaprak ve sürgünleri ile kuraklığa dayanıklıdır.

### *Rhamnus microcarpa* Boiss. (Kaya Cehrisi) RHAMNACEAE

Cüce çalı. Genç dallar tüylü veya tüysüz, tomurcuk pulları tüysüz. Yapraklar geniş oval, 3-5 x 2,5-3,5

**Şekil 21.** *Quercus coccifera* (a), *Quercus infectoria subsp. veneris* (b), *Quercus libani* (c), *Rhamnus microcarpa* (d)

cm, ince kör veya testere dişli, her iki yüzeyde tüysüz, üst yüzey koyu yeşil, alt yüzey sarımsı yeşil. Genellikle dip kısım yürek şeklinde, her iki tarafta da 7-10 damarlı; yaprak sapı 5-10 mm, tüysüz. Meyve 3 mm çapında. Kuru yamaçlarda kayalara yatık hâlde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 1500-2900 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Karadeniz dağ elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Litofitik özelliği nedeniyle kuraklığa dayanıklıdır.

***Rhamnus pallasii* Fisch. & Mey. (Ala Cehri) RHAMNACEAE**

Çalı 1-3 m, dallar iki sıralı sarmal dizili, genç dikenler tüysüz veya tüylü, kahverengi. Yaprak ayası doğrusal ters mızraksı, 20-30 x 4-6 mm, birbirinden uzak ince dişli veya nadiren hemen hemen tam kenarlı, her iki tarafta tüylü veya tüysüz, kısa bir yaprak sapına incelir. Disk tüysüz. Meyve 4-5 mm çapında, meyveli çiçek sapları c. 5 mm, tohum oluklu. Kayalık yamaçlarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 450-1600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Mızraksı yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Rhamnus punctata* Boiss. subsp. *punctata* (Hamsoruk) RHAMNACEAE**

Yaprak dökmeyen çalı türüdür. 0,75-3 m, dallar iki sıralı sarmal dizili, genç dikenler kahverengi, tüylü. Yaprak ayası ters yumurta ila doğrusal ters mızraksı, 10-25 x 2-10 mm, kalın, kenarları içe kıvrık, üst yüzde hemen hemen tüysüz, alt yüzeyde tüylü ve belirgin şekilde damarlı. Yaprak sapı 1-5 mm, tüylü. Meyve sapları 3-5 mm. Disk tüylü. Meyve tüysüz, tohum oluklu. Çalılık, kalker kayalıklarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5, 100-1700 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli gövdeleri, küçük ve kenarları içeriye kıvrık yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır

***Rhus coriaria* L. (Sumak) ANACARDIACEAE**

Çalı, 0,5-3 m. Genç dallar yoğun kahverengimsi yünsü tüylü. Yapraklar 9-15 yaprakçıklı, geniş mızraksı ila eliptik, dişli ila derin testere dişli yaprakçıklar üst ve alt yüzde seyrek tüylüdür, alttaki damarlar boyunca küçük kıllıdır. Taç yapraklar yeşilimsi beyaz, 3-4,5 mm. Çekirdekli sulu meyve küremsi, kırmızımsı ipeksi tüylü. Çalılıklar, kenarlar ve ormanlarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-7, 600-1900 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Parçalı yaprakları, yünsü tüylü ve kısa boylu gövdeleri ve mumsu bileşiklerle kaplı yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır.

***Rosa canina* L. (Kuşburnu) ROSACEAE**

Dik formlu bir çalı, (0,5-)1,5-3,5(-7) m, bazen tırmanıcı. Dallar genellikle kavisli veya kemerlidir. Dikenler oldukça kaba, ± kavisli, basık bir tabanla sıkıştırılmış, ± tekdüze, bazen eksik. Yapraklar donuk ila açık yeşil renktedir. Yaprakçıklar 5-7 adet, dar eliptik ila geniş oval, 1-4,5 x 0,8-3,5 cm ebatlarında, geniş ila sivri uçlu, yuvarlak veya kama tabanlı, tüysüz ila tüylü, en azından alt yüzdeki damarlarda bazen salgı tüylü, yaprakçık kenarı tek veya çift dişli, bazen salgılı çift dişli, dişler belirgin, genellikle uzun ve akut, dişler her iki tarafta 17-20 adet. Kulakçıklar dardan genişe, genellikle uzun düz çıkıntılı. Çiçekler tek veya 2-15'i bir arada. Brahteler genellikle geniş. Çiçek sapları 1-2,5(-4,5) cm, düz veya sert salgı tüylü. Çanak yapraklar oval, genellikle oldukça kısa ve

**Şekil 22.** *Rhamnus pallasii* (a), *Rhamnus punctata subsp. punctata* (b), *Rhus coriaria* (c), *Rosa canina* (d)

parçalı uçlu, dış çanak yapraklar tüysü parçalı tipte, dar ila geniş mızrak şeklinde, tam veya glandlı dişli loblar, tüysüz, tüylü veya bazen sırtta salgı bezeleri vardır, genellikle geriye kıvrıktır ve çiçeklendikten hemen sonra dökülür. Taç yaprakları 3 cm'ye kadar, beyazdan uçuk pembeye, nadiren koyu pembe. Boyuncuk genellikle uzun, dışarıya taşmış durumda, genellikle tüysüz ila seyrek tüylü, bazen ipeksi tüylü, tepecik başı ± gevşek, küresel ila koni şeklinde; disk geniş, koni şeklinde. Hipantiyum oval ila küresel, 1-2,5(-3) cm, sarımsı kırmızıdan saf kırmızıya, geç

olgunlaşır. Kenarlar, kayalık yamaçlar, çalılıklar, çitler, ormanlar ve açıklıklar, özellikle kireçtaşı üzerinde bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 5-7, 30-1700-(2500) m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikenli gövdeleri ve parçalı bileşik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Rosmarinus officinalis* L. (Biberiye) LAMIACEAE**

50 cm'ye kadar uzayan ve güçlü aromatik özellikleri olan her dem yeşil bir çalıdır. Yapraklar 10-25 x 1-2(-4) mm, koyu yeşil, doğrusal veya dar dikdörtgen şeklinde, sapsız, derimsi, kenarları içe kıvrık, üstte kırışık ve tüylü; altta beyaz, yünsü tüylü. Çiçek kümeleri az çiçekli, salkım benzeri bir çiçeklenme oluşturur, brahteler mevcut. Çiçek ve kurul sapları beyaz yıldız-yünsü tüylüdür. Çanak yapraklar 3-4,5 mm, 1/2'ye bölünmüş, beyaz yünsü tüylü, çan şeklinde, çift dudaklı, üst dudak tam, alt çift loblu, meyvede kaliks büyür, damarlar belirginleşir ve tüyler dökülür. Taç yapraklar 8-12 mm, soluk mavi, çıkık, üst dudak ikiye yarık, oldukça içbükey, alttakiler çok daha uzun ve 3 parçalı. Stamenler 2, uzunca dışarı taşmış, birbirlerine paralel; filamentler tabana yakın küçük dişli, anterler bir tekalı. Boyuncuk stamenleri aşar ve dallanmamıştır, yukarı doğru kavislidir. Fındıksı meyve kahverengi, pürüzsüz ve ovaldir. *Pinus brutia* ve *Erica manipuliflora* arasında, kalkerli ve şistli tepelerde, yol kenarları ve üzüm bağlarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 2-5, 30-250 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Dar ve kenarları içe kıvrık, altta yünsü tüylü aromatik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Ruscus aculeatus* L. var. *aculeatus* (Tavşanmemesi) ASPARAGACEAE**

Dik ve sert bir çalıdır. Gövdeler basitçe dallanır, çizgili, 20-50 cm, dallar iki sıralı sarmal veya en altta 3'lü çevrel dizilidir. Kladotlar uzun süreli kuraklığa ve ısıya dayanıklı olacak şekilde adapte olmuşlardır. Şekil olarak geniş ovat, sivri uçlu veya mızraksı, sivri uçludur, 1-2,8 x 0,3-1,4 cm. Çiçekler ve dolayısıyla meyve kladotun üst kısmında bulunur. Meşe ormanları, çalılıklar ve kayalık kireçtaşı yamaçlarda bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 2-5, 10-100 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Dikensi kladotları körelmiş yaprakların görevini üstlenmişlerdir. Bu sayede uzun süreli kuraklığa uyumludur.

***Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach (Abdestbozan) ROSACEAE**

75 cm veya daha fazla tümsek oluşturan dikenli bir çalıdır. Dış kabuk gümüşi, tüylü, uzunlamasına şeritler hâlinde dökülür ve kabuğun altındaki kahverengiyi açığa çıkarır. Yapraklar dikdörtgen (9-)11-25 dikdörtgen ila ovat, tam ila 3-5 dişli içe kıvrık yapraklı, üstte tüylü, altta ve rakis üzerinde beyazımsı

ince tüylü. Sepaller yeşil, genellikle beyaz kenarlı, oval-dikdörtgen, tam 2 mm. Stigmalar kırmızımsı. Meyve ± küresel, sarımsı kahverengi, 3-5 mm çapında. Kayalık yamaçlar, frigana alanlarda.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 3, 0-1000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Sert dikenli gövdeleri, yumak-yastık biçimli habitusu ve dişli içe kıvrık yaprakları ile kuraklığa son derece uyumludur.

### *Satureja thymbra* L. (Halil İbrahim Zahteri) LAMIACEAE

Küçük, kubbeli, çok dallı çalı türüdür. 20-40 cm uzunlukta olan gövdeleri kıvrık tüylüdür. Yapraklar doğrusal-ters yumurta-kaşık şeklindedir, 9-14 x 3-5 mm. Çiçek durumu dik (4-12 cm) ancak gevşektir. Çiçek kurul kümeleri 2-7 adet, birbirinden uzak, hemen hemen küresel, yoğun, çok çiçekli. Çiçekli yapraklar genellikle çanak yaprakların 1-1,5 katıdır. Brahteoller belirgin, oval, uzun-sivri veya dikensi, kenarlarında kirpiksi tüylü, çanak kısmının çoğunu gizler. Çanak yapraklar 4-6 mm, tek eksene göre simetrik, dişler mızrak şeklinde ve kısa dikensidir, ± tüp kadar uzun. Taç yapraklar leylak rengi veya mor, 8-12 mm. Fındıksı meyve 2 mm, dikdörtgen, uçta geniş ve çok az salgı tüylüdür. Kurak çalılıklar, özellikle kalkerli frigana alanlarda yer alır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 0-400 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Küçük gövde ve yaprakları ile ve ayrıca salgı tüyleri ile kuraklığa uyumludur.

**Şekil 23.** *Rosmarinus officinalis* (a), *Ruscus aculeatus var. aculeatus* (b), *Sarcopoterium spinosum* (c), *Satureja thymbra* (d)

### *Sorbus umbellata* (Desf.) Fritsch (Geyik Elması) ROSACEAE

Küremsi bir tepe tacına ve koyu kırmızımsı-kahverengi dallara sahip 5-7 m'ye kadar uzayan çalı veya küçük ağaçtır. Yapraklar 4-11 x 3,5-10 cm, obovat ila yuvarlak, düzden kısa sivriye değişen uçlu, taban kısmı yuvarlak veya kama şeklinde, dişli, üstte yeşil renkte, altta yünsü beyaz tüylü. Yaprak sapı 5-20 mm. Çiçek kurulu 5-11 cm çapında, gevşek veya sıkı, 14-42 çiçekli. Çiçekler 15-20(-22) mm çapında, boyuncuk 2 adet, tabana yakın yünsü beyaz tüylü. Meyve 9-16

mm, küremsi, kırmızı, lentiseller belirgin; tohumlar 6-7 mm, üçgen, kahverengi. Ormanda uçurumlar arasında kireçtaşı yamaçlarında yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6, 400-1800 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Küremsi tepe tacı ve yünsü tüylü yaprakları ile kuraklığa dayanıklıdır

***Spartium junceum* L. (Katırtırnağı) FABACEAE**

Monotipik, dik gövdeli (1-3 m), çok dallı, yuvarlak ve oluklu gövdelere sahip bir çalı türüdür. Küçük ve basit yaprakları az sayıdadır (15-25 mm) ve dökülür. Yaprak şekli dar eliptiktir. Kulakçıkları bulunmaz. Gevşek çiçek kurulunda çiçekler iki sıralı sarmal dizilidir, 5-20 çiçekli. Çanak yapraklar uçta beş parçalı düzensiz dişli ya da bütündür. Taç yapraklar altın sarı renkte, 20-30 mm, kayıkçık gagalı (tam 2 mm), kanatlardan daha uzun ancak bayrakçıktan daha kısadır. Stamenlerin filamentleri birleşerek bir tüp meydana getirmiştir (monadelf). Legümen meyve yanlardan basık, tüysüz, 6,5-8,5 x 0,6 cm ebadında ve 12-20-tohumludur. Makilik alanlarda ve deniz kenarı kayalıklarında yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-7, 0-600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Az sayıda küçük, basit ve dar eliptik yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

***Styrax officinalis* L. (Ayı Fındığı) STYRACACEAE**

6 m'ye kadar çok dallı, yuvarlak başlı yaprak döken çalıdır (nadiren ağaç). Genç sürgünler ve tomurcuklar yıldız tüylü. Yapraklar genişçe eliptikten ovale kadar, bütün, 4,5-9,5 x 3,7-6,5 cm, 5-7 çift yan damarlı, parlak yeşil ve üstte seyrek yıldız tüylü (daha sonra tüysüz), alt yüzde yoğun yıldız keçemsi tüylü. 3-6'lı kümeler hâlinde bulunan çiçekler güzel kokuludur. Çanak yaprak dişleri yoğun yıldız keçemsi tüylü ve tam 5 adettir. Taç yaprakların lobları 5-8, dikdörtgen mızrak şeklinde, beyaz, c. 1,5 x 0,6 cm uzunluğundadır. Erkek organları 12 adet ve petal uzunluğu kadardır. Meyve etli, küremsi ve sert çekirdekli, 1,2-1,4 cm çapında, meyve yoğun yıldız keçemsi tüylerle kaplı ve üst kısmından yarılır. Makilik alanlar, *Pinus brutia* ormanları, bazik topraklardaki yaprak döken çalılıklar.

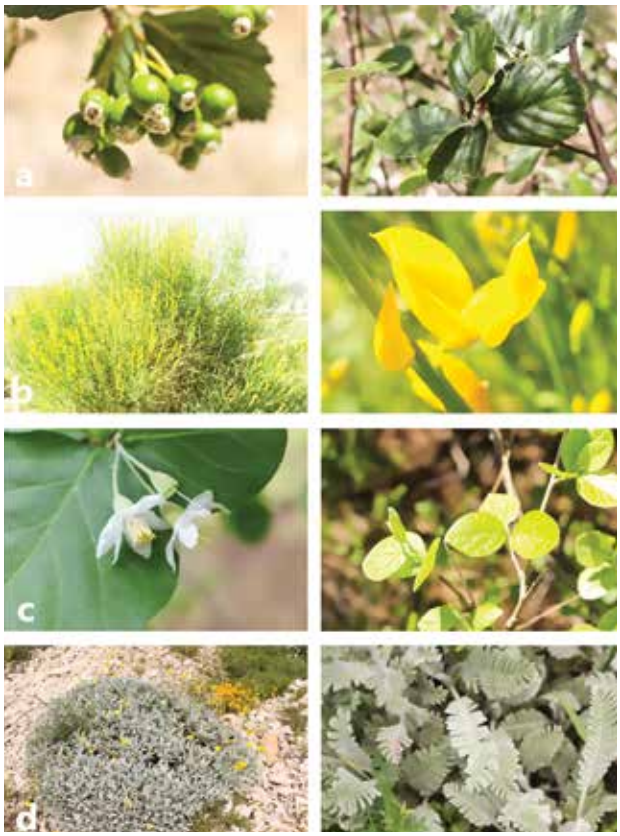
**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-6, 0-1500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Bazik özellikli habitatlarda yetişebilmektedir.

***Tanacetum densum* (Lab.) Schultz Bip. subsp. *amani* Heywood (Çarşak Pireotu) ASTERACEAE**

İnce dallı, odunsu köklü dik veya yükselen yarı çalıdır. Gövdeler (7-)15-25 cm uzunluğunda, yapraklı, beyaz keçemsi tüylü. Çiçekli gövdelerin taban ve verimsiz sürgün yaprakları 2 katlı parçalı tüysü yaprak şeklindedir ((1-)2,5 x 0,5-1,75 cm). Yaprakların ana hatları oval veya geniş eliptik, bitişik segmentlerle yalancı bütün, birincil sekmenler 10-25 (-30)-çiftli, 0-9 cm'ye kadar, lobları 3-12-çiftli, 1-1,5(-2) x 0-5 mm, ters mızrak



**Şekil 24.** *Sorbus umbellata* (a), *Spartium junceum* (b), *Styrax officinalis* (c), *Tanacetum densum subsp. amani* (d)

gibi, ucu sivri veya geniş, yoğun sim kaplı beyaz yünsü tüylü; gövde yaprakları daha küçük, birincil segmentler genellikle farklı, en üstteki yapraklar genellikle damarlara kadar parçalı. Kapitulum 3-7(-18) adet, seyrek veya yoğun korimb çiçek kurullu, bazen de yalnız. Brahte kümesi 5-8(-10) mm genişliğinde, brahteler mızrak şeklinde ila doğrusal-dikdörtgen, 2,5-4,5 x 1 mm, genellikle beyaz dişli, kenarlarda ve uçlarda soluk veya kahverengimsi zarımsı. Dilsi çiçekler 12-15(-20), sarı renkli; tüpsü çiçekler 1-4(-5) x 1,5-2 mm, tepede 3 loblu. Disk çiçekler 2.75-3 mm. Aken meyveler 5-8-çizgili, grimsi kahverengi, 2-2,5 mm; korona küçük dişli, tam 0,1 mm. Kireçtaşı kayalar ve kaya çatlaklarında bulunur.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-8, 1500-2500 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Koruma durumu:** Endemik **(IUCN: LC)**

**Kurakçıl Karakterleri:** Beyaz keçemsi tüyleri ve 2 katlı tüysü yaprakları ile kuraklığa uyumludur.

### *Teucrium multicaule* Montbret & Aucher ex Bentham (Haptutan) LAMIACEAE

Güçlü yarı çalı, çok yıllık bir bitkidir. Gövdeleri 12-40 cm, çok sayıda, dik veya yükselen, tüylüdür. Yapraklar tam veya üç parçalı, sapsız, doğrusal, ± döner kenarlı, altta ince grimsi beyaz bir tüylenmeye sahip veya yünsü tüylü, orta lop genellikle en uzundur. Çiçek salkımı gevşek salkım, çiçekler tek ve yaprak koltuklarında, doğrusal ila 3 parçalı çiçek yaprakları. Çiçek sapları 1-2 x kaliks. Çanak yapraklar 6-10 (-14) mm, gevrek tüylü ila tüylü arası, dişler bizsi, (1,5-) 2 x tüp. Taç yapraklar soluk leylak-pembe, çanak yaprakların iki katı boyutunda. Stamenler c. dudağın yarısı kadar. Bozkırlar, çalılık yerler, nadasa bırakılan alanlarda yer alır.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-7, 500-1600 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: İran-Turan elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Güçlü yarı çalı özelliği ve üç parçalı, içe kıvrık kenarlı yaprakları ile aşırı kuraklıklara uyumludur.

***Thymbra spicata* L. subsp. *spicata* (Zahter) LAMIACEAE**

10-40 cm'ye kadar uzayabilen bir çalı türüdür. Çiçekli saplar yükselen tipte veya dik, basit veya bazen geniş açılı dallı, esas olarak iki karşıt tarafta kıvrık tüylü. Yapraklar tabana doğru doğrusal ile doğrusal mızrak şeklinde, geniş, tüysüz veya seyrek kirpiksi tüylüdür. Çiçek salkımı ovat şeklinde, 1-8(-10) cm, genellikle yoğun kurullar hâlindedir. Brahteler mızrak şeklindedir, genellikle kısadır. Brahteoller brahtelere benzer ancak uç kısımları sivridir, yoğun ve uzun kirpiksi tüylüdür, morumsu renktedir. Çanak yapraklar 4-6 mm, morumsu kahverengi ve meyveye geçince dökülür. Taç yapraklar mor, leylak rengi veya pembe, 12-16 mm, salgı bezi noktalı. Kuru, genellikle kayalık yerler (genellikle kireçli), bodur, frigana ve bozkırda yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-7, 0-1000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Kurakçıl Karakterleri:** Kısa gövdeli bir çalı olması ile kuraklığa uyumludur.

***Thymus cilicicus* Boiss. & Bal. (Kılçık Kekiği) LAMIACEAE**

Yoğun ot öbeği oluşturan bir çalı türüdür. Gövdeler 3-15 cm uzunluğunda, dik, sürgünler çepeçevre kısa geriye yatık tüyler ile kaplıdır. Uzun sürgünlerin yaprakları 7-10 x 0,8-1,5 mm ve sapsızdır. Yaprak şekli mızraksı-bizsi, düz kenarlı, tüylü, alt 1/3'te kirpiksi tüylü; yağ bezeleri çoğunlukla seyrek ve sarımsı renktedir. Yan demetlerdeki yapraklar 3-4 x 0,3-0,5 mm, açıkça içe kıvrık kenarlı, tüylü. Çiçekler sürgün uçlarında küre şeklinde, c. 1,5 x 1 cm. Brahteler 7,5-10 x 3-4 mm ölçülerinde, oval, zayıf, tüylü, alt 1/2 kirpiksi tüylü, altında 4-5 çift güçlü yan damar bulunur; yağ noktaları çok sayıda ve sarımsı renktedir. Brahteoller 2 mm, kirpiksi tüylü. Çanak yapraklar 3,5-5 mm, dudak kısımları neredeyse eşit uzunlukta, çanak yaprak tüpünden daha uzun; üst dişler 0,5-0,8 mm, üçgen, düzensiz kirpiksi tüylü. Taç yapraklar 5-6,5 mm uzunluğundadır ve leylak ile mor renkler arasında varyasyon gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 4-8, 70-2000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Doğu Akdeniz elementi

**Koruma durumu:** Endemik **(IUCN: LC)**

**Kurakçıl Karakterleri:** Mızraksı-bizsi ve içe kıvrık kenarlı yapraklarıyla kuraklığa uyumludur.

***Thymus pubescens* Boiss. & Kotschy ex Celak (Tüylü Kekik) LAMIACEAE**

Sert kazık kök yapan, 10 cm'ye uzanan odunsu dallarıyla yer örtücü karakterde yarı odunsu bir bitkidir. Çiçekli gövde yaprakları oldukça küçük (5,5-9,5 x 1,8-2,5 mm), ve ovat-mızrak şeklindedir. Yaprak kenarları kurakçıl karakterini işaret edecek şeklinde kalınlaşmış ve içe doğru bükülmüştür. Yapraklardaki yağ bezeleri soluk renktedir. Orta yaprak damarı belirginken 2 çift olan yan damarları soluktur. Çiçekler sürgün uçlarında toplanmış küre şeklindedir. Brahteler yapraklardan farklı değildir. Brahteoller ise 0,5-1,5 mm. Çanak yapraklar 3,5-4,8 mm, üst dişler 0,6-1(-1,2) mm, kenarları genellikle kirpiksi tüylü. Taç yapraklar pembemsi veya leylak renkte, 5-6,5 mm'dir. Çoğunlukla dağların zirvelerinde yer

**Şekil 25.** *Teucrium multicaule* (a), *Thymbra spicata subsp. spicata* (b), *Thymus cilicicus (c)*, *Thymus pubescens* (d)

alan yastık formlu bozkırlarda, kuru otlaklar ve açık kayalık zeminlerde yayılış gösterir.

**Çiçeklenme ve Yükselti:** 6-8, 1830-3000 m

**Fitocoğrafik Bölgesi**: Çok bölgeli veya orijini bilinmeyen

**Kurakçıl Karakterleri:** Kalınlaşmış ve içe doğru kıvrılmış yaprak kenarları kurakçıl karakterini işaret eder.

# Karadeniz Bölgesi'nde İklim Değişikliğine (Suya ve Kuraklığa) Dayanıklı Bitki Biyoçeşitliliği ve Peyzaj Uygulamalarında Değerlendirilmesi

*Fergan Karaer**

Küresel iklim değişikliği (KİD), dünyanın yapısından (doğal) ve insan kaynaklı (yapay) olmak üzere iki şekilde görülmektedir. İnsan kaynaklı KİD'in meydana getirdiği tehditlerin küresel ölçekte olması nedeniyle tek başına alınacak tedbirlerle çözümü bulunmamaktadır. Bu durumda yapılması gereken, yapay KİD'in ortaya çıkışının asıl nedeni olan insanı merkeze alan, doğa ile barışık, çevre kirliliğini en aza indiren başta eğitim olmak üzere ekolojik uygulamaların hayata geçirilmesidir. Ekolojik uygulamalar, biyotik (bitkiler, hayvanlar, mantarlar, likenler, mikroorganizma) ve abiyotik (iklim, toprak, topoğrafya) olarak gerçekleşirken biyotik uygulamalarda en fazla dikkate alınması gereken konu dünyanın da dengesini koruyan, KİD'in çaresi olan bitkileri hayatımızın bir parçası olarak ele alıp onların olumsuz çevre şartlarına nasıl kolaylıkla direnç kazandıklarını öğrenmemizdir.

Bu çalışmanın amacı, KİD'e karşı ekolojik peyzaj uygulamalarında (EPU) kullanılmak üzere Karadeniz Bölgesi ve çevresindeki suya ve kuraklığa dayanıklı bitki biyoçeşitliliğinin belirlenmesi ve bunların peyzaj alanında değerlendirilmesidir.

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matemaatik ve Fen Bilimleri Bölümü

Yapılan araştırma sonucunda Karadeniz Bölgesi'nde kuraklık ve su direnci olan 92 familya, 348 cinse ait 831 damarlı bitki taksonu (556 tür ve 212 tür altı ve 63 varyete) tespit edilmiştir. Belirlenen taksonların 171 tanesi endemik olup endemik bitkilerden 19 takson küresel ölçekte "CR", 22 takson "EN", 25 takson "VU", 29 takson "NT", 70 takson "LC" kategorisinde bulunurken 5 takson "DD" kategorisinde bulunmaktadır. Ayrıca endemik olmadığı hâlde ulusal ölçekte nadir 16 bitki türü bulunurken bunların 12 takson "VU", 1 takson "NT" ve 3 takson "DD" kategorisindedir. Karadeniz Bölgesi'nde Bern Sözleşmesi'nde yer alan 2 takson, CITES listesinde yer alan 17 takson bulunmaktadır.

Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı bitki biyoçeşitliliği fenolojik olarak değerlendirildiğinde 98 ağaç, 198 çalı, 541 otsu taksondan oluşurken Raunkiær hayat formlarına göre 98 tanesi fanerofit, 203 tanesi kamefit olup otsu taksonlardan 90 tanesi geofit, 11 tanesi Kriptofit ve 434 tanesi hemikriptofittir. KİD'e dayanıklı açık tohumlu ağaç ve çalı takson sayısı 19 olup bunların 13 tanesi soğuk, 14 tanesi kuraklık, 3 tanesi tuzluluk ve 14 tanesi hava kirliliğine dayanıklıdır. *Ephedra major* subsp. *procera* soğuk, kuraklık, tuzluluk, hava kirliliği vb. özelliklere dayanıklılık göstermektedir. Kapalı tohumlu ağaçların sayısı 83 olup bunlardan 4 tanesi yapraklarını sıralı (her dem yeşil) dökerken (*Arbutus andrachne, Arbutus unedo, Laurocerasus officinalis, Laurus nobilis*) 79 tanesi yapraklarını kışın dökmektedir. Tuzluluğa dayanıklı olmayan bu ağaçların 15 tanesi yüksek derecede soğuğa, 14 tanesi yüksek dercede kuraklığa dayanıklı olurken bunların tamamının hava kirliliğine dayanıklılık özellikleri bulunmaktadır. Bu çalışmada otsu taksonların fazla sayıda olması nedeniyle KİD'e dayanıklı ağaç ve çalıların listesi verilmiştir.

## Giriş

"İnsan doğayı bilgisi oranında tanır ve sever." sözü şüphesiz insanın çevresiyle kurduğu, hayatının sonuna kadar da sürecek olan ilişkilerinin çerçevesinin doğru çizilmesini sağlarken gelecek nesillerin sağlıklı yaşamasının sınırını da belirlemektedir. Bilginin gücü insanların kişisel gelişimleri yanında toplumların güçlenmesine katkı sağlarken sürekli bilgi edinen değil, bilgi üreten bir toplum olma sürecinde bireylerin katkı sağlayacak biçimde yetiştirilmesi oldukça önemlidir. Nitekim başlangıçta doğa ile barışık yaşayan onun kurallarına göre hareket ederek doğayı sevgi, saygı, güven ve emeklerle tanıyıp seven insanlar; özellikle son yüzyılda teknoloji ve sanayileşmedeki gelişmelerle kendisini doğanın hâkimi görerek onun dengesini ve koruma-kullanma düzenini bozmuştur.

İnsanın amaçlarını gerçekleştirme uğruna, yerküreyi karşı karşıya bıraktığı küresel iklim değişikliği dünyanın akciğerleri olan bitki biyoçeşitliliğini ve bileşenlerini de etkilerken bütün karşılıklı etkilenme ve etkileşimler yine dönüp dolaşıp insan hayatını sona erdirmektedir (ÇŞB 2011; Demir, 2009; DPT, 2000; Dunn & Falavin, 2002).

İnsan; doğa (biyotik ve abiyotik faktörlerin bütünü) ile karşılıklı madde, enerji ve bilgi alışverişi olmazsa yaşamasının mümkün olmadığını bilmesine karşılık sürekli bir çelişki ve çatışma içerisindedir.

Bununla birlikte bazı insanlar doğaya karşı sorumluluklarını yerine getirirken bazıları da ya ceza ya da menfaatleri gereği korkmaktadırlar.

KİD, insan etkisi (yapay) veya dünyanın yapısı ile güneşin etkisi (doğal) olarak iki türde ele alınır. Doğal KİD; son 400 bin yılda iklim, buzul çağları ve sıcak dönemlerden oluşan periyodik ve düzenli bir döngü sergilemesi, son 8000 yılda da bunların küçük iklim dalgalanmaları dışında insan için son derece olumlu şartlar geliştiğinden bu dönemlerde insanlar doğanın denge kanunları ile yönetilmiştir (Anonim, 2004).

Günümüzde çoğunlukla uygulanan geleneksel peyzaj uygulamalarında (GPU), insanın refahı ve estetik değerleri ön planda tutulurken doğal süreçler ve ekolojik özellikler ikinci planda kalmıştır. Doğal yapı dikkate alınmadan gerçekleştirilen yapısal tasarım, bitkilendirme ve mevcut yapının sürdürülebilmesi için yoğun insan müdahalesini (alandan en yüksek faydayı elde etmek amacı ile yoğun alan kullanımları) gerektirdiğinden doğal yapıya zarar vermektedir. Çoğu zaman yüksek estetik kaygısı ile oluşturulan tasarımlar, alana farklı bir peyzaj karakteri sağlarken kullanıcıların estetik algısının zaman içinde doğaldan yapaya doğru değişime uğramasına neden olmaktadır. Sürdürülebilirlik kaygısından uzak ekolojik dengeye zarar veren, doğal kaynakların hızla tükenmesine neden olan bu durumlar aynı zamanda habitat parçalanmasına, biyoçeşitliliğin, ekosistem işlev ve yararlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Estetik değerlerdeki bu değişim kullanıcıların yaşam tarzını ve tüketim anlayışlarını da olumsuz yönde etkilemektedir (Cranz & Boland, 2003; Özgüner, 2003; Özhancı ve Yılmaz, 2015).

Son yıllardaki peyzaj uygulamalarının çoğu; kentsel değişimler için ekolojik, kültürel ve bölgesel sonuçları dikkate alarak estetik bitki düzenlemesinin ve parklar yapmanın ötesinde; ekolojinin temelleri ile sürdürülebilir, doğayı daha bütüncül olarak değerlendiren, peyzaj esnekliği ve sosyal ekoloji, çağdaş peyzaj uygulamaları için temel temalar oluşturan daha büyük kentler ve kırsal alanların tasarlanmasına yönelmektedir (Branshaw, 1982).

Ekolojik peyzaj uygulamaları (EPU); geçmişi bilerek, bugünü yaşayarak geleceği planlamak için doğa ve kültürü birbirine bağlayan, uygulama ve peyzaj politikaları arasında bağlantı kuran, peyzaj değişikliklerini sürdürülebilir hâle getiren bilimsel gerçeklere dayalı doğa ve ekolojik değerlere sahip bugün ve geleceğe daha dayanıklı, değişen çevresel etkilere uyarlanabilecektir (Esbah ve Erdoğan, 2019). EPU; aynı zamanda başta insan ve diğer canlıların yaşam alanlarının ve kentlerin sağlıklı, yaşanabilir, dirençli alanlar olmasını sağlarken ileriye dönük değişimleri ve tehditleri göz önünde bulundurmaktadır. Böylece alternatif ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmasıyla doğayı parçalayan değil, doğanın bir parçası olan sıfır atık ve en az karbonu olan kentlerin geleceğe taşınmasını sağlayacaktır (Sisson, 2020). Bu uygulamalarla parklar ve spor alanları vb. yeşil alanlar, ormanlar, sulak alanlar veya diğer ekosistemler, kentsel ekosistemin temel bir bileşeni olarak görülmesini ve havayı temizleyen filtre görevini üstlenmesini sağlarken fiziksel aktiviteyi ve rahatlamayı kolaylaştırmaktadır (WHO, 2021; Lehmann, 2010).

Bu çalışmanın amacı, KİD'e karşı EPU'da kullanılmak üzere Karadeniz Bölgesi'ndeki suya ve kuraklığa

(Fotoğraf: Depo Photos)

dayanıklı bitki biyoçeşitliliğinin belirlenmesidir. Bu amaçlar gerçekleştirilirken Karadeniz Bölgesi'nin vejetasyonu (bitki örtüsü), su ve kuraklığa dayanıklı bitki biyoçeşitliliği, peyzajda kullanımı ile su ve kuraklığa dayanıklılık uyumları verilirken KİD'in Karadeniz Bölgesi'ndeki ekosistemler ve biyoçeşitlilik üzerine etkileri, Karadeniz Bölgesi kurakçıl bitki biyoçeşitliliği, KİD'e karşı önerilen ağaç ve çalıların ekolojik özellikleri verilmiştir. Bu kapsamda KİD'e dayanıklı otsu taksonlar ve ekolojik özellikleri takson sayısının fazla olması nedeniyle burada verilmemiştir.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmanın verileri, yazarın KİD'e (su, kuraklık) dayanıklı bitki biyoçeşitliliği ile ilgili Karadeniz Bölgesi'ndeki maki vejetasyonu çalışmaları (Kılınç vd., 1992; Karaer, 2003a, b; Kutbay vd., 1995), Sinop Yarımadası, Kelkit Vadisi (Tokat-Sivas), Doğu Karadeniz bölümü flora ve vejetasyonu (Karaer ve Kılınç, 1993; Kılınç ve Karaer, 1995; Karaer vd., 1997; Karaer vd., 1999; Karaer ve Kılınç, 2001; Karaer vd., 2003; Byfield vd., 2003; Karaer, 2003c, d; Varol vd., 2003) çalışmaları yanında TÜBİTAK tarafından desteklenen (TBAG-1747) "*Sempervivum* L. (Crassulaceae) Cinsinin Taksonomik, Palinolojik, Anatomik ve Ekolojik Araştırmalar" adlı proje çalışmalarından elde edilmiştir (Karaer & Celep, 2008; 2010; Karaer vd.,. 2010a; 2011). Karadeniz Bölgesi'nin kurakçıl ve su stresi yaşayan bitki listesi hazırlanırken Türkiye ve Karadeniz Bölgesi'nin bitki biyoçeşitliliğini ilgilendiren çalışmalar (Davis vd., 1965-1988; Güner vd. 2000; Terzioğlu 1999; Terzioğlu ve Anşin, 2001) yanında Karadeniz Bölgesi'nde yapılmış olan Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi (Karaer, 2013), Karadeniz Bölgesi Habitat Tiplerinin Belirlenmesi proje çalışmaları (Karaer, 2019) ile Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı peyzaj çalışmalarından da yararlanılmıştır.

Bitkilerin güncel, bilimsel ve yerel isimlerinin belirlenmesinde Güner vd. (2012), Govaerts (2014), IPNI (2022) ve TPL (2014)'ten yararlanılırken endemik ve nadir bitkilerin IUCN tehlike kategorileri Ekim vd. (2000) ile son yıllarda yapılan çalışmalardan elde edilen bilgi ve arazi gözlemleri dikkate alınarak güncellenmiştir. Bitki türlerinin tehlike kategorileri, kritik tehlike altında (CR), tehlikede (EN), zarar görebilir (VU), tehlike altına girmeye aday (NT), az tehdit altında (LC), değerlendirilemeyen (NE), veri yetersiz (DD) olarak değerlendirilmiştir (IUCN 2018). Ayrıca başta orkide ve sütleğen türleri olmak üzere CITES sözleşmesinin EK II listesinde Karadeniz Bölgesi'nde yayılışı olan su ve kuraklığa dayanıklı bitkiler (CITES, 2015) ile ülkemizin taraf olduğu Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi'nde (BERN, 2015) yer alan taksonlar da belirlenmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nde EPU için bitki biyoçeşitliliğinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması oldukça önemlidir. Bu kapsamda kentsel alanlarda biyoçeşitliliğin belirlenmesinde farklı birçok yöntem olmakla beraber Simpson (1949) ve Shannon-Weiner (1963) indeksleri daha çok doğal alanlarda kullanılmaktadır.

Kentsel yeşil alanların habitat biyoçeşitliliğinin değerlendirilmesinde Qui vd. (2013)'nin belirlediği **[a]** Tüm damarlı bitkilerin sayısı, **[b]** Yabancı (yerli olmayan kültür) damarlı bitki sayısının oranı, **[c]** Gösterge (indikatör) bitkilerin sayısı (eskiden bir bölgenin ormanlık olabileceğini gösteren eski zamana ait odunsu türler), **[d]** Alanı farklı büyüklükte bölgelere bölerek alandaki tüm türlerin tespitinin yapılması, **[e]** Alanda bir yönetim organizasyonunun varlığı ve yoğunluğu, **[f]** Habitat yapısının karmaşıklığı vb. özellikler kullanılmıştır.

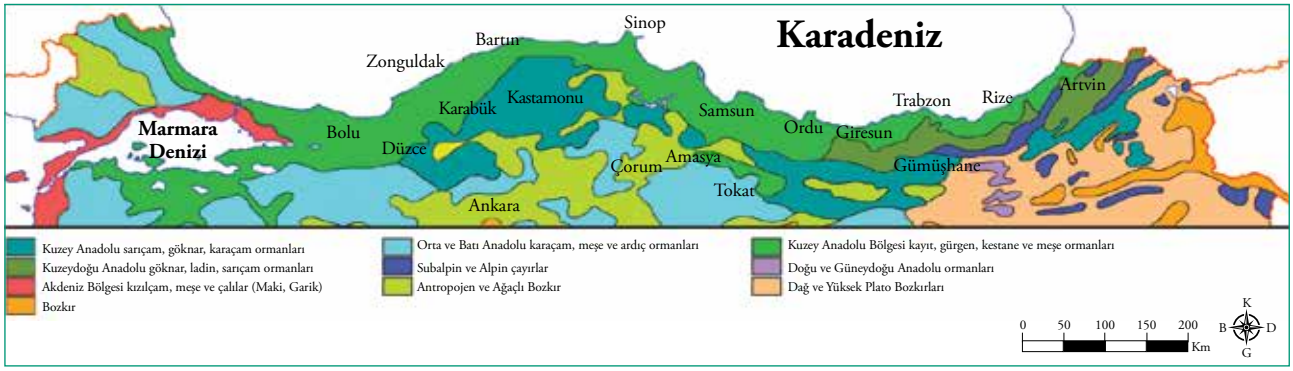
Bu kapsamda Karadeniz Bölgesi'nin vejetasyonu (bitki örtüsü), su ve kuraklığa dayanıklı bitki biyoçeşitliliği, peyzajda kullanımı ile su ve kuraklığa dayanıklılık mekanizmaları verilirken KİD'in Karadeniz Bölgesi'ndeki ekosistemler ve biyoçeşitlilik üzerine etkileri, Karadeniz Bölgesi kurakçıl bitki biyoçeşitliliği KİD'e karşı önerilen ağaç ve çalıların ekolojik özellikleri ve bazı fotoğrafları verilmiştir. Familyası, Türkçe adları hayat formlarının (Raunkiær, 1934) belirlendiği bu bitki listesinde KİD'e dayanıklı ağaç ve çalılar verilmiştir.

# Bulgular

## Karadeniz Bölgesi Vejetasyonu (Bitki Örtüsü)

Karadeniz Bölgesi'nde sahilden iç kesimlere doğru deniz, kıyı kumul, çalı ve maki, orman, step, sulak alan, tarım, dağ, Alpin ekosistemleri ve bunların kombinasyonları olan ekosistemler yer alırken, bu ekosistemlerde aynı adlar ile vejetasyon tipleri (popülasyon ve kommüniteleri) ile bunların üzerinde bulunduğu biyotop ve habitatlar yer almaktadır.

Kıyı ve kıyı ardı olmak üzere iki bölgeye ayrılan Karadeniz Bölgesi'nde vejetasyon tipleri kıyıdan iç kesimlere doğru yaklaşık 1000 m'ye kadar kesim kıyı kumulları, frigana (garig), çalı, maki, bozuk orman, sulak alan, longoz orman ve stepler bulunmaktadır. 1000 m üzerinde nemcil kışın yapraklarını döken ve iğne yapraklı her dem yeşil orman ve Alpin vejetasyonları (Şekil 1) yer almaktadır (Karaer vd., 2010).




**Şekil 1.** Karadeniz Bölgesi'nin ekolojik bölgeleri ve bitki örtüsü (Atalay, 2014'ten değiştirilerek).

**Kıyı Kumul Vejetasyonu (Bitki Örtüsü):** Türkiye'nin 8333 km olan kıyılarının yaklaşık %12,2'sini oluşturan kıyı kumul alanlarının %41,4'ünü (yaklaşık 420 km'sini) Karadeniz kıyı kumulları oluşturmaktadır (Avcı vd., 2015). Karadeniz kıyı topoğrafyasına uygun olarak kesintili uzanan bu kumul alanları, Ardeşen-Pazar (Rize), Eskipazar-Of, Araklı (Trabzon), Denizli-Eynesil, Görele-Tirebolu-Espiye (Giresun), Gündoğdu, Ünye (Ordu), Yeşılırmak, Kızılırmak Deltası (Samsun), Sarıkum, Akliman (Sinop), Çatalzeytin, Abana İnebolu, Cide, (Kastamonu), Filyos (Zonguldak) ve Melenağzı (Düzce)'nda yer almaktadır.

Karadeniz Bölgesi kıyı kumullarındaki kumul bitkileri, kumulların inorganik-organik besin madde, yüksek su geçirgenlik oranı, sıcaklık, rüzgâr, hareketlilik, tuzlu deniz suyuna maruz kalma vb. özellikler nedeniyle oldukça farklılıklar göstermektedir. Aynı zamanda deniz ile kara arasında geçiş alanını (ekoton) oluşturan bu kumulların da kum seven (psammofit) bitkilerin oluşturduğu kumul vejetasyonu yatay olarak kıyıdan iç kesimlere doğru farklılık göstermektedir. Endemik taksonların da yer aldığı kumul vejetasyonu, ön kıyılarda hareketli, arka kıyı alanlarında sabit kumul alanlarına uyum sağlayan taksonlar oluşturur ve bunların çoğu kısa boylu ve yeraltı suyuna erişebilmek için uzun kök sistemlerine sahiptir.

Karadeniz Bölgesi'nin topoğrafik özelliğine göre batıdan doğuya doğru farklılık gösteren kumul alanlarından Batı Karadeniz bölümü (BKB), nadir kumul bitki taksonları bakımından en zengin alanlarını oluşturmaktadır. Bu taksonlar arasında nadir olan *Isatis arenaria* (Kelebekotu), *Linaria odora* (Kokar nevruzotu), *Jurinea kilaea* (Kilyos moru), *Alyssum stribrnyi* (Mendebur otu), *Convolvulus persicus* (Acem yayılganı), *Peucedanum obtusifolium* (Kıyı kerevizi), *Leymus racemosus* subsp. *sabulosus* (İstanbul sahil çavdarı) *Verbascum degenii* (Sahil sığırkuyruğu-endemik) ile *Pancratium maritimum* (Kum zambağı) yer almaktadır. Orta Karadeniz bölümü (OKB), Kızılırmak ve Yeşilırmak deltaları ile Karadeniz Bölgesi'nin en geniş kumul alanlarını oluşturmaktadır. Bu alanlarda *Eryngium maritimum* (Kum boğa dikeni), *Corispermum filifolium* (İnce pulotu), *Lactuca tatarica* (Yağ marulu), *Tournefortia sibirica* (Kum gelini), *Pancratium maritimum* (Kum zambağı), *Euphorbia paralias* (Kum sütleğeni), *Jurinea kilaea* (Kilyos moru), *Cyperus pannonicus* (Macar hasırotu), *Polygonum maritimum* (Kum sicim otu), *Stachys maritima* (Kum karabaşı) yaygındır. Bu alanların nemli kumullarında *Tripolium pannonicum* subsp. *tripolium* (Bataklık papatyası), *Hydrocotyle vulgaris* (Sutaşı), *Kyllinga brevifolia* (Kilinotu), *Phyla nodiflora* (Su çileği), *Schoenoplectus triqueter* (Üç semerotu) yer almaktadır. OKB'den BKB doğru gittikçe azalan, yerel ve nadir türlerin yanında *Achillea (Otanthus) maritimus* (Çocukotu), *Ammophila arenaria* (Sahil otu), *Medicago marina* (Kum yoncası), *Cakile maritima* (Kum teresi), *Hordeum marinum* (sahil arpası), *Crambe maritima* (Deniz lahanası), *Salsola kali* (soda otu) vb. tuza dayanıklı taksonlar denize en yakın alanlara kadar yayılırlar. Arka kıyıdaki bataklık-sazlık alanlar ile sahil kumul alanlarında *Elymus farctus, E. elongatus* (Çiçora), *Cionura erecta* (bodur ot), *Cyperus capitatus* (hasır otu),

*Hydrocotyle vulgaris* (Sutaşı)

*Cakile maritima* (Kum teresi)

*Cionura erecta* (Bodur ot)

*Crambe maritima* (Deniz lahanası)

*Cyperus capitatus* (Hasır otu)

*Achillea (Otanthus) maritimus* (Çocukotu)

*Sporobulus virginicus* (Puslu çorakçimi) yaygınlaşır. Arka kıyı bataklık-sazlık alanlarda *Glycyrrhiza glabra* (meyan), *Silene sangaria* (Karadeniz salkımı), *Sophora jaubertii* (Acı meyan), su seven rizomlu *Juncus* sp. (saz) ve *Phragmites australis* (kamış) vb. taksonlar hâkimdir. Doğu Karadeniz bölümünde (DKB) sınırlı olan kumul alanları (Karaer vd. 1997). 1987-2007 yılları arasında DKB sahil yolu projesi ile yer yer tahrip edilmesine karşılık Ordu, Ünye sahil kumulları kendini hızla yenilemektedir.

Karadeniz Bölgesi kıyı kumul vejetasyon tiplerinin oluşmasında kumulun denizden uzaklığı, hareketli ve sabit oluşu, taban suyu seviyesi, bünyesi, pH'ı, tuz, organik madde miktarı, biyotik faktörler, su, besinlerin kullanılabilirliği, rüzgârın şiddeti, yoğunluğu, güneş etkisi vb. çevresel faktörler etkili olmaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak yatay tabakalaşma gösteren kıyı kumul vejetasyonunu oluşturan taksonlar dalgaların kıyıya ulaştığı ve etkilediği alanının gerisinden (~5-100 m) başlayarak ~100-400 m ve 400-1000 m içeriye kadar 3 yatay tabakalaşma göstermektedir (Şekil 2/3).

Denize yakın olan kumullarda tuz seven (halofit), daha geride psammofit ve kısmen tuzcul, bunların gerisinde ise kumul bitkilerinin yanı sıra kumul bitkisi olmayan geniş yayılış gösteren türler yaygındır. Buna göre ~5-100 m'de ön hareketli kumul bitki örtüsü, ~100-400 m'de yüksek kumul alanları ile embriyonik kumulların bitki örtüsü (orta) gelişmiştir. 400-1000 m arasında ise yüksek kumulların öncü azotça zengin tuzcul bitki örtüsüne (arka) ait bitki birlikleri gelişmiştir (Uslu & Gehu 1990; 1992; Kılınç ve Özkanca 1991; Byfield ve Özhatay 1994; Karaer vd. 1997; Byfield 2005; Byfield ve Atay 2005; Terzioğlu vd. 2007; Aksoy vd. 2013; Aslan vd. 2013; Ağır vd. 2014).

**[a] Hareketli Kumulların Bitki Örtüsü Birlikleri:** ~5-100 m tabakada *E. paralias E. maritimum*, *P. maritimum*, *Elymus elongatus*, *S. ruthenica*, *C. maritima*, *A. arenaria*, *Achillea* (*Otanthus*) *maritimus* taksonları ve *Eryngio- Ammophiletum arundinaceae, Otantho-Leymetum sabulosi* (endemik) *Elymus elongatus* subsp. *elongatus -Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea, Eryngium maritimum - Euphorbia paralias, Pancratium maritimum -Euphorbia terracina* bitki birlikleri yer almaktadır.

**[b] Yüksek ve Embriyonik Kumulların Bitki Örtüsü Birlikleri:** ~100-400 m tabakada tuzu sevmeyen, nispeten sabit kum seven; *M. marina*, *M. littoralis* (Çevrince), *Daucus broteri* (Sahil yaban havucu), *T. sibirica, C. capitatus* (topalak), *Raphanus rapharistrum* (turp otu), *Calystegia soldanella* (kum sarmaşığı), *J. kileae, C. filifolium, P. maritimum, S. alopecuroides*, *G. glabra, C. erecta* vb. türler yaygındır. Bu alanda kum boğa dikeni-puslu çorak çimi (*Eryngio maritimi- Sporoboletum virginici*), kum boğa dikeni-cicora (*Eryngio maritimi-Elymetum farcti*), sahil çavdarı-gür buğday çimi (*Elymo giganteei-Agropyretum juncei)* ile *Sophora alopecuroides* var. *alopecuroides -Glycyrrhiza glabra* var. *glabra, Cionura erecta, Pancratium maritimum-Sophora alopecuroides* var. *alopecuroides* birlikleri bulunmaktadır.

**[c] Yüksek Kumulların Öncü Azotça Zengin Tuzcul Bitki Örtüsü**: ~400-1000m tabakada nemli-sabit kumullar ile kısmen organik madde oranı fazla tabakadır. Seven *Carex arenaria* (kum

**Şekil 2/3.** Kıyı kumul vejetasyonu *Eryngium maritimum - Euphorbia paralias* birliği -Samsun(Sağda), kumullarda yaygınlaşan *Cenchrus incertus* (Solda).

saparnası), *Plantago scabra* (damar otu), *Cota tinctoria* (beyaz papatya), *Xanthium spinosum* (pıtrak), *Stachys annua* (Şalpa otu), *Eleagnus (Hippophae) rhamnoides* (kum dikeni) vb. türler yaygındır. Bu alanda endemik *Salsolo ruthenicae-Atriplicetum constantinopolitanae Polygono mesembrici-Raphanetum maritimi, Cakilo euxinae-Salsoletum ruthenicae, Salsolo-Cakiletum aegyptiacae, Hippophae rhamnoides* subsp. *caucasica-Verbascum thapsus* birlikleri bulunmaktadır (Korkmaz vd. 2012).

Bu tabakanın 1000 m'den sonra nemli kumul ile organik maddesi fazla alanlarda *Juncus littoralis* (Deniz sazı), *Scirpus holoschoenus* (Saz otu), *Artemisia santonicum* (Pelin otu), *Pulicaria dysenterica* (Andız otu) bulunmaktadır. Bu alanların sazlık-bataklık alanlarında tamamen edafik şartlara bağlı olarak sucul (higrofit) ve kısmen tuzcul (halofit) *P. australis*, *Scirpus lacustris* (Göl sazı), *Zizania latifolia* (yabani çeltik), *Ranunculus tricophyllus* (düğün çiçeği), *Iris psedocorus* (Bataklık süseni), *Potamogeton pectinatus* (Su sümbülü) ve *Nymphaea alba* (Nilüfer) yaygındır. Bu alanların bataklıklarının tuzlu kesiminde *Juncus maritimus* (deniz sazı), *Typha angustifolia* (hasır otu) ve *Salicornia herbacea* (deniz börülcesi) vb. yaygın olarak bulunmaktadır.

**Maki ve Frigana (Garig) Vejetasyonu:** Karadeniz kıyıları boyunca uzanan kışın yapraklarını döken ormanların tahrip edildiği yerlerde çalı formasyonu gelişirken özellikle Karadeniz Bölgesi'nin kıyılarını da içine alacak şekilde ortaya çıkan çalı formasyonu Akdeniz ikliminin etkisinin Karadeniz kıyılarına doğru sokulmasıyla Akdeniz kökenli çalı türleri yayılış göstermektedir. Özellikle DKB sahil kesiminde (Trabzon hariç) nemli iklim nedeniyle yaz kuraklığının azalmasının bir sonucu olarak yapraklarını sıralı döken maki elemanları ile kışın yapraklarını döken çalı türlerinin oluşturduğu "yalancı maki" vejetasyonu olarak ifade edilirken OKB ve BKB sahil kesiminde gerçek maki vejetasyonu olarak geçerliliğini sürdürmektedir.

OKB ve BKB'nin sahil ve iç kesimlerindeki vadi boylarındaki maki alanları yetişme devresi, Akdeniz makilerine oranla daha kısa olmakla birlikte kışın sıcaklık değerlerinin azalması yetişme devresini kesintiye uğratmadığından vejetatif faaliyetler bu mevsimde de devam ettirmektedir. Bu alanlarda *Arbutus unedo*, *A. andrachne*, *Phillyrea latifolia*, *Spartium junceum*, *Erica arborea*, *Mrytus communis*, *Laurus nobilis*, *Pistacia terebinthus*, *Ligustrum vulgare* ve *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* vb. maki elemanları yer almaktadır. Bu alanlarda kışın yapraklarını döken *Cornus mas*, *Crataegus monogyna*, *Corylus avellena*, *Mespilus germanica*, *Rubus sanctus*, *Prunus spinosa*, *Vaccinium arctostaphylos* ve *Rhododendron luteum* vb. çalı türleri bulunmaktadır (Kılınç vd., 1992). Buna karşılık Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde özellikle Kelkit Vadisi vb. Karadeniz'e paralel vadilerde *Quercus coccifera-Phillyrea latifolia, Arbutus andrachne-Cotinus coggyria, Fontanesia phillıraeoides* subsp. *phillıraeoides-Paliurus spina-christi, Pinus brutia-Quercus infectoria* subsp. *infectoria ve Cedrus libani-Quercus petrea* subsp. *iberica* vb. gerçek maki vejetasyonuna ait bitki birlikleri tespit edilmiştir (Karaer vd., 2001; 2010 a).

**Frigana (Garig) Vejetasyonu:** Maki vejetasyonunun tahribi sonucu 0,5-1 m boyda *Sarcopoterium spinosum, Cistus* sp., vb. bodur çalı (kamefit) ile küçük boylu yarı odunsu çalılardan oluşan bu vejetasyonun taksonları; kurakçıl alanlarda toprak-su ilişkisini dengede tutabilmek için kökleri derine inebilen, gövdeleri dikenli, yaprakları transpirasyonu azaltmak için küçük ve yoğun tüy bulundururlar. Sinop yarımadasında *Q. ilex*'in tahribi ile *S. spinosum- C.creticus* birliği meydana gelmiştir (Kılınç & Karaer, 1995).

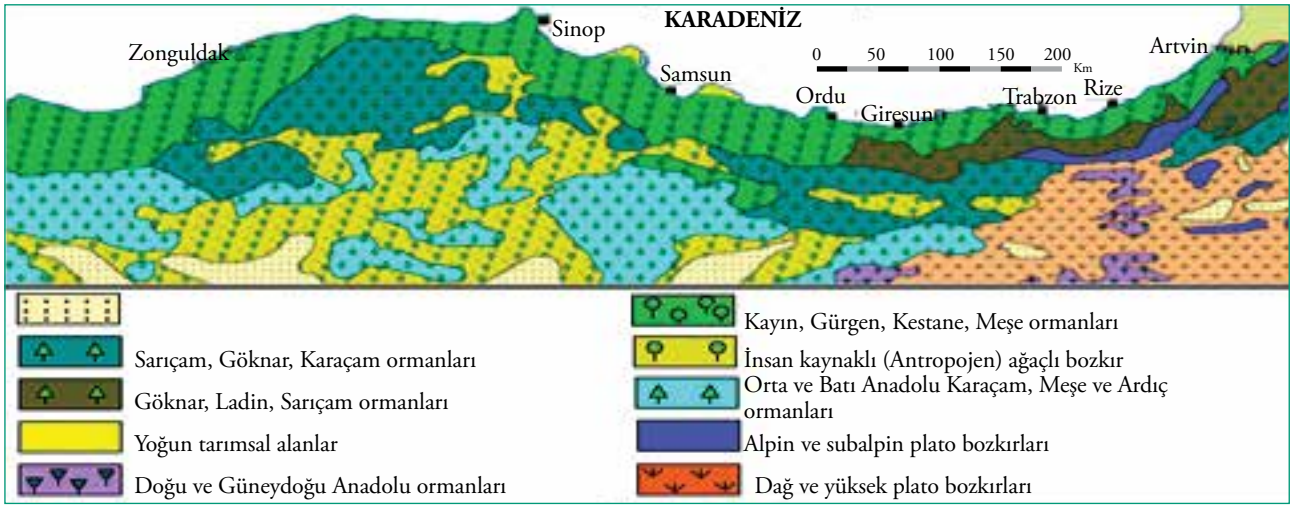
**Orman Vejetasyonu:** Karadeniz dağlarının kuzeye bakan yamaçları boyunca maki, garig ve "psödomaki" vejetasyonlarının bulunmadığı 0-250 m'den itibaren kuşak hâlinde uzanan nem isteği fazla ağaç ve çalı türlerinden oluşmaktadır. Bu alanlarda özellikle fındık tarımı için yapılan tahribata bağlı olarak bozuk orman yaygın olarak bulunurken, yaklaşık 1000 m üzerinde de diğer bölgelere göre daha fazla yağış aldığından iğne yapraklı orman vejetasyonu yer almaktadır. Karadeniz ardında, orman vejetasyonunun azalmasıyla bitki türleri değişirken özellikle akarsu vadileri boyunca uzanan riparian alanlar dışındaki düzlükler ile deltalardaki alüvyon düzlükler, depresyon tabanlarındaki birikim alanları, kıyı ovaları, dağların etek kısımlarından tabana doğru yayılan alanlar vb. hafif eğimli alanların büyük kısmının doğal bitki örtüsü tahrip edilerek tarım alanlarına dönüştürülmüştür.

**[a] Kışın Yapraklarını Döken Nemcil Orman Vejetasyonu:** Karadeniz Bölgesi'nde kıyı dağlarının kuzeye bakan yamaçlarında geniş yayılış gösteren, bu ormanların hâkim elemanını sıcaklık isteği orta az, yağış isteği yüksek *Fagus orientalis* (Kayın) oluşturmaktadır. *F. orientalis* KBD'nin kıyıya yakın kuzey yamaçlarında 800-1000 m (Sinop'ta sahile kadar iner) arasında bazen saf, bazen de diğer nemcil ağaç türleri ile karışık ormanlar oluşturur. Bu ormanlarda *Carpinus betulus, Castanea sativa*, *Quercus pontica*, *Q. hartwissiana*, *Q. petraea*, *Q. robur*, *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Tilia rubra* subsp. *caucasica*, *Fraxinus ornus, F. angustifolia*, *Ulmus minör*, *Sorbus aucuparia*, *Viburnum lantana*, *Buxus sempervirens*, *Alnus glutinosa* yaygındır. Öksin karakterli bu ormanların

çalı katında *Rhododendron ponticum*, *Rh. luteum*, *Ilex aquifolium, I. colchia*, *Cornus mas, C. sanguinea, Vaccinium arctostaphylos*, *Laurocerasus officinalis*, *Daphne pontica*, *Mespilus germanica*, *Hedere helix, H. colchica* en çok rastlanan türlerdir.

**[b] İğne Yapraklı Ormanlar:** Karadeniz kıyılarındaki ormanlarının üzerinde sıcaklık değerlerinin düşmesine bağlı olarak DKB'de *Picea orientalis*, *Pinus sylvestris*, *Abies nordmanniana* subsp. *nordmanniana*, OKB ve BKB'de *A. nordmanniana* subsp. *equi-trojani* ve *Pinus sylvestris* orman vejetasyonu hâkimdir. DKB'de kuzey yamaçlarda 1200-2000 m yayılış gösteren *P. orientalis* 1300-1500 m'de podzolik topraklar üzerinde kuzeye bakan yamaçlarda saf topluluklar yaparken, bazı alanlarda *Quercus petraea* ile karışık ormanlar oluşturmaktadır. *P. orientalis* bazen *F. orientalis*, *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* ve *P. sylvestris* ile karışık ormanlar oluştururken, bu ormanlarda *Populus tremula* (titrek kavak), *Betula medwediewii, B. litwinowii*, *Quercus pontica* ve *Rh. ponticum, R. luteum*, *R. caucasicum* yaygındır. Ormanların üst sınırına doğru ve Melet Irmağı'nın batısından itibaren ortadan kalkan *P. orientalis* yerine dağların kuzeye bakan yamaçlarında çoğunlukla göknar ve sarıçam ormanları hâkim duruma geçerken Sarıçam, Trabzon'da sahile kadar inmektedir. BKB'de endemik *A. nordmanniana* subsp. *equi trojani* ormanları hâkim duruma geçmektedir (Şekil 4, 5/6).

**Sulak Alan Vejetasyonu:** Karasal ve sucul ekosistemler arasında geçiş bölgesini oluşturan sulak alan ekosistemleri, tropikal ormanlardan sonra birim alandan en yüksek organik madde üretmesi yanında bitki biyoçeşitliliğe ve dinamik yapısı ile dikkati çekmektedir. Sulak alan ekosistemleri, çevresindeki nemin kontrolünde, taban suyu hareketinde, erozyon ve taşkın kontrolünde su kalitesinin arttırılmasında, su ve besin temininde, ekonomik gelir elde




**Şekil 4.** Karadeniz Bölgesi'nin bitki örtüsü (Saygılı, 2020'den değiştirilerek).

**Şekil 5/6.** Karadeniz Bölgesi'nin bitki örtüsü ve tahribi; Zigana Geçidi/Trabzon (Solda), Keltepe-Karabük (Sağda).

edilmesinde, tarımsal verimliliğin arttırılmasında bölgenin iklim dengesinin sağlanmasında oldukça önemlidir. Bu alanlar hidrofit tür baskınlığı, drenajı iyi olmayan hidrofil topraklardan oluşmayıp (turba gibi) her yılın gelişme dönemi süresince ya suya doygun veya suyla kaplanabilmektedir.

Sulak alan ekosistemleri, bitki, hayvan ya da diğer canlı taksonların endemik, nadir, hassas veya tehlikede bulunması, biyolojik döngüdeki önemleri ya da bitki toplulukları için özel bir öneminin bulunması vb. özellikler nedeniyle uluslararası sulak alan olarak koruma altına alınmaktadır. Özellikle su kuşları yaşama ortamı olarak uluslararası öneme sahip bu sulak alanların korunması ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için Ramsar Sözleşmesi (RMSR) kabul edilmiştir. RMSR'ye göre doğal sulak alanlar, coğrafik ya da oluşum mekanizmasına göre 6 m'den derin olmayan deniz, kıyı (mercan kayalıkları, mangrovlar, deniz çayır yatakları ve haliçler) ve karasal sulak alanlar (bataklık, turbalık, göller, nehirler ve yer altı su habitatları) olarak sınıflandırılmaktadır (Meriç ve Çağırankaya, 2013).

Karadeniz Bölgesi'nde BKB'de Bolu'da 3 (Abant, Yedigöller, Yeniçağa/tatlı, tektonik), Düzce'de bir (Efteni-Melen); Sinop'ta 1 (Sarıkum/tatlı, kıyı set) olmak üzere 5 tane göl bulunmaktadır. OKB'de Amasya (Borabay), Tokat (Zinav, Kazgölü) ve Samsun'da (Lâdik/tatlı, Balık/tuzlu tatlı, kıyı set; Çernek/tatlı, kıyı set; Dumanlı/tuzlu, kıyı set; Karaboğaz/tuzlu, kıyı set; Liman/tuzlu, kıyı set; Simenit/tuzlu, kıyı set) 9 tane göl bulunmaktadır. DKB ise Artvin (Karagöl) ve Trabzon'da (Sera, Uzungöl) 3 tane olmak üzere 18 tane göl yer almaktadır.

Karadeniz Bölgesi sulak alanlarında su içi, kıyı-çamur, ıslak çayır, su basar orman ve tuzcul sulak alan vejetasyonları tespit edilmiştir.

**[1] Su İçi Vejetasyonu:** Su üzerinde yüzen ve suya batık durumda olup kök veya rizomlarıyla (gövde tipi) zemin çamuruna tutunmuş hâlde yaşayan sucul bitkilerden oluşmuştur. Karadeniz Bölgesi'nde göller ve yakın çevresinde yer alan bu vejetasyonun önemli türleri *Azolla filiculoides, Callitriche palustris, Elodea canadensis, Hippuris vulgaris, Hottonia palustris, Lemna minor, L. gibba, L. minuta, Myriophyllum spicatum, Najas marina, Potamogeton pectinatus. P. crispus, Ruppia cirrhosa, R. maritima, Salvinia natans, Spirodela polyrhiza, Wolfia arrhiza, Zannichellia palustris, Z. peltata*'dır.

Tespit edilen bitki birlikleri: *Lemnetum minoris, Lemnetum gibbae, Potametum pectinati, Ceratophylletum demersi, Myriophylletum verticillati, Polygonetum amphibii, Potamogetono pectinati-Ceratophylletum demersi* (Korkmaz vd., 2012).

**[2] Kıyı-Çamur Vejetasyonu**: Akarsu ve göl kenarları ile bataklıklardaki su derinliği fazla olmayan habitatlarda gelişen bu vejetasyonun taksonları sürekli veya periyodik olarak değişirken su altında çamura tutunmaktadırlar (helofit). Önemli türleri, *Alisma lanceolatum, A. plantago-aquatica, Apium nodiflorum, Berula erecta, Bolboschoenus maritimus subsp. maritimus, Butomus umbellatus, Eleocharis palustris, Equisetum fluviatile, Glyceria fluitans, Iris pseudacorus, Lycopus europaeus, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Phragmites australis, Rumex hydrolapathum, Sagittaria sagittifolia, Schoenoplectus lacustris, S. tabernaemontani, Sparganium erectum subsp. erectum, Typha angustifolia, T. latifolia, Veronica anagallis-aquatica*'dır.

Tespit edilen bitki birlikleri: *Rumici hydrolapathum -Sparganietum neglectum, Phragmitetum communis, Scirpo lacustris-Phragmitetum, Typhetum latifoliae, Typho angustifoliae-Phragmitetum australis, Typhetum angustifoliae, Scirpetum lacustris, Glycerio-Sparganietum neglecti Butomo-Eleocharitetum palustris, Potamogetono pectinati-Typhetum domingensis, Potamogetono pectinati-Schoenoplectetum litoralis* (Korkmaz vd., 2012).

**[3] Islak Çayır Vejetasyonu:** Göl ve bataklıkların yakını ve çevresinde suyun kış ve bahar mevsimlerindeki taşkınlarla yayıldığı, yazın ise çekildiği düzlüklerdeki çayırlarda görülen bir vejetasyon tipidir. Derin ve nemli topraklar üzerindeki mezofil veya ıslak çayırlar ile doğal olarak gübrelenen çayır ve mera komünitelerini kapsayan bu vejetasyonun önemli türleri, *Agrostis capillaris, Alopecurus pratensis, Anthoxanthum odoratum* subsp. *odoratum, Arrhenatherum elatius* subsp. *bulbosum, Blackstonia perfoliata, Bellis perennis, Carex flacca, Dactylis glomerata, Euphorbia hirsuta, Filipendula ulmaria, Holcus lanatus, Hordeum geniculatum, Hypericum tetrapterum, Juncus acutus, Juncus littoralis, Lotus corniculatus* subsp. *corniculatus, Orchis coriophora* subsp. *coriophora, O. laxiflora, Paspalum distichum, Phleum pratense* subsp. *serotinum, Plantago lanceolata* subsp. *lanceolata, P. major* subsp. *major, Poa pratensis, P. trivialis* subsp. *trivialis, Polypogon monspeliensis, Rumex crispus, R. conglomeratus, Verbena officinalis, Samolus valerandii, Prunella vulgaris, Pulicaria dysenterica, Lolium perenne, Potentilla reptans, Ranunculus repens, R.*

*ophioglossifolius, Scirpoides holoschoenus subsp. holoschoenus, Thalictrum flavum* subsp. *flavum*'dur.

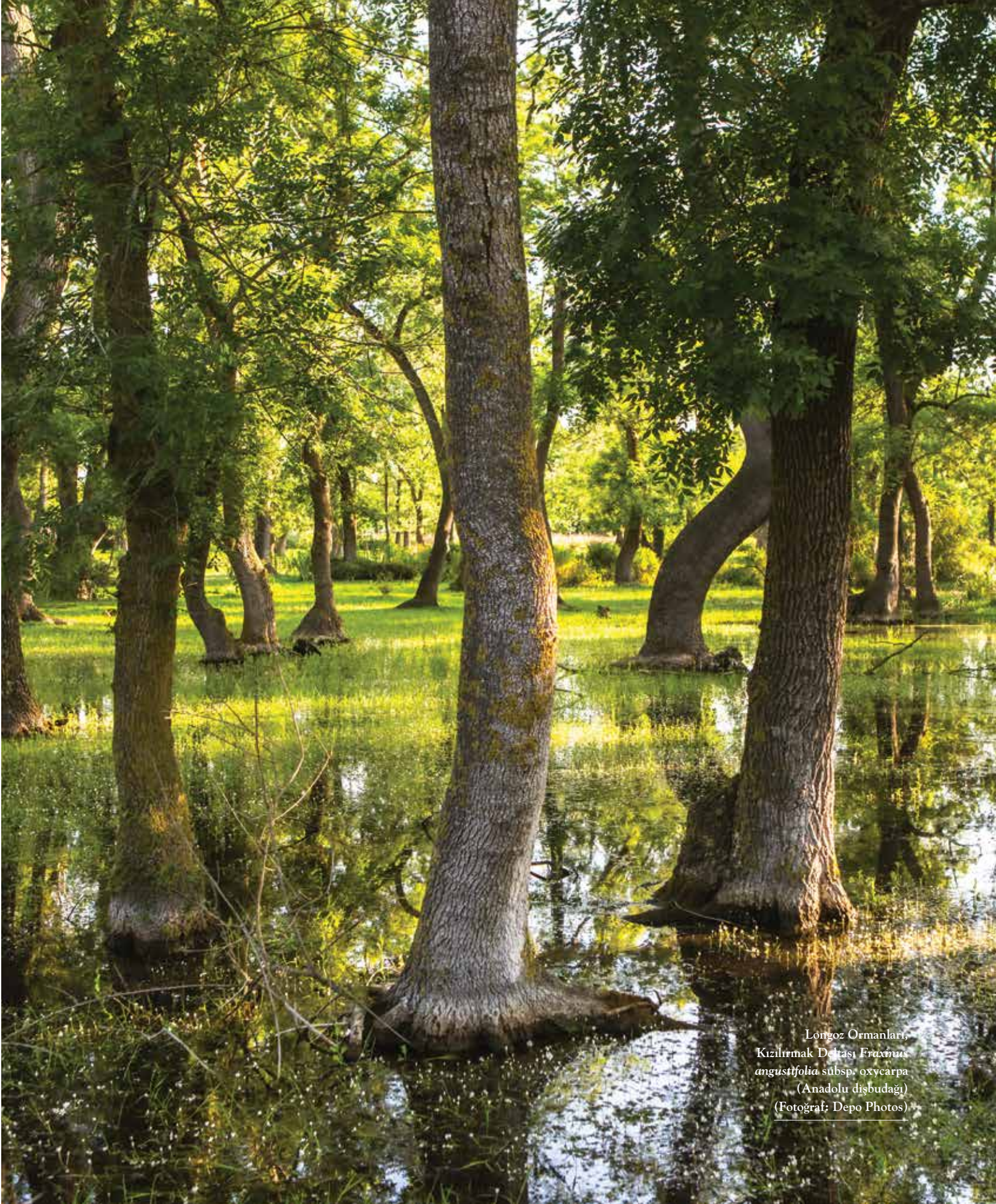
Tespit edilen bitki birlikleri: *Samolo valerandi-Juncetum acuti Alopecuro pratensis-Juncetum littoralis Polypogono monspeliensis-Hordetum geniculati, Ranunculo ophioglossifolii-Paspaletum distichi* (Korkmaz vd., 2014).

**[4] Su Basar Orman Vejetasyonu:** Alüvyal delta ovaları ile nehir kenarlarında (riparyan) gelişen, mevsimsel olarak su baskınlarının görüldüğü göl çevrelerinde de yayılış gösteren vejetasyon tipidir. Karadeniz Bölgesi'nin az dağlık bölgelerine sınırlandırılmış ve genellikle yaprak döken ormanlarla, *salix* (söğüt) kommüniteleri, yüksek su tablasına sahip alanlar yanında su baskını yaşanan nehir kenarlarında gelişen, orta ve yüksek boylu ormanlardan oluşan vejetasyon tipidir. Önemli türleri; *Acer cappadocicum, A. trautvetteri, Alnus glutinosa* subsp. *barbata, Carpinus betulus, Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa, Pterocaryo fraxinifolia, Salix capreaci, Platanus orientalis, Humulus lupulus, Populus nigra, Ilex colchica, Ulmus minör, Sophora jaubertii, Circae lutetiana, Scilla bitynica, Solanum dulcamara, Rhynchocorys elephas, Smilax excelsa, Epimedium pubigerum, Equisetum hyemale, Omphalodes cappadocica, Platanthero chloranthae, Brachypodium sylvaticum, Diospyrus lotus***,** *Oplismenus undulatifolius, Prenanthes cacaliaefolia, Ranunculus ficaria* subsp. *ficariiformis, Carex pendula*'dır.

Tespit edilen bitki birlikleri: Pterocaryo fraxinifoliae-Alnetum barbatae *Platanthero chloranthae-Fraxinetum oxycarpae, Pterocaryo pterocarpae-Fraxinetum oxycarpae, Salici-Platanetum orientalis, Diospyro loti-Alnetum barbatae* (Korkmaz vd., 2012).

**Longoz Ormanları:** Karadeniz Bölgesi'nde taban suyu seviyesinin yüksek olduğu kıyı kesimleri ile su isteği fazla olan orman topluluklarının oluşturduğu yerel ekosistemler olan longoz ormanları Sinop Sarıkum ve Yeşilırmak (Hacıosman Ormanı) Deltası'nda görülmektedir. Diğer nemli orman alanlardan yerel farklılıklarla ayrılan bu ormanlarda nemcil bitkiler yoğun topluluk oluştururken özellikle yağışlı dönemlerde bir süre su altında kalmaktadır. Bu ormanlarının tipik taksonları arasında *Fraxinus ornus, F. angustifolia*, *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Salix* sp. *Populus nigra* vb. çeşitli ağaç ve çalı türleri ile sarılıcı bitkiler (*Hedera helix, Smilax excelsa, Humulus lupulus*) yaygındır. Buna karşılık Türkiye'deki yayılış alanı son derece sınırlı olan *Pterocarya fraxinifolia* yalnızca Hacıosman Ormanı'nda yayılış göstermektedir (Karaer ve Kutbay, 1995).

**Riparian Vejetasyon**: Karadeniz Bölgesi'nde Kızılırmak ve başlıca kolları (Delice, Devrez, Gökırmak), Yeşilırmak ve en büyük kolu: Kelkit Çayı, Çoruh (çok sayıda kolu). Melet, Filyos, Bartın ve Harşit Çayı vb. akarsular ve çevrelerindeki karasal habitatlar için önemli ekotonlar oluşturan bu vejetasyon, kıyı-çamur vejetasyonunun çevresel değişikliklere karşı hassas vejetasyonunu oluşturmaktadır. Çeşitli, dinamik ve karmaşık karasal habitatlar oluşturmalarına karşılık komşu biyotoplardaki kommunitelerin çeşitliliğini de etkileyen doğal riparian alanların genişliği, genellikle su seviyelerindeki dalgalanmalara, su baskınlarına, akarsulara organik madde girişi ve akarsuyun fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu vejetasyon, sadece dar bir alanı kaplayan, su seviyesindeki değişiklikler ile yüksek toprak nemiyle



Longoz Ormanları, Kızılırmak Deltası *Fraxinus angustifolia* subsp. oxycarpa (Anadolu dişbudağı) (Fotoğraf: Depo Photos)

karakterize edilen hem gerçek riparian vejetasyonu hem de akarsuyu etkileyen daha geniş bir vejetasyon tabakasından oluşmaktadır.

Riparian vejetasyon; akarsu ekosistemlerinin üzerinde **a-**Allokton organik madde sağlamak (yaprak döküntüleri ve karasal omurgasızlar vb.), **b-**Akarsuya ulaşan besin ve kirleticileri filtrelemek (su kimyasını değiştirmek), **c-**Nehir kenarlarının sabitliğini sağlamak **d**-Su sıcaklığını ve ışığını (aydınlığını) gölgeleme yaparak etkilemesi vb. önemli görevleri bulunmaktadır. Bütün bu etkiler ayrıca akıntı içi primer üretim ile sistemdeki ototrof ve heterotroflar arasındaki denge üzerinde de doğrudan etkiye sahip olurken riparian vejetasyonun küçük su akıntıları üzerindeki etkisi, büyük su akıntıları üzerindeki etkisinden daha fazladır (Hickey & Doran, 2004).

Riparian vejetasyon, nehir yatakları ve kıyılarında su erozyonu ve baraj oluşturması (devrilen ağaç ve düşen dallar, atıklar, organik madde vs.) ile dirençlerini kanal yapısı ve boyutunu etkileyerek değiştirmesiyle önemlidir. Dünya genelinde en az bozulmuş riparian zonlarda ağaçlar baskın olup yerel riparian ormanlar nehir su yatağında edafik klimaks oluştururken tabakalaşma; değişen arazi kullanımı, tarım ve ormancılık faaliyetlerinden çok fazla etkilenmektedir (Naiman & Decamps, 1997). Riparian alanlarda kıyı-çamur vejetasyonunun da yaygın olan türler *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa, Populus alba, P. nigra* subsp. *nigra, Salix alba, Rubus hirtus, Rubus sanctus, Agrostis stolonifera, Barbarea plantaginea, Carex acutiformis, Cyperus longus, Epilobium hirsutum, Equisetum palustre, Galium verum* subsp. *verum, Inula britannica, Juncus inflexus, Lemna minör, Lysimachia vulgaris, Mentha longifolia* subsp. *typhoides, Rumex pulcher, Persicaria lapathifolia, Potentilla supina, Rumex conglomeratus., Torilis arvensis, T. leptophylla, Trifolium fragiferum, Verbena officinalis* 'dir.

**[5] Tuzcul Vejetasyon:** Kıyı veya iç kesimlerdeki tuzcul bitki toplulukları tuzlu göl veya deniz kıyısındaki lagünlerin civarındaki tuzlu bataklıklarda yetişen halofitlerin oluşturdukları topluluklardır (Seçmen ve Leblebici, 1997). Kızılırmak Deltası'nda devamlı, Yeşilırmak Deltası'nda geçici olarak ıslak veya su baskınına uğrayan tuzlu bataklıklarda gelişen *Amaranthaceae / Chenopodiaceae* familyasına ait çok yıllık otsu türler ile bodur çalılardan oluşan bu vejetasyonda *Halimione portulacoides, Puccinellia festuciformis* subsp. *festuciformis, Triglochin barrelieri, T. maritima, Salicornio europaeae, Halocnemum strobilaceum, Carex extensa, Thalictrum maritimum, Apium graveolens, Aeluropus littoralis, A. bulbosus, Elymus elongatus, Dorycnium gracile, Juncus acutus, J. maritimus, Centaurium tenuiflorum* vb. taksonlar yaygındır.

**Kayalık Vejetasyonu:** Bu vejetasyonun yapısını ve floristik çeşitliğini, kayalık habitatlar heterojen durumu, topoğrafya, kayacın genel özellikleri, kimyasal yapısı ve içeriği (Kuartz, granit, kireçtaşı vb.), erozyon, parçalanma şekli, mikro iklimdeki çeşitlilik vb. faktörlerce belirlenmektedir. Genel olarak kayalık alanların flora ve vejetasyonun çeşitliliği; nem, kayanın dengesi ve tohum çimlenmesi için uygun yerlerin bulunması vb. özelliklere bağlı olarak artarken endemizm kayalık alanın benzer habitatlardan izolasyonuna ve kaya yüzeyinin bitkilerin gelip yerleşmesine karşı direncine bağlıdır.

Bu vejetasyon; kaya yüzeyi özelliği, diğer habitatlara göre düşük su tutma kapasitesi, besin azlığı, tohumların tutunma ve çimlenme zorluğu, rüzgâra ve güneşe daha fazla maruz kalma vb. faktörler nedeniyle diğer bitkileri engellemesiyle diğer vejetasyonlardan farklılıklar göstermektedir. Ayrıca kayalıklarda yaşayan bitkilerin hayatta kalmalarını sağlayacak şekilde metamorfoze olmuş vejetatif organların örneğin *Cyperaceae*'de, kurumuş yaprakların su alarak yeniden canlanması, rizom gövde; *Crassullaceae, Cactaceae, Orchidaceae*'de su depo eden özelleşmiş yaprak, bulb, rizom gövde organlar veya Preadaptas olacak kayalık habitatları diğerlerinden farklı özellik göstermesine neden olmaktadır (Ribeiro vd., 2007).

Kayalık vejetasyonda yer alan taksonlar arasında *J. communis subsp. saxatilis*, A*ethionema speciosum, Arabis caucasica* subsp. *caucasica, Helichrysum plicatum* subsp. *plicatum, Inula heterolepis, Minuartia juniperina, Silene odontopetala, Allium djimilense, Antennaria dioica, Arenaria rotundifolia, Aster alpinus, Campanula aucheri, C. olympica, Carex nigra* subsp. *alpinea, Draba polytricha, Gnaphalium stewartii, Gypsophila simulatrix, Minuartia circassica, Molinia caerulea, Muscari coeleste, Myosotis alpestris* subsp. *alpestris, Phedimus spurius, Phleum alpineum, Poa alpinea* subsp. *fallax, Potentilla doddsii, Prometheum pilosum, Saxifraga exarata, Sedum alpestre, Sempervivum ekimii* (endemik), *S. minus* (endemik), *Silene saxatilis* yer almaktadır (Şekil 7/8).

**Alpin Vejetasyon:** Alpin kuşaktaki Alpin ekosistemler, arazinin topoğrafyası, bakısı vb. özellikler yanında güneş ve rüzgârın etkisiyle değişen toprak nemi, sıcaklık nedeniyle de çok kısa mesafelerde büyük değişiklikler göstermektedir. Zengin bir biyoçeşitlilik içeren bu vejetasyon, Karadeniz Bölgesi'nde dağların yaklaşık 2000 m'den sonra ormanın üst sınırındaki düşük sıcaklıklarda ağaçların gelişmesinin engellendiği yavaşladığı çoğunluğu otsu bazen kısa boylu çalılardan oluşmaktadır. BKB Alpin vejetasyonda otsu türler hâkim olurken; DKB'deki asit reaksiyon gösteren topraklarda otsu türler yanında *Rhodendron sp.* türleri ile *Vaccinium myrtillus, V. uliginosum*, *Daphne glomerata, D. oleides*, *Astragalus* sp. (geven) *Juniperus communis* subsp. *saxatilis*, vb. bodur çalılar yer almaktadır (Şekil 7/8).

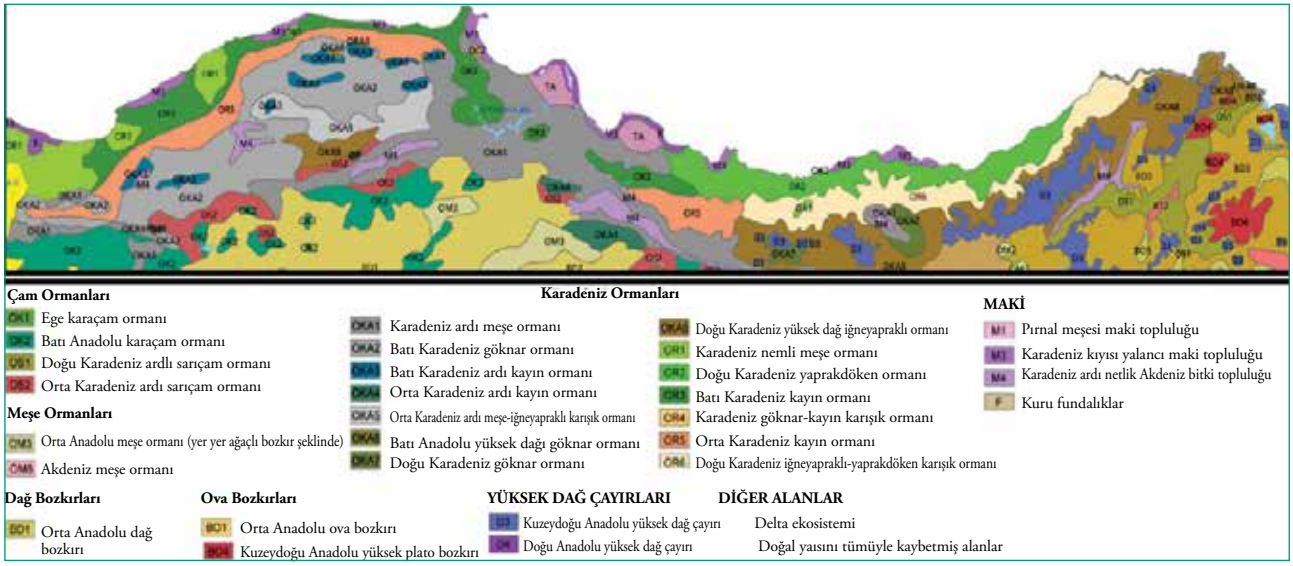
Alpin bölgelerde yaygın olan taksonlar *Alchemilla barbatiflora, A. caucasica, Sedum alpestre, Antennaria dioica, Anthemis marschallina* subsp. *pectinata, Aster alpinus, A. caucasicus, Erigeron caucasicus, Gnaphalium stewartii, Tanacetum coccineum, Saxifraga exarata, S. sibirica* subsp. *mollis, Phedimus spurius, Prometheum pilosum, Sempervivum davisii, S. transcaucasicum*, *Gypsophila silenoides, G. simulatrix, Minuartia circassica, Silene saxatilis, Anemone narcissiflora, Anthoxanthum odoratum* subsp. *alpineum, Descampsia caespitosa, Festuca amethystina* subsp. *orientalis* (endemik), *F. djimilensis, Molinia caerulea, Poa alpinea* subsp. *fallax, Phleum alpineum, Allium djimilense, Muscari coeleste, Scilla winogradowii, Campanula aucheri, C. collina, C. olympica, C. tridentata, Colchicum szovitsii, Crocus aerius* (endemik), *C. scharojanii, Carex nigra* subsp. *alpinea, Thymus pseudopulegioides, Stachys macrantha, Potentilla doddsii, P. oweriniana, Draba polytricha, Euphorbia djimilensis* (endemik), *Myosotis alpestris* subsp. *alpestris, Pedicularis caucasica, Polygala alpestris, Valeriana saxicola, Viola altaica, Scabiosa caucasica, Veronica gentianoides'dir.*

**Şekil 7/8.** Kayalık vejetasyon (Solda) Kartalkaya/Bolu) ve Alpin vejetasyon (Sağda) (Eğribel Geçidi/Giresun).

KİD ile sıcaklık artışı, otlatmanın zamansız, bilinçsiz ve yoğun olarak yapılması ile tahrip edilen Alpin bitkilerden dünyada değişik amaçlarla faydalanma çalışmaları yoğun şekilde sürerken çok sayıda kültür formları yetiştirilerek önemli bir sektör hâline gelmiştir. Buna karşılık ülkemizde Alpin ve kayalık vb. bitkileri doğadan hammadde olarak sökülerek yurt dışına gönderilirken yurt içinde değerlendirilmeyenlerin hibritleri bir süre sonra ithal edilerek peyzaj alanında kullanılmaktadır.

**Karadeniz Ardı Bölge Vejetasyonu:** Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde iklim ve abiyotik faktörlerdeki değişimlere bağlı olarak vejetasyonda da büyük değişim görülmektedir. Özellikle yağışlarda azalma, sıcaklık değerlerindeki değişkenlikler kıyı dağlarının kuzey yamaçlarını kaplayan nemli ormanların, iç sıra dağların kuzey yamaçlarında daha çok vadilerin içlerinde görülmesine neden olmaktadır (Şekil 9).

İç kesimlerdeki dağların nemli hava kütlelerinin etkisinde olmayan kuzey ile güneye bakan yamaçlarında Örneğin Küre dağlarında *P. nigra* subsp. *pallasiana* ve *Q. petraea* yaygın iken *P. sylvestris, P. nigra* subsp. *pallasiana* yüksek kesimlerde ve İç Anadolu'ya yakın alanlarda *Juniperus excelsa* ve *J. foetidissima*'nın hâkim olduğu daha kurakçıl orman vejetasyonu oluşturmaktadır. Yükseltinin uygun olduğu alanlarda nemli ormanları meydana getiren türler, yağış ve sıcaklık şartlarına göre belirgin bir tabakalaşma gösterirken, tahrip oranının daha az olduğu yerlerde 1500 m'ye kadar çıkan geniş yapraklı ağaç türleri, daha üst seviyelerde yerlerini *P. sylvestris* ve *A. nordmanniana* subsp. *nordmanniana* ormanlarına bırakırlar. Nemli ormanların kuzey yamaçlarda alt sınırı 750-1000 m olup bu sınırın kuzey ve güney yamaçlarında *P. nigra* subsp. *pallasiana, Q. cerris* hâkim olurken bu sınırın altında *Q. infectoria*, *Q. pubescens* vb. daha çok kuru bozuk ormanları oluştururlar.




**Şekil 9.** Karadeniz Bölgesi vejetasyon haritası (Anonim, 2024'ten alınarak düzenlenmiştir).

Nemli ormanların büyük ölçüde tahrip edildiği Ilgaz depresyonu, Tosya ovası, Devrez çayı vadisi, Boyabat depresyonu ve Gökırmak vadisinde kuru ormanlar oldukça azalırken, Kızılırmak vadisinde kuzeye doğru daha geniş alanda yayılış gösterirler. Karadeniz ardı dağ sıraları birbirinden Gökırmak, Kızılırmak, Yeşilırmak, Devrez, Çoruh ve Kelkit vadisi vb. oluklar ile ayrılırken, ekolojik özellikleri bakımından daha farklılık gösterirken özellikle yükseltinin az olduğu yerlerde sıcaklık artışına bağlı olarak *P.brutia* ve maki elemanları enklav olarak yer almaktadır. Nitekim Gökırmak ve Devrez vadilerinde *P. brutia* ile birlikte *Pistacia terebinthus*, *Phillyrea latifolia*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus* ve *Cistus creticus* vb. yayılış göstermektedir. Kelkit Vadisi'nde *P. brutia, Cedrus libani, Q. petrea* subsp. *iberica, Q. infectoria* subsp. *infectoria, Q. coccifera, P. latifolia, A. andrachne, R. coriaria, Fontanesia phillireoides* subsp. *phillireoides*; Çoruh vadisinde *P. pinea* ile birlikte *P. terebinthus*, *Ph. latifolia*, *C. creticus O. europaea* var. *sylvestris*, *J. oxycedrus* vb. maki elemanları yayılış göstermektedir (Karaer vd., 2001; 2010b).

**Step Vejetasyonu:** Bu vejetasyon Karadeniz Bölgesi'nin iç kesimlerinde özellikle İç Anadolu Bölgesi ile sınırı olan Bolu, Karabük, Kastamonu, Çorum, Amasya, Tokat, Ordu, Doğu Anadolu Bölgesi ile sınırı olan Gümüşhane, Bayburt, Artvin, Rize illerinin güneyinde yer almaktadır. Bu illerin güneyinde yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk, karlı olurken yıllık ve günlük sıcaklık farkları oldukça fazla olup yıllık ortalama yağış 300-600mm'dir. Karasal iklimin görüldüğü bu alanlarda, kuraklığa dayanıklı, suyu fazla istemeyen bitkilerin meydana getirdiği çoğunluğu otsu taksonların oluşturduğu step vejetasyonu hâkimdir.

Step vejetasyonunun bulunduğu bu alanlarda yağış miktarlarının değişmesinde genel atmosferik olaylar yanında, özellikle yükselti ve bakı faktörleri oldukça önemlidir. Dağlık alanların nemli hava kütlelerine açık olan yamaçlar ile kuytu yamaçlar arasında yağış miktarları bakımından önemli değişiklikler gösterirler. Nitekim yağış getiren hava kütlelerinin etkisinde olmayan kuytu yamaç, diğer yamaca göre daha az yağış alarak yağmur gölgesi oluşturmaktadır (Türkeş, 2010).

Bu durumda Karadeniz'den gelen nemli hava kütleleri Karadeniz Bölgesi'ndeki dağ sıralarının batı yamaçları boyunca yükselip soğumasıyla yağış bırakarak dağların doğu yamaçlarına geçmektedir. Buna bağlı olarak alçalan nemli hava kütlesi adiabatik olarak ısınırken nemi absorbe ettiğinden dağların doğu yamaçları batı yamaçlarına göre daha az yağış almaktadır. Yağmur gölgesinden çıkarak yeniden artan yağış step vejetasyonunun en kurak alanlarını şekillendirmektedir.

Step vejetasyonunu oluşturan taksonlar, zor şartlar altında aldıkları suyu bünyelerinde tutabilmek, karasal iklim şartlarına dayanıklılığını ve bitki hormonlarının etkisini artırmak (bitkinin büyümesini engelleyen absisik asit ile bunun etkisini ortadan kaldıran giberellin asit vb.), metabolizmayı yavaşlatmak, hardening (ekolojik ve fizyolojik soğuk şartlara dayanma gücü) ya da çeşitli hayat formları geliştirerek uyum (adaptasyon+modifikasyon) sağlamaktadırlar. Bu taksonların diğer önemli özellikleri, topraktaki suyu en iyi şekilde alabilecek derinlere (1,5-3m) inen kök sistemi oluşturmalarıdır. Kök sisteminin çok fazla derine inilemediği durumlarda toprak üstündeki geçici (dönemlik) (stolon) ve toprak altında (rizom) gövdeler ve diğer organ (soğan, korm, tuber vb.) geliştirmeleri ile düşük kış sıcaklıklarına uyum sağlamalarıdır.

Step bitkileri, baharda sıcaklıkların artışıyla çok hızlı bir şekilde vejetatif faaliyete (yaprak artışı vb.) başlayarak fotosentezle farklı biyokimyasal C3 ve C4 yolları kullanarak besin üretirler. C3 bitkileri (Soğuk mevsim) en iyi gelişmeyi orta derecedeki/ılıman sıcaklıklarda (17-23 °C) sağlarken; büyümeye, toprak sıcaklığı 4-7 °C'lere ulaştığı ilkbahar başında başlar ve yazın en sıcak olduğu zamanda durdururlar. Nitekim steplerin serin bölgelerinde yayılış gösteren *Stipa sp, Koeleria cristata, Elymus sp. Agropyron cristatus, Poa pratensis* vb. taksonlar C3 bitkiler baharda gelişmeye başlayıp maksimum gelişmelerini mayıs sonuna kadar devam ederler sıcaklık artışı ile gelişmelerini yavaşlatırlar (Agarwal, 2008; Gibson, 2009). Sıcak mevsim bitkileri olarak bilinen fotosentezin en verimli olduğu sıcaklık 32-34 °C, toprak sıcaklığı 15-18 °C olan C4 bitkileri, fotosentezi çok daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirerek yüksek kuraklığa sahip alanlarda yayılış gösterirler (Hatch, 2002). Hem kuraklığa hem de otlatılmaya karşı dayanıklı step bitkilerin çoğunluğu C4 bitkisi olup step vejetasyonuna tür çeşitliliği yanında, yaşam tarzları bakımından da zenginlik katmaktadır. Bu kapsamda kamefit, geofit, kriptofit ya da hemikriptofitler bir arada bulunarak steplere zenginlik katarken farklı ekolojik toleransları yanında doğal ortamlara fizyolojik uyum gösterirler (Raunkiær, 1934).

Karadeniz Bölgesi'nden İç Anadolu'ya doğru geçiş alanların *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *Juniperus excelsa, Q. pubescens, Q. cerris*, *Q. infectoria* vb. ağaç ve

çalılardan oluşan ormanların tahrip edilmesiyle *s*tep vejetasyonu meydana gelmektedir. Bu vjetasyonda çok yıllık, derin odunsu köklü yastık oluşturan *Astragalus, Acantholimon, Thymus, Eryngium, Artemisia, Dianthus, Stipa, Teucrium, Phlomis, Euphorbia* cinslerine ait taksonlar yaygındır. Bu vejetasyonda yaygın taksonlar *Acantholiman acerosum, Arabis caucasica, Artemisia austriaca, A. herba-alba, Astragalus bicolor, A. microcephalus, Centaurea laxa, C. rigida, Convolvulus lineatus, Dactylis glomerata, D. anatolicus, Euphorbia macroclada, Festuca taurica, Gypsophila elegans, Linum hirsutum* subsp. *anatolicum, Marribium parviflorum, Minuartia anatolica, M. verna, Peganum harmala, Polygala anatolica, Potentilla inclinata, Salsola vermiculata, Silene dichotoma, Stipa barbata, Teucrium polium, Verbascum glomerata, Alyssum marginatum* sayılabilir. Step alanların otlatılan alanlarında, *Erygnium campestre, Euphorbia macroclata, Phlomis armeniaca, Onosma tauricum, Cerinthe minor*, tuzcul alanlarda, *Agrophyron prostrarum, Salsola kali, Atriplex tatarica, Limonum globuliferum, Salicornia herbacea, Suaeda prostrata*'dır.

## Su ve Kuraklığa Dayanıklı Bitki Biyoçeşitliliği ve Peyzajda Kullanımı

**Bitkilerin Su ve Kuraklık Uyumları**: Bitkilerin elverişsiz iklim (sıcaklık yağış, rüzgâr), toprak, topoğrafya (eğim, yön, yükseklik) vb. abiyotik ile hastalık etmenleri, yabancı-istilacı otlar, böcekler, mikroorganizmalar, hayvanlar vb. biyotik faktörlere karşı canlı kalabilme yeteneğine "stres direnci" veya "stres dayanıklılığı" denilmektedir. Su stresi, bitkilerin morfolojik, fizyolojik, ekolojik özellikleri ile verim ve kalitesi üzerinde etkili olurken bitkinin türü, stres derecesi, sürekliliği, gelişme durumuna göre farklılık göstermektedir. Su stresi, toprakta var olan dengenin (%45, inorganik, %5 organik madde, %25 su ve hava) inorganik madde lehine artarak su, hava ile organik madde yönünden yetersiz kalması ve bitkinin normal gelişimini sürdürememesi olan kuraklıkla ortaya çıkmaktadır (Neumann vd., 1988).

Bitkilerde stres, morfolojik, fizyolojik etkilerle ortaya çıkarken çeşitli kuraklığa dayanıklılık mekanizmaları bulunmaktadır. Su stresi, bitki hücrelerinin büyüme ve bölünmesini önemli ölçüde azaltırken, toprak üstü organlarının küçülmesine neden olmaktadır. Düşük su oranı, klorofil oluşum hızını düşürürken, fotosentez hızı ve yaprak hücrelerinin turgor basıncı düşmektedir. Bu durum hücrede absisik asit (ABA) birikimine yol açarken; stomaların kapanmasına ve fotosentez hızının azalmasına yol açmaktadır. Yüksek stres, solunum, asimilat taşınımı, $CO_2$ asimilasyonunu en aza indirirken yapraklarda aşırı asimilat birikimi fotosentetik mekanizmaların düzenli çalışmasını, nitrat redüktaz, fenilalanin amonyum liyaz (PAL) vb. enzimlerin azalması ile metabolik olaylar yavaşlamaktadır (Davies vd., 1994).

Genel olarak kuraklık, su noksanlığı ve kuruma olarak iki şekilde ortaya çıkarken su noksanlığı, stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybı olup $CO_2$ alımını kısıtlanmaktadır. Kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulması, enzimatik reaksiyonların durmasına neden olabilecek potansiyele sahip aşırı miktardaki su kaybıdır. Fiziksel (Suyun yaşama

ortamında kıt olması) ve fizyolojik (Donma ve mineral eksikliği ya da fazlalığı nedeniyle bitki tarafından yeteri kadar suyun alınamaması) olarak ikiye ayrılan kuraklık tiplerinin ortak özelliği, sitoplazmada "negatif su potansiyeli" görülmesi ile bitkinin strese girmesidir.

Bitkilerde dayanıklılık uyumları mekanik, metabolik ve oksidatif olmak üzere üç şekilde görülmektedir:

**a) Mekanik Uyum:** Bitkilerin su kaybına karşı toleranslı olmaları, hücre zarının yapısı, enzim aktivitesi, hücrelerin mekanik yaralanmalarla zar yapısının bozulması ve sitoplazmadaki proteinlerin bozulması ile ilgilidir Bitki hücrelerinde su kaybı ile turgor azalırken, zar yapısı değişikliğe uğrar ve fosfolipidlerin hidrofilik kısımları birbirine yaklaşarak zara sert görünüm kazandırırlar. Su kaybı aynı zamanda hücrede hacim azalması ile plazmolize neden olurken, plazma zarı ile vakuol zarında (tonoplastta) çökme ve yırtılmalara neden olmaktadır. Bu durum, zarda ki hidrolitik enzimlerin serbest kalmasına dolayısıyla sitoplazmanın otolizine neden olabilmektedir (Gaff, 1980).

**b) Metabolik Uyum:** Hücre içeriğinin büyük bir kısmını oluşturan suyun oranının azalmasıyla metabolizmada bozukluklara neden olmaktadır. Ayrıca fazla iyon birikimi, hücre zarı bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarken hücre zarının hidrofobik ve hidrofilik aminoasitlerin su ile etkileşimleri bozulmaktadır. Bu durum proteinlerin bozulmasına, enzimlerin görev yapamamasına ve yapraklarda RNAaz aktivitesi artışına neden olurken enzim bağlı durumdan serbest duruma geçmesi ile DNA ve RNA 'da bozulmalara neden olmaktadır.

**c) Oksidatif Uyum:** Stres altındaki bitkilerde serbest oksijen radikalleri süperoksit ($O_2^-$), singlet oksijen ($^1O_2$), hidrojen peroksit ($H_2O_2$) ve hidroksil (OH.)'in eşleşmemiş elektron içeren moleküller oluşmaktadır. Genel olarak kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olurken; vitamin E, C, glutatyon ve karotenoidler (beta-karoten ve zea xanthin) antioksidant özellik göstermektedir. Bunların dışında Süperoksit dismütaz (SOD), askorbat peroksidaz (APoX), glutatyon redüktaz (GLR), katalaz (CAT) vb. enzimlerde serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde en etkili antioksidan enzimlerdir (Gossett vd. 1996). Stres altındaki bitki dokularında hormon miktarları değişimine bağlı olarak büyüme yavaşlar. ABA; tuz, düşük sıcaklık ve kuraklık vb. abiyotik stres faktörlerine karşı cevap oluşturan etkili bir sinyal molekülü olarak, fizyolojik, moleküler ve gelişimsel değişimlerin gerçekleşmesinde etkili bir kimyasal mesaj olarak algılarken değişen ortama göre dokulardaki ABA miktarını sürekli ayarlayarak soğuğa karşı uyumunu artırmaktadır (Ton vd., 2009; Rihan, vd. 2017).

Kseromorf bitkiler, su stresi ile su miktarının sürekli ya da dönemsel olarak çok düşük olduğu ortamlarda, sakınma, kaçış ve direnç, su kaybının azaltılması, su kullanım etkinliği, ortam neminden faydalanma, ozmotik basıncın düzenlenmesi ve katlanma mekanizmaları ile kuraklığa direnç sağlamaktadır (Salisbury & Ross, 1992).

**Sakınma (Kök Gelişmesinin Teşvik Edilmesi):** Kuraklık stresinde bitkiler, köklerini su tabakasına kadar uzatarak ortama uyum gösterirken ürettikleri asimalatları köklerine taşıyarak suyun bulunduğu

toprak katmanlarına kadar uzatıp derinlerdeki sudan faydalanarak yaprak su potansiyelini korumaktadır. (Morgan & Condon, 1986).

**Kuraklıktan Kaçış ve Direnç:** Efemer (terofit-kısa ömürlü) bitkiler, toprakta su noksanlığı oluşmadan hayat devresini tamamlayıp yazın fazla olan sıcaklıktan etkilenmemek için kurak dönemi tohum hâlinde geçirerek canlı kalmaktadır. Su kaybının azaltılması, su kullanım etkinliğinin yüksek olması, ortam neminden en iyi şekilde faydalanma ve ozmotik basıncın düzenlenmesi vb. şekillerde direnç sağlamaktadır.

**Su Kaybının Azaltılması:** Bitkiler su kaybını en aza indirebilmek için yaprak yüzey alanının küçülmesine, stoma sayısının azalmasına ya da alt epidermiste daha fazla yoğunlaşmasına neden olmaktadır. Böylece belli dönemlerde stomalar kapatılarak yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği ile bitki köklerinin su alımı ve taşınması düzenlenmektedir. Su stresi ile stomaların kapanması bitki türüne göre farklılık gösterirken aşırı sıcak bölgelerde bitkiler günlük hatta saatlik olarak stomaların açılıp kapanma hızını düzenler. Nitekim Crassulaceae ait taksonların gece $CO_2$ alarak fotosenteze erken başlamaları ve gündüz öğlen vakitlerine kadar tamamlamaları (CAM) kuraklığa karşı önemli uyum şeklidir (Hanscom & Ting, 1978). Bunların dışında stomaların kütiküla tabakasına gömülmesi, kütiküla kalınlığı, palizat parankimasının sünger parankimasına oranı, tabaka sayısı artışı ile fotosentez hızını kendi iç mekanizmasını su ekonomisi için kullanılan yapısal değişiklikler olmaktadır. Ayrıca yaprağın sertliği ve kalınlığı, yüzey alanının azalması, kenarlarının dikenli oluşu, yaprak kıvrılması, tüylenme durumu, yaprak hareketi veya artan yansıma ile radyasyon etkisinin azaltılması su kaybını önleyen diğer önemli mekanizmalardır. Bitkiler bu uyum mekanizmaları ile yüksek sıcaklıktan korunurken başta yaprak olmak üzere bitki organlarının su kaybının transpirasyonla azaltılmasını sağlamaktadır (Salisbury & Ross, 1992).

**Su Kullanım Etkinliğinin Yüksekliği ve Ortam Neminden Faydalanma**: Bazı bitkiler aldıkları suyu dokularında depolayarak morfolojik değişikliklere uğrarken suyu en ekonomik olarak kullanır. Sıcaklığı yüksek ortamlarda yaşayan bitkiler sabah oluşan çiğden yararlanmak için yapraklarından tuz salgılayarak havadaki nemi değerlendirir. Bazı bitkiler de rakip bitkinin çimlenmesini ve büyümesini salgıladığı maddelerle engelleyerek çimlenme için kullanılan suyu kendisi kullanmaktadır (El-Sharkawy vd., 1984; Zhu, 2007).

**Ozmotik Basıncın Düzenlenmesi ve Katlanma/Dokuların Elastikliği:** Ozmotik düzenleme bitkilerin toprak ile kök basıncı arasındaki farkla tutulan sudan yararlanarak hücrede şeker, organik asit (özellikle prolin) ve $K^+$ vb. iyonların konsantrasyonlarının artmasına karşılık turgorda herhangi bir azalma olmaması ile gerçekleşmektedir (Hanson & Hitz, 1982). Bitkiler, su stresinde hücrelerin elastik özellikleriyle büzülerek hücre yapısını koruyup su alımı ile eski hâline dönerek kuraklıktan korunur. Böylece su kıtlığı stresine karşı "katlanma" şeklinde cevap geliştiren bitkiler, protoplazmalarından aşırı su kaybetmeleri ile aşırı derecede negatif su potansiyeli etkisinde kalmalarına rağmen canlılığını koruyabilmektedir (Özer, vd. 1997).

**KİD'in Biyoçeşitliliğe Yönelik Ana Tehditleri:** a-) Habitat kaybı, habitat parçalanması, yayılış alanlarının değişimi b-) Çevre kirliliği ve hızlı nüfus artışı c-) Aşırı kaynak kullanımı, d-) Fenolojik değişimler e-) Canlı türlerinin yok oluşu f-) İstilacı yabancı türler g-) Hastalıkların yayılmasıdır (Qui vd., 2013; Kantsa vd., 2013; IUCN 2018).

**a) Habitat Kaybı, Habitat Parçalanması, Yayılış Alanlarının Değişimi:** Biyoçeşitliliğin geri dönüşümsüz kaybının en önemli göstergesi habitat ve biyotop kayıpları olup başlıca nedenleri kentleşme, tarım, sanayileşme, sulak alanlar ve derelerin ıslah edilmesidir. Bu tahribatlar öncelikle habitat ve biyotopların küçülmesine, parçalanmasına ve organizmalar için yetersiz kalmasına neden olur. Habitat kaybı bazı canlıların ortama uyumunu bozar, özellikle hayvanlar göç ederek yaşam alanlarını terk eder. KİD, canlıların yaşam alanlarını hem yatay hem dikey yönde değiştirmesine neden olmaktadır. Anadolu'da bitkilerin yayılış alanlarının değişmesinin tipik örneklerini Karadeniz Bölgesi'ndeki sahil ve iç kesimlerdeki vadi boylarındaki Akdeniz enklavları ile Akdeniz Bölgesi'nde lokal alanlarda yer alan Karadeniz enklavları oluşturmaktadır (Karaer vd., 2010b).

**b/c) Çevre Kirliliği, Hızlı Nüfus Artışı ve Aşırı Kaynak Kullanımı:** Yanlış alan kullanımı ile her türlü kimyasal kirleticiler kara, su ve havadaki hayatı etkilerken ulaşım, sanayi, inşaat, enerji üretimi, tarım, tarımsal ormancılık vb. alanlarındaki aşırı faaliyetler kirlilik kapsamında yer almaktadır. Bu kirleticiler biyoçeşitliliği doğrudan etkilerken doğanın dengesini bozarak bireylerin, türlerin ve habitatların yok olmasına neden olabilmektedir (Özçelik, 2006). Dünya nüfusunun fazlalığı doğal kaynakların aşırı kullanımı ve tüketimi, yiyecek temini için bitkilerin tüketilmesi, barınma için ağaçların kesilmesi, giyinme ihtiyacının karşılanmasında doğal dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

**d) Fenolojik Değişimler:** Fenoloji, bitkinin tohumunun çimlenmesinden tekrar tohum hâline gelinceye kadar (Kök, gövde, yaprak, çiçek, meyve, tohum vb.) abiyotik ve biyotik faktörlere bağlı, periyodik biyolojik olayları araştıran bilim dalıdır. Doğada av konumunda olan bitkiler, ortamdaki değişimler karşısında farklı tepkiler göstermektedir. Örneğin Kuzey Amerika'nın bazı bölümlerinde leylaklar (*Syringa* sp.) her on yılda 1,8 gün daha erken çiçek açarken; ABD'nin batısında hanımeli (*Lonicera* sp.) her on yılda 3,8 gün daha erken çiçek açmıştır. Ayrıca *Quercus* sp. (Meşe) tomurcukları normalde ilkbahar sonunda açılırken Hollanda'da özellikle 1980'den sonra sıcaklığın 2˚C artması ile daha erken açmaktadır (Cleland vd., 2007).

**e) Canlı Türlerinin Yok Oluşu:** Tehlike altındaki türlerin yayılış alanlarının daralması önemli bir kısmını yok olma durumuna getirirken dünyadaki bitki türlerinin en az 1/8'i yok olma durumundadır. Nitekim Rosaceae (Gülgiller)'nin %14'ü, Liliaceae (zambakgiller)'nin %34'ü, (*Tulipa*-lale %14) ve Arecaceae (Palmiyegiller)'nin %29'u risk altındadır (Esbah & Erdoğan, 2019).

**f) İstilacı Yabancı Türler (İYT):** KİD ile artan kasırga, sel ve kuraklık vb. iklim olayları İYT'nin yeni bölgelere taşınmasına ve habitatların istila direncinin azaltılmasına katkıda bulunurken yerli türlerin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum

*Polygonum samsunicum*- Endemik (Samsun Madımağı)- Samsun

*Acer cappadocicum subsp. divergens* Endemik (Çoruh akçaağacı) Artvin

*Iris sari* -Endemik –(Ana kurtkulağı) Amasya

*Primula acaulis* (Çuhaçiçeği) Samsun)

*Ruscus aculeatus var. aculeatus* (Tavşan memesi) Samsun

*Phedimus obtusifolius* (Küt pisikulağı) – Tokat

Karadeniz Bölgesi'nde oldukça fazla hissedilirken İYT sayısı ve yoğunluğu gün geçtikçe artış göstermektedir. Örneğin *Reynoutria japonica* (Japon madımağı) Samsun'da tespit edilen dünyadaki en istilacı 100 İYT arasında yer almaktadır (Karaer vd., 2020)

**g) Hastalıkların Yayılması:** KİD tarım bitkileri için stres faktörleri arasında olup tarımsal ürünlerin kalite ve miktarını dolayısıyla küresel gıda güvenliğini de etkilerken; zayıf düşmüş bitkiler hastalıklara, diğer yabancı bitkilere karşı oldukça hassas duruma gelmektedir. Böylece gelişen ve değişen teknolojiyle birlikte tarımın farklı alanlarında doğaya en az zarar veren uygulamaların desteklenmesi gerekmektedir.

**KİD'in Ekosistemler Üzerine Etkisi:** KİD ile doğal biyoçeşitliliğin değişime uğraması, organizmaların birbirleriyle ve çevreleriyle olan etkileşimlerinin değişmesi, ekolojik besin zincirindeki kopmalar insanlığı çok sayıda sorunla karşı karşıya bırakmaktadır (IUCN, 2018).

**a) Sucul Ekosistemler Üzerine Etkisi:** KİD artışı ile gelecekte sıcaklığın 3-5ºC artacağı, bu artışın Kutuplar'dan yansımasının 2ºC daha fazla olacağı, Kutuplar'dan başlayarak tüm yaşama alanları ile türler üzerinde baskının şiddeti daha da artacağı tahmin edilmektedir. Tüm bu etkiler çok kısa sürelerde yaşandığında özellikle hassas türlerin yok olmayla karşı karşıya kalacağı beklenilmektedir (Green vd., 2003). Nitekim KİD'e bağlı olarak yüzey sularındaki artışlar özellikle Kuzey Denizi ve Kuzey Atlantik'teki fitoplankton biyokütlesinde artışlara, mevsimsel büyüme süresinin uzamasına neden olacağından, kutup canlıları için geri dönüşü olmayan yok oluş ile sonuçlanarak büyük bir ekolojik felakete neden olabilecektir (Clarke, 2007). KİD'in olumsuz etkileri Avrupa'daki sucul ve karasal ekosistemlerde daha şiddetli olacağı; Türkiye'nin özellikle güney bölgelerinin büyük oranda etkileneceği, kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği, su kaynakları, ekolojik, ekonomik süreçler, ekosistem ve biyoçeşitlilik, tarım vb. birçok alanı önemli ölçüde etkileyeceği beklenilmektedir (IPCC, 2001).

**b) Karasal Ekosistemler Üzerine Etkisi:** Karasal ekosistemlerde KİD'den en fazla etkilenen bitkiler, yalnızca uygun iklim şartlarında başarılı bir şekilde üreyip büyürken, bu şartların değişmesiyle ya uyum sağlayacak ya göç edecek ya da yok olacaktır. Başta Alpin ve Kuzey bölgelerinde yaşayan bitkilerin göç etmesi güç olduğundan yerel popülasyonların nesli tükenecektir. KİD etkisi ile bitkilerin ortadan kalkması çoğu zaman yanlış arazi kullanımı ve habitat tahribiyle ortaya çıkarken, popülasyondaki değişikliklerle günümüzde yaşanan KİD arasında yüksek bir bağlantı bulunmaktadır. Özellikle Kuzey Batı Avrupa ülkelerinde sıcak seven bitkilerde 30 yıl öncesine göre popülasyon artışı gözlenirken, Hollanda'da bu bitkilerin oranı %60 yükselmiştir. Bunun aksine, soğuğa karşı tolerans gösteren türlerin varlığında azalma oranı termofilik türlerin bu yeni alanlara göç etmelerine bağlıdır. Nitekim 2050 yılına kadar İspanya, Fransa, Cezayir vb. birçok ülkede tür dağılımının büyük oranda etkileneceği ve sahip olduğu çeşitliliğin %80'ini kaybedeceği beklenmektedir (Pamersan vd., 2000).

KİD'in, dar toleranslı, sınırlı göç kabiliyetlerine sahip başta endemik bitki türlerinin yok olmasına neden olacağı tahmin edilirken, 2100 yılı için

beklenen 3 °C'lik sıcaklık artışının türlerin dağılımının ılıman bölgelerde 300-400 km kuzeye veya daha yüksek rakımlara kaymasına neden olacağı tahmin edilmektedir (Hughes, 2000). 2050 yılında türlerin %15-37'sinin küresel olarak neslinin tükeneceği öngörülürken KİD'in en fazla etkisinin Kuzey kutup bölgeleri, Doğu Avrupa ve Akdeniz Bölgesi'nin nem oranı kısıtlı ekosistemlerinde ortaya çıkması beklenmektedir. Bu dönemde yağışlardaki azalmalar, orman yangınlarının daha sık ortaya çıkmasına, toprak erozyonunun artmasına neden olur. Nesli tükenen türlerin yerini alabilecek türlerin bulunmamasıyla Akdeniz Bölgesi'ndeki bitki türü zenginliği azalabilecektir. Benzer şekilde Kuzey Avrupa'daki endemik türlerin neslinin tükenmesiyle uzun vadede daha rekabetçi türlerin oranı artabilecektir. Nitekim Alp Dağları'nda meydana gelen yukarıya doğru göç bitki türleri zenginliğinde %30, dağ zirvesinin %21'inde artış yaşarken diğer zirvelerde azalmalar görülebilecektir. Avrupa'nın yıllık ortalama sıcaklığında yaşanması beklenen değişikliklerle birlikte çoğu Alpin bitki türünün tolerans aralığının dışında kalması bu türlerin yerlerine daha rekabetçi çalı ve ağaç türlerinin gelmesi ve bunun da dağlık bölgelerdeki endemik türlerin önemli kısmının kaybolması beklenmektedir (Bakkenes vd., 2006).

Örneğin Alplerin aşağı kısımlarındaki ağaç sınırının yukarılara doğru taşınması ve Norveç ladininin rekabeti, endemik bitki türlerinin büyüme koşullarının bozulmasına neden olacağı gibi İskandinavya'daki mevcut dağ vejetasyonunu meydana getiren türlerin %40-60 arasında azalma göstereceği tahmin edilmektedir. Günümüzde tropikal ormanların %8'inin insan etkisi ile kaybolmasıyla burada yaşayan 10 binlerce tür yok olma veya göçle karşı karşıya kalırken, K ormanlarının artan sıcaklıklardan tropikal ormanlara göre daha fazla etkilenmesi beklenilmektedir (Green vd., 2003).

Bitkilerin büyümeleri, sıcaklık, yağış ve atmosferdeki $CO_2$ konsantrasyonu ile doğrudan ilgili olurken iklimdeki değişimlere türlerin tepkileri farklı şekillerde gerçekleşmektedir. KİD ağaç, çalı ve otsu bitki türlerinin uyum koşulları ve büyüme mevsimini büyük oranda etkileyeceği, yerli türlerin yerini daha yüksek sıcaklıklara veya artan kuraklık stresine daha iyi uyum sağlayan yeni türler alması beklenilmektedir (Bakkenes vd., 2006). Bununla birlikte KİD ile büyüme mevsimlerinde meydana gelebilecek farklılıklar orman yönetiminde de farklılıklara yol açacağından özellikle koruma altındaki orman alanları ile buradaki türlerin büyüme ve hayatta kalma oranını düşürecektir. Böylece doğanın korunmasında da sorunlar ortaya çıkacağından orta kuşak ormanları ciddi risk altında kalacaktır (Pimm, 2007).

KİD'e bağlı olarak topraktaki makro ve mikroorganizma çeşitliliğinin değişmesi besin zincirinde değişmelere, hastalık etkeni olan toksik maddelerin yayılmasına neden olabilecektir. Su kaynaklarının zarar görmesi ile meydana gelecek aşırı kuraklık, toprağın doğal yapısının bozulmasına, tuzlanma, çoraklaşma vb. birtakım olaylarla canlıların gerek yaşama alanlarının gerekse tür bakımından çeşitliliğinin azalmasına neden olacaktır. KİD ile ortaya çıkan aşırı kuraklık sonrasındaki aşırı yağışlar vb. dengesiz doğa olayları virüs mutasyonlarını hızlandırabilirken, az rastlanan ya da tamamen yok olan birçok

hastalığın tekrar ortaya çıkmasına ve yaygınlaşmasına neden olabilecektir (Tekeli vd., 2006; Pereira vd., 2012; Karagöz vd., 2016).

**Su ve Kuraklığa Dayanıklı Bitkilerin Kullanımı:** KİD'in insan, doğa, canlılar, ekonomi üzerinde olumsuz etkileri özellikle su kaynakları ile bağlantılı tarım, enerji, hayvancılık, turizm vb. sektörleri de etkilemektedir. Ülkemizde yağış ve buharlaşma gibi parametrelerin değişmesi bitki biyoçeşitliliğinin değişmesine, kuraklık ve taşkın risklerinin, ani hava olaylarının sıklığının artmasına neden olmaktadır. Bu durumda, yağmur suyu ve arıtılmış atık su vb. alternatif su kaynaklarının kullanımı, su tasarruflu teknolojilerin uygulanması, peyzaj ve tarım için uygun ürün deseninin seçilmesi, endüstri için sıfır deşarj yaklaşımının benimsenmesi, temiz üretim uygulamalarına geçilmesi gerekmektedir.

Böylece EPU'da açık ve yeşil alan tasarımlarında su tasarrufu yapılan ya da yapılacak uygulamalarla su havzaları korunurken kent içindeki her türlü alanlar, göller ve nehirler bu havzasının bir parçası olarak görülmektedir. Özellikle yapılaşmanın yoğunlaştığı kentlerde, suyu emen yeşil çatılar büyük bir sünger gibi davranıp suların kinetik hareketini engelleyerek yavaş akmasına neden olurken yağmur suyunu uzaklaştırmak yerine, bu suların kendi sınırları içinde kullanımına neden olmaktadır. Bu durum çatı yüzeyi ile birlikte, mikro, makro havza ve taşkın su hasadı teknikleri yeşil çatı, bina, duvar, tretuvar, yollar, açık ve yeşil alanlar, yağmur bahçelerinin geliştirilmelerine katkı sağlayabilmektedir.

EPU'da öncelikle suyun toplanma alanındaki kullanımı ve değerlendirme durumuna göre kullanacak bitki seçimleri yapılırken, özellikle su sorunu ile kuraklığa dayanıklı veya az sulama gerektiren türler seçilmektedir. Ayrıca yeşil çatıdan gelen su binalara yakın ağaçların sulanmasını kolaylaştırırken yüzey sularının toprağa gideceği yağmur suyu kanalları yapılması, döşemelerin geçirgenliğinin sağlanması önemlidir (Bethlehem, 2021).

EPU'da suyun en az kullanımı, su kaynaklarının ve çevrenin korunmasını sağlayan "Kurakçıl Peyzaj/ Xeriscape" uygulamaları susuzluğa dayanıklı bitki türleri kullanılarak suyun minimum düzeyde tutulmasını sağlamaktadır. Xeriscape uygulamalarda, planlama ve tasarımda abiyotik ve biyotik özellikler dikkate alınarak alanın bitki çeşitliliğinin tespiti, çayır, çim alanlarının oranının azaltılması, su kayıplarını önleyici şekilde planlanmaların yapılması ve doğal bitki örtüsüne uygun bitki türlerinin seçilmesi oldukça önemlidir (Donatti vd., 2011). EPU bitkilendirme tasarımlarında işlevsel, ekolojik veya estetik kriterlerin ön planda tutulmasına neden olurken tasarım alanına en uygun çözümün üretilebilmesinde öncelikle amaç ve temanın belirlenmesi gereklidir. Böylece alanın ekolojik özellikleri ile tasarımcının belirlediği tema çakıştırılarak uygun bitkilerin belirlenmektedir (Yörüklü-Özkaplan, 2021).

Bitkilerin abiyotik faktörlerle birlikte ve dört mevsim sürdürülebilir kullanılması ekolojik dengenin kurulması bakımından da oldukça önemli EPU'da ekolojik dengenin dikkate alınmadığı, ihtiyaca cevap vermeyen, sürdürülebilir, estetik açıdan da memnuniyet verici olmayan sıradan düzenleme ve tasarımlar olarak kalacaktır. Örneğin kurak veya kuraklık tehdidi altındaki bölgelerdeki EPU da kuraklık toleransı

yüksek bitkilerin seçilmesi KİD'e karşı önemli adım olarak görülmektedir. Nitekim iklim ve yağış şartları bakımından büyük farklılıklar gösteren Türkiye'de KİD'e bağlı kuraklık ile çölleşmenin boyutları ve alanı her gün genişlerken; yapay sulamanın uygulanmadığı, bitkilerin su ihtiyacının doğal yağışlarla karşılandığı EPU sürekliliği ancak kurakçıl bitkilerin seçimi ile mümkündür. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de kuraklık riski olmayan bölgelerde de yapay sulama yüksek bir su tüketimine, ciddi ekonomik maliyete yol açarken KİD etkisine dirençsiz bitkilerle yapılan GPU'da su tüketimi, işçilik, diğer kültürel, ekolojik, ekonomik ve estetik değerler büyük zarar görebilecektir (Cardinali vd., 2015; Erdoğan Onur, 2012).

Kırsal ve kentsel alanlarda yapılabilecek EPU su, zaman, ekonomi konularında tasarruf sağladığı gibi kentlerde yaşayan insanları doğaya daha da yakınlaştırmaktadır. Böylece yöresel ve endemik bitkilerin EPU'da kullanılması aynı zamanda korunmasını da sağlayabilecektir. Organik atıklar, bitki kalıntıları, biçilen çimlerle yapılacak malçlamayla su kaybı en aza indirileceği gibi, organik atıklar ayrışarak bitki besinlerini oluşturacaktır. Özellikle çim alanları, toprağın organik/inorganik madde dengesinde rizomlu (gövde) bitki taksonlarının (ayrık otu vb.) kullanılması erozyona açık, eğimli alanlarda başarı oranını artıracaktır.

Her üç bitkisinden birisinin endemik (%34,4) olduğu, son yıllarda yapılan keşiflerle takson sayısı 12 bini bulan Türkiye, ılıman kuşakta ve üç floristik bölgenin (Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan) kesişim yerindedir. Ayrıca üç farklı biyoiklim tipinin görülmesi, iklim ile coğrafik özelliklerin kısa aralıklarla değişmesi, topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik ve toprak çeşitlilikleri, 0-5000 m arasında değişen yükselti farklılıkları, karasal ve sucul ekosistemlerinin çeşitliliğine sahiptir. Bunların yanında Avrupa ülkelerine göre buzul döneminden daha az etkilenen, Kuzey ve Güney bitki göçleri ve enklavların varlığı, buna bağlı olarak oluşan ekolojik ve floristik farklılıklar ile üç kıtanın birleşme noktasında yer alan Türkiye, bitki biyoçeşitliliği bakımından küçük bir kıta özelliği gösterirken (Davis vd., 1965-1988; Güner vd., 2012), bu zenginlik su ve kuraklığa dayanıklı bitki biyoçeşitliliğinde de görülmektedir.

Görünümü ve kuraklığa dayanıklılığı yüksek doğal ağaç, çalı, otsu taksonların peyzajda kullanılması ekolojik ve ekonomik olarak oldukça önemlidir. Nitekim doğal taksonlar bulunduğu yörede uzun yıllar yaşadıklarından veya yöreye özgü olduklarından hayatta kalma ve başarılı olma şansını artırırken olumsuz çevre şartlardan daha az etkilenmektedir. Ayrıca sulama, bakım, budama vb. işlemlerine daha az ihtiyaç duyabilen bu taksonların EPU'da kullanılması ekolojik dengenin bozulmaması için oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde yapılan floristik, fitososyolojik ve biyoçeşitlilik çalışmalarla peyzaj alanında yapılan çalışmaların da değerlendirilmesiyle kuraklık ve su direncine sahip 92 familya, 348 cinse ait 831 damarlı bitki taksonu (556 tür ve 212 tür altı ve 63 varyete) belirlenmiştir. 170 tanesi endemik olan bu taksonların 19 tanesi "CR", 22 tanesi "EN", 25 tanesi "VU", 29 tanesi "NT" ve 70 tanesi "LC" kategorisinde bulunurken 5 tanesi "DD" kategorisinde bulunmaktadır. Ayrıca endemik olmadığı hâlde ulusal ölçekte nadir 16 taksonun 12'si "VU", biri "NT", üçü "DD" kategorisinde olup Bern Sözleşmesi'ndeki 2, CITES listesindeki 17 takson Karadeniz Bölgesi'nde yayılış göstermektedir.

Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı 11 ve üzeri takson bulunduran familya sayısı 26 tane olup bunlardan en fazla taksona sahip familyalar Rosaceae (81, %9,71), Poaceae (73, %8,75) Crassulaceae (52, %6,24)'dir (Tablo 1).

Karadeniz Bölgesi'nde Crassulacaeae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Poaceae kuraklığa dayanıklı sadece otsu taksonlara sahip familyalar olurken, su ve kuraklığa dayanıklı 3-9 arasında taksona sahip 28 familya bulunmaktadır. Bunlardan Oleaceae, Rutaceae, Apocynaceae, Anacardiaceae, Tamaricaceae, Berberidaceae kuraklığa, tuzluluğa dayanıklılıkları oldukça yüksek çalı ve otsu taksonlara sahiptir (Tablo 2). Bu familyaların dışında 2 taksona (%0,24) sahip familyalar (Adoxaceae, Aquifoliaceae, Araliaceae, Berberidaceae, Buxaceae, Capparaceae, Ebenaceae,

**Tablo 1.** Karadeniz Bölgesi su ve kuraklığa dayanıklı 11 ve üzeri takson bulunduran familyalar

| Familya | Sayı | % | Familya | Sayı | % | Familya | Sayı | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rosaceae | 81 | 9,71 | Ericaceae | 25 | 3,00 | Amaryllidaceae | 11 | 1,32 |
| Poaceae | 73 | 8,75 | Ranunculaceae | 20 | 2,40 | Betulaceae | 11 | 1,32 |
| Crassulaceae | 52 | 6,24 | Iridaceae | 18 | 2,16 | Boraginaceae | 11 | 1,32 |
| Asteraceae | 42 | 5,03 | Apiaceae | 15 | 1,80 | Oleaceae | 11 | 1,32 |
| Fabaceae | 38 | 4,55 | Asparagaceae | 15 | 1,80 | Plantaginaceae | 11 | 1,32 |
| Lamiaceae | 35 | 4,19 | Fagaceae | 15 | 1,80 | Plumbaginaceae | 11 | 1,32 |
| Brassicaceae | 34 | 4,07 | Liliaceae | 15 | 1,80 | Rhamnaceae | 11 | 1,32 |
| Amaranthaceae | 27 | 3,24 | Caprifoliaceae | 13 | 1,56 | Sapindaceae | 11 | 1,32 |
| Caryophyllaceae | 27 | 3,24 | Saxifragaceae | 12 | 1,44 | | | |

**Tablo 2.** Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı 3'ten fazla takson bulunduran familyalar

| Familya | Sayı | % | Familya | Sayı | % | Familya | Sayı | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Orchidaceae | 9 | 1,080 | Polygonaceae | 5 | 0,600 | Celastraceae | 3 | 0,360 |
| Pinaceae | 9 | 1,080 | Thymelaeaceae | 5 | 0,600 | Colchicaceae | 3 | 0,360 |
| Campanulaceae | 8 | 0,960 | Scrophulariaceae | 5 | 0,600 | Cornaceae | 3 | 0,360 |
| Cupressaceae | 8 | 0,960 | Cannabaceae | 4 | 0,480 | Euphorbiaceae | 3 | 0,360 |
| Apocynaceae | 7 | 0,840 | Convolvulaceae | 4 | 0,480 | Malvaceae | 3 | 0,360 |
| Tamaricaceae | 7 | 0,840 | Grossulariaceae | 4 | 0,480 | Moraceae | 3 | 0,360 |
| Primulaceae | 6 | 0,720 | Hypericaceae | 4 | 0,480 | Papaveraceae | 3 | 0,360 |
| Cistaceae | 6 | 0,720 | Juncaceae | 4 | 0,480 | Santalaceae | 3 | 0,360 |
| Rutaceae | 6 | 0,720 | Anacardiaceae | 3 | 0,360 | Urticaceae | 3 | 0,360 |
| Geraniaceae | 5 | 0,600 | | | | | | |

Elaeagnaceae, Juglandaceae, Linaceae, Oxalidaceae, Paeoniaceae, Rubiaceae, Smilacaceae, Ulmaceae, Zygophyllaceae) 16 tanedir. Bir taksona (%0,12) bulunduran ise 22 tanedir (Acanthaceae, Aizoaceae, Araceae, Aristolochiaceae, Cactaceae, Ephedraceae, Hydrangeaceae, Lauraceae, Lythraceae, Magnoliaceae, Myrtaceae, Nitrariaceae, Phyllanthaceae, Platanaceae, Polygalaceae, Resedaceae, Simaroubaceae, Staphyleaceae, Styracaceae, Taxaceae, Theaceae, Violaceae).

Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı 348 cins bulunurken 10 ve üzeri takson bulunduran 12 cins, 5'ten fazla tür ve türaltı takson bulunduran 28 cins yer almaktadır (Tablo 3).

Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı taksonlar, fenolojik olarak 93 tane ağaç, 198 tane çalı, 540 tanesi otsu olup Raunkiær (1934) göre, 98 tanesi fanerofit, 203 tanesi kamefit, 90 tanesi geofit, 11 tanesi Kriptofit ve 434 tanesi hemikriptofittir.

Karadeniz Bölgesi'ndeki su ve kuraklığa dayanıklı taksonların ekolojik özellikleri belirlenmiş ancak takson sayısının fazlalığı nedeniyle kapalı tohumlu çalılar ile otsu türlerin ekolojik özellikleri verilmeyip (Şekil 10) sadece açık tohumlu ağaç ve çalılar ile kapalı tohumlu ağaçların ekolojik özellikleri Türkçe adları ile verilmiştir.

Bu değerlendirmelere göre Karadeniz Bölgesi'nde 19 açık tohumlu ağaç ile çalı taksonu tespit edilmiştir (Tablo 4). Bu taksonların 13 tanesi soğuğa, 14 tanesi kuraklığa, 3 tanesi tuzluluğa ve 14 tanesi de hava kirliliğine dayanıklı olup *Ephedra major* subsp. *procera* bu özelliklerin hepsine sahiptir.

Kapalı tohumlu ağaç sayısı 83 olup bunlardan 4 tanesi yapraklarını sıralı dökerken (her dem yeşil, *Arbutus andrachne, Arbutus unedo, Laurocerasus officinalis, Laurus nobilis*) 79 tanesi yapraklarını sonbaharda dökmektedir. Bunların 16 tanesi soğuğa, 14 tanesi kuraklığa dayanıklılığı yüksek bulunurken, tuzluluğa dayanıklı ağaç bulunmamaktadır (Tablo 5).

**Tablo 3.** Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı 5'ten fazla takson bulunduran cinsler **(*) Hibrit**

| Cins | Sayı | Cins | Sayı | Cins | Sayı | Cins | Sayı |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sedum | 19 | Crocus | 10 | Atriplex | 7 | Campanula | 6 |
| Sempervivum | 16 | Rhododendron (*4) | 9 | Astragalus | 7 | Alyssum | 6 |
| Festuca | 15 | Draba | 9 | Anemone | 7 | Stipa | 5 |
| Quercus | 13 | Silene | 8 | Alchemilla | 7 | Stachys | 5 |
| Acer | 13 | Rhamnus | 8 | Aethionema | 7 | Pinus | 5 |
| Saxifraga | 12 | Pyrus | 8 | Tamarix | 6 | Fraxinus | 5 |
| Rosa | 12 | Juniperus | 8 | Lilium | 6 | Epipactis | 5 |
| Acantholimon | 12 | Rosularia | 7 | Elymus | 6 | Daphne | 5 |
| Allium | 11 | Prometheum | 7 | Crataegus | 6 | Amaranthus | 5 |
| Rubus | 10 | Iris | 7 | Cerasus | 6 | | |

**Tablo 4.** Karadeniz Bölgesi su ve kuraklığa dayanıklı açık tohumlu ağaç ve çalıların ekolojik toleransları (**Y:** Yüksek, **O:** Orta, **D:** Düşük, *Çalı, Hv. Kr: Hava Kirliliği)

| | | Ekolojik Tolerans | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bitki Takson Adı (Latince)** | **Bitki Takson Adı (Türkçe)** | **Soğuk** | | | **Kuraklık** | | | **Tuzluluk** | | | **Hv. Kr** | |
| | | **O** | **D** | **Y** | **O** | **D** | **Y** | **O** | **D** | **Y** | **O** | **D** |
| **Ephedra major* subsp. *procera* | | + | | | + | | | + | | | + | |
| *Abies nordmanniana* subsp *nordmannianaw* | Karadeniz göknarı | + | | | | | + | | | + | | + |
| *Abies nordmanniana* subsp *equi-trojanii* | Karadeniz göknarı | + | | | | + | | | | + | | + |
| *Cedrus libani var. libani* | Sedir | + | | | + | | | | | + | + | |
| **Juniperus communis* var. *communis* | Ardıç | + | | | + | | | | | + | + | |
| **Juniperus communis* var. *saxatilis* | Bodurardıç | + | | | + | | | | | + | + | |
| *Juniperus excelsa* subsp. *polycarpos* | Daltaban ardıcı | + | | | + | | | | | + | + | |
| *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* | Boz ardıç | + | | | + | | | | | + | + | |
| *Juniperus foetidissima* | Kokar ardıç | | + | | + | | | | | + | + | |
| *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* | Deniz ardıcı | | + | | + | | | | + | | + | |
| *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* | Katran ardıcı | | + | | + | | | | | + | + | |
| *Juniperus sabina* | Saç ağacı | | + | | + | | | | + | | + | |
| *Picea orientalis* | Ladin | + | | | | | + | | | + | | + |
| *Pinus brutia* var. *brutia* | Kızılçam | | + | | | + | | | + | | | + |
| *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* | Karaçam | + | | | + | | | | | + | | + |
| *Pinus pinaster* | Sahil çamı | | + | | + | | | + | | | + | |
| *Pinus pinea* | Fıstık çamı | | + | | + | | | + | | | + | |
| *Pinus sylvestris* var. *hamata* | Sarıçam | + | | | + | | | | | + | | + |
| *Taxus baccata* | Porsuk | + | | | | | + | | | + | + | |

Bununla birlikte bu ağaçların tamamı geniş yapraklı olduklarından hava kirliliğine dayanıklılıkları yüksek olmasına karşılık hava kirliliğine en fazla dayanıklı taksonlar herdem yeşil yapraklılardır (*Arbutus andrachne, A.unedo, L.officinalis, L.nobilis*).

**Tablo 5.** Karadeniz Bölgesi su ve kuraklığa dayanıklı kapalı tohumlu ağaçların ekolojik toleransları (*) Endemik, (**) Her dem yeşil **(Y:** Yüksek, **O:** Orta, **D:** Düşük, Hv. Kr. : Hava kirliliği)

| Bitki Taksonu Adı (Latince) | Bitki Takson Adı (Türkçe) | Ekolojik Tolerans | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Soğuk | | | Kuraklık | | | Tuzluluk | | | Hv. Kr. | | |
| | | Y | O | D | Y | O | D | Y | O | D | Y | O | D |
| *Acer monspessulanum* subsp. *ibericum* | Üç akçaağaç | | + | | | + | | | + | | + | | |
| *Acer negundo* | İsfendan | | + | | | + | | | + | | + | | |
| *Acer platanoides* | Çınar akçaağacı | | + | | | | + | | + | | + | | |
| *Aesculus hippocastanum* | Atkestanesi | | | + | | | + | | + | | + | | |
| *Aira graeca* | Cinav | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Aira umbellata* | Geyik elması | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Ailanthus altissima* | Kokarağaç | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Albizia julibrissin* | Gülibrişim | | | + | | | + | | | + | + | | |
| **Arbutus andrachne* | Sandal ağacı | | | + | + | | | | + | | + | | |
| **Arbutus unedo* | Kocayemiş | | | + | + | | | | + | | + | | |
| *Betula browicziana* * | Yayla huşu | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Betula litwinowii* | Düzük | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Betula medwediewii* | Moşi | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Betula pendula* | Huş ağacı | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Carpinus betulus* | Gürgen | | | | | + | | | | + | + | | |
| *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* | istiriç | | | | | + | | | | + | + | | |
| *Castanea sativa* | Kestane | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Celtis australis* subsp. *australis* | Çitlenbik | | | + | + | | | | + | | + | | |
| *Celtis australis* subsp. *caucasica* | Kaf Çitlenbiği | | | + | + | | | | + | | + | | |
| *Celtis tournefortii* | Dardağan | | + | | | + | | | + | | + | | |
| *Cerasus angustifolia* var. *angustifolia* | Kızıl kiraz | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Cerasus avium* | Kiraz | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Cerasus mahaleb var. mahaleb* | Mahlep | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Cercis siliquastrum* subsp. *siliquastrum* | Erguvan | | | + | + | | | | | + | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Cornus sanguinea* subsp. *australis* | Kansiğdiren | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Cornus sanguinea* subsp. *sanguinea* | Kiren | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Corylus avellana* var. *avellana* | Fındık | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Corylus avellana* var. *pontica* | Doğu Fındık | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Corylus colurna* | Türk fındığı | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Corylus maxima* | Tombul fındık | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Diospyros kaki* | Trabzon Hurması | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Diospyros lotus* | Hırnık | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Euonymus latifolius* subsp. *cauconis* | İşyanotu* | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Euonymus latifolius* subsp. *latifolius* | İğağacı | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Euonymus verrucosus* | Benli iğcik | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Fagus orientalis* | Kayın | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Ficus carica* subsp. *carica* | İncir | | | + | + | | | | | + | + | | |
| *Ficus carica* subsp. *rupestris* | İt inciri | | | + | + | | | | | + | + | | |
| *Fraxinus angustifolia* subsp.*angustifolia* | Sivri dişbudak | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* | Dişbudak | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Fraxinus excelsior* subsp. *coriariifolia* | Kafkas dişbudak | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior* | Dişbudak | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Fraxinus ornus* subsp. *ornus* | Çiçek dişbudak | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Gleditsia triancanthos* | Gılediçya | | | + | + | | | | + | | + | | |
| *Hedlundia armeniaca* | Dilburan | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Hedlundia kusnetzovii* | Ufa | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Hedlundia persica* | Eyvaz | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Juglans regia* | Ceviz | | | + | | | + | | | + | + | | |
| **Laurocerasus officinalis* | Karayemiş | | | + | | + | | | | + | + | | |
| **Laurus nobilis* | Defne | | + | | + | | | | + | | + | | |
| *Maclura pomifera* | Ayıdutu | | | + | + | | | | | + | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Magnolia grandiflora* | Manolya | | + | | + | | | | + | | + | | |
| **Malus sylvestris* subsp. *orientalis* var. *microphylla** | Amasya elması | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Malus sylvestris* subsp. *orientalis* var. *orientalis* | Ekşi elma | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Ostrya carpinifolia* | Firek | | | + | + | | | | | + | + | | |
| *Platanus orientalis* | Çınar | | + | | | + | | | | + | + | | |
| *Prunus x domestica* | Erik | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Pterocarya fraxinifolia* | Yalankoz | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Pyrus communis* subsp. *caucasica* | Kaf armudu | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Pyrus communis* subsp. *communis* | Bey armudu | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Pyrus communis* subsp. *sativa* | Armut | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Pyrus syriaca* var. *microphylla* | Çakal armudu | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Pyrus syriaca* var. *syriaca* | Çakal armudu | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus cerris* | Saçlımeşe | + | | | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus hartwissiana* | Istıranca meşesi | + | | | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus macranthera* ssp. *macranthera* | Kafkas meşesi | + | | | | + | | | | + | + | | |
| **Quercus macranthera* subsp.*syspirensis* | İspir meşesi | + | | | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus petraea* subsp. *iberica* | Ballık meşesi | + | | | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus petraea* subsp. *petraea* | Sapsız meşe | + | | | | + | | | | + | + | | |
| *Quercus pontica* | Yayla peliti | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Quercus pubescens subsp. pubescens* | Tüylü meşe | + | | | + | | | | + | | + | | |
| *Quercus robur* subsp. *robur* | Saplı meşe | + | | | | | + | | | + | + | | |
| *Robinia hispida* | Kıllı akasya | | | + | + | | | | | + | + | | |
| *Robinia pseudoacacia* | Yalancı akasya | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Sorbus aucuparia* | Kuş üvezi | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Sorbus subfusca* | Yayla üvezi | + | | | | | + | | | + | + | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Staphylea pinnata* | Ağızlıkçalısı | | | + | | | + | | | + | + | | |
| *Tilia rubra* subsp. *caucasica* | Felamur | | | + | | + | | | | + | + | | |
| *Torminalis glaberrima* var. *pinnatifida* | Üvez | | + | | | | + | | | + | + | | |
| *Torminalis glaberrima* var. *torminalis* | Pitlicen | | + | | | + | | | | + | + | | |
| *Ulmus glabra* | Dağ karaağacı | | + | | | + | | | + | | + | | |
| *Zelkova carpinifolia* | Zelkova | | + | | | + | | | | + | + | | |

## Tartışma ve Sonuçlar

Biyoçeşitliliğin korunması ve kullanımında sürdürülebilir gelişme özelliklerinin belirlenmesi o ülkelere önemli katkılar sağlarken aynı zamanda önemli sorumluluklar da yüklemektedir. Bu sorumluluklar arasında, biyoçeşitliliğin korunması, biyokaçakçılığın engellenmesi ve sürdürülebilir kullanımının sağlanmasına yönelik uygulanabilir adımların atılması sayılabilir. Böylece biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kullanımını ve sürdürebilir gelişmeyi ülke politikası hâline getirecek, ekolojik zenginliği ekonomik çıkarlara dönüştürecek, ekolojik ve ekonomik kayıpları minimumda tutacak somut adımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle kuraklık stresine dayanıklı bitki türlerinin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açıklanması, kurumaya dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarım yönündeki araştırmalar, özellikle insanların neden olduğu KİD ile etkisini giderek arttıran kuraklığın, ileride tüm canlılar için büyük bir sorun hâline gelmesini önlemede önemli rol oynayacaktır.

Bitkilere dışardan uygulanacak osmotik koruyucular, besin elementi uygulaması ya da mikorizal funguslar ve bitki gelişimini teşvik eden rizobium-bakterileri toprakta bitkinin yararlanamadığı fosforu çözerken bitkinin alabileceği forma dönüştürerek aşılama sonrası kuraklık stresi etkilerini azaltmaktadır. Ayrıca yarı kurak ve kurak bölgelerde geleneksel toprak işleme yerine koruyucu toprak işleme yöntemleri kullanılarak, toprak ve su erozyonu önlenecek, topraktaki nem daha uzun süre muhafaza edilerek üretim maliyetleri azaltılabilecektir.

Bitki yetiştirme döneminde gerçekleşecek stresin önceden tahmin edilmesi oldukça önemli olurken yapılacak uygun besin elementi ($N_2$, K, Mn, Zn vb.) ve mikrobiyolojik (bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler) uygulamalar stresin ortadan kaldırılmasında veya hafifletilmesinde önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte bitki, kök bölgesindeki suyu en uzun süre ve en iyi şekilde kullanılabilmesi için evaporasyonun düşürülmesi, toprak nemini arttıran bazı toprak düzenleyicilerin kullanılması gereklidir. Su stresi ile hayatta kalabilen, verimde nispeten azalmalar gözlenen bitkilerin mekanizmaları incelenerek strese dayanıklı genotipler belirlenmesi gereklidir.

Ev ve kentsel alanların peyzajında, Türkiye'de gelişen ve değişen uygulamalara bağlı olarak üretimi kolay ticari avantajlarına karşılık ülkemizde yapılan EPU alanlarında bitkilendirme tasarımı projelerinde, doğal türlerimize fazla yer verilmemektedir.

Ancak doğal bitkilerin peyzaj alanında kullanılmasında artış görülmektedir (Var, 1992; Acar & Var, 2001; Acar & Gülez, 2002; Acar, 2003; Karim & Malik, 2008).

Doğal bitkilerin EPU'da kullanımı, alana adapte olma sorunu yaşamaması, bakım masraflarının az olmasına, su ihtiyacının bulunduğu yöreye göre uyum içinde olması vb. önemli özelliklere sahiptir. Bu nedenle ülkemizin sahip olduğu flora ve vejetasyon tipleri ile ekosistem çeşitliliğindeki zenginlik, EPU ve tasarımlarında bitki kullanımı açısından çeşitlilik ve ekonomik olarak fayda sağlayacaktır.

Karadeniz Bölgesi'nde yapılan çalışmaların (floristik, fitososyolojik, biyoçeşitlilik peyzaj) değerlendirilmesiyle kuraklık ve su direncine sahip 92 familya, 348 cinse ait 831 damarlı bitki taksonu (556 tür ve 212 tür altı ve 63 varyete) tespit edilmiştir.

Bu taksonların 170 tanesi endemik olup bunların 19 tanesi "CR", 22 tanesi "EN", 25 tanesi "VU", 29 tanesi "NT" ve 70 tanesi "LC" kategorisinde bulunurken 5 tanesi "DD" kategorisinde bulunmaktadır. Ayrıca endemik olmadığı hâlde ulusal ölçekte nadir 16 takson bulunurken bunlardan 12 tanesi "VU", 1 tanesi "NT" ve 3 tanesi "DD" kategorisinde bulunmaktadır. Ayrıca Bern Sözleşmesi'nde yer alan 2 takson ve CITES listesinde yer alan 17 takson Karadeniz Bölgesi'nde yayılışa sahiptir.

Karadeniz Bölgesi'nde su ve kuraklığa dayanıklı 11 ve üzeri takson bulunduran familyalar 24 tane olup bunlardan en fazla taksona sahip familyalar Ros aceae (81, %9,71), Poaceae (73, %8,75) Crassul aceae (52, %6,24)'dir (Tablo 2).

Hâlen her ay yeni bitki taksonlarının keşfedildiği (Karaer, 2012, Celep vd., 2021) ülkemizde Karaer vd. (1997, 2010b), Karadeniz Bölgesi'ndeki Akdeniz bitkileri ile vejetasyon (enklav) çalışmaları da yaparak KİD dayanıklı bitki türleri ve vejetasyon yapısının ilginç özelliklerini açıklamıştır.

GPU, doğal yapıyı estetik kalıba sokarak toplumun çevre bilincinin azalmasına istenen görsel etkinin sağlanması için yaşam döngüleri kısa, yerel olmayan bitkiler kullanılırken bu türlerin bakımları, yenilenmeleri, ilk kurulum maliyetleri oldukça yüksektir. Bu alanlar, yüksek miktarda su ve gübre ihtiyaçlarının yanında yoğun iş gücüne ve çevreye önemli zararlar veren kimyasal ilaçlara ve fosil yakıtlarına ihtiyaç duymaktadır. Sürdürülebilirlik kaygısından uzak bu uygulamaların en önemli sebebi, Türkiye'de büyük ölçekli planlama politikalarında sürdürülebilirlik yaklaşımının yeterince uygulanmasıdır. Diğer taraftan popüler kültürün getirdiği estetik olanı yücelten bakış açısı, doğal ve kültürel çevreye bakış açısını da etkilerken, kentsel peyzajın sadece estetik ve dekoratif açıdan ele alınmasına neden olmuştur. Bu şekilde, fonksiyonel kullanımların dışında kentsel dokuda ekolojik dengeyi kurmakla yükümlü bu alanlar, sürdürülebilir gelişimi desteklemek yerine farklı bir tüketim alanı olarak günlük yaşamımızda yerini almıştır (Şekil 10).

Türkiye'de kentsel yeşil alanlardan sorumlu yerel yöneticilerin peyzaj uygulamalarda doğal bitkilerin kullanılmasında yeterli altyapıya sahip olmaması, bugünkü uygulamaların yetersizliğinin bir nedeni olarak görülebilir. Bu sorunun çözümüne yönelik ilk uygulama konunun öneminin topluma uygulamalı olarak aktarılması olup bu konudaki sorumluluk bunun bilimsel temelini oluşturan üniversitelere

**Şekil 10.** Karadeniz Bölgesi'nde kayalık (üstte *Phedimus spurius* solda; *Sempervivum sosnowskyi* sağda) ve kurakçıl bitkiler (altta *Digitalis* lamarkii (solda) *Phlomis armeniaca*).

düşerken, bilgi paylaşımı ve bilinç düzeyinin arttırılması için ilgi gruplarının katılacağı toplantılar düzenlenmelidir. Yerel yönetimler bu çalışmaların içerisinde yer almalı, bu amaçla bilimsel toplantıların yanı sıra eğitim seminerleri düzenlenmeli, basılı bilginin iletişim ortamlarında yayımlanması ve dağıtımı organize edilmelidir.

EPU, yeşil alanlarda çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik hedefine yaptığı katkılar oldukça önemlidir. EPU ve sürdürülebilirlik kavramlarının peyzaj eğitiminde öncelikler arasında yer alması sağlanmalı, kentleri KİD'e karşı daha dirençli hâle getiren uygulamaların hayata geçirilmesi gereklidir. Özellikle KİD nedenleri ve etkileri hakkındaki bilimsel kanıtlara dayanarak KİD'in insanlar ve çevre için ciddi bir tehdit oluşturduğu bilinciyle hareket etmeli, kentleri KİD'e daha dirençli hâle getirecek kentsel peyzaj rehberlerinin hazırlanması, EPU projelerinin yaşama geçirilmesi ve uygulanması oldukça önemlidir. Yeşil yeni düzen ile EPU tasarımında etken olan faktörler, kullanıcılar üzerindeki diğer özellikleri mevcut yeşil alanların kullanım sonrası ve uygulama sırasındaki başarı ile başarısızlıklarının irdelenmesi, EPU renklerin doğru kullanımına da ışık tutacaktır.

Bu değerlendirmelere göre KİD, su ve karasal ekosistemler üzerinde olumlu ya da olumsuz birçok değişime yol açabilecek özelliklere sahip olurken bu kadar bilinmez durum insanlığı henüz sonucu tam olarak kestirilemeyen büyük bir karmaşa ile karşı karşıya bırakmaktadır. Böylece başta insan olmak üzere tüm canlılar için yok oluşun başlangıcı da olabileceğinden yapılması gereken, doğanın bir parçası olduğumuzu, hayatta kalmanın kendi kanunlarımızla değil doğanın kanunlarının doğal dengenin kurulmasında olduğu gerçeğidir.

## Öneriler

Yeşil yeni düzen ile EPU yaparken kısa ömürlü, doğanın kanunlarına uymayan düzenlemeler yerine uzun ömürlü doğaya katkı sağlayan kalıcı ve akılcı düzenlemeler yapılmalı, öncelikle, Türkiye'nin olmayan farklı bitki kullanma eğiliminden kurtulup, bölgeye uygun, KİD'e dayanıklı bitki türleri kullanılmalıdır. Pratik uygulamada, kuraklığa karşı geliştirilen fizyolojik mekanizmalar yönünden toleranslı bitki türlerinin ve çeşitlerinin yetiştirilmesi gerekmektedir.

*Ephedra major* (Hum) Tokat

*Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus (Katran Ardıcı)* Samsun

*Berberis crataegina* (Karamuk) Tokat

*Abies mordmanniana subsp. equi-trojani* (Göknar ) Bolu

*Pinus pinea* (Fıstık çamı) Artvin

*Pinus sylvestris* (Sarıçam) Amasya Borabay Gölü

**Şekil 11/12/13/14/15/16.** Karadeniz Bölgesi'nde çalı ve ağaç taksonları

Türkiye bitki çeşitliliği açısından zengin bir ülke olması yanında KİD'e dayanıklı kendi şartlarında EPU tasarımlar, bu konuda bilinçli bireylerin sayısının artışına da katkı koyacaktır. Böylece peyzaj düzenlemelerinde, xeriscape teknikleri ile su tüketimini azaltarak doğaya katkı sağlamak açısından önemli olduğu gibi uzun ömürlü, sürekli yaşayan bahçelere sahip olmak açısından da çok önemlidir.

Diğer taraftan, ülkemizde özelikle büyükşehirlerde "yeşil bina" adıyla bilinen yapılar giderek yaygınlaşırken ortak amaç, insanların kendilerine yeni yaşama ve çalışma yerleri üretmesidir. Buna karşılık sonraki nesillerin hayatlarını kötü yönde etkileyecek ürünlerden ve uygulamalardan kaçınmalarını sağlayan Leed (ABD) ve Bream (İngiltere) uluslararası bina sertifikalandırma sistemleri ile belgelenen, enerji verimliliği fazla olan yapılara daha fazla yer verilmelidir.

Dünya ekolojisinin geleceğini güvende tutmak için yeni inşa edilecek yapıların denetimi kadar mevcut yapılar da kontrol altına alınmalıdır. Özellikle yeşil bina sisteminde, yağmur suları depolanırken bunlar sulama suyu olarak kullanılmalı; lavabo, banyo sularının arıtılması ile bahçe sulama suları elde edilmelidir. Tasarruf ve sürdürülebilirliği amaçlayan bu yapılardaki yaklaşımların peyzaj tasarımlarına yansıtılması ile bina ile bahçesi arasında amaç birliği ve uyumluluk sağlanmalıdır.

# Kaynaklar


Acar, C. (2003). A study on the ground layer species composition in rocky, roadside and forest habitats in Trabzon province. Turkish J of Botany, 27 (4), 255-275.

Acar, C. & Gülez, S. (2002). Ecological and visual structure along Trabzon-Rize coastal highway in Turkey. J of Balkan Ecology, 5 (2), 119-133.

Acar, C. & Var, M. (2001). Trabzon ekolojik koşullarında bazı doğal yer örtücü bitkilerin adaptasyonları ve peyzaj mimarlığında değerlendirilmeleri üzerine bir araştırma. Turkish J of Agr and Forest, 25, 235-245.

Agarwal, S. K. (2008). Fundamentals of Ecology. APH Publishing Corporation, New Delhi.

Ağır, Ş.U., Kutbay, H.G., Karaer F., Sürmen B. (2014). The classification of coastal dune vegetation in Central Black Sea Region of Turkey by numerical methods and EU habitat types. Rendi Lincei Scienze Fisiche e Naturali, 25, 453-460.

Aksoy, N., Özkan, N.G., Aslan, S., Koçer, N. (2013). Melenağzı kumul vejetasyonunun (Düzce-Sakarya) biyolojik çeşitlilik açısından irdelenmesi. 2013 Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu Bildiri Kitabı, Muğla-Marmaris: 217.

Anonim, (2024). Gezginler için Türkiye haritaları, Türkiye bitki örtüsü haritası http://www.deretepe.net, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Anonim, (2004). Avrupa'nın değişen ikliminin etkileri gösterge temelli bir değerlendirme, AÇA (Avrupa Çevre Ajansı) raporu, No 2/2004, http://reports.tr.eea.europa.eu/climate_report 2 2004/ tr/eea_ _TR.pdf. Erişim Tarihi: 15.01.2022

Aslan, S., Şahin B., Vural, M. (2013). Kızılırmak deltasından bazı nadir türler ve önemli kayıtlar, Biyolojik Çeşitlilik Sempozyumu 22-23 Mayıs 2013 Muğla Marmaris, 202-207.

Atalay, İ. (2014). Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri 2. Baskı. İzmir.

Avcı, M., Avcı, S., Akkurt, S. (2015). Coastal dune vegetation in Turkey: A geographical perspective. International Conference on the Mediterranean Coastal Environment Medcoast 2015, Varna, Bulgaria, 6-10 October 2015, 1, 397-405.

Bakkenes, M., Eickhout, B., Alkemade, R. (2006). Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. Global Environmental Change 16, 1, 19-28.

BERN (2015). The convention on the conservation of European wildlife and natural habitats. http://www.bfn.de/0302_berner +M52087573 ab0. html, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Bethlehem, P.A. (2021). Redevelopment of the city of Bethlehem. https://www.asla.org/2017awar ds/320207, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Branshaw, A. D. (1982). Landscape as ecosystems, an ecological approach to urban landscape design, pg. 13-22 Occasional paper / University of Manchester. Department of Town and Country Planning, Great Britain.

Byfield, A., (2005). Yeşilırmak deltası. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı (Eds. N. Özhatay, A. Byfield, S. Atay), Doğal Hayatı Koruma Vakfı, İstanbul: 114-115.

Byfield, A., Atay, S. (2005). Kızılırmak deltası. Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı (Eds. N. Özhatay, A. Byfield, S. Atay), Doğal Hayatı Koruma Vakfı, İstanbul: 109-111.

Byfield, A., Karaer, F., Pearman, D. (2003). Important Plant Areas in Turkey -Çoruh Valley, (OBA-35), Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S., Turkey, İstanbul, 43-45.

Byfield, A., Özhatay, N. (1994). Karadeniz, Marmara ve Kuzey Ege kıyı kumullarının korunması. DHKD ve Hollanda Tarım Bakanlığı ortak projesi.

Cardinali, P., Xiao, S., Stevens, K. (2015). 5 ways landscape architects can influence climate change. https://www.ibiplacemaking.com, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Celep, F., Karaer, F., Duman, H. (2021). Resurrection of *Lamium ponticum* (*Lamiaceae*) with a new subspecies, *Lamium ponticum* subsp. *anatolicum*, from Turkey. *Phytotaxa*, 511 (1), 71–76.

CITES, (2015). The convention on ınternational trade in endangered species of wild fauna and flora, http://www.cites.org/, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Clarke, H., (2007). Conserving biodiversity in the face of climate change. Agenda, 14, 2, 157-170.

Cleland, E.E., Chuine, I., Menzel, A., Mooney, H.A., Schwartz, M.D. (2007). Shifting plant phenology in response to global change. Trends in Ecology and Evolution 22, 357-365.

Cranz, G. & Boland, M. (2003). The ecological park as an emerging type. Places-Massachusetts, Design History Foundation, 15(3), 44-47.

ÇŞB, (2011). İklim değişikliği ulusal eylem planı 2011-2023. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

Davies, W.J., Tadieu, F., & Trejo, C.L. (1994). How do chemical signals work in plants that grow in drying soil. Plant Physiol. 104, 309-314.

Davis, P.H. (ed.). (1965-1988). Flora of Turkey and the East Aegean islands. 1-10, Edinburgh: Edinburgh University Press.

Demir, A. (2009). Küresel iklim değişikliğinin biyoçeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi. Ank. Üniv. Çevre bil. Dergisi 1, 2, 37-54.

Donatti, C.I., Dunlop, M., Harvey, C.A., Hole, D., Lavorel, S., Locatelli, B., Mumba, M., Vignola, R., Watson, J., Wise, R. (2011). Ecosystem-based adaptation essential for achieving the sustainable development goal. Conservation International.

DPT, (2000). Sekizinci beş yıllık kalkınma planı. İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyon Raporu, Ankara.

Dunn, S. & Falavin, C. (2002). Dünyanın Durumu Raporu İklim değişikliğini gündemin ön sıralarına taşımak, TEMA Yayın No. 37. İstanbul.

Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., Adiguzel, N. (2000). (Red Data Book of Turkish Plants, Pteridophyta and Spermatophyta). TTKD Van Yüzüncüyıl Universitesi, Ank., 246pp.

El-Sharkawy, M.A., Cock, J.H. Held, A.A. (1984). Water use efficiency of Cassava. II. Differing sensitivity of stoma to air humidity in Cassava and other warm climate species. *Crop. Sci*. 24, 503-507.

Erdoğan Onur, B. (2012). Peyzaj tasarım ve yönetiminde ekolojik yaklaşım ve sürdürülebilir kent hedefine katkıları. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 2, 5, 245-252.

Esbah, H., Erdoğan, M. A. (2019) İklim değişimi ve muhtemel ekolojik riskler. Aksoy, Y. (ed) İklim Değişikliği ve Kentler: Yapısal Çevre ve Yeşil Alanlar. 232-254, DAKAM Yayınevi.

Gaff, D.F. (1980). Protoplazmic tolerance of extreme water stress. In: Turner, N.C. and Kramer, P.J. (Eds). Wiley Interscience, New York. p. 207-230.

Gossett, D.R., Banks, S.W., Millhollon, E.P., Lucas, C. (1996). Antioxidant response to NaCl stress in a control and NaCl tolerant cotton cell line grown in the presence of paraquat, buthionine, sulfoximine, and exogenous glutathione. Plant Physiol., 112, 803-809.

Govaerts, R. (2014). The World checklist of selected plant families. http://www.kew. org/wcsp/, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Green, R.E., Harley, M., Miles, L., Scharlemann, J., Watkinson, A., Watts, O. (2003). Global climate change and biodiversity, University of East Anglia, Norwich, UK April 2003.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. ve Babaç, M.T. (2012). Türkiye bitkileri listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.

Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., Başer, K.H.C. (eds). (2000). Flora of Turkey and the East Aegean ıslands, 11, Edinburgh: Edinburgh University

Hanscom, Z., & Ting, L.P. (1978). Responses of succulents to plant water stress, Plant physiol. 61: 327-330.

Hanson, A.D., & Hitz, W.D. (1982). Metabolic responses of mesophytes to plant water deficits. Annual Rewiev of Plant Physiology, 33, 163-203.

Hatch, M. D. (2002). C4 photosynthesis: discovery and resolution. Photosynthesis Research 73, 251-256.

Hickey, M.B.C. & Doran B. (2004). A review of the efficiency of buffer strips for the maintenance and enhancement of riparian ecosystems. Water Qual. Res. J. Canada, 39, 3, 311-317.

Hughes, L. (2000). Biological consequences of Global Warming: is the signal already apparent? Trends in Ecology and Evolution 15(2), 56-61.

IPCC, (2001). Ready for IPCC-*2001*: Innovation and change in plans for the IPCC third assessment report, 459-461.

IPNI, The International plant name index (2014). http://www.ipni.org/ipni/simplePlant, Erişim Tarihi: 15.01.2022

IUCN, (2018). International Union for Conservation of Nature (IUCN). Numbers of threatened species by major groups of organisms (1996-2018) Table 1. https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics, Erişim Tarihi: 15.01.2022

Kantsa, A., Tscheulin, T., Junker, R. R., Petanidou, T., Kokkini, S. (2013). Urban biodiversity hotspots wait to get discovered: The example of the city of Ioannina, NW Greece. Landscape and Urban Planning 120, 129-137.

Karaer, F. (2019). Karadeniz Bölgesi habitat tipleri. İçinde, Anonim (2019). Türkiye'deki topluluk açısından önemli habitatlara ilişkin yorumlama kılavuzu. Ankara, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, s.231.

Karaer, F. (2012). ***Draba cemileae*** (*Brassicaceae*), a new species from northeast Anatolia region, Turkey. *Ann. Bot. Fennici* 49, 111-116.

Karaer, F., Celep F. & Eggli U. (2011). A taxonomic revision of the *Sempervivum davisii* complex (*Crassulaceae*). *Nordic J of Botany,* 29(1), 49-53.

Karaer, F., Celep, F., Kutbay, HG. (2010a). Morphological, ecological and palynological studies on *Sempervivum sosnowskyi* Ter-Chatsch. (*Crassulaceae*) with a new distribution record from Turkey. *AJCS,* 4(4), 247-251

Karaer, F., Kılınç, M., Korkmaz, H., Kutbay, HG., Yalçın, E., Bilgin, A. (2010b). Phytosociological and ecological structure of Mediterranean enclaves along the stream valleys in inner parts of black sea region. Journal of Environmental Biology, 31, 33-50.

Karaer, F. & Celep F. (2010). Taxonomic Notes on *Sempervivum armenum* Boiss. & A. Huet (*Crassulaceae*) From Turkey with an Amended Description. Bangladesh J. Bot. 39(1): 103-105.

Karaer, F. & Celep F. (2008). *Sempervivum ekimii* nom. *et stat. nov for S. minus* var. *glabrum* (*Crassulaceae*), with an amplified Description. *Ann. Bot. Fennici,* 45, 229-232.

Karaer, F. (2003a). Important plant areas in Turkey-Akdağ (Amasya-Samsun) (OBA-31). Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S. WWF-Turkey, İstanbul, 30-31.

Karaer, F. (2003b). Important plant areas in Turkey-Hacıosman forest (OBA-29). Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S. WWF-Turkey, İstanbul, 26-27.

Karaer, F. (2003c). Important plant areas in Turkey- Kelkit Valley (OBA-32). Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S. WWF-Turkey, İstanbul, 32-33.

Karaer, F. (2003d). Important plant areas in Turkey- Sinop Peninsula (OBA-27). Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S. WWF-Turkey, İstanbul, 20-22.

Karaer, F. ve Kılınç, M. (2001). The Flora of Kelkit Valley. Turk J. of Botany, 25, 195-238.

Karaer, F. ve Kılınç, M. (1993). Flora of the Sinop Peninsula. Doğa Tr. J.of Botany, 17(1), 5-20.

Karaer, F., Byfield, A., Atay, S. (2003). Important Plant Areas in Turkey-Giresun Mountains (OBA-33). Important Plant Areas in Turkey, edit. Ozhatay, N., Byfield, A., Atay, S. WWF-Turkey, 34-36.

Karaer, F., Kılınç, M., Kutbay, H.G. (1999). The Woody Vegetation of the Kelkit Valley. Turk. J. of Botany, 23(5), 319-343.

Karaer, F., Kutbay, H., Kılınç, M. (1997). The Flora and Vegetation of the Coastal dunes of the East Black Sea Region. Doğa Tr. J. of Botany, 21(3), 177-185.

Karaer, F., Kutbay, H.G. (1995). Flora of Sarıkum (Sinop) and Hacı Osman (Samsun) Nature Protection Areas, Proceedings of the 1st Forestry Congress, 23-25 October. I, 185-194, Trabzon.

Karaer, F., Terzioğlu, S., & Kutbay, H. G. (2020). A new genus record for the flora of Turkey: Reynoutria (Polygonaceae). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 23(3), 606-610.

Karagöz, A., Özbek, K., Sarı, N. (2016). Türkiye'nin bitkisel biyoçeşitliliğinin korunması ve sürdürülebilir kullanımına ilişkin sorun ve çözüm önerileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25, 88-99.

Karim, M. N., & Malik, A. U. (2008). Roadside revegetation by native plants: I. Roadside microhabitats, floristic zonation and species traits, Ecological Engineering, 32(3), 222-237.

Kılınç, M., Karaer, F. (1995). Sinop Yarımadası vejetasyonu. Turkish J of Botany 19(1), 107-124.

Kılınç, M., Karaer, F., Özen, F. (1992). A research on the floristic and phytosocilogical machie vegetation occuring along coastal zone Turkish Black Sea Region. XI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Botanik Bildiriler, 213-232.
Kılınç, M., Özkanca, R. (1991). The vegetation of the coastal dune of Central Black Sea region. Turk J Bot. 15(3), 328-348.
Korkmaz, H., Mumcu, Ü (2014). Türkiye sulak alan vejetasyonunun genel floristik, ekolojik ve fitososyolojik özellikleri, III. Ulusal Sulak Alanlar Kongresi, 1-12 pp. Samsun.
Korkmaz, H., Mumcu Ü., Alkan S., Kutbay H.G. (2012). A syntaxonomical study on the psammophyl, hygrophyl and forest vegetation of Gölardı (Terme/Samsun) wildlife protecting area. Ekoloji, 21 (85), 64-79.
Kutbay, H.G., Kılınç, M., Karaer, F. (1995). The flora of Bafra Nebyan mountain and its environs. Doğa Turkish Journal of Botany 19 (3), 345-371.
Lehmann, S. (2010). The principles of green urbanism. London: Earthscan.
Meriç, T. ve Çağırankaya, S. (2013). Sulak alanlar. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara.
Morgan, J.M., Condon, A.G. (1986). Water use, grain yield, and osmoregulation in wheat. Aust. J. of Plant Physi. 13, 523-532.
Naiman R. J. & Decamps, H. (1997). The Ecology of interfaces: Riparian zones. Annu. Rev. Ecol. Syst. 28:621-58
Neumann, P.M., Volkenburg, E.V., Cleland, R.E. (1988). Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. Plant Physiol. 88, 233-237.
Özçelik, R, (2006). Biyoçeşitliliği korumaya yönelik yapılan (planlama ve koruma) çalışmalar ve Türkiye ormancılığına yansımaları. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi 2, 23-36.
Özer, H., Karadoğan, T., Oral, E. (1997). Bitkilerde su stresi ve dayanıklılık mekanizması. Atatürk Ü. Zir. Fak. Der. 28 (3), 488-495.
Özgüner, H. (2003). İnsan-doğa ilişkilerinin gelişimi ve peyzaj tasarımında "doğal stilin 20. yüzyılda önem kazanmasının nedenleri. SDÜ Orman Fakültesi dergisi, A, 1, 43-54.
Özhancı E., ve Yılmaz, H. (2015). Doğa sevgisi değeri ve Peyzaj Mimarlığı Eğitimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (1) 39.
Pamersan, C., Root, T.L., Willing, M.R. (2000). Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. Bulletin of the American Meteorological Society, 81 (3), 443- 450.
Pereira, H.M., Navarro, L.M. & Martins, I.S. (2012). Global biodiversity change: The bad, the good, and the unknown. Annual Rev of Envir & Res, 37, 25-50.
Pimm, L.S. (2007). Biodiversity: Climate change or habitat loss-which will kill more species? Current Biology, 18, 3, 117-119.
Qui, L., Lindberd, S., Nielsen, A.B. (2013). Biodiversity attractive On-site perception of recreational and biodiversity values in urban green space, Landscape & Urban Planning 119, 136-14
Raunkiær, C. (1934). Bitkilerin yaşam formları ve coğrafya üzerindeki etkileri, s. 2-104.
Ribeiro, K.T. & Medina, B.M.O. Scarano, F. R. (2007). Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazi.l Revista Brasil. Bot., 30, 4, 623-639.
Rihan, H. Z, Al-Issawi, M., Fuller, M. P. (2017) An analysis of the development of cauliflower seed as a model to improve the molecular mechanism of abiotic stress tolerance in cauliflower artificial seeds. Plant Physi and Biochemistry, 116, 91-105.
Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (1992). Plant phsiology. Fourth edition. Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 682 p.
Saygılı, R. (2020). Coğrafya harita, Turkiye bitki örtüsü haritaları. http://cografyaharita.com/turkiye_bitki_ortusu, Erişim Tarihi: 15.01.2022
Seçmen, Ö. ve Leblebici, E. (1997). Türkiye sulak alan bitkileri ve bitki örtüsü. E.Ü. Fen Fak. Kitap Serisi No: 158, Bornova, İzmir, 404s
Shannon, C. E. & Wiener, W. (1963). The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana, pp.360.
Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity Nature, 163, 688.
Sisson, P. (2020). https://landscapearchitecture magazine.org, Erişim Tarihi: 15.01.2022
Tekeli, İ., Güler, Ç., Yerli, S.V., Algan, N., Vaizoğlu, S. A., Kaya, A. K. (2006). Dünya'da ve Türkiye'de biyoçeşitliliği koruma. Türkiye Bilimler Akademisi raporları 13, 174.
Terzioğlu, S., Anşin, R., Kılınç, M., Acar, C. (2007). Vascular plant diversity in Solaklı watershed in Northeastern Turkey. Phytologia Balcanica 13 (2), 213-222.
Terzioğlu, S., Anşin, R. (2001). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde doğallaşmış taksonlar üzerine korolojik bir çalışma. Turk J Agric For, 25, 305-309.
Terzioğlu, S. (1999), Trabzon İlinin Endemik Bitkileri. T.C. Trabzon Valiliği Çevre Müdürlüğü Çevre Durum Raporu, 85-111.
Ton, J., Flors, V., Mauch-Mani, B. (2009). The multifaceted role of ABA in disease resistance. Trends in Plant Science, 14, 310-317.
TPL The Plant List (2014). A working list of all plant species. http://www.theplantlist.org/, Erişim Tarihi: 15.01.2022
Türkeş, M. (2010). Klimatoloji ve Meteoroloji. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi- Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, İstanbul. 650 s
Uslu, T., & Gehu, J. M. (1992). Türkiye kıyı kumullarının sintaksonomik birimleri ve florası. Orman ve Av Dergisi, 67 (3), 7-9.
Uslu, T., & Gehu, J. M. (1990). Syntaxonomic units and flora of Turkish coastal dunes. Proceedings of the 2 nd Int. Colloquy on the Mediterranean coasts and the protection of the Environment, 19-20 Oct. 1989: İzmir. Council of Europe: 42. Strasbourg.
Var, M. (1992). Kuzeydoğu Karadeniz bölgesi doğal odunsu taksonlarının peyzaj mimarlığı yönünden değerlendirilmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
Varol, O., Karaer, F., Terzioğlu, S., Kutbay, H.G. (2003). Phytosociological investigations of Pinus pinea L., forests in the North-East Anatolia region (Trabzon and Artvin-Turkey) Pakistan J of Bot, 35(4): 587-595.
WHO, (2021). https://www.who.int/sustainable development/ cities/ health-risks/urbangreen-space
Yörüklü -Özkaplan, N. (2021). İklim değişikliği ve küresel ısınma için peyzaj mimarlığı stratejileri: iklim değişikliği politikaları peyzaj beyanı. Peyzaj- Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 3/1 43-55
Zhu, J.K. (2007). Plant salt stress. In Encyclopedia of Life Sciences, John Wiley & Sons, Ltd.

# Türkiye Akdeniz Bölgesi Maki Vejetasyonu: İklim Değişikliğindeki Yeri ve Bitkilendirme Önerileri

*İrem Tüfekcioğlu**

Türkiye'nin ana vejetasyon sınıflarından biri olarak kabul edilen makilikler, dinamik ve karmaşık formlarıyla oluşturduğu mozaik yapıları sayesinde birçok bitki ve hayvan türüne yaşam alanı sunarak biyolojik çeşitliliği desteklerken, diğer yandan toprak ve su koruma ile odun dışı orman ürünlerine katkı sağlama gibi ekosistem hizmetleri de sunmaktadır. Tüm Akdeniz tipi ekosistemlerde olduğu gibi, Türkiye'deki makilik alanlar da uzun yıllar boyunca tarım, yerleşim ve turizm gibi faaliyetlerin baskısı nedeniyle zaman içinde yayılış alanları daralmıştır. Ayrıca makiliklerin Türkiye ormancılığında orman statüsünden sayılmayarak monokültür bir yapıda kızılçam ormanlarına dönüştürülmesine yönelik rehabilitasyon stratejilerinin uygulanması da söz konusudur. İklim değişikliğine bağlı olarak artan kuraklık ve yangınlara karşı gösterdikleri adaptasyon yetenekleri sayesinde, Akdeniz bölgesinin ekolojik dengesinin devamlılığı için kritik önemdedir. Nitekim, iklim değişikliğine uyumlu peyzaj tasarımlarında özellikle kuraklığa karşı dirençli ve direngen türlerin belirlenmesi ve bu türlerle oluşturulan tür kompozisyonları üzerinden bitkilendirme çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, yangın yönetimi stratejileri ve yangın sonrası restorasyon uygulamalarının da yangına karşı dirençliliği ve direngenliği artıracak şekilde planlanması önemlidir.

* Dr., Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Anabilim Dalı, Beytepe Kampüsü

## Giriş

Turkiye'nin ana vejetasyon sınıflarından biri olarak sayılan; Marmara, Ege ve Akdeniz Bolgeleri'nde dağılım gösteren makiliklerin tam olarak ne kadar alan kapladığına dair kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Akdeniz tipi ekosistemlerin tipik özelliklerine sahip maki vejetasyonu, sert ve her dem yeşil yapraklı, 5 metreye kadar boylanabilen her türlü çalı (kısa boylu ve boylu çalılar da dahil), ağaççık ve ağaç türlerinden oluşmaktadır. Maki formasyonu onlarca bitki türünün iç içe geçmesiyle oluşmuş çok katlı bir vejetasyon yapısına sahip olması nedeniyle hem bitki türü hem de bitki tür kompozisyonu bakımından yüksek derecede zenginlik ve çeşitlilik göstermektedir. Bununla birlikte bu karmaşık yapının, bir veya birkaç ağaç türünden oluşan orman tiplerine nazaran daha sık ancak yer yer de açıklıklara sahip olması özellikle mozaik bir yapı oluşturması kuş ve memeli hayvan türleri tarafından tercih edilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Diğer yandan güçlü kökleriyle toprağı tutarak erozyon kontrolüne destek olması, kuraklığa dayanıklı olması nedeniyle suyu kısıtlı bir şekilde kullanabilmesi, yangına karşı geliştirdiği adaptasyon yeteneği sayesinde yangından sonra hızlı bir şekilde toparlanması ve odun dışı orman ürünleri bakımından verim ve fayda sağlaması gibi farklı açılardan da önem teşkil etmektedir. Hem bu kadar çok türü bir arada barındırması hem de toprak ve su koruma fonksiyonları gibi ekosisteme hizmet etmesi, maki vejetasyonunun geniş bir yelpazede çok fonksiyonlu mozaik bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Tüm Akdeniz tipi ekosistemlerde olduğu gibi, Türkiye'deki makilikler üzerindeki en büyük tehdit de antropojenik baskılardır. Maki vejetasyonunun büyük ölçüde kıyı şeridinde yer alması üzerindeki turizm ve yapılaşma baskısını artırarak vejetasyonun yayılış alanında zaman içinde daralmalar gözlemlenmektedir. Bununla beraber, makiliklerin Türkiye ormancılığında ormandan sayılmaması ile ormancılık faaliyetlerinin mümkün oldukça kızılçam ormanlarına dönüştürülmek üzere rehabilitasyon uygulamaları şeklinde yürütülmesi gibi ormancılık uygulamaları sonucunda da makilikler zarar görmektedir. Ayrıca makilikler her ne kadar kuraklık ve yangının etkisiyle şekillenseler de, son yıllarda özellikle Akdeniz Havzası'nda etkisi kuvvetli bir şekilde hissedilen iklim değişikliği ve kuraklık, bununla beraber sıklığı ve şiddeti her geçen gün artan orman yangınları gibi normalin dışındaki bu ağır etkiler de maki vejetasyonu için tehditlerden biri olarak sayılmaktadır.

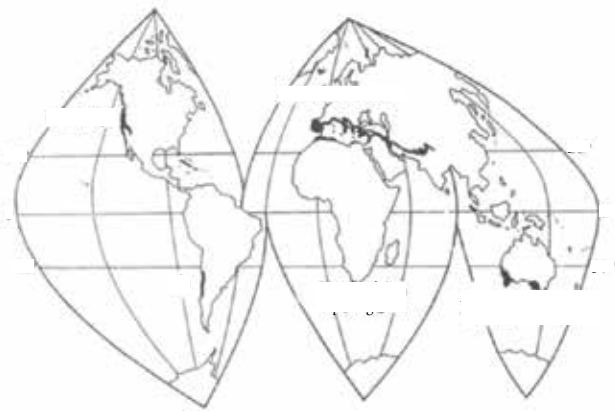
## Akdeniz Tipi Ekosistemler ve Maki Vejetasyon Ekolojisi

### Akdeniz Tipi Ekosistemler ve Dünyadaki Dağılımları

Akdeniz tipi ekosistemler, dünya üzerinde 30. ve 40. kuzey ve güney enlemleri arasında bulunan yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı Akdeniz iklim tipinin hâkim olduğu bölgelerde yer almakta olup dünyada 5 farklı noktada dağılım göstermektedir: Kaliforniya, Şili, Güney Afrika Kap bölgesi, Avustralya'nın güney ve güneybatı kesimleri ile Akdeniz Havzası (Walter, 1968; Castri ve Mooney, 1973; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004). Bu ekosistemlerin

konumlarının ortak özellikleri, hepsinin bağlı bulundukları kıtaların batı ya da güneybatı kısımlarında yer alıyor olmaları ve bu bölgelerin okyanuslarla bağlantılı olduğu yerlerde soğuk okyanus akıntılarının bulunmasıdır. Bu soğuk okyanus akıntıları, Akdeniz tipi ekosistemlerin bulunduğu bölgelerde yazın görülen kurak koşulların oluşumunu sağlamaktadır. Bunun sebebi, soğuk su akıntılarının bulunduğu bölgeler üzerindeki hava kütlelerinin, sıcak kara üzerine hareketlerinin bu hava kütlelerinin ısınmasına sebep olmasından dolayı az yağış bırakmalarıdır (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2004). Akdeniz tipi ekosistemleri en yüksek dağılımını %73 oranla Akdeniz Havzası'nda gösterir. Bunu sırasıyla %10 oranla Kaliforniya ile Avustralya'nın güney ve güneybatı kesimleri, %4 oranla Şili ve %3 oranla Güney Afrika Kap bölgesi takip eder (Cowling vd., 1996) (Şekil 1).

Akdeniz tipi ekosistemlerin tipik vejetasyon yapısını oluşturan çalılıklar Akdeniz Havzası'nda



**Şekil 1.** Dünyadaki Akdeniz tipi ekosistemlerin dağılımı: Kaliforniya, Şili, Güney Afrika Kap bölgesi, Avustralya'nın güney ve güneybatı kesimleri ile Akdeniz Havzası (Valavanidis ve Vlachogianni, 2011; şekil Fethiye Arslantaş tarafından Türkçeleştirilmiştir).

"maki", Kaliforniya'da "şaparral", Şili'de "matorral", Güney Afrika'da "fynbos" ve güneybatı Avustralya'da "kwongan" veya "fundalık" olarak adlandırılmaktadır (Rundel vd., 1998). Akdeniz tipi vejetasyonunun en tipik özellikleri çam ve her dem yeşil meşe türlerinin domine ettiği orman ve ağaçlıklar, fundalıklar, sık yapıda çalılıklar ile boşluklu yapıda friganalardan oluşmasıdır (Pausas, 1999). Akdeniz Havzası 25.000 bitki türüyle bitki çeşitliliği bakımından en yüksek değere sahip olurken (Rundel vd., 1998) bu sayının yüzde 50'den fazlası endemiktir (Aksoy, 2006). Avustralya'nın güney ve güneybatı kesimleri ile Güney Afrika Kap bölgesi 8.000 ve 8.500 bitki türü varken Kaliforniya 4.300 ve Şili 2.400 bitki türü ile sonlarda yer almaktadır (Rundel vd., 1998).

## Maki Vejetasyonu Tanımı

Maki vejetasyonu, genel bir tanımlamayla, Akdeniz tipi ikliminin hâkim olduğu Akdeniz Havzası'nda görülen her dem yeşil, sert yapraklı, boyu 2-5 metre arasında değişen çalı, ağaççık ve ağaç türlerinin domine ettiği Akdeniz tipi bir vejetasyondur (Mayer ve Aksoy, 1998; Özalp, 2000; Papanastasis, 2000; Aksoy, 2006; Bergmeier vd., 2018). Ancak ekologlar tarafından yapılan tanımlamalarda çeşitli farklılıklara rastlamak mümkündür. İlk çalışmalara göre, kültüre alınmamış olarak tanımlanan çalılık ve frigana vejetasyonları da maki tanımına dahil edilmektedir (Rübel, 1914). Ancak zaman içerisinde frigana ve garig formasyonları maki tanımından çıkartılarak ayrı bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Nitekim, friganaya daha küçük ve dikenli kısa boylu çalıların,

garig vejetasyonuna ise kermes meşesinin (*Quercus coccifera* L.) hâkim olduğu belirtilmiştir (Keeley vd., 2012). Ayrıca bu ayrıma neden olarak, vejetasyon yapısı ve tür kompozisyonu arasındaki farklılıklar da gösterilebilmektedir (Kavgacı vd., 2021; Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, 2022).

Türkiye'de maki vejetasyonu için yapılan ilk yasal tanım 1950 yılındaki 5653 sayılı kanunda yer almakta olup makilikleri "her türlü ağaççık" olarak betimlemiştir. Bunu takiben 1956 yılındaki 6831 sayılı Orman Kanunu'nda maki tanımı sert yapraklı, her dem yeşil ve 3 metreye kadar boylanabilen ağaççıklar olarak genişletilmiştir. 1986 yılında yine aynı kanunda yapılan 2/B uygulamasında maki tanımında ağaççık türlerinin yanı sıra sarılıcı, kısa boylu çalı, çalı ve ağaç formundaki bazı türlere de yer verilmiştir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2012 yılında hazırlanan ancak 2017 yılında yürürlüğe giren 299 numaralı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" tebliği maki vejetasyonunu en az 2 metre boylanabilen çalı, ağaççık ve ağaç türleri olarak tanımlayarak kanunda yer alan sarılıcı ve kısa boylu çalıları dahil etmemiştir. Son olarak, yine Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2022 yılında makilik alanlardaki uygulamalara yönelik yayınlanan talimata göre, maki vejetasyonuna her dem yeşil çalı türleri hâkimken, ağaççık ile küçük sert yapraklı ve dikenli çalı türleri de tanımda yer almıştır. Bu tanıma ayrıca bazı sarılıcı, çalı ve boylu çalı türleri eklenmişken 2 metreden daha kısa boylu kısa boylu çalı ve çalılar ise bulunmamaktadır. Tüfekcioğlu (2022) tarafından farklı maki vejetasyonu sınıfları üzerine yapılan çalışma çalı, ağaççık ve ağaç türlerinin yanı sıra, kısa boylu çalılar ve sarılıcı türlerinin de bazı maki sınıflarını sayı ve örtüş değerleri bakımından domine edebildiğini göstermektedir. Dolayısıyla maki tanımına çalı, ağaççık ve ağaç türlerinin yanı sıra kısa boylu çalılar ve sarılıcıların da dahil edilerek çok katlı bir yapıya sahip olduğunun vurgulanması gerekmektedir (Tüfekcioğlu vd., 2023).

## Maki Vejetasyonu Sınıflandırması

Maki vejetasyonu sınıflandırması, tanımının oluşturulması gibi, ekologlar tarafından farklı bakış açılarıyla yapılabilmektedir. Bu konuda yapılan ilk çalışmaların birinde vejetasyon içinde ağaç formunda türlerin olup olmaması kriterine göre sınıflandırmayı şu şekilde yapmaktadır: ağaçlı ve ağaçsız makilikler ile ağaçlı ve ağaçsız garig (Harshberger, 1926). Bazı çalışmalara göre, makilikler hem "Sandal *(Arbutus andrachne)* makisi", "Keçiboynuzu *(Cerotonia siliqua)* - Defne *(Laurus nobilis)* makisi", "Zeytin *(Olea europea)* makisi" ve "Kermes meşesi *(Quercus coccifera)* makisi" gibi hâkim türe göre hem de "Boylu maki" ve "Alçak maki" gibi vejetasyonları domine eden türlerin boylarına göre sınıflandırılmaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998; Polunin ve Huxley, 1990; Aksoy, 2006). Türleri dikkate almaksızın, Akdeniz vejetasyonunu doğrudan orman, çalılık ve frigana olarak 3 sınıfa ayıran çalışmalara da rastlamak mümkündür (Keeley vd., 2012; Kavgacı vd., 2017). Nitekim, Kavgacı ve diğerleri (2021) tarafından yapılan daha detaylı sınıflandırmaya göre Akdeniz ormanları ve çalılıkları 7 alt vejetasyon sınıfına ayrılmış

ve makilikler "Makilik ve Akdeniz sert yapraklı ormanları" olarak gruplandırılmıştır. Akkemik 2021' de makiliklerin "Akdeniz sert yapraklı ormanları" olarak sınıflandırılması gerektiğini bildirerek bu sınıflandırmayı desteklemektedir.

Bir başka görüşe göre Akdeniz ekosistemleri açık ve kapalı vejetasyon sınıfları olarak sınıflandırılmakta (Pausas ve Bond, 2020); hatta bu sınıflar da kendi içinde bölünerek yarı açık orman, açık orman, kapalı çalılık, açık çalılık ve frigana olarak 5 sınıfa ayrılmaktadır (Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, 2022). Bu sınıflandırma, Türkiye ormancılığında geçerli olan orman amenajman planlanmasındaki meşcere tipleri sınıflandırmasına da uygun yapıdadır. 1 kapalı kızılçam meşceresi (1 kapalı Çz) "yarı açık ormanlar", boşluklu kapalı kızılçam meşceresi (BÇz) "açık ormanlar", kapalılığı yüksek maki (Mak3) "kapalı çalılıklar", boşluklu kapalı maki (BMak) "açık çalılıklar" ve ağaçsız orman toprağı (OT) ise "frigana" olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 2).

**Şekil 2.** Farklı maki vejetasyon sınıflarına dair görüntüler

## Maki Vejetasyonunun Türkiye'deki Dağılımı

Maki vejetasyonunun Türkiye'deki kapladığı alan farklı kaynaklara göre değişiklik göstermekte olup bu konuda net ve doğru bir rakama ulaşmak oldukça güçtür. Yiğitoğlu (1941) 2.166.660 hektar, İnal (1969) 2.5-3 milyon hektar ve Tomaselli (1977) 3 milyon hektarlık alandan bahsetmektedir. Makilikleri, Akdeniz tipi vejetasyonundan keskin bir şekilde ayırmanın mümkün olmaması gibi, kızılçam ormanları altında da geniş yayılışa sahip oldukları da bir gerçektir. Bu durum dağılımın doğru hesaplanabilmesini de zorlaştırmaktadır. Nitekim, Öztürk (1995) yalnızca kızılçam ormanlarının alt tabakasında yer alan maki vejetasyonunun 2 milyon hektarlık alan kapladığını belirtmektedir.

Türkiye'deki makilikler, Akdeniz tipi iklimin hâkim olduğu kıyı kesimden Anadolu'nun iç kısımlarına doğru görülmektedir. Maki türleri deniz seviyesinden 1500 metre yüksekliğe kadar çıkabilmektedir (Akman, 1995). Kaya ve Aladağ (2009) ise Marmara Denizi kıyı kesiminde 300-400 metreye, Ege Denizi kıyı kesiminde 400-600 metreye ve Akdeniz kıyı kesiminde ise 700-800 metreye kadar çıkabildiğini bildirir. Akman ve Ketenoğlu (1987), Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi vejetasyonunda maki türlerinin bulunduğu yükseklik basamaklarını üç sınıfa ayırır: 0-500 metre arasında *Ceratonia siliqua*, *Olea europea*, *Quercus coccifera* ve *Pinus brutia* türlerinin yer aldığı"Sıcak Akdeniz Vejetasyon Katı", 500-1000 metre arasında *Quercus ilex*, *Q. infectoria*, *Pinus brutia* ve *Juniperus phoenicea* türlerinin yer aldığı "Asıl Akdeniz Vejetasyon Katı" ve 1000-1500 metre arasında *Quercus cerris* ve *Q. frainetto* türlerinin yer aldığı "Üst Akdeniz Vejetasyon Katı". Ancak, Tatlı (2002) maki türlerinin hem "Sıcak Akdeniz" hem de "Asıl Akdeniz" vejetasyon katlarında yer aldığını ve bu nedenle bu katları birbirinden ayırmanın mümkün olmadığını belirtmektedir. Hatta Davis'e (1965) göre *Ceratonia siliqua*, *Cistus* spp., *Laurus nobilis*, *Olea europea*, *Pistacia* spp. ve *Quercus* spp. maki türleri 1000-1200 metreye kadar çıkabilmektedir.

## Türkiye'de Sıklıkla Rastlanan Maki Türleri

Türkiye'de makiliklerin Marmara, Ege ve Akdeniz olmak üzere 3 ayrı coğrafi bölgede yer alması, deniz seviyesinden 1500 metre rakıma kadar çıkabilmesi, deniz kıyı şeridinin yanı sıra iç kesimlere kadar ulaşabilmesi ve yer yer 20-25 metreye kadar boylanan kızılçamlardan oluşan orman ekosistemlerinin alt tabakasında bulunabilmesi gibi birbirinden oldukça farklı nitelikte yetişme ortamı olanağı sağlamakta olup vejetasyonu oluşturan bitki türlerinde görülen zenginlik ve çeşitliliğe de zemin hazırlamaktadır. Nitekim Akdeniz Havzası çalı vejetasyonunda bulunan bitki türlerinin %20'si (5.000 adet) Türkiye makiliklerinde yer almakta olup bu sayının %30'u endemiktir (Thompson, 2005). Türkiye'de maki türleriyle kaplı alanlarda sıklıkla karşılaşılan odunsu maki türleri büyüme formlarına göre sınıflandırılarak Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye makiliklerinde sıklıkla karşılaşılan bazı odunsu maki türlerinin büyüme formlarına göre sınıflandırılması (Tür listesi Akman ve Ketenoğlu (1987), Aksoy (2006), Kaya ve Aladağ (2009) ve Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu (2022) kaynaklarına göre hazırlanmış olup türlerin Türkçe isimleri www.bizimbitkiler.org web sitesinden alınmıştır).

| **Sarılıcılar** | | |
|---|---|---|
| **No** | **Bilimsel İsmi** | **Türkçe İsmi** |
| 1 | *Asparagus acutifolius* | Tilkişen |
| 2 | *Asparagus aphyllus* | İzmiye |
| 3 | *Clematis cirrhosa* | Bahar sarmaşığı |
| 4 | *Clematis flammula* | Hamilmiskin |
| 5 | *Smilax aspera* | Gıcırdikeni |
| **Kısa Boylu Çalılar** | | |
| **No** | **Bilimsel İsmi** | **Türkçe İsmi** |
| 6 | *Asperula brevifolia* | Ulu belumotu |
| 7 | *Calluna vulgaris* | Süpürge çalısı |
| 8 | *Cytisopsis pseudocytisus* | Yalancı keditırnağı |
| 9 | *Dittrichia viscosa* | Yapışkan anduz otu |
| 10 | *Euphorbia acanthothamnos* | Sütlüçeti |
| 11 | *Euphorbia dendroides* | Çatal sütleğen |
| 12 | *Hypericum* spp. | Kantaron |
| 13 | *Lavandula angustifolia* | Lavanta |
| 14 | *Lavandula stoechas* | Karabaş |
| 15 | *Origanum onites* | Bilyalı kekik |
| 16 | *Ruscus aculeatus* | Tavşanmemesi |
| 17 | *Salvia* spp. | Adaçayı |
| 18 | *Sarcopoterium spinosum* | Abdestbozan |
| 19 | *Satureja thymbra* | Halilibrahim zahteri |
| 20 | *Teucrium* spp. | Sıcakotu |
| 21 | *Thymbra capitata* | Acıkekik |
| **Çalılar** | | |
| 22 | *Calicotome villosa* | Keçiboğan |
| 23 | *Cistus creticus* | Tüylü laden |
| 24 | *Cistus parviflorus* | Küçük yapraklı laden |
| 25 | *Cistus salviifolius* | Adaçayı yapraklı laden |

| | | |
|---|---|---|
| 26 | *Colutea melanocalyx* | Kara patlangaç |
| 27 | *Daphne gnidioides* | Sıyırcık |
| 28 | *Daphne sericea* | Tavukbüzüğü |
| 29 | *Erica arborea* | Funda |
| 30 | *Ericza manipuliflora* | Püren |
| 31 | *Genista acanthoclada* | Kertikefen |
| 32 | *Phlomis* spp. | Şalba |
| 33 | *Prasium majus* | Çalıbaba |
| 34 | *Ptilostemon chamaepeuce* | Bozlanotu |
| 35 | *Rosmarinus officinalis* | Biberiye |
| **Boylu Çalılar** | | |
| 36 | *Anagyris foetida* | Zıvırcık |
| 37 | *Arbutus andrachne* | Sandal |
| 38 | *Arbutus unedo* | Kocayemiş |
| 39 | *Cotinus coggygria* | Boyacı sumağı |
| 40 | *Crataegus monogyna* | Alıç |
| 41 | *Fontanesia phillyreoides* | Cılbırtı |
| 42 | *Juniperus oxycedrus* | Katran ardıcı |
| 43 | *Juniperus phoenicea* | Finike ardıcı |
| 44 | *Laurus nobilis* | Defne |
| 45 | *Myrtus communis* | Mersin |
| 46 | *Nerium oleander* | Zakkum |
| 47 | *Osyris alba* | Morcak |
| 48 | *Paliurus spina-christi* | Karaçalı |
| 49 | *Phillyrea latifolia* | Akçakesme |
| 50 | *Pistacia lentiscus* | Sakız ağacı |
| 51 | *Pistacia terebinthus* | Menengiç |
| 52 | *Punica granatum* | Nar |
| 53 | *Pyrus amygdaliformis* | Çöğür armudu |
| 54 | *Pyrus elaeagnifolia* | Ahlat |
| 55 | *Pyrus salicifolia* | Dadaş armudu |
| 56 | *Quercus aucheri* | Boz pırnal meşesi |
| 57 | *Quercus coccifera* | Kermes meşesi |

| | | |
|---|---|---|
| 58 | *Quercus infectoria* ssp. *boisseri* | Mazı meşesi |
| 59 | *Rhamnus* spp. | Cehri |
| 60 | *Rhus coriaria* | Sumak |
| 61 | *Spartium junceum* | Katırtırnağı |
| 62 | *Styrax officinalis* | Ayıfındığı |
| 63 | *Vitex agnus-castus* | Hayıt |
| **Ağaçlar** | | |
| 64 | *Ceratonia siliqua* | Keçiboynuzu |
| 65 | *Cercis siliquastrum* | Erguvan |
| 66 | *Olea europaea* | Delice |
| 67 | *Ostrya carpinifolia* | Kayacık |
| 68 | *Pinus brutia* | Kızılçam |
| 69 | *Pinus halepensis* | Halep çamı |
| 70 | *Quercus ilex* | Pırnal meşesi |
| 71 | *Quercus ithaburensis* | Palamut meşesi |

## Türkiye Ormancılığında Makinin Yeri

Cumhuriyet'in ilk yıllarında 1937 yılında yürürlüğe giren 3116 sayılı Orman Kanunu'na göre makilikler orman statüsünden sayılmıştır. Ancak 1950 yılında 5653 sayılı Kanun'da yapılan değişiklikle düzenli olarak odun hasılatı yapılamayan ve buna ek olarak olarak 1956 yılında yürürlüğe giren 6831 sayılı Orman Kanunu'na göre de toprak koruma ve erozyonu önleme fonksiyonuna sahip olmayan makilikler orman statüsünden çıkartılmaya başlanmıştır. 1950 ile 1970 yılları arasında Türkiye'de yaklaşık 590.000 hektarlık maki alanının yasal olarak orman statüsünü kaybettiği tahmin edilmektedir (Tüfekcioğlu vd., 2023). Bunu takiben, 6831 sayılı Orman Kanunu'nda 1973 yılında yapılan değişiklikle orman vasfını kaybetmiş makiliklerin de orman tanımından çıkartılması gündeme gelmiş, "orman vasfını kaybetme" tabiri tartışmalara yol açmıştır (Aslan, 2015). Bunun üzerine aynı kanuna, 1982 yılında yapılan değişiklik sonucunda, makilerle örtülü alanların tarım alanlarına dönüştürülmesinde yarar olduğu tespit edilen yerlerin ormanlık alanlardan çıkartılması eklenmiştir. Kanunda yapılan bu değişiklikler sonucunda 1974 ve 1996 yıllarında arasında yaklaşık 410.000 hektarlık alanın orman statüsünden çıkartıldığı ve bu rakamın büyük bir çoğunluğunun makiliklere ait olduğu düşünülmektedir (Kul, 1996). Makilerle kaplı alanların orman rejimi dışına çıkartılmasını engellemek adına, 2000 yılında Orman Amenajman Yönetmeliği'ne makilerle kaplı alanların amenajman planlarında bozuk diğer yapraklı olarak işlenmesine yönelik yeni bir madde eklenmiştir (Özalp, 2000).

Maki vejetasyonuna dair Türkiye'de izlenen ormancılık uygulaması politikalarına bakıldığı zaman, Orman Genel Müdürlüğü tarafından 2012 yılında yayımlanan talimatta makiliklerin ağaçlandırma ve rehabilitasyon faaliyetleri kapsamında kızılçam ormanlarına dönüştürülmesinin gerektiği dair ibareye rastlanmaktadır. Yine 2019 yılında yayımlanan 295 numaralı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Uygulanmasına Ait Usul ve Esaslar" tebliğinde makiliklerin -kapalılığına dikkat edilmeksizin- her türlü rehabilitasyon uygulamasına konu edilmesi yer almaktadır. Son olarak, 2022 yılında yayımlanan talimata göre, alt tabakasında sık maki çalılığı yer alan kızılçam ormanlarında yangınla mücadele kapsamında çalılıklarda tıraşlama kesimi yapılabilmektedir. Başka bir deyişle, Türkiye ormancılığında maki vejetasyonuna yönelik uygulamalar tıraşlama kesimleri yapılması ve kızılçam ormanına dönüştürme amaçlı rehabilitasyon uygulamalarına yöneliktir.

Ormancılık uygulamalarında bir diğer sorun ise maki ile kaplı alanlara atanan meşcere tipi sınıflandırmasıdır. 1 kapalı kızılçam meşcerelerinde (kısaca: 1 kapalı Çz) tepe kapalılığının %11-40 arasında ve boşluklu kapalı kızılçam meşcerelerinde ise (kısaca: BÇz) tepe kapalılığının %1-10 arasında olması nedeniyle kızılçamların altında yoğun bir şekilde maki türlerine rastlamak mümkündür. 2014 yılında yürürlüğe giren 298 sayılı "Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları" ve 2019 yılında yürürlüğe giren 295 sayılı "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Uygulanmasına Ait Usul ve Esaslar" tebliğlerine göre, bu tipteki meşcere sınıflarında öncelik tepe kapalılığı en az %40'tan daha yüksek kızılçam meşcerelerinin oluşturulmasına yönelik rehabilitasyon uygulamalarının yürütülmesi şeklindedir. Aynı şekilde boşluklu kapalı maki (kısaca: BMak) ve ağaçsız orman toprağı (kısaca: OT) meşcerelerinde de yerel bitki türlerinin kullanılarak ağaçlandırmaya konu edilmesi söz konusudur. Maki türlerinin yoğun olarak görüldüğü bu sınıflarda monokültür bir yapıda kızılçam ormanlarına dönüştürülme uygulamasını atanması yerine, çeşitlilik ve zenginlik bakımından yüksek değere sahip makilikler olarak bırakılması biyolojik çeşitlilik bakımından çok daha uygun olacaktır.

## Maki Vejetasyonunun İklim Değişikliğindeki Yeri

Akdeniz ekosistemleri insanoğlu tarafından uzun yıllar süresince en ağır şartlarda kullanılmış olup bu ekosistemler nüfus artışı baskısı, sürdürülebilir olmayan turizm ve tarımsal yönetimler ile kentleşme ve endüstriyel faaliyetler nedeniyle stres altındadır. Antropojenik etkilerin yanı sıra, uzun yaz kuraklıkları ve yangın gibi etkenler de Akdeniz ekosistemleri üzerinde ağır ekolojik baskı oluşturmaktadır (Valavanidis ve Vlachogianni, 2011). Ancak Akdeniz ekosistemlerinin bu tip müdahalelere karşı gösterdiği adaptasyon yetenekleri, bu tipteki vejetasyon yapısının ekolojik önemini artırmaktadır (Tüfekcioğlu vd., 2023). Nitekim bu müdahaleler doğrudan Akdeniz tipi ekosistemlerin stabilitesini ve biyoçeşitliliğini olumlu yönde etkilemektedir (Valavanidis ve Vlachogianni, 2011). Bununla beraber, toprağın derinliklerine kadar uzanan kuvvetli kök sistemleri nedeniyle toprak koruma ve erozyon kontrolü

fonksiyonlarını da yerine getirebilmektedirler (İnal, 1969; Uslu, 1982). Dinamik bir yapıya sahip olması (Aktepe ve Tüfekcioğlu, 2021) ve kızılçam başta olmak üzere başka ağaç türlerinin de katılımıyla karışım oluşturması, bitki tür kompozisyonuna zenginlik de katmaktadır. Bu nedenle de, önemli biyolojik çeşitlilik unsurlardan biri olarak da sayılmaktadır (Lise vd., 2019). Ayrıca memeli türleri tarafından sık ve kapalı yapıya sahip olmaları nedeniyle barınma, yavrulama ve saklanma amaçlarıyla kullanmakta (Ambarlı vd., 2019), farklı sezonlarda meyve veren türleri sayesinde de tüm yıl boyunca beslenme duraklarının başında gelmektedir (Tüfekcioğlu vd., 2023).

Makilikler yangın ve kuraklığın etkisiyle şekillendikleri için (Pausas ve Keeley, 2009; Keeley vd., 2012), bu iki müdahaleye karşı dirençlilik (herhangi bir müdahale esnasında bu müdahaleye karşı ekosistemin dayanma gücü-*resistance*) ve direngenlik (herhangi bir müdahale sonrasında ekosistemin bu müdahaleden önceki duruma dönme ve toparlanma gücü- *resilience*) kapasiteleri de oldukça gelişmiştir (Tüfekcioğlu, 2022). Örneğin, yangınla uyarlanan çimlenme ve sürgün verme özelliklerine sahip maki türlerinin bulunduğu bitki komüniteleri yangından sonra kısa bir süre içinde kendini toparlayabilmektedir (Keeley vd., 2011; Tavşanoğlu ve Gürkan, 2014). Hatta yangını takip eden ilk yılda yüksek tür çeşitliliği de gözlemlenmiştir (Tavşanoğlu vd., 2002; Kavgacı vd., 2010; Ergan, 2017). Bitki türlerinin yangına uyarlanmaları şu özellik üzerinden açıklanabilmektedir (Tüfekcioğlu vd., 2022): Yangınla uyarılan çimlenme ve çiçeklenme, yangından sonra sürgün verme, yanabilirlik ve kızılçam kozalaklarında kapalılık-serotinlik parametreleri verilebilir.

Genel olarak farklı maki vejetasyonlarında yapılan arazi gözlemlerinde, yangına karşı en dirençli yapılar açık ve yarı kapalı yapıdaki kızılçam ve maki karışık habitatlar olup en direngen yapı ise frigana vejetasyonu olduğu ifade edilebilir. Diğer yandan da derin kök sistemlerinin su alımını optimize etmek için evrimleşmesi sayesinde (Tschinkel et al., 2016) kuraklık dönemlerinde yer altındaki su kaynaklarına rahatlıkla erişebilmeleri, etli yaprakları yardımıyla su depolama kapasitelerini arttırabilmeleri (Kessler et al., 2009) ve düşük yaprak yüzey alanı sayesinde buharlaşmayı azaltarak su kaybını minimize edebilmesi (Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, 2024) gibi özellikleri de kuraklığa karşı adaptasyon yeteneklerine dair durumlardır. Yine Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu (değerlendirmede) tarafından farklı maki vejetasyonlarında yapılan çalışmaya göre, kuraklığa karşı en dirençli yapılar yarı kapalı yapıdaki kızılçam ve maki karışık habitatlar olup en direngen yapı ise yangından da olduğu gibi frigana vejetasyondur.

## Peyzaj ve Bitkilendirmede Maki

Makilikler, yangına hassas ve kurak bir iklime sahip coğrafyada dağılım gösteren Akdeniz tipi ekosistemlerin tipik vejetasyon yapılarından olduğu için yangına ve kuraklığa karşı adaptasyon yetenekleri oldukça gelişmiştir. Kentsel ve kırsal alanlarda maki türleriyle yapılacak bitkilendirmelerde hem türlerin birey özellikleri hem de farklı türlerin oluşturduğu kompozisyonları ayrı ayrı değerlendirerek karar vermek oldukça kritiktir. Nitekim, yangına ve iklim değişikliğine karşı türlerin birey bazında

ve oluşturdukları kompozisyonlar olarak gösterdiği direnç ve direngenlik kapasiteleri birbirinden farklı olabilmektedir (Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, değerlendirmede). Dolayısıyla yapılacak bitkilendirmelerde öncelikle asıl amaç belirlenmeli, daha sonrasında da dikim için uygun alanların mekânsal haritaları oluşturularak (Acar, 2021) hangi türün kullanılması veya hangi tür kompozisyonlarının oluşturulması gerektiğine karar verilmelidir.

Kent ölçeğinde bakıldığında, bitkilendirme çalışmalarının hem ekosistem dengesinin sağlanarak doğal peyzajın korunması hem de doğaldan kent peyzajına geçişin süreklilik sağlayacak şekilde devam ettirilmesi gereklidir (Deniz ve Şirin, 2005). Bu kapsamda, peyzaj tasarımlarında iklim değişikliğine uyum sağlayan bitki türlerinin kullanılarak bitkilendirme planlamalarının uygulanması önemli bir rol oynamaktadır (Acar vd., 2020). Bu yaklaşıma göre, bitki türlerinin fizyolojilerinin ve ekolojisinin çok iyi anlaşılıyor olmasının yanı sıra (Acar vd., 2020), kentteki su kaynaklarının akılcı kullanmasına yönelik uygulamalar tercih edilmelidir (Çetin ve Mansuroğlu, 2018). Nitekim, iklim değişikliğine uyumlu bitkilendirme çalışmalarında özellikle kuraklığa dirençli ve direngen türler seçilmeli ve hem tür çeşitliliği ve zenginliğini sağlamak hem de direnç ve direngenlik kapasitelerini artırmak için tek türün kullanıldığı monokültür uygulamalar yerine türlerin karışık olarak kullanıldığı kompozisyonlar tercih edilmelidir. Tüfekcioğlu (2022) tarafından farklı maki tür kompozisyonları üzerinden yapılan araştırmaya göre, kapalılığın yüksek olduğu vejetasyon yapısından daha çok, yer yer boşluklara sahip mozaik yapıdaki açık habitatlar iklim değişikliğine karşı direnç ve direngenlik kapasiteleri bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu için bitkilendirme çalışmalarında mutlaka açıklıklı bir yapının da oluşturulmasına dikkat edilmelidir.

Kuraklığın yanı sıra, iklim değişikliğinin en büyük etkilerinden biri de orman yangınlarının gitgide daha sıklaşması ve şiddetlenmesi olduğu için yangına eğilimli alanlardaki bitkilendirme çalışmalarında da yangına dirençli türlerin kullanılması öncelikli olmalıdır. Yangına tedbir amaçlı yapılan "Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi (YARDOP)" kapsamında doğala yakın bir orman kenarı yapısı üzerinden sırasıyla kısa boylu çalı, çalı ve boylu çalı katmanlarıyla çok katlı bir yapı oluşturulmalıdır. Şiddetli yangınlar karşısında neredeyse hiçbir yapının yangına karşı tedbir görevini yerine getirmesinin mümkün olmayacağından, yangın öncesi tedbirler kapsamında yapılacak bitkilendirme uygulamalarının aslında yangın sonrası restorasyon çalışmalarının zeminini oluşturacak şekilde planlanması gerekmektedir. Dolayısıyla yangından sonra çok kısa sürede kendini yenileyen maki vejetasyonuna yönelik tür kompozisyonlarının oluşturulması yerine olacaktır. Birçok boylu çalı türü yangından sonra sürgün verme yeteneği sayesinde yangına karşı direngen bir adaptasyon gösterirken hem sürgün veren hem de tohum bankası nedeniyle tohumla da kısa sürede geri gelen birçok kısa boylu çalı ve çalı türlerinden oluşan kompozisyonların oluşturulması da yangın sonrası restorasyon çalışmalarına kolaylık sağlayacaktır (Tüfekcioğlu ve Tavşanoğlu, 2022; Tüfekcioğlu vd., 2022).

# Kaynaklar


Acar, C., (2021). İklim Değişikliğine Dirençli Kentler için Bitki Materyalinin Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi.

Acar, C., Acar, H., Kuhn, N., Gülpınar Sekban, D., Ü., (2020). Kent Ölçeğinde İklim Değişikliğine Uyumlu Bitkisel Tasarım ve Tür Seçimi Yaklaşımları. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yeşil Alanlar Çalıştayı.

Akkemik, Ü., (2021). Orman Yangınları. https://www.cekulvakfi.org.tr/haber/orman-yanginlari, Erişim Tarihi: 19.05.2022

Akman, Y., (1995). Türkiye Orman Vejetasyonu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Anabilim Dalı. Ankara.

Akman, Y., Ketenoğlu, O., (1987). Vejetasyon Ekolojisi (Bitki Sosyolojisi), Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Yayın No: 146, Ankara

Aksoy, N., (2006). Maki. In: Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları (Ed: Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y.), Doğa Derneği, Ankara, pp. 40-42.

Aktepe, N., Tüfekcioğlu, İ., (2021). Makilikler ve Maki Türlerinin Yanabirlikleri. Orman ve Av Dergisi, 4(99): 23-25.

Ambarlı, H., Ertürk, A., Durmuş, M., Soyumert, A., Özüt, D., (2019). Önemli Büyük Memeli Türleri. In: Biyolojik Çeşitliliğin Ormancılığa Entegrasyonu - Uygulamacının Rehberi (Ed: Özüt, D., Tufanoğlu, G.Ç., Zeydanlı U.), Doğa Koruma Merkezi, Ankara, pp. 96-132.

Aslan, S. B., (2015). 6831 Sayılı Orman Kanunun 2'nci maddesinin (B) bendi gereği orman sınırları dışına çıkarılan taşınmazların durumu. Ombudsman Akademik, 3: 173-188.

Bergmeier, E., Walentowski, H., Güngöroğlu, C., (2018). Turkish forest habitat types - An annotated conspectus based on the EU Habitats Directive with suggestions for an upgrade. In: Practicability of the EU Natura2000 Concept in the Forested Areas of Turkey (Ed: Güngöroğlu, C.), Ankara, pp. 134-292.

Castri, F., Mooney, H. A., (1973). Mediterranean Type Ecosystems. In Ecological Studies, Springer-Verlag, Vol. 7, New York.

Cowling, R.M., Rundel, P.W., Lamont, B.B., Arroyo, M.K., Arianoutsou, M., (1996). Plant diversity in Mediterranean-climate regions. Trends in Ecology & Evolution, 11: 352-360. https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10044-6

Çetin, N., Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz koşullarında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde kullanılabilecek bitki türlerinin belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55(1): 11-18.

Davis, P.H., (1965). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 1, Edinburgh University Press.

Deniz, B., Şirin, U. (2005). Samson Dağı Doğal Bitki Örtüsünün Otsu Karakterdeki Bazı Örneklerinden Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Yararlanma Olanaklarının İrdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 5-12.

Ergan, G., (2017). Akdeniz bitkilerinin yangınla olan ilişkisinin incelenmesi ve yangın efemerallerinin tespiti. Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Harshberger, J.W., (1926). Mediterranean garigue and macchia. Proceedings of the American Philosophical Society, 65: 56-63.

İnal, S., (1969). Orman İdaresi Bilgisi Ders Notları, İstanbul.

Kavgacı, A., Balpınar, N., Öner, H. H., Arslan, M., Bonari, G., Chytrý, M., Čarni, A., (2021). Classification of forest and shrubland vegetation in Mediterranean Turkey. Applied Vegetation Science, 24: e12589. https://doi.org/10.1111/avsc.12589

Kavgacı, A., Silc, U., Başaran, S., Marinsek, A., Başaran, M., Kosir, P., (2017). Classification of plant communities along postfire succession in *Pinus brutia* (Turkish red pine) stands in Antalya (Turkey). Turkish Journal of Botany, 41: 299-307. https://doi.org/10.3906/bot-1609-34

Kavgacı, A., Čarni, A., Başaran, S., Başaran, M. A., Košir, P., Marinšek, A., & Šilc, U., (2010). Long-term post-fire succession of Pinus brutia forest in the east Mediterranean. International Journal of Wildland Fire, 19(5): 599-605. DOI: 10.1071/WF08044.

Kaya, B., Aladağ, C., (2009). Analyse of distribution areas in Turkey and ecologic characteristics of maquis and garriques communities. Selcuk University Social Sciences Institute Journal, 22, 67-80.

Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Pausas, J.G., Rundel, P.W., (2012). Fire in Mediterranean Ecosystems: Ecology, Evolution and Management. Cambridge University Press.

Keeley, J.E., Pausas, J.G., Rundel, P.W., Bond, W.J., Bradstock, R.A., (2011). Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. Trends in Plant Science, 16(8): 406-411. DOI: 10.1016/j.tplants.2011.04.002.

Kessler, M., Faber, H., Döll, P. (2009). Water storage and drought resistance in Mediterranean shrub species. Journal of Plant Research, 122(1): 75-83.

Kul, A.A., (1996). Makilik Alanların Hukuksal Statüsü ve Türkiye Ormancılığı Açısından Önemi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Lise, Y., Özüt, D., Tüfekcioğlu, İ., Ülgen, H., (2019). Giriş. In: Biyolojik Çeşitliliğin Ormancılığa Entegrasyonu - Uygulamacının Rehberi (Ed: Özüt, D., Tufanoğlu, G.Ç., Zeydanlı, U.), Doğa Koruma Merkezi, Ankara, pp. 1-7.

Mayer, H., Aksoy, H., (1998). Wälder der Türkei. Stuttgart-New York.

Özalp, G., (2000). Sert yapraklı ormanlar ve maki. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 50(2): 131-155.

Öztürk, M.A., (1995). Recovery and Rehabilitation of Mediterranean Type Ecosystem: A Case Study from Turkish Maquis. In: Evaluating and Monitoring the Health of Large: Scale Biosystems (Ed: Rapport, D.J., Gaudet, C.L., Calow, P.), Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 319-331.

Papanastasis, V.P., (2000). Shrubland management and shrub plantations in Southern Europe. In: Proceedings of the Workshop on Native and Exotic Fodder Shrubs in Arid and Semi-arid Zones (Ed: Gintzburger G., Bounejmate, M., Nefzaoui, A.), Hammamet, Tunisia. pp. 54-66.

Pausas, J.G., Bond, W.J., (2020). Alternative biome states in terrestrial ecosystems. Trends in Plant Science, 25: 250-263. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.11.003

Pausas, J.G., Keeley, J.E., (2009). A burning story: The role of fire in the history of life. BioScience, 59(7): 593-601. DOI: 10.1525/bio.2009.59.7.10.

Pausas, J. G., (1999). Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. Plant Ecology, 140(1), 27-39. Polunin, O., Huxley, A., 1990. Flowers of the Mediterranean. London.

Rundel, P.W., Montenegro, G., Jaksic, F.M., (1998). Landscape disturbance and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems. Ecological Studies, Vol. 136, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Rübel, E.A., (1914). Heath and steppe, macchia and garigue. Journal of Ecology, 2(4): 232-237.

Tatlı, A., (2002), Türkiye Vejetasyonu, Tuğra Ofset, s.57, 89, Isparta.

Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B., (2014). Long-term post-fire dynamics of co-occurring woody species in Pinus brutia forests: the role of regeneration mode. Plant Ecology, 215: 355-365.

Tavşanoğlu, Ç., Gürkan, B., (2004). Akdeniz havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları. OT Sistematik Botanik Dergisi, 11(1): 119-132.

Tavşanoğlu, Ç., Kaynaş, B.Y., Gürkan, B., (2002). Plant species diversity in a post-fire successional gradient in Marmaris National Park, Turkey. In: Viegas XV (ed.) Proceedings of the IV. International Conference on Forest Fire Research - 2002 Wildland Fire Safety Summit, 18-23 November, Luso, Coimbra, Portugal.

Thompson, J.D., (2005). Plant Evolution in the Mediterranean. Oxford University Express, New York.

Tomaselli, R., (1977). The degradation of the Mediterranean maquis. Ambio 6(6): 356-362.

Tschinkel, W., R., Pullen, K. R., Moser, C. R. (2016). Adaptations of Mediterranean shrubs tp dry environments: Effects on root development and soil moisture availability. Plant Ecology, 217(6): 665-676.

Tüfekcioğlu, İ., Tavşanoğlu, Ç. (2024). Growth form, regeneration mode, and vegetation type explain leaf trait variability at the species and community levels in Mediterranean woody vegetation. Ecology and Evolution, 14, e11145. https://doi.org/10.1002/ece3.11145

Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, C.C., Güngöroğlu, C., Kavgacı, A., Tavşanoğlu, Ç., (2023). Maquis vegetation in Mediterranean-climate region of Türkiye and recommendations for conservation and forestry practices. Turkish Journal of Forestry, 24(4): 452-462. https://doi.org/10.18182/tjf.1301954

Tüfekcioğlu, İ., (2022). Assessing the resistance and resilience capacity of low elevation Mediterranean woody vegetation to fire and climate change based on plant traits and recommendations for forestry practices. PhD Thesis, Institute of Science, Hacettepe University, Ankara.

Tüfekcioğlu, İ., Ergan, G., Yenisey Kaynaş, B., Aktepe, N., Tavşanoğlu, Ç., (2022). Akdeniz iklim bölgesindeki alt yükselti orman ve çalılıklarında yangın sonrası hızlı ekolojik değerlendirme ile restorasyon önerilerinin geliştirilmesi: Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi örneği. Turkish Journal of Forestry, 23(3): 163-177. https://doi.org/10.18182/tjf.1118883

Tüfekcioğlu, İ., Tavşanoğlu, Ç., (2022). Diversity and regeneration strategies in woody plant communities of the Mediterranean Basin: Vegetation type matters, Plant Biosystems, 156(5): 1247-1259. https://doi.org/10.1080/11263504.2022.2036845

Uslu, S., (1982). Türkiye ormancılığı açısından arazi kullanma sorunu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. Seri B, Cilt 32, Sayı 1.

Valavanidis A, Vlachogianni T. 2011. Ecosystems and biodiversity hotspots in the Mediterranean basin threats and conservation efforts. Science Advanced Environmental Toxicology (10):1-24.

Walter, H., (1968). Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Band II. Die gemäßigten und arktischen Zonen. Jena: Gustav Fischer Verlag.

Yiğitoğlu, A.K., (1941). Türkiye İktisadiyatında Ormancılığın Yeri ve Ehemmiyeti. Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları, No: 110. Ankara.

(Fotoğraf: Depo Photos)

# 4. Bölüm

# İklim Değişikliğinde (Peyzaj) Bitkilendirme Yaklaşımları

# İklime Dirençli Kentsel Bitkilendirme Tasarımı Stratejileri

*Demet Ülkü Gülpınar Sekban**
*Cengiz Acar***

İklim değişikliğinin özellikle kentsel alanlardaki etkisini şiddetli bir biçimde göstermesiyle birlikte kentlerin, bu değişimlerle başa çıkma yöntemleri geliştirmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu gereklilik, birçok kentin dirençliliğini sorgulatmış; bu sorgulamanın sonucunda ise gelecekte olabilecek bütün etkenlere dayanıklılığı arttırmak için kentlere esneklik kazandırılması amaçlanmıştır. Kentlere esneklik kazandırmak için kent bileşenlerine entegre olabilecek esnek sistemler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların başında ise yeşil altyapı sistemleri gelmektedir. Yeşil altyapı sistemleri, aslında doğanın taklit edilerek doğal döngünün sisteme oturtulması ve bunun kentsel bileşenlerle bütünleşmesidir. Yeşil altyapının temel bileşeni bitkileridir. Bu da yeşil altyapının, istenilen verimde çalışmasının doğru koşullar altında ve doğru bitki materyalinin kullanılmasına bağlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada yeşil altyapı sistemlerinde kentsel bitkilendirme tasarım stratejilerine değinilmiş, yeşil altyapıların kent için kazanımları irdelenmiştir.

* Arş. Gör. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

** Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

## Giriş

İnsanların yerleşik hayata geçmesiyle başlayan kentleşme süreci Sanayi Devrimi ile hız kazanmış ve insanların hayat kalitelerini daha iyi koşullara getirebilmeyi amaçlamasıyla kentleşmede, tahminlerden daha hızlı seviyelere ulaşılmıştır. 1800'lü yıllarda dünya nüfusunun sadece %2'si kentsel alanlarda yaşamaktayken bu oran 1900'lü yıllarda %14'e, 1950'de %30'a ulaşmıştır. Günümüzde ise Birleşmiş Milletler'in yayımladığı "Dünya Kentleşme Olasılıkları Raporu"nda yer alan verilere göre 2014'te bu oran %54'ü aşmış bulunmaktadır. Bununla birlikte rapor, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %66'sının kentlerde yaşayacağını öngörmektedir (United Nations, 2014). Bu oranlardan da anlaşıldığı üzere kent; insanlar için iş, eğitim, sağlık, sosyokültürel yaşam gibi önemli olanaklar sağladığından insan hayatında vazgeçilmez bir kavram olmaya başlamıştır. Ancak kentleşmedeki bu ivmelenme ve gelecekte kentleşme sürecinin daha hızlı ve daha geniş alanda devam edebilecek olması, beraberinde birçok sorun ve sorumluluğu getirmektedir. Çünkü şu anda dünya yüz ölçümünde küçük bir kısmı kaplamasına rağmen karbon emisyonlarının %80'i, su kullanımının %60'ı ve odun kullanımının %80'i kentlerde gerçekleşmektedir (Grimm et al., 2008). Doğal kaynakların tahribinin bu kadar hızlı, kentlerde kullanılan enerjinin sonucunda ortaya çıkan ısının bu kadar fazla olması iklimde bazı değişimlerin meydana gelmesini hızlandırmış ve değişimlerinin etkilerini şiddetlendirmiştir.

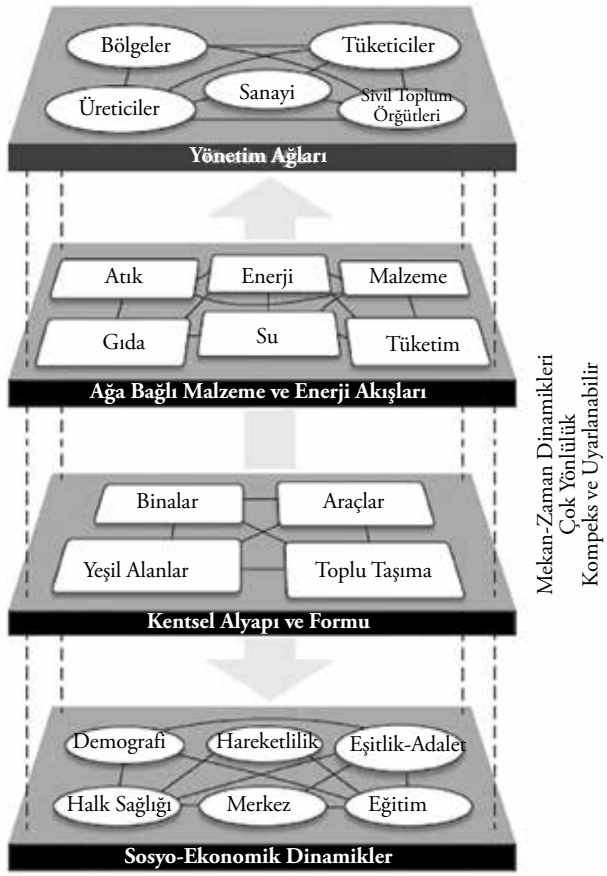
İklim değişikliği ve bu değişimlerin etkileri, dünyanın ve yaşamın karşı karşıya olduğu en büyük tehditlerin başında gelmektedir. İklim değişikliği; sadece havaların ısınması veya soğuması değil, havalardaki değişimle birlikte biyolojik çeşitliliğin dünya tarihinde görülmemiş bir hızda ve alanda kayıplar vermesi, su kaynaklarının kuruması ve insan sağlığının bozulması anlamına gelmektedir. Bu da iklim değişikliğinin gelecekteki etkilerinin göz ardı edilemeyecek kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle yaşamımızın hemen hemen tüm alanlarının, beklenen bu değişikliklerin etkisinin azaltılabilmesi için alınması gereken önlemlere adapte olması gerekmektedir (Sekban & Acar, 2024). Kentlerin dünya nüfusunun büyük bir kısmına ev sahipliği yaptığı ve ekonominin merkezi oldukları düşünüldüğünde, adaptasyon kentsel alanlarda özel bir önem kazanmaktadır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde bilim insanlarının "iklim değişikliğine adaptasyon nasıl olmalıdır?" sorusuna cevap aradıkları görülmektedir (Sekban & Akyol, 2023; Sjöman & Anderson, 2023; Sjöman et al., 2024). Adaptasyon, toplumları değişen iklime hazırlamaya yönelik çok çeşitli faaliyetleri ve politikaların planlanması ve uygulanmasıdır. Kentlerin iklim değişikliğine adaptasyonu için geliştirilen adaptasyon politikalarının uygulanması durumunda, iklim değişikliğinin neden olduğu etkilerin ve hasar maliyetlerinin azaltılması, toplumların değişen iklimde zenginleşmesine ve kalkınmasına olanak sağlanması hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşmak amacıyla da birçok kavramlar geliştirilmiştir. Adaptasyon kavramlarının başında dirençli kentler gelmektedir.

## İklime Dirençli Kentler ve Peyzajlar

İnsan yoğunluğunun ve ekonomik kazanımların toplandığı kentler; genellikle iklim değişikliği gerçeğinin parçası olarak görülmekte, iklim değişikliğine uyum politikalarının merkezini oluşturmaktadırlar (Boyle et al., 2010). Çünkü kentler, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı güç ve kapasite fırsatları sunabilecek çok katmanlı birçok bileşenden oluşmaktadır (Sekban & Akyol, 2023). İklim değişiminin beraberinde getirdiği olumsuzlukları en aza indirmek, etki alanını küçültmek ve azaltmak amacıyla kentin bu çok katmanlı bileşenlerinin dirençlilik düzeyini arttırmak gerekir. Bu da dolaylı olarak dirençli kent kavramının temelini oluşturmaktadır. Son yıllarda "dirençlilik" kavramı hem bilimsel çalışmalarda hem de kent yönetiminde oldukça popüler bir yaklaşım olmaya başlamıştır (Meerow & Newell, 2015). Dirençlilik teorisi her şeyden önce özellikle iklim değişikliğiyle ilgili karmaşık sosyo-ekolojik sistemleri ve bunların sürdürülebilirliğini sağlayacak yöntemleri bünyesinde var eder (Pickett, Cadenasso, & Grove, 2004). Çünkü bu sistemler doğrusal olmayan yollardan sürekli değişim içerisindedir. Gelecekteki iklim belirsizliği ve bu belirsizliğin etkileriyle başa çıkmak için dirençlilik kavramı oldukça uygun bir yaklaşımdır (Meerow, Newell, & Stults, 2016).

Dirençli kent ve onun bileşenlerinden; karşılaşılan tehditler karşısında işlevlerini, kimliklerini ve yapılarını korumaları ya da yeniden yapılanarak bu tehditlerle başa çıkmaları beklenir. Kentsel direnç dinamik bir olgudur. Direnç birden fazla yolla (kalıcı, geçici, dönüşümsel) sağlanmalıdır. Bununla birlikte dirençli kent kavramı zamansal ölçeğin önemini




**Şekil 1.** Kent bileşenlerinin sistemi (Dicken, 2007; Meerow et al., 2016).

kabul eder ve belirli bir uyumlanmadan ziyade genel uyarlanabilirliği savunur (Meerow et al., 2016). Ayrıca kentler için karmaşık ve uyarlanabilir, birden fazla mekânda, mekânsal ölçütler doğrultusunda geliştirilerek sosyo-ekolojik ve sosyo-teknik sistemsel ağları oluşturulmalıdır. Kısacası kent bileşenlerinden ayrı ayrı ve bütünde, tehditler çerçevesinde sürdürülebilirlik seviyelerini maksimum düzeyde tutabilmeleri beklenmektedir (Şekil 1). Bunun için kent kırılganlığını minimuma indirerek kent esnekliğinin

maksimum düzeyde olacağı sistemler ve mekânlar geliştirip bunların politika ve stratejiler dâhilinde kent bütününe entegre edilmesi gerekmektedir.

Kent içindeki yeşil alanlar kentlerin esneklik seviyesini yükseltecek yumuşak zeminlerdir. Bu zeminden oluşan parçaların kent morfolojisine entegre edilmesi ve birbirleriyle bağ kurmaları kentin esneklik ağlarını oluşturacak, kentin kırılganlığına direnç kazandıracaktır. Bu yüzden dirençli kentler için dirençli peyzajlar oluşturmak gereklidir. Kentlerin yenilikçi çözümlerle direnç seviyesini yükseltmek için esnek peyzaj planlama sistemleri geliştirilmiştir.

## Esnek Peyzaj Planlama

Doğaya karşı çıkmak yerine, doğayla çalışmak, toplulukların daha dirençli olmalarına ve yıkıcı doğal olaylardan sonra daha güçlü olmalarına yardımcı olur. Uzun vadeli esneklik, sürekli olarak geri sıçramak ve yenilenmek, sürekli değişen "yeni normal" ile nasıl başa çıkılacağını öğrenmekle ilgilidir. Esnek peyzaj planlama ve tasarımı, topluluklar için ileriye dönük imkânlar oluşturur. Bu da herhangi bir felaketin etkilerini yok etmek ve azaltmak için çeşitli ölçeklerde çok katmanlı planlamalar yapmakla mümkündür. Bu planlamalarla birlikte bu planları koruyacak yönetim ve koruma planları da yapılmalıdır. Yapılacak olan esnek planlama, geçmiş dönemde yapılan ağır altyapı projeleri aracılığıyla afetlerin etkilerini azaltmak için tek bir çözüm sistemine güvenmeyi önler. Bu da güvenilen sistem çöktüğünde afetlerinin etkilerinin artmasının önüne geçer. Esnek planlama ve tasarım kapsamında kurgulanan sistemler, şu anda ve gelecekte aşırı olaylardan hızlıca kurtulmayı ve toplumun güçlenmesini hedeflerken birçok ölçekte kurgulandığı için çok katmanlılık ortaya koyar. Bu çok katmanlılık hem hayati işlevleri yerine getirir hem de kentin ihtiyacı olan diğer işlevleri (rekreasyon, gıda sağlama, hava kalitesini iyileştirme, karbon tutumu, görsel değer arttırma, temiz su sağlama vb.) gerçekleştirir. Kısacası esnek planlama ve tasarım kapsamında planlanan çok katmanlılık; kent ekolojisine, toplum sağlığına ve ekonomiye katkı sağlayan pratik çözümler sunar.

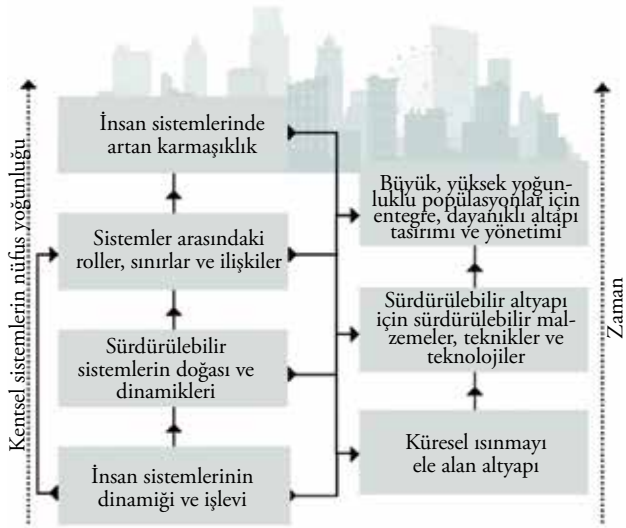
Esnek peyzaj planlama ve tasarım kapsamında geliştirilen ve kentin esneklik seviyesini yükselten sistemlerin başında yeşil altyapı sistemleri gelmektedir. Yeşil altyapı, yapılı çevrede dayanıklılığın artmasına yönelik, çok disiplinli ve çok katmanlı bir yaklaşımdır. Ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan birbirleriyle bağlantılı doğal, yarı doğal ve kültürel alanların oluşturduğu bir yeşil alan ağı olarak tanımlanır. Yeşil altyapı sistemleri; korunmuş su kıyısı tampon bölgelerinden yağmur bahçelerine, oradan da geçirimli döşeme malzemelerine kadar geniş bir ölçeği kapsar. Bu ölçek hem doğal hem de insan eliyle oluşturulmuş bütün bölgeleri içine alır. Yeşil altyapılar doğal müdahaleler yoluyla riski azaltmak için kaynakların kimlik fırsatlarını iyileştirmek ve çeşitlendirmek için olanak tanıdığı gibi dayanıklılığın arttırılmasını destekleyen araçlardır.

Dünyanın her tarafında kentsel alanlar; karbon depolama, taşkın kontrolü oluşturma, kentsel termal seviyesini düzenleme ve dolaylı olarak iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için yeşil altyapı sistemlerine

yatırım yapmaktadır (Demuzere et al., 2014). Bu yatırımları birçok bilimsel çalışma desteklemektedir. Yeşil altyapı sistemleri, sürdürülebilir kentler için sürdürülebilir altyapı oluşturmak adına göz ardı edilemez fırsatlar sunmaktadır (Şekil 2).

Yeşil altyapının birçok bileşenle birlikte kentlere entegre olması önemli olmakla birlikte, bu entegrasyon sürecinde teknolojilerin, materyallerin ve yaklaşımların geliştirilmesi de oldukça önemlidir. Güncel yaklaşımlar birden çok işlevi bir arada bulundurarak hem küresel ısınmayı azaltmada kullanılacak hem de değişen iklim koşullarına uyum sağlayacak sistemler kurgulamayı amaçlamaktadır. Bunun için sürdürülebilir malzemelerin, teknolojinin ve tekniklerin geliştirilmesi ön planda tutulmaktadır. Dirençli kentler için geliştirilen malzemelerin, yenilikçi teknoloji ile kullanılan teknikler sonucunda oluşturulan sistemlerin kentlere entegre edilmesi; sürdürülebilir, dayanıklı, esnek altyapıların oluşturulması ve bunların yönetilmesi temel hedeftir.

Yeşil altyapı dirençli kentlerin, esnek sistemlerin oluşturulmasına imkân tanıması gerekir. Bu sayede kentler, kendini uyarlayabilir, dönüşebilir ve böylece iklim değişikliğiyle başa çıkabilir. Esnek kentsel ortamları şekillendirmenin ön saflarında yer alan yeşil alanlar ve yeşil altyapı sistemleri, genellikle sahaya özgü karmaşık risklerin o mekân için özgün bir şekilde çözümlenmesine ihtiyaç duyar. Bu da kentin dirençliliği için yeşil alanları benzersiz bir konuma getirmektedir. Çünkü kent içindeki yeşil alanlar; kentin esnekliği için gerekli olan disiplinler arası çalışma süreci, yenilikçi yöntemler ve bütüncül yaklaşımlar için ilham veren modeller oluşturur. Doğal




**Şekil 2.** Kentlerde sürdürülebilir altyapı elde etmek için gerekli araştırma yönergeleri (Boyle et al., 2010).

çevreyi doğrudan veya dolaylı olarak zenginleştiren yeşil altyapı; sürdürülebilir ve dirençli kent gelişimi için çevresel, ekonomik ve sosyal değerlere fayda sağlar. Yeşil altyapı; yeşil çatıları, yaşayan duvarları, parkları, su rezervlerini, ulaşım koridorlarını, yeşil yolları, konut bahçelerini, sulak alanları, sokakları, ulaşım ağlarını, spor sahalarını, mezarlıkları ve su kıyılarını içerir.

## Yeşil Çatı

Yaşayan çatılar, eko çatılar, çatı peyzajı gibi terimlerle de anılan yeşil çatıların geçmişi "Babil'in Asma Bahçeleri"ne, İskandinav "Sod" veya "Turf" çatılarına dayanmaktadır (Cavanaugh Laura, 2008). Bu çatılar MS 1000'den beri yaz-kış konutları yalıtmak için kullanılmaktadır. 20. yüzyılın başlarında binalara

uygun bitki kavramı geliştirilmiş, yeşil çatılar binalara daha çok entegre olmaya başlamış, kullanım şekli çeşitlenmiş, sistemler daha kapsamlandırılmış, çatıların sağladığı faydalar çeşitlendirilmiştir.

Yeşil çatı, işlevsel olarak bir çatı alanına entegre edilmiş bitkili bir çatı sistemidir. Uygulanacak sistem; entegre edilecek binaya, iklime, beklentilere, yapısal fırsatlar ve imkânlara göre çeşitlilik gösterir ve arazide birebir inceleme gerektirir. Bu değişkeni oluşturan bileşenlerden su yalıtım membranı, kök tutucu bariyer ve drenaj sistemi birçok çatı sisteminde aynıdır ve sistemin temelini oluşturmaktadır (Şekil 3). Yeşil çatılar, içerisinde bulundurdukları bitki yoğunluğu ve alt yapı sistemlerine göre kabaca ikiye ayrılırlar. Bunlar ekstensif (seyrek) ve intensif (yoğun) sistemlerdir. Ekstensif (seyrek) sistemler genellikle yer örtücü bitkilerle bitkilendirilen, sığ yetişme ortamına sahip, drenaj ve sulama sistemi bakımından fazla gereksinimi olmayan, sistemin kurulduğu binaya daha çok ekolojik kazanımlar nedeniyle kurulan çatı bahçelerdir. İntensif (yoğun) sistemler ise yer örtücü bitkilendirmenin yanı sıra çalıların, ağaççıkların veya ağaçların kullanıma imkân veren yetişme ortamına sahip, bitkilendirmenin gerektiği sulama, drenaj sistemlerini destekleyen ekolojik kazanımların yanı sıra rekreatif kullanımlara da hizmet eden çatı bahçelerdir (Gülpınar Sekban & Bekar, 2019).

Yeşil çatılar, kentin yapılaşma yüzünden kaybettiği yeşil oranını kente tekrar kazandırılmasına olanak tanır. Bitki varlığı hem kamusal hem kişisel alanlarda her zaman çok yarar sağlar. Yeşil çatılar, hem aktif hem pasif yeşil alan miktarını arttır. Bu da kent içerisinde doğal peyzajlarla insanın temas noktalarını ve

**Şekil 3.** Yeşil çatı bileşenleri (Vijayaraghavan, 2016).

sürelerini arttırdığı için kişilere zihinsel anlamda fayda sağlamaktadır. Bu tür deneyimlerin stresi azalttığı, üretkenliği artırdığı ve kan basıncını düşürdüğü bilinmektedir. Kent kullanıcısının ihtiyaç duyduğu rekreasyon ihtiyacını kente kazandırma olanağı sunabilmektedir. Bununla birlikte yeşil çatılar, sahip olduğu bitkisel malzeme ile kent içerisinde gözden çıkarılmış bir alanı hem ekolojik hem kültürel anlamda etkili mekânlar hâline getirebilir. Sahip olduğu doku, koku, renk etkenleriyle kullanıcılara görsel şölen yaşatarak kişilerin duyularını bütünlemesine yardımcı olabilir. Kişisel yararların yanı sıra yağmur suyunu tutma ve değerlendirme düzeyinde elde edilen faydalarının olduğu ise birçok bilimsel çalışma tarafından kanıtlanmıştır.

Yapılan çeşitli bilimsel çalışmalar, doğal yeşil alanların gri kentsel alanlara dönüştürülmesiyle biyolojik çeşitliliğin olumsuz yönde etkilendiğini ortaya koymuştur (Salih, Saeed, & Almukhtar, 2022; Sol, González-Lagos, Moreira, Maspons, & Lapiedra, 2014). Genel olarak kentleşmenin arttığı

alanlarda biyoçeşitlilik oranının azaldığı raporlanmıştır (Concepción, Moretti, Altermatt, Nobis, & Obrist, 2015). Yeşil çatılar kentler için biyolojik çeşitliliğin arttırılması, korunması anlamında yeni yeşil alanlar oluşturabilmektedir (Şekil 4). Yapılan çalışmalar yeşil çatıların alt katmanlarının olası derinliğinin biyolojik çeşitlilik için yeterli olup olmadığını sorgulamaktadır. Bu sorgulama bazı kaynaklara göre yetersiz gelmesine rağmen yapılan güncel çalışmalarda yeşil çatıların; uygun alt katmanları, peyzaj özellikleri, uygun bitki seçimi ile geniş ve çeşitli canlı kültürlerine ev sahipliği yapabileceği görülmüştür (Köhler & Ksiazek-Mikenas, 2018; Partridge & Clark, 2018). Örneğin yapılan bir çalışmada 2.000 m²'lik Chicago Belediye Binası'na ait yeşil çatının, 20.000'e yakın bitki ve 150'den fazla farklı kuş ve omurgasız türünü barındırabilecek kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Miller, 2005; Salih et al., 2022). Uygun tasarım ve bitkilendirme kriterleriyle yaban hayatının yaşaması için gereken barınma, üreme ve beslenme yerleri oluşturarak kentin biyoçeşitliliğine önemli katkılar sağlar. Tehdit altında olan türlere özel korunmuş alanlar oluşturabilir.

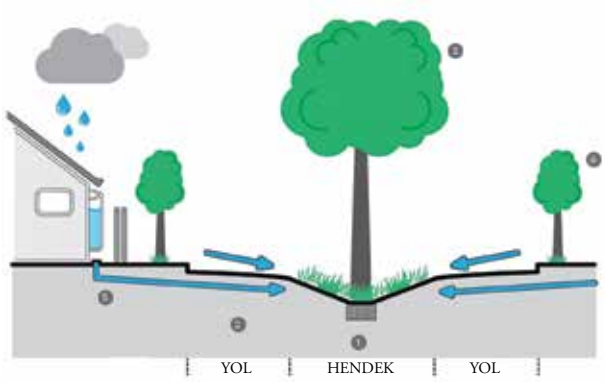
Yeşil çatılar, kentin ekosistem bilişenlerine katkı oluşturulacak peyzaj öğeleriyle kullanımları dâhilinde, çeşitli ekosistem hizmetlerine katkı sağlayabilir. Yetersiz yalıtılmış, yüksek sıcaklık iletkenliği olan bir çatı yüzeyinin yeşil çatı ile revize edilmesi, termal anlamda birçok fayda sağlar. Yeşil çatının sahip olduğu yeşil kütle, bitki çeşitliliği ve bitki katmanları arasında hapsolmuş hava ve su katmanları binaların sahip olduğu termal performansı iyileştirir. Bir binanın enerji gereksinimlerinin büyük bir bölümünü ısıtma ve soğutma işlemlerinin oluşturduğu

**Şekil 4.** Singapur'da uygulanmış yeşil çatı öğreneği (Fotoğraf: Cengiz Acar, 2018).

düşünüldüğünde, yeşil çatının binaya sağladığı termal iyileştirme, enerji tasarrufunda oldukça mühimdir. Bu gibi enerji tasarrufları $CO_2$ emisyonlarını azaltmakta da oldukça önemlidir (Vijayaraghavan, 2016).

Yeşil çatılar, sahip oldukları toprak kitlesi ve bitki katmanı sayesinde karbon tutma yeteneğine sahiptir. Yeşil çatının karbon tutma seviyesi birçok faktöre göre değişim göstermektedir. Bu değişim bitki türü, toprak organizmaları, mantar ve bakteri varlığı, bitki kökleri, yaprak döküntüsü, bitkinin biyokütlesi, ölü örtü oranı gibi değişkenlere göre farklılık göstermektedir (Shafique, Kim, & Rafiq, 2018). Bir bitkinin tutabileceği karbon miktarı türe, büyüme hızına ve şekline, ekosistemdeki diğer bileşenlerle olan etkileşimine göre değişmektedir. Bununla birlikte çatı

sisteminin sahip olduğu bitki yoğunluğu, karbon tutumunda en önemli değişkeni oluşturmaktadır. Çünkü ağaç ve çalıların yoğun olarak kullanıldığı bir çatı sistemi, sadece yer örtücülerinden oluşan bir çatı sistemine göre daha çok karbon tutma potansiyeline sahiptir. Kök sisteminin varlığı ve toprak derinliği de karbon tutmada oldukça önemli bir faktördür. Bu gibi değişkenlere göre bitki türlerinin seçimi, yeşil çatıların karbon tutma kapasitesini maksimum seviyede kullanmasına olanak tanır.




**Şekil 5.** Yağmur hendeği ve bileşenleri (Wollondilly, 2020).

## Suya Duyarlı Tasarımlar

Suya duyarlı kentsel tasarım doğal su döngüsü ve mevcut su kaynakları üzerindeki olumsuz etkenleri en aza indirmek, bu sistemler üzerindeki olumsuz etkilerin yükünü azaltmak için doğal sistemleri taklit ederek oluşturulan kentsel su döngüsü yönetiminin kentsel planlamalara ve tasarımlara entegre edilmesidir. Suya duyarlı tasarımlar, geleneksel su yönetim sistemlerine ve tekniklerine alternatif oluşturmaktadır. Su kaynağını yönetmek, aşırı yağışlarda yüzey akışını azaltmak için geçirimsiz yüzeyleri azaltmak, su tutma havzaları oluşturmak, suyu yeniden kullanmak, yağmur suyunun kent altyapısına oluşturacağı yükü azaltmak ve değerlendirmek temel amaçlarıdır. Suya duyarlı kentsel tasarımın temel ilkeleri şu şekildedir;

- Kentsel mekânlarda ve kent bütününde doğal su sistemlerin korunması ve sistemlerin geliştirilmesi,
- Oluşturulan sistemlerin rekreasyon ve görsel değer değerini maksimum seviyede kullanarak kent peyzajına değerin arttırılması,
- Akan suyun kalitesinin iyileştirilmesi,
- Geçirimsiz yüzeylerin minimuma indirilmesi, yüzey akışın ve yüzey akış hızının azaltılması,
- Yağışların maksimum düzeyde olduğu durumlarda kent drenaj altyapı sisteminde oluşan yükün ve maliyetin azaltılması,
- Sızmayı ve su tutmayı iyileştirmek için sağlıklı yeşil bitki örtüsünün ve toprağın en üst düzeyine çıkarılması.

Bu temel ilkeler doğrultusunda suya duyarlı tasarımı kente entegre edebilmek için suya duyarlı tasarım bileşenleri geliştirilmiştir. Bu tasarım bileşenlerinin başında yağmur hendekleri (swales), yağmur bahçeleri, ağaç çukurları, sızma hendekleri, sulak alanlar ve tortu havuzları gelmektedir (Wollondilly, 2020). Hendekler, üzerindeki bitkilerle suyun taşınması ve filtrelenmesi işlevi görürler (Şekil 5). Bununla birlikte hendeklerden, suyun akışının yavaşlatılması, tortulardan arındırılması ve yağmur suyunun toprağın altına sızmasına olanak tanıması beklenir.

**Şekil 6.** Bioswale örneği, Giessen Landesgartenschau (Fotoğraf: Cengiz Acar, 2014).

**Şekil 7.** Yağmur bahçesi ve bileşenleri (Wollondilly, 2020).

Hendek yoğun bitkili, az bitkili veya bitkisiz olarak tasarlanabilmektedir. Hendeklerin bitkisel materyal kullanılarak tasarlanmasının hem ekolojik hem de estetik açıdan daha fazla faydası vardır. Bitki materyali kullanılarak tasarlanan hendeklerde bitki seçimi oldukça önemlidir (Şekil 6). Buralarda istilacı türlerin kullanılmaması tercih edilir. Bitkili hendeklerin minimum 2 metre olması, kullanılan bitkilerin gölge oluşturan, biyolojik çeşitliliği arttıran bitkilerden seçilmesi önerilmektedir. Hendeklerin suyu toplaması ve çevresinde su birikintisi oluşumunu engellemek için hendekler ve çevresiyle arasında %5'e kadar ulaşabilen bir eğim olması tavsiye edilmektedir (Wollondilly, 2020). Hendek içinde kaya, malç malzemesi vb. gibi materyallerin kullanılması önerilmemektedir.

Yağmur bahçeleri, yağmur suyunun bitki materyali kullanılarak oluşturulan yüzeyde göllenmesine izin veren, göllenen suyun bitki katmanı sayesinde filtrelendiği ve daha sonrasında suyun kumlu toprak ortamından sızarak toprağın derinliklerine aktarılmasına olanak tanıyan tasarımlardır. Bazı tasarımlarda arıtılan su, sistemin alt tabakasında tutulur ve çıkış borularıyla tahliye edilir (Şekil 7). Yağmur bahçelerinin tasarımında dikkat edilmesi gereken bazı dinamikler bulunmaktadır. Bunların başında yağmur bahçelerinde suyun toplanması, yüzey suyunun hızının azalması, yüzey suyundaki tortu tabakasının temizlenmesi için geçirgen bir tampon alan yapılması gereklidir (Wollondilly, 2020). Filtre yapacak ortamın kapasitesi hesaplanmalı ve tasarımın bölgenin özelliklerine göre yağış/saat infiltrasyon kapasitesine göre tasarlanması gereklidir. Yağmur bahçesinin taşma durumu hesaplanmalı ve bunun için taşma alanları tasarlanmalıdır.

Yağmur bahçelerinin uygulama alanları oldukça geniştir. Özellikle kent ana yollarında, refüjlerde, parklarda, otoparklarda çeşitli ölçeklerde tasarlanabilmektedir. Ancak maksimum performans göstermelerini beklemek için yeterli derinliğe (minimum 60 cm) sahip olmaları beklenmektedir (Wollondilly, 2020). Bu nedenle sığ topraklarda tam verimlilik sağlanamayabilir. Genellikle birçok peyzaja hemen

**Şekil 8.** Yağmur bahçesi örneği, Potsdam-Almanya (Fotoğraf: Habibe Acar, 2019).

entegre olabilir. Gerekli şartlar göz önüne alınarak çeşitli bitkisel materyal kullanılabilir (Şekil 8).

Kullanılacak bitki materyalinin genellikle kumlu, iyi drene edilmiş topraklarda yetişebilecek, kurak mevsimlerde kuraklık torelansı yüksek olan, yağmurlu dönemlerde ise su toleransı yüksek olan bitkilerin arasından seçilmesi gereklidir (Wollondilly, 2020). Yağmur bahçelerinin zeminine eklenecek eklentik tabakalarla su haznesi oluşturulabilinir. Bu da kuraklık döneminde bitkilerin su ihtiyacını gidermesine olanak tanıyabilir. Yağmur bahçelerinden, kurulduğu dönemden sonraki iki yıl içerisinden 1 m²'sinin %90'ı oranında bitki ile kapalı olması beklenmektedir (Wollondilly, 2020). Kullanılacak bitkilerin bakım isteğinin oldukça az olmasının, yağmur bahçesinin sürdürülebilirliğine ve maliyetlere etkisi oldukça fazladır. Su tutma hendeklerinde ve yağmur bahçelerinde kullanılabilecek bitkiler Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Suya duyarlı tasarım bileşenlerinde kullanılabilecek bitki türleri (Wollondilly, 2020)

| Bitkinin Latince Adı | Bitkilendirme Zonu | Yaşam Formu | Bitkilendirme Yoğunluğu (Bitki/m2) |
|---|---|---|---|
| *Alisma plantago-aquatica* | SM | Makrofit | 5 |
| *Baloskion tetraphyllum* | EB | Makrofit | 5 |
| *Baumea articulata* | BM | Makrofit | 5 |
| *Baumea juncea* | EB, BM | Makrofit | 5 |
| *Baumea rubiginosa* | EB | Makrofit | 5 |
| *Bolboschoenus caldwellii* | SM | Makrofit | 5 |
| *Bolboschoenus fluviatalis* | DM | Makrofit | 5 |
| *Carex appressa* | EB | Makrofit | 5 |
| *Carex fascicularis* | SM | Makrofit | 5 |
| *Cladium procerum* | SM, DM | Makrofit | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Eleocharis acuta* | SM | Makrofit | 5 |
| *Eleocharis sphacelata* | DM | Makrofit | 5 |
| *Ficnia nodosa* | EB | Makrofit | 5 |
| *Juncus conyinuus* | EB | Makrofit | 5 |
| *Lepironia articulata* | SM, DM | Makrofit | 5 |
| *Philydrum lanuginosum* | SM | Makrofit | 5 |
| *Phragmites australis* | SM, DM | Makrofit | 5 |
| *Schoenoplectus mucronatus* | SM, DM | Makrofit | 5 |
| *Schoenoplectus validus* | SM, DM | Makrofit | 5 |
| *Marsilea mutica* | SM | Makrofit | 5 |
| *Triglochin procerum* | SM, DM | Makrofit | 5 |
| *Austrodanthonia tenuior* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Commelina cyanea* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Convolvulus erubescens* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Cymbopogon refractus* | TE | Yer örtücü | 5 |
| *Cyperus difformis* | EB, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Dianella caerulea* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Dichelachne crinita* | TE | Yer örtücü | 5 |
| *Echinopogon caespitosus* | TE | Yer örtücü | 5 |
| *Gahnia aspera* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 2 |
| *Gahnia sieberiana* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 1 |
| *Glycine clandestina* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Lomandra longifolia* | EB, TE | Yer örtücü | 4 |
| *Lomandra multiflora* | EB, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Persicaria decipiens* | EB | Yer örtücü | 5 |
| *Plectranthus parviflorus* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Poa labillardier* | EB, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Scaevola aemula* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Stypandra glauca* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Tetrasgonia tetragonoides* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Themeda triandra* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |
| *Viola hederacea* | EB, SM, TE | Yer örtücü | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Baeckea linifolia* | EB, SM, TE | Makrofit | 1 |
| *Banksia robour* | EB, SM, TE | Makrofit | 0,5 |
| *Bauera rubioides* | EB, SM, TE | Çalı | 2 |
| *Callistemon citrinus* | EB, SM, TE | Çalı | 1 |
| *Hakea salicifolia* | EB, SM, TE | Çalı | 0,5 |
| *Hymenanthera dentata* | EB, SM, TE | Çalı | 1 |
| *Leptospermum polygalifolium* | EB, SM, TE | Çalı | 0,5 |
| *Melaleca squamea* | EB, SM, TE | Çalı | 0,5 |
| *Melaleuca erubescens* | EB, SM, TE | Çalı | 1 |
| *Myoporum acuminatum* | TE | Çalı | 1 |
| *Notelaea longifolia* | TE | Çalı | 1 |
| *Ozothamnus diosmifolius* | TE | Çalı | 1 |
| *Pittosporum revolutum* | TE | Çalı | 1 |
| *Solanum prinophyllum* | TE | Çalı | 4 |
| *Trema tomentosa* | TE | Çalı | 0,5 |
| *Viminaria juncea* | EB, SM, TE | Çalı | 0,5 |
| *Westringia longifolia* | EB, SM, TE | Çalı | 1 |
| *Acacia floribunda* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Acmena smithii* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Allocasuarina littoralis* | TE | Ağaç | 0,25 |
| *Angophora subvelutina* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Brachychiton populneus* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Elaeocarpus reticulatus* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Hymenosporum flavum* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Melaleuca linariifolia* | EB, SM, TE | Ağaç | 0,1 |
| *Melaleuca nodosa* | EB, SM, TE | Ağaç | 0,1 |
| *Melaleuca styphelioides* | EB, SM, TE | Ağaç | 0,1 |
| *Melia azedarach* | TE | Ağaç | 0,1 |
| *Tristaniopsis laurina* | EB, SM, TE | Ağaç | 0,1 |
| TE:Karasal EB:Geçiş Zonu SM:Sığ Bataklık DM:Derin Bataklık | | | |

## Kurakçıl Peyzaj

İklim değişikliğinin etkilerinin şiddetli bir şekilde hissedildiği alanlardan biri de yağışlardaki düzensizliktir. Bu düzensizlik, bazı dönemlerde şiddetli yağmur olarak kendini gösterirken bazı dönemlerde de uzun süren kuraklık olarak göstermektedir. Su, yaşam için vazgeçilmez temel ihtiyaçların başında gelmektedir. Uzun süren kuraklık yaşamsal faaliyetlere, ekonomiye, gıda teminine büyük zararlar verir. ASLA'nın açıkladığı rakamlara göre 2015 itibarıyla Kaliforniya'da devam eden kuraklığın tarıma etkisi 2,7 milyar dolar olarak düşünülmektedir (ASLA, 2022). Bunun yanında uzun süren kuraklığın olumsuz etkilerinin günümüzde hâlâ devam ettiği gözlemlenmiştir. Susuzluk oldukça riskli bir eksikliktir; temiz ve tatlı su kritik bir kaynaktır. Yaşam için gerekli olan su kaynaklarını korumak ve yeniden kullanma yollarını etkin bir şekilde hayata geçirmek esnek toplumlar için vazgeçilmezdir. Bunun için su kaynaklarının korunmasına ve kullanılmasına yönelik planlamalar zamansız, çok yönlü olmalı, geleceği içine almalı ve her ölçekte kent ve toplum altyapısına entegre olmalıdır. Bu gelişmiş ve çok ölçekli planlamaların yanında suyun etkin kullanıldığı ve kurakçıl anlayışı temel alan basit yaklaşımlar da su kaynaklarını korumada etkili olmaktadır. Örnek vermek gerekirse uzun süren kuraklık döneminde Kaliforniya'da çim ekimi yapmak ve çimlerin yaşaması için çimleri sulamak gibi peyzaj uygulamaları yapanlara ağır para cezaları verilemeye başlanmıştır. Yapılan peyzaj düzenlemelerinde kurakçıl peyzaj, ön planda tutulmuştur (Şekil 9).

**Şekil 9.** Kurakçıl peyzaj örnekleri, Hamburg Botanik Parkı (Fotoğraf: Cengiz Acar, 2019).

Kurakçıl Peyzaj "Xeriscape" terimi latince (xeros) kuru ve İngilizce (landscape) peyzaj kelimelerinden türetilmiştir (Çetin & Mansuroğlu, 2018). Kurakçıl peyzajın amacı mevcut suyun korunması ve kullanılması durumunda, geri dönüşümü mümkün olan kullanım çeşitliliği sunmaktır. Temelleri Denver eyaletinde, Colorado Su Departmanı tarafından atılmıştır. Su tüketiminin minimum seviyede tutulduğu, daha çok bölgenin doğal bitkilerinin kullanıldığı bir tasarım anlayışına dayanmaktadır. Kurakçıl peyzaj anlayışı sadece bir peyzaj sistemini ifade etmemektedir. Aksine kurakçıl peyzaj anlayışı, birçok peyzaj sistemi içine entegre olabilecek bir anlayıştır. Temel bazı ilkelerle bu anlayışı bütün sisteme entegre etmek mümkündür. Kurakçıl peyzajın temel aldığı ilkeler daha çok doğanın taklit edilmesidir. Doğada kurak mevsimler için geliştirilen bir sistem vardır. Bu sistemin kopyalanıp kentlerde uygulanması, doğanın döngüsünün kentlere yansıtılması kentin esnekliğine olanak tanır (Şekil 10). Doğada dereler, akarsular veya su birikintileri dağlardan yamaçlardan, yani kayalık dokudan gelen yağmur sularını toplar. Endemik bitkiler toprağın üstünü örterek toprağın ısısını

**Şekil 10.** Kurakçıl peyzaj örnekleri, Hamburg Botanik Parkı (Fotoğraf: Cengiz Acar, 2019).

kontrol eder, toplanan suyu emer, kökleriyle toprağı yumuşatır ve toprağın geçirgenliğini arttırır. Bitkiler yapraklarıyla, kabuklarıyla ölü örtü oluşturur ve yüzeyin malçlanmasını sağlar. Bu da toprağın, ısı ve nem dengesini korumasına olanak tanır. Kurak dönemler için su tutumu sağlanmış olur. Kurakçıl peyzajda da doğanın döngüsü özümsenerek temel ilkeler oluşturulmuştur. Bu temel ilkeler su tüketiminin, buharlaşmanın minimumda tutulduğu, suyu ve su kaynağını koruma amacıyla kullanmayı hedefleyen malçlama yöntemleridir. Malçlama, peyzaj uygulamalarında genellikle toprak suyunun buharlaşmasının engellenmesi, toprak sıcaklığının düzenlenmesi ve yüzey suyunun toprağın derinliklerine inmesini kolaylaştırmak için kullanılır (Nazemi Rafi & Kazemi, 2021).

Kurakçıl peyzajın en temel özelliği, su tutma kapasitesinin arttırılmasının yanı sıra bitki tür seçiminin doğru yapılmasıdır (Sharma & Kumar, 2023; Srivastav, Dhyani, Ranjan, Madhav, & Sillanpää, 2021). Çünkü xeric iklimlerde su sınırlı bir kaynaktır. Bu da bitki seçimini, dolayısıyla biyolojik çeşitliliği azaltmaktadır. Kentsel peyzajda kullanılabilecek bitkiler araştırıldığında, bilimsel çalışmalar daha çok çöl bitkileri, restore edilmiş peyzajlara adapte olmuş bitkileri incelemektedir. Bu bitkiler genellikle xeric iklimlere adapte olmuş bitkiler olarak tanımlanmaktadır (Houdeshel, Pomeroy, & Hultine, 2012). Bu bitkilerin genel özellikleri, bitki içinde su taşınmasını kontrol eden mekanizmaların olması, su oranının düşük olduğu ortamlarda hayatta kalma kabiliyeti geliştirebilen bitkiler olmasıdır (Houdeshel et al., 2012). Bu bitkiler, içlerindeki su iletimi sistemini toprak-bitki-atmosfer sürekliliği boyunca su potansiyeli gradyanları tarafından yönlendirir. Bitki su akışını, stomalar (yaprak yüzeyinde gaz alışverişine izin veren küçük gözenekler) açıldığında başlatır, suyun nemli yapraktan daha kuru atmosfere buharlaşmasına izin verir (Houdeshel et al., 2012). Düşük atmosferik su potansiyeli, suyu topraktan köklere çeken stoma merceğinden, ksilem yoluyla yaprak yüzeyine buharlaştırır (Houdeshel et al., 2012). Bu yol, kavitasyon tarafından bozulursa çoğu bitki, toprak nemi taşınmaya izin verecek kadar yeterli hâle gelse bile topraktan su alma yeteneğini kaybeder ve ölür (Houdeshel et al., 2012). Bitkiler, stoma açıklığını kontrol ederek, uygun bir su potansiyel gradyanını korumak için yapraktan daha fazla veya daha az suyun buharlaşmasına izin vererek yaprak yüzey alanı özelliklerini ve su akış hızını kontrol edebilir (Houdeshel et al., 2012). Buda bitkilerin kuraklık dönemlerinde yaşamsal faaliyetlerini yürütmelerine yardımcı olur.

Kurakçıl peyzaj yaklaşımlarının bir temel unsuru da doğru bitki türünün doğru ortamda, uygun

bitki kompozisyonu içerisinde kullanılmasıdır. Bundan dolayı endemik bitkilerin kullanılması önemlidir (Iqbal et al., 2020; Sun et al., 2017). Endemik bitkiler, o bölgenin iklim koşullarına adapte olmuş türlerdir. Peyzaj uygulaması yapılacak ortamların birebir incelenmesi, bölgenin özelliklerine göre bitkilerin seçilmesi gereklidir. Çünkü toprak tipi (kum, kil vb.), maruz kalınan ışığın şiddeti, süresi ve rüzgârın etkisi her ortam için farklılık gösterir. Bu da topraktaki ve ortamdaki nem ve sıcaklık seviyelerini etkiler. Ortam incelenmeden endemik bitkilerin direk kullanılması yanlış sonuçlar oluşturabilir. Her endemik bitkinin, kuraklık toleransı yüksek bitki olduğu anlamı yoktur. Mevcut alan koşulları altında gelişen bitkilerin seçimine dikkat edilmelidir. Kuraklığa dayanıklı, görsel değeri yüksek bitkilerin seçimi alanın hem ekolojik hem görsel değerini arttıracaktır (Tablo 2).

## Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliğinin etkilerinin şiddetinin artmasıyla birlikte dirençli, esnek kentler, mekânlar kavramları gelişmiş; bu kavramların altı doldurulmaya çalışılmıştır. Bir kentin veya mekânın dirençliliğini arttırarak o alana sistemsel esneklik kazandırabilmek için mekânı ve sistemi tehdit edecek, strese sokacak etkenleri, belirsizlikleri belirlemek, dayanıklılığa katkı sağlayacak bileşenleri önceden planlamak gerekmektedir. Bu tehditler ve etkenler; sadece günümüzün analizi yapılarak değil, geçmişte yaşanmış olayları da içine alarak geleceği analiz etmeyi amaçlayacak şekilde incelenmelidir. Bunun için her kent için esneklik göstergelerinin hazırlanabileceği çalışmalar önerilmektedir. Bu göstergeler için bazı stratejik rehberler hazırlanmıştır. Bu rehberler incelendiğinde birçok ortak başlık olduğu görülmektedir. Esnek kent stratejik rehberlerinde dikkat edilmesi gereken hususların başında, standartların belirlenmesi ve bu standartlara uyulması gerektiği gelmektedir. Rehberler incelendiğinde belirlenen standartların ve uygulamaların tutarlı olması ve kent bütününde bunların uygulanmasının kentteki esneklik kazanımını arttıracağı önerilmektedir. Rehberlerin büyük çoğunluğu, yeşil altyapı sistemlerinin kentin bütün alanlarına küçük ölçekten büyük ölçeğe kadar entegre edilmesi gerektiğini önermektedir.

Yeşil altyapı, hem ekolojik hem ekonomik ve hem de estetik kazanımlarından dolayı kentin esnekliğini ve dirençliliğini arttırmak için birçok fırsat sunar. Bunun için yeşil altyapı bileşenlerinin belirli standartlarda ve alana uygunluğu esasına dayanarak temel materyali olan bitki seçiminin doğru yapılması gereklidir. Bunun için de her bir yeşil altyapı bileşeninin sistemi, uygulanacak alana göre irdelenmeli ve belirli koşulları sağlayacak maksimum performansı gösterecek bitki türlerin seçilmesi en doğru olandır.

**Tablo 2.** Kuraklık toleransı yüksek bitki türleri (Clark & Swanson, 2011; Wilson, 2014)

| Bitkinin Latincesi | Yaşam Formu |
|---|---|
| *Acer griseum* | Ağaç |
| *Caragana arborescens* | Ağaç |
| *Carpinus caroliniana* | Ağaç |
| *Celtis occidentalis* | Ağaç |
| *Cornus kousa* | Ağaç |
| *Ginkgo biloba* | Ağaç |
| *Gymnopcladus dioicus* | Ağaç |
| *Halesia tetraptera* | Ağaç |
| *Juniperus virginiana* | Ağaç |
| *Koelreuteria paniculata* | Ağaç |
| *Liquidambar styraciflua* | Ağaç |
| *Magnolia x loebneri* | Ağaç |
| *Ostrya virginiana* | Ağaç |
| *Carpinus caroliniana* | Ağaç |
| *Picea omorika* | Ağaç |
| *Picea glauca* | Ağaç |
| *Pinus resinosa* | Ağaç |
| *Pinus strobus* | Ağaç |
| *Platanus x acerifolia* | Ağaç |
| *Prunus besseyi* | Ağaç |
| *Sophora japonica* | Ağaç |
| *Ulmus parvifolia* | Ağaç |
| *Zelkova serrata* | Ağaç |
| *Aesculus parvifolia* | Çalı |
| *Artemisia tridentata* | Çalı |
| *Aronia arbutifolia* | Çalı |
| *Buddleia davidii* | Çalı |
| *Calluna spp.* | Çalı |
| *Chaenomeles x superba* | **Çalı** |
| *Chionanthus virginicus* | Çalı |
| *Clethra alnifolia* | Çalı |
| *Comptonia peregrina* | Çalı |
| *Cornus mas* | Çalı |
| *Cotinus coggygria* | Çalı |
| *Diervilla lonicera* | Çalı |
| *Forsythia sp.* | Çalı |
| *Hamamelis viginiana* | Çalı |
| *Hydrangea paniculata* | Çalı |
| *Hypericum prolificum* | Çalı |
| *Juniperous horizontalis* | Çalı |
| *Microbiata decussata* | Çalı |
| *Myrica pensylvanica* | Çalı |
| *Physocarpos opulifolius* | Çalı |
| *Rhus aromatica* | Çalı |
| *Rosa rugosa* | Çalı |
| *Syringa vulgaris* | Çalı |
| *Ribes aureum* | Çalı |
| *Vaccinium angustifolium* | Çalı |
| *Allium spp.* | Perennial |
| *Aster spp.* | Perennial |
| *Ajuga reptans* | Perennial |
| *Asclepias tuberosa* | Perennial |
| *Centaurea montana* | Perennial |
| *Echinacea purpurea* | Perennial |
| *Eriogonum umbellatum* | Perennial |
| *Festuca glauca* | Perennial |
| *Gaillardia aristata* | Perennial |
| *Hemerocallis spp.* | Perennial |
| *Lavendula spp.* | Perennial |
| *Liriope spp.* | Perennial |
| *Nepeta spp.* | Perennial |
| *Panicum virgatum* | Perennial |
| *Perovskia spp.* | Perennial |
| *Rudbeckia hirta* | Perennial |
| *Solidago spp.* | Perennial |
| *Sporobolus heterolopis* | Perennial |
| *Viola canadensis* | Perennial |
| *Yucca filamentosa* | Perennial |
| *Thymus spp.* | Perennial |
| *Bouteloua curtipendula* | Çim |
| *Koeleria macrantha* | Çim |
| *Festuca idahoensis* | Çim |
| *Schizachyrim scoparium* | Çim |
| *Sporobolus heterolepsis* | Çim |

# Kaynaklar


ASLA. (2022). Resilient design: drought. *Professional Practice.* Retrieved 24.01.2022, 2022, from https://www.asla.org/drought.aspx

Boyle, C., Mudd, G., Mihelcic, J. R., Anastas, P., Collins, T., Culligan, P., . . . Reeder-Emery, K. (2010). Delivering Sustainable Infrastructure that Supports the Urban Built Environment. *Environmental Science & Technology, 44*(13), 4836-4840. doi: 10.1021/es903749d

Cavanaugh Laura, M. (2008). Redefining the Green Roof. *Journal of Architectural Engineering, 14*(1), 4-6. doi: 10.1061/(ASCE)1076-0431(2008)14:1(4)

Clark, R., & Swanson, D. (2011). Drought Tolerant Plants for the Landscape. *UMass Extension Landscape, Nursery and Urban Forestry Program.* Retrieved 24.01.2022, 2022, from https://ag.umass.edu/landscape/fact-sheets/drought-tolerant-plants-for-landscape

Concepción, E. D., Moretti, M., Altermatt, F., Nobis, M. P., & Obrist, M. K. (2015). Impacts of urbanisation on biodiversity: the role of species mobility, degree of specialisation and spatial scale. *Oikos, 124*(12), 1571-1582. doi: https://doi.org/10.1111/oik.02166

Çetin, N., & Mansuroğlu, S. (2018). Akdeniz Koşullarında Kurakçıl Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılabilecek Bitki Türlerinin Belirlenmesi: Antalya/Konyaaltı Örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55*(1), 11-18. doi: 10.20289/zfdergi.390690

Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., . . . Faehnle, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management, 146*, 107-115. doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025

Dicken, P. (2007). *Global shift: Mapping the changing contours of the world economy*. New Delhi: Sage Publications.

Gülpınar Sekban, D. Ü., & Bekar, M. (2019). Konutlar için Açık Alan Alternatifi; Yeşil Çatı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 87*, 355-362. doi: 10.16992/ASOS.14630

Houdeshel, C. D., Pomeroy, C. A., & Hultine, K. R. (2012). Bioretention Design for Xeric Climates Based on Ecological Principles1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 48*(6), 1178-1190. doi: https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2012.00678.x

Iqbal, A., Fahad, S., Iqbal, M., Alamzeb, M., Ahmad, A., Anwar, S., . . . Song, M. (2020). Special Adaptive Features of Plant Species in Response to Drought. In M. Hasanuzzaman & M. Tanveer (Eds.), *Salt and Drought Stress Tolerance in Plants: Signaling Networks and Adaptive Mechanisms* (pp. 77-118). Cham: Springer International Publishing.

Köhler, M., & Ksiazek-Mikenas, K. (2018). Chapter 3.14 - Green Roofs as Habitats for Biodiversity. In G. Pérez & K. Perini (Eds.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability* (pp. 239-249): Butterworth-Heinemann.

Meerow, S., & Newell, J. P. (2015). Resilience and Complexity: A Bibliometric Review and Prospects for Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology, 19*(2), 236-251. doi: https://doi.org/10.1111/jiec.12252

Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning, 147*, 38-49. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011

Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution, 20*(8), 430-434. doi: https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.013

Nazemi Rafi, Z., & Kazemi, F. (2021). Effects of planting combinations and mulch types on soil moisture and temperature of xeric landscapes. *Urban Forestry & Urban Greening, 58*, 126966. doi: https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126966

Partridge, D. R., & Clark, J. A. (2018). Urban green roofs provide habitat for migrating and breeding birds and their arthropod prey. *PLOS ONE, 13*(8), e0202298. doi: 10.1371/journal.pone.0202298

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., & Grove, J. M. (2004). Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning, 69*(4), 369-384. doi: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035

Salih, K., Saeed, Z. O., & Almukhtar, A. (2022). Lessons from New York High Line Green Roof: Conserving Biodiversity and Reconnecting with Nature. *Urban Science, 6*(1), 2.

Sekban, D. U. G., & Acar, C. (2024). Combining Climate Change Adaptation Strategies with Spatial Analysis and Transforming Urban Open Spaces into Landscape Design Solutions: Case of Trabzon City, Türkiye. *Journal of Urban Planning and Development, 150*(3), 05024020. doi: doi:10.1061/JUPDDM.UPENG-4809

Sekban, D. U. G., & Akyol, D. (2023). Contributions of Green Infrastructure-Oriented Planning and Designing in Residential Gardens to the City's Ecosystem: Case of Trabzon City, Turkey. *Journal of Urban Planning and Development, 149*(1), 05022043. doi: doi:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000898

Shafique, M., Kim, R., & Rafiq, M. (2018). Green roof benefits, opportunities and challenges – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 90*, 757-773. doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.006

Sharma, P. K., & Kumar, S. (2023). Soil Water and Plant Growth. In P. K. Sharma & S. Kumar (Eds.), *Soil Physical Environment and Plant Growth: Evaluation and Management* (pp. 33-71). Cham: Springer International Publishing.

Sjöman, H., & Anderson, A. (2023). *The Essential Tree Slection Guide*. Kew: Filbert Press.

Sjöman, H., Watkins, H., Kelly, L. J., Hirons, A., Kainulainen, K., Martin, K. W. E., & Antonelli, A. (2024). Resilient trees for urban environments: The importance of intraspecific variation. *PLANTS, PEOPLE, PLANET, n/a*(n/a). doi: https://doi.org/10.1002/ppp3.10518

Sol, D., González-Lagos, C., Moreira, D., Maspons, J., & Lapiedra, O. (2014). Urbanisation tolerance and the loss of avian diversity. *Ecology Letters, 17*(8), 942-950. doi: https://doi.org/10.1111/ele.12297

Srivastav, A. L., Dhyani, R., Ranjan, M., Madhav, S., & Sillanpää, M. (2021). Climate-resilient strategies for sustainable management of water resources and agriculture. *Environmental Science and Pollution Research, 28*(31), 41576-41595. doi: 10.1007/s11356-021-14332-4

Sun, Y., Zhang, Y., Feng, W., Qin, S., Liu, Z., Bai, Y., . . . Fa, K. (2017). Effects of xeric shrubs on soil microbial communities in a desert in northern China. *Plant and Soil, 414*(1), 281-294. doi: 10.1007/s11104-016-3111-y

Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57*, 740-752. doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119

Wilson, M. (2014). Drought-tolerant plants save water, money and time. Retrieved 24.01.2022, 2022, from https://www.canr.msu.edu/news/drought_tolerant_plants_save_water_money_and_time

Wollondilly. (2020). Water Sensitive Urban Design Guidelines Wollondilly Shire Council.

# Küresel İklim Değişikliğinde Biyofilik Tasarım Yaklaşımı

*Cengiz Acar*[*] - *Makbulenur Onur*[**]

Değişen dünya düzeninde sanayi süreçleri, arazi kullanımı farklılıkları ve azalan yeşil alanlar gibi çeşitli insan etkinlikleri sonucunda sera gazlarının atmosferdeki birikimi hızla artmaktadır. Bu ve benzeri sorunlar, yapılan bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Araştırma kapsamında, iklim değişikliği ve biyofilik tasarım ortak bir paydada buluşturulmuştur. Genel olarak iklim değişikliği, "nedeni ne olursa olsun, iklimin ortalama durumunda ve/ya da değişkenliğinde onlarca yıl ya da daha uzun süre boyunca meydana gelen değişiklikler" biçiminde tanımlanırken, "biyofilik" kelimesi biyofiliadan türemiş olup "yaşam sevgisi" ya da "yaşayan sistemlerin sevgisi" anlamına gelmektedir. Başka bir ifadeyle, insanın doğa ile olan organik bağının bilimsel olarak tanımlanmasıdır. Biyofilik tasarım yaklaşımı, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir tasarım yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmada, iklim değişikliği sonucu ortaya çıkan sorunlara biyofilik tasarım yaklaşımı ile nasıl çözüm bulunabileceği tartışılmıştır. Bu bağlamda, daha önceki çalışmalarda sunulan biyofilik tasarım kavramları ve stratejileri incelenmiştir. Biyofilik tasarımın unsurları ve bu

* Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

** Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

unsurların hangi ölçeklerde uygulanabileceği açıklanmıştır. Bu yaklaşımların doğayı üç farklı şekilde deneyimleme yolu ile tasarıma nasıl entegre edileceği de ele alınmıştır: doğayı doğrudan deneyimleme, doğayı dolaylı yoldan deneyimleme ve boşluk ile mekân deneyimi. Ardından, bu deneyimleme yollarının iklim değişikliğine katkıları ortaya konulmuştur. Ayrıca, biyofilik şehircilik kavramı ile şehirler için iklim değişikliğine uyum stratejileri tartışılmıştır.

## Giriş

İklim değişikliği, iklimin ortalama durumunda onlarca yıl ya da çok daha uzun süre boyunca gerçekleşen değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler yoluyla yalnızca dünya coğrafyasını değiştirmekle kalmamış, ekolojik sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana gelmesine sebep olmuştur. İklimde meydana gelen değişiklikler insan ve tüm canlıların yaşamını doğrudan etkilemektedir. Gelecekte görülmesi muhtemel iklimin tahmin edilmesinde en önemli çalışma iklimin modellenmesidir (MGM, 2013; Demir, Ö., vd., 2013; Demircan, M. vd., 2014a; Demircan, M. vd., 2014b). Bu değişiklikler, milyonlarca yıla yayılan bir süreçte meydana gelen varyasyonları kapsamaktadır (Yazdi ve Shakouri, 2010; IPCC, 2014; Maulu vd., 2021).

Birçok çalışma, kentsel alanların antropojenik karbon emisyonlarının iklim değişikliğinin ana kaynağı olduğunu bildirmektedir. Emisyonların %90'ından fazlası; ısıtma ve soğutma, endüstriyel süreçler ve ulaşım için fosil yakıtların (kömür, petrol ve gaz) yakılmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, kentleşme ve ormansızlaşma gibi arazi kullanımı değişiklikleri, küresel karbon yutaklarının büyüklüğünü de azaltmaktadır (Grimmond, 2007; Satterthwaite, 2008; Dhakal, 2010; McCarthy vd., 2010; Doubleday vd., 2013; Çevre Koruma Ajansı, 2016; Gao vd., 2016; Barange vd., 2018; IPCC, 2019; Palmer ve Stevens, 2019).

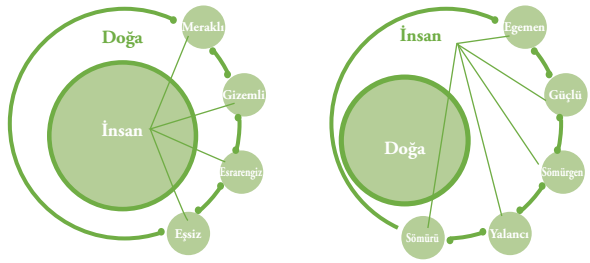
İklim değişikliği ile mücadele sadece bir çevre sorunu olarak algılanmamalıdır. Aynı zamanda düşük karbonlu ekonomiye küresel düzeyde geçilmesi; ülkelerin büyüme stratejileri, enerji politikaları, sağlık politikaları, tarım politikaları, gıda güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini de şekillendirerek insanların yaşamlarında köklü bir değişim süreci oluşturur (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

İklim değişikliğinin artmasına neden olan varyasyonlar; atmosferdeki sera gazı artması ile ormanların bozulması, yeşil alanların azalması (Khaine ve Woo, 2015; Riphah, 2015), karbon dioksit (CO2), metan (CH4), nitröz oksitler (N2O) ve florlu gazlar dahil olmak üzere sera gazlarının yıllar içinde atmosferde artması ile ilişkilendirilmiştir (Maulu vd., 2021). Bu etkiler ile birlikte deniz seviyesinde meydana gelen yükselme, artan sıcaklıklar, değişen hava olayları, artan kuraklıklar, sel ve orman yangınları gibi iklim değişikliğinin çevresel sonuçları insan sağlığını ve hayatını da olumsuz etkilemektedir (Portier vd., 2010; Watts vd., 2020; Rocque vd., 2021).

İklim değişimi ile meydana gelen insan ve doğa arasındaki bu olumsuz gelişmeleri inceleyen çalışmalarda iklim değişikliğinin solunum bozukluğuna, sıcağa bağlı hastalık ve ölümlerde artışa, gıda güvensizliği nedeniyle yetersiz beslenmeye ve artan sosyopolitik gerilimlere yol açtığı ispatlanmıştır (Patz vd., 2014; Watts vd., 2020; Rocque vd., 2021). 20. yüzyılın başlarında, tasarım adına birçok şey değişmiş ve gelişmiştir. Bu değişimde teknolojik gelişmeler ile birlikte çevresel kontrolü en üst düzeye çıkarmak mümkün hâle gelmiştir. Böylece peyzaj tasarımı önemli ölçüde değişmeye başlamıştır (Lee, Kim 2021). İklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkan bu sorunları çözmek için mimarlar ve şehir planlamacıları modern şehirlerde doğaya uyum sağlama ve doğayla ilişki kurma yollarına odaklanmaya başladılar (Reeve vd., 2011; Beatley ve Newman, 2013; El-Baghdadi ve Desha, 2017). Bu süreçte karşımıza iklime duyarlı mekân tasarımı yaklaşımı olarak biyofilik tasarım çıkmaktadır.

## İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesini Geliştirmek için Biyofilik Tasarım

İnsanoğlu doğuşundan itibaren doğaya bağımlıdır ve doğa ile etkileşim hâlindedir. Yaptığı her davranış doğa içerisindeki yaşam koşulları ile şekillenmiş ve doğada farklılıklar oluşturmuştur. Bu etkileşimde insanoğlu doğanın gücünü fark etmiş ve doğada gözlemlediği oluşumları taklit edip anlamaya çalışmıştır. Doğayı bazen kendi yaşamında karşılaştığı sorunların çözümlerinde kullanmaya çalışmış bazen de




**Şekil 1.** İnsan ve doğa arasındaki ilişki.

merak ve gizemli şekilde gözlemlemiştir. Başka bir ifade ile insanoğlu doğayı keşfetmek, merak etmek ve günlük problemlerini çözmek için kullanmıştır. Bu durum, onların yaşam gereksinimlerinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur (Onur, 2023) (Şekil 1A). Fakat insanoğlu önceleri esrarengiz bulduğu doğayı zamanla keşfetmiş ve ondan daha güçlü olduğunu düşünmüştür. Bu düşünce insanın doğaya karşı yıkıcı davranışlar sergilemesine neden olmuştur (Şekil 1B). Tam da bu noktada insan ve doğa arasında kopma süreci ortaya çıkmıştır. Bu kopuş beraberinde iklim değişikliği başta olmak üzere birçok sorunu getirmiştir. Önceleri gizemli, esrarengiz, eşsiz bulunan doğa insanoğlu tarafından zamanla gizemini kaybetmiştir. Sonuçta insanlar doğadan uzaklaşarak iklim değişikliğine sebep olabilecek yıkıcı hamleler yaparak doğaya dolayısıyla geleceğe ve kendilerine zarar vermeye başlamışlardır (Onur, 2023).

Küresel çevre gereksinimleri kent, insan ve doğa üçlüsünü bir arada tutması gerekirken gittikçe bu üçlüyü birbirinden ayırmıştır (Jó´zwik ve Jó´zwik 2021). Rampton (2013) kentsel tasarımcıların doğayı insan ile bütünleştirmeye çalışırken ironik bir tasarım süreci oluşturulduğunu söylemektedir. Bu

ironiyi "insanı doğaya yaklaştırmaya çalışırken doğal ortamların iyi bilinen faydalarını yitirmesine neden olunmaktadır" olarak açıklamaktadır. Bu bütünleştirmenin doğru yolunun, doğru planlama ve doğanın dâhil olduğu tasarım kararları alınarak olabileceğini söylemektedir. Bu bakış açısıyla insanların özellikle yapılı çevrelerde doğaya yakın olmalarını sağlayan biyofilik tasarım yaklaşımı ile (Omar ve ark. 2018) mimari ya da yapılı çevrelerde doğaya atıfta bulunan çözümler önerilir (Acar ve Acar, 2020b).

Geçmişte kentler, doğa ve insan arasındaki ilişkiyi güçlendirmek için doğal malzeme ve yapım teknikleri benimseyerek doğaya uyum sağlayacak şekilde tasarlanmaktaydı. Teknolojideki gelişmeler kolaylık ve verimliliği artırmış ve kentleşmeye teşvik etmiştir. Fakat bu teşvik kentleşme, artan enerji talebi, kaynak tüketimi, sera gazı emisyonları, biyoçeşitlilik kaybı ve iklim değişikliği gibi karmaşık kentsel çevre sorunlarına neden olmuştur (McKinney, 2002; Crawley, 2008; Madlener ve Sunak, 2011; Argüeso vd., 2014; Zhou, 2014).

İnsan doğadan iyice uzaklaşıp doğayı tüketircesine davranırken 1973 yılında "biyofili terimi" ilk kez Alman psikoanalist Erich Fromm tarafından kullanılmış ve "yaşam sevgisi (love of life)" olarak tanımlanmıştır. Yunanca kökenli olan "bio-philia", bio (hayat) ve philia (sevgi) kelimelerinden türemiştir. 1984 yılında ise bu terim Amerikalı biyolog E.O. Wilson'un Biophilia (1984) (Wilson, 1984; Cabanek, 2020) adlı kitabında insanların tüm yaşam biçimleriyle doğuştan gelen yakınlığı ve onların doğal süreçlere odaklanma eğilimi olarak ele alınmıştır. Zamanla hipotez popülerleştirilerek ilerletilmiştir.

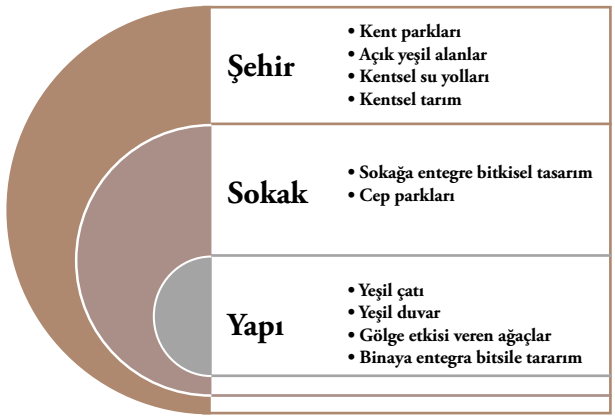
**Şekil 2.** İnsan, doğa ve biyofilik tasarım arasındaki ilişki.

Genel anlamda insanların doğa ve diğer canlılarla içgüdüsel olarak bağlantı kurma, bir arada olma eğilimini ifade eden biophilia; "yaşam sevgisi veya yaşayan sistemlerin sevgisi" anlamına gelmektedir. Kısacası insanın çevreyle olan içsel bağıdır (Şekil 2). Bu bağın doğuştan geldiğini savunan biyofilik tasarım, insan ve doğa arasındaki etkileşim birleştiğinde doğru tasarımların ve de doğru uygulamaların yapıldığını savunmaktadır (Onur, 2023).

"Biyofilik tasarım" kavramı mümkün olduğu kadar çok sayıda doğal unsuru insanın yaşadığı çevreye getirme girişimi olarak ele alınmaktadır. Biyofilik tasarım, Wilson'ın biyofili kavramından "hayata ve gerçekçi süreçlere odaklanmaya yönelik doğuştan gelen eğilim"den kaynaklanmaktadır (Wilson, 1984). Daha sonra, doğa ile yakınlığın hem fiziksel hem de zihinsel olarak pek çok fayda sağladığı düşüncesinden yola çıkılarak geliştirilmekte ve mimariye ve şehir planlamasına uygulanmaktadır (Reeve vd., 2012, 2013; Beatley ve Newman, 2013; Newman, 2014; Xue vd., 2019).

Biyofilik tasarım ile ilgili önceki çalışmalar, biyofilik şehircilik ve tasarımın daha net anlaşılması ve uygulanması için ögeleri sınıflandırmıştır (Kellert, 2008; Browning vd., 2014). Bu ögeler çevresel özellikler; doğal şekil ve formlar, doğal süreç, ışık ve boşluk, mekânsal ilişkiler ve geliştirilmiş insan ve doğa

**Şekil 3.** Biyofilik tasarım ögeleri




**Şekil 4.** Biyofilik tasarım taksonomisi (Reeve vd., 2012)

ilişkisi olmak üzere 6 ana başlıkta incelenmektedir (Şekil 3).

İklim değişikliği ve biyofilik tasarım yaklaşımı bir arada düşünüldüğünde ölçek kavramı oldukça önemli bir etkendir. Reeve vd., (2012) ve Kellert, Calabrase (2015) çalışmalarında uygulama ilkelerini şehir, sokak, yapı ölçeğinde sınıflandırmıştır (Şekil 4). Bu sınıflandırmada iklim değişikliğiyle biyofilik tasarım yaklaşımı ile mücadelede şehir ölçeğinde kent parkları, açık yeşil alanlar, kentsel su yolları ve kentsel tarım uygulamaları; sokak ölçeğinde sokağa entegre bitki örtüsü ve cep parkları; yapı ölçeğinde ise yeşil çatı, yeşil duvar, gölge veren ağaçlar, binaya entegre bitki örtüsü, bina etrafındaki bitki çeşitliliği bazı yöntemlerdir.

Biyofilik tasarım yaklaşımının uygulama ölçeklerinin sınıflandırılması ve bu sınıflandırmaya göre tasarlanmasının gerekliliğini savunan bir diğer öncü çalışma ise Beatley (2010) *Biophilic Cities* başlıklı kitapta konu edilmiştir. Beatley (2010) kitabında şehirlerdeki insan ve doğa arasındaki etkileşimi gerçekleştirmek için tasarımcıların belirli ölçeklere ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Çalışmaların bu ölçeklere göre yapılmasının gerekliliğini savunmuştur. Uygulamaların kolaylığı ve doğru olabilmesi açısından, biyofilik tasarım yaklaşımına çeşitli ölçekler geliştirmiş ve bu ölçeklerin kentsel açık yeşil alanlara daha çok entegre edilmesini savunmuştur. Timothy Beatley (2010) uygulamalar ölçeklerini "bina, kütle, sokak, semt, yerleşke ve bölge" olmak üzere 6 ölçekte gruplandırmıştır (Onur, 2023 (Şekil 5).

Bina ölçeği; "yeşil çatılar, gökyüzü bahçeleri, yeşil avlular, çatı bahçeleri, yeşil duvarlar ve gün ışığı alan iç mekânlar" olmak üzere 6 alt uygulama ölçeğinden; kütle ölçeği; "yeşil avlular, yeşil alanlar ile planlanmış konut tasarımları ve boşluklar" olmak üzere 3 alt uygulama ölçeğinden; sokak ölçeği; "yeşil sokaklar, kaldırım bahçeleri, kentsel ağaçlar, bitkisel dokulu sokaklar, dar sokaklar, yenilebilir bitkilendirme tasarımı, geçirgen tasarımlar" olmak üzere 7 alt uygulama ölçeğinden; semt ölçeği; "gün ışığı rehabilitasyonu, kent ormanları, ekolojik parklar, mahalle

**Şekil 5.** Biyofilik tasarım ölçeği ve elemanları (Kellert, 2008; Beatley, 2010; Browning vd. 2014; Onur, 2023).

parkları, cep parkları" olmak üzere 5 alt uygulama ölçeğinden; yerleşke ölçeği; "kentsel dereler ve nehir kıyısı alanları, kentsel ekolojik ağlar, yeşil okullar, yeşil koridorlar, ormanlar/bahçeler olmak üzere 5 alt uygulama ölçeğinden ve son ölçek olan bölge ölçeği ise; "akarsu sistemleri, nehir kıyı sistemleri, bölgesel şekilde planlanmış yeşil alanlar ve geniş kara yolu bitkilendirmesi olmak üzere 4 alt uygulama ölçeğinden oluşmaktadır (Şekil 5).

## Peyzaj Tasarımında Biyofilik Tasarım Uygulamaları ve İklim Değişikliği

Yapılan birçok bilimsel çalışma biyofilik tasarımın insan üzerindeki olumlu katkılarını incelemiştir. Bu çalışmalarla biyofilik tasarım uygulamalarının insanlar üzerinde özgüveni artırdığı (Pretty vd., 2005; Wood vd., 2013; Barton vd., 2015), psikolojik olarak daha iyi hissetmeyi sağladığı (Bratman vd., 2019, Choe vd., 2020; Martin vd., 2020), hastalık oluşumlarını azalttığı (Colley vd., 2017), stresi azalttığı (Grafetstatter vd., 2017) gibi olumlu katkılar sağladığı ortaya konmuştur. Genel olarak bu sonuçlar, biyofilik tasarım yaklaşımı ile tasarlanmış alanların psikolojik, fizyolojik ve sosyal anlamda olumlu etkilerinin olduğunu göstermiştir (Heintzman, 2003; 'Yotti'Kingsley, Townsend, 2006; Lachowycz ve Jones, 2011; Villeneuve ve diğerleri, 2012; De Vries ve diğerleri, 2013; Tyrväinen ve diğerleri, 2014).

Bu tasarımların çoğu insan refahı üzerine odaklanmıştır. Son zamanlarda ise insan refahını iyileştirmenin yanı sıra biyofilik tasarım yaklaşımının iklim değişikliği üzerindeki etkileri birçok çalışmanın araştırma konusu olmuştur (Lee, Kim 2021).

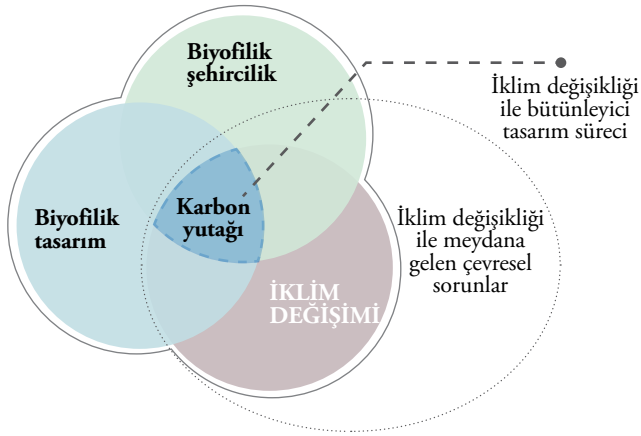
Biyofilik tasarım, iklimlendirme ihtiyacını, enerji tüketimini, sera gazı ve gaz hâlindeki reaktif nitrojen bileşikleri emisyonlarını azaltarak daha sürdürülebilir şehirler oluşturmaya da yardımcı olmaktadır. Biyofilik tasarım yaklaşımı ile kullanıcılara doğal aydınlatma ve doğal ısıtma-soğutma imkanları sunmak mümkündür (Zengin ve Yamaçlı, 2022). Böylece doğaya uyumlu çözümlerle çevre dostu, sürdürülebilir uygulamalar da gerçekleştirilmiş olacaktır.

Küresel iklim değişikliğinin ortaya çıkarttığı çevresel sorunlar için "biyofilik tasarım" kavramıyla birlikte "biyofilik şehircilik" kavramı da vurgulanmıştır (Lee, Kim 2021). Biyofilik şehircilik konusu iklim değişikliğinin artan riskleri ve etkileri ile birlikte nüfus baskısının artmasından kaynaklanan tehditler açısından da son derece önemlidir (SBEnrc, 2012). Bunun yanında biyofilik şehircilik yaklaşımının çok çeşitli ekosistem hizmetlerini de desteklediği düşünüldüğünde kalabalıklaşan ve doğadan

uzaklaşan kentsel alanlarda biyofilik tasarım ve biyofilik şehircilik yaklaşımlarının benimsenmesi son derece önemlidir (Acar ve Acar, 2020a). Biyofilik şehircilik, biyofilik tasarımın kent içi alan kullanımlarına uygulanması ile gelişmiş ve bu kapsamda 2013 yılında biyofilik şehirler ağı kurulmuştur. Bu ağa üye 24 şehirde biyofilik tasarım temelinde alan kullanım stratejileri geliştirilmiştir. Xue ve arkadaşlarının (2019) geliştirdiği kılavuzda biyofilik tasarımın ve biyofilik şehirciliğin geliştirilmesi için sağlanması gereken 6 ana başlık altındaki 14 kriter ve uygulamada kolaylık oluşturacak şekilde tasarım sürecinde izlenmesi gereken 42 strateji birlikte ele alınmıştır (Özyurt Ökten, 2022).

Geçirimsiz yüzeylerin artması, artan fosil yakıt kullanımı, artan kentleşme sırasında kötü planlanmış yapılaşmalar kentin su sirkülasyonu başta olmak üzere birçok sorun ile yüz yüze kalmamıza sebep olur. Tüm bu sorunlar kentteki yapıların artması ve doğal varlıkların azalmasına, kent sıcaklığının artmasına ve beraberinde yüksek enerji sarfiyatına neden olmaktadır (Lee, Kim 2021). Kent biyofilyası iklim değişikliği konusunda karbon yutağı görevi görebilir ve iklim değişikliğinin neden olan sorunları önlemeye yardımcı olabilmektedir. Bu nedenle, biyofilik tasarım ve biyofilik şehircilik, iklim değişikliğiyle ilgili karmaşık kentsel sorunlar konusunda en bütünleştirici tasarım yaklaşımıdır. Kentsel sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı sağlamanın etkili bir yolu olabilir.

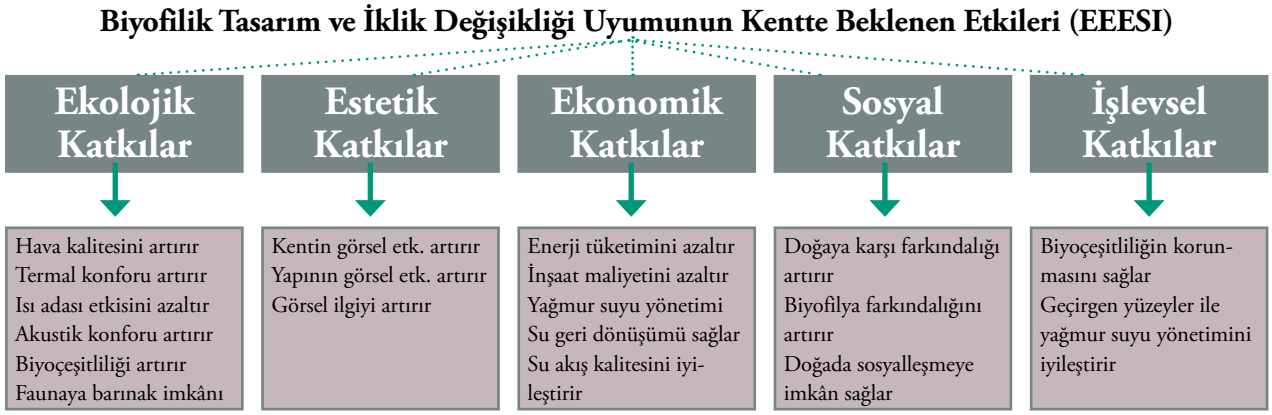
İklim değişikliği ve biyofilik tasarımın uygulama sürecinde ilk aşamada biyofilik element ve nitelikler önemlidir. Bu nitelikler; çevresel özellikler, ışık ve




**Şekil 6.** Biyofilik tasarım ve iklim değişimi.

boşluk, doğal şekil ve formlar, mekânsal ilişkiler, geliştirilmiş insan-doğa ilişkisi ve doğal süreçtir. Bu element ve nitelikler; "bina, blok, cadde, semt, bölge ve kent" olmak üzere 6 ölçekten uygulanmaktadır (Şekil 3). Uygulama alanları bu ölçeklere göre iç mekân bitkilerinden semt parklarına ve yeşil koridorlara kadar uzanmaktadır. Şekil 6'da Beatley ve Newman, 2013; Xue vd., 2019'un geliştirdiği ölçeklere ve Lee, Kim 2021'in yaptığı çalışma değerlendirilerek biyofilik tasarım yaklaşımı ve iklim değişikliği bütünleşik tasarım çerçevesi oluşturulmuştur.

Biyofilik tasarım ve iklim değişikliğine dair uygulamaların yapılması durumunda kentte meydana gelecek etkiler; ekolojik (E), ekonomik (E), estetik (E), sosyal (S) ve işlevsel (I) olmak üzere 5 genel katkı şeklinde gruplanmıştır (Ryan ve diğerleri, 2014; Soderlund ve Newman, 2015; Xue ve diğerleri, 2019) (Şekil 7). İklim değişikliği ile mücadelede biyofilik tasarım yaklaşımının "ekolojik (E) katkılarını" incelediğimizde, hava kalitesini artırma, termal konforu artırma, kentsel ısı adası etkisini azaltma, akustik




**Şekil 7.** Kent ölçeğinde beklenen 5 etki.

konforu sağlama, biyoçeşitliliği artırma ve faunaya barınak imkânı sağlamak bulunmaktadır. Ekolojik açıdan bu katkılar sağlanırken aynı zamanda kentin görsel etkisi, yapıların görsel etkisi ve kullanıcıların da bu yapılara olan ilgisi estetik açıdan artmaktadır. Tüm bunları yaparken karbon yutaklarının oluşacak olması, enerji tüketiminin azalması, yağmur suyunun geri dönüşümünü sağlayabilmek, su akış kalitesinin iyileştirilmesi bu yaklaşımların "ekonomik katkıları" arasındadır. Kullanıcıların doğaya ve biyofilyaya karşı farkındalıkları artması ve doğal materyallerin fazla olduğu yerlerde sosyalleşmelerine imkân sağlaması sosyal katkıları arasındadır. İşlevsel katkıları arasında ise biyoçeşitliliğin korunması, geçirgen yüzeyler sayesinde daha doğru yağmur suyu yönetiminin sağlanması sayılabilir. Kent için beklenen 5 etki ve bu etkilerin sağladığı bazı yararlar, Şekil 7'de derlenmiştir.

Biyofilik tasarım yaklaşımının uygulama ve mekândaki işleniş biçimleri Kellert (2008)'in yaptığı çalışmasında 3 biçimde ele alınmıştır. Bu uygulama biçimleri; "doğayı doğrudan deneyimleme, doğayı dolaylı yoldan deneyimleme ve boşluk ve mekân deneyimi" şeklindedir (Kellert, 2008; Onur, 2023). Bu deneyimleme türleri tasarım aşamasında "tasarımcı" için alternatif oluşturmaktadır.

- **Doğayı Doğrudan Deneyimleme:** Yöntemlerden birincisi olan "doğayı doğrudan deneyimleme" Kellert (2008)'in yaptığı çalışmada 8 alt parametreden oluşmaktadır. Bunlar ışık, hava, su, bitkiler, hayvanlar, hava koşulları, doğal peyzaj ve ısı şeklindedir. Bu yöntem, doğal çevredeki doğal varlıkları ifade etmektedir. Bu, doğanın kendisini direkt olarak kullanıp tasarıma entegre eden biyofilik ögeleri içerir. Biyofilik tasarım, doğal elementler tasarıma entegre edildiğinde ekosistemin korunmasına katkı sağlandığını ifade etmektedir. Bunlar en basit şekilleri ile minimal olarak tasarlanmış veya teknoloji ile birleştirilmiş biyofilik ögelerin örnekleri arasında ekoloji parkları, şehir

ağaçları, yeşil çatılar, yeşil duvarlar, dereler ve gün ışığını etkin şekilde değerlendirebilme gibi birçok tasarım şekli ile karşımıza çıkmaktadır (Lee, Kim 2021).

- **Doğayı Dolaylı Yoldan Deneyimleme:** Biyofilik tasarımın uygulama yöntemlerinden ikincisi olan doğayı dolaylı yoldan deneyimleme doğayı taklit etmenin bir farklı yoludur. Doğanın ilham verici ögelerini mekân tasarımına yapay yollar ile entegre edilmesidir. Kellert (2008)'in yaptığı çalışmasında doğayı dolaylı yoldan deneyimlemenin 9 alt parametresi vardır. Bunlar; doğanın taklidi, doğal malzemeler, doğal renkler, doğal ışık, doğal şekil ve formlar, doğayı çağrıştırmak, doğayı bilmek, zamansal değişim, doğal geometrilerdir.
- **Boşluk ve Mekân Deneyimi:** Biyofilik tasarımı deneyimlemenin üçüncü yolu Kellert (2008) tarafından boşluk ve mekân deneyimi olarak oluşturulmuştur. Bu deneyim şekli 6 alt parametreden oluşmaktadır. Bunlar; sığınak ve koruyuculuk, organize edilmiş karmaşıklık, parçadan bütüne entegrasyon, geçiş alanları kurgusu, hareketlilik ve yön bulma ve ekolojik-kültürel bağlılıktır.

Kellert (2008)'in biyofilik tasarımı mekân tasarımında uygulama biçimleri Lee, Kim (2021)'in yaptığı çalışma da geliştirilmiş ve daha üst başlık olan "doğal uygulamalar ve yapay uygulamalar" olmak üzere iki şekilde ele alınmıştır. Doğal uygulamalar Kellert (2008)'in doğayı "doğrudan deneyimleme" şekli ile yapay uygulamalar ise Kellert (2008)'in doğayı dolaylı yoldan deneyimleme yöntemi ile örtüşmektedir.

Kellert (2008) bu deneyimlerin yaşanabilmesi için bazı biyofilik element ve niteliklerin tasarımda olmazsa olmaz olduğunu dile getirmiştir. Çalışmada belirtilen deneyimleme çeşitlerinin bazı biyofilik element ve nitelikler ile uygulanmasının gerekliliğini dile getirmiştir. Bu element ve nitelikler iklim değişikliği ve biyofilik uyum ölçekleri çerçevesinde "mavi & yeşil ağ, yeşil koridorlar" kent ölçeğinde en önemli uygulamalardır. Bu uygulamalar kent ölçeğinden iç mekân ölçeğine kadar inmektedir. Kent içerisindeki yeşil koridorlardan, kıyı alanlarının tasarlanması, kent ormanlarının planlanması biyofilik tasarım & iklim değişikliği için önemli planlama unsurlarıdır. Biyofilik element ve nitelikler ile (Kellert, 2008) iklim değişikliği biyofilik uyum ölçeğinin (Lee, Kim 2021) birlikte planlanması gerekmektedir.

Bu durumda ise iklim değişikliği için öngörülen bazı katkıları aşağıda verilmiştir:

- Hava kalitesinin artması,
- Termal konforun iyileşmesi,
- Kentsel ısı adası etkisinin azalması,
- Akustik konforun artması,
- Biyoçeşitliliğin artması,
- Faunaya barınak imkânı sağlaması,
- Kentin görsel etkisini artırması,
- Yapıların görsel etkilerinin artması,
- Enerji tüketimini azaltmak,
- İnşaat maliyetini azaltmak,
- Yağmur suyu yönetimini sağlamak,

- Suyun geri dönüşümünü sağlamak,
- Su akış kalitesini iyileştirmek,
- Enerji tüketimini azaltmak,
- İnşaat maliyetini azaltmak,
- Yağmur suyu yönetimini sağlamak,
- Doğaya karşı insanların farkındalığını artırmak,
- Biyofilyaya karşı insanların farkındalığını artırmak,
- Biyoçeşitliliği korumak.

Biyofilik tasarım yaklaşımı ile iklim değişikliğinin birlikte ele alınmasının dair yapılan farklı bir çalışmada ise (Africa vd., 2019) öngörülen katkılar insan, yapı ve bitki olmak üzere 3 temel başlıkta gruplandırılmıştır. Bu başlıklar düşük enerjili bina tasarımları uygulanmasına imkân sağlamak, insanlar üzerinde bilişsel ve psikolojik katkılar sağlaması ve bitki tür çeşitliliğinin korunmasına yardımcı olması şeklindedir.

1. **Düşük Enerjili Bina Tasarımları Uygulanmasına İmkân Sağlar:** Biyofilik tasarım iklim değişikliğindeki olumsuz özellikleri azaltmak için düşük enerjili binaları destekler. Uygun cephe ve kat planı tasarımı ile gün ışığı, binanın elektrik ve soğutma maliyetlerini düşürürken görsel konfor için gündüz aydınlatma ihtiyaçlarını karşılayabilmektedir. Doğal havalandırma, belirli mevsimlerde ve alanlarda temiz havayı içeri almayı destekler (Africa vd., 2019).
2. **İnsanlar Üzerinde Bilişsel ve Psikolojik Katkılar Sağlar:** Biyofilik tasarım; bireyin beden ve zihinsel açıdan sağlıklı olmasına, bireyin kendisini iyi hissetmesine, bilişsel gelişime katkı sağlar. Aynı zamanda sosyal etkileşimin gelişmesine, mutluluk seviyesini artmasına, stres seviyesini azalmasına, kalp ritmini düzenlenmesine, çevre yanlısı davranış değişikliğine neden olur. Bunların yanı sıra doğaya karşı olumlu duyguları geliştirir, özgüveni artırır, kaygıyı azaltır, fiziksel aktiviteye teşvik eder, verimliliği artırır, yaratıcılığa katkı sağlar, görsel tercihleri etkiler (Africa vd., 2019; Onur, 2023).
3. **Bitki Tür Çeşitliliğinin Korunmasına Yardımcı Olur:** Biyofilik tasarım biyoma özgü referanslar ile tasarlanarak iklim değişikliği ile mücadele etmeye yardımcı olur. Örneğin bitki seçimlerindeki yaprak yüzeyleri, polen dağılımları, büyüme mevsimlerindeki biyoaktif bileşiklerdeki (aerosoller, kök ve yaprak salgıları – bazıları ilaçlardaki bileşenler) değişiklikleri, konum ile uyumu (iklim, toprak bileşimi ve pH) ve çevredeki hayvanlar ile etkileşimi (hem bölgesel hem de göçmen), bitkiler, böcekler ve mikroplarla tarihsel sinerjilerdeki/geri bildirim döngülerindeki değişiklikler tasarımdaki önemli parametreler arasındadır. Bu planlamaların düzeni iklim değişikliğine biyofilik tasarım yaklaşımı ile mücadele çalışmalarının ortak noktasıdır. Kent parkları ve ormanların sağlığı flora ve faunaya barınak imkânı sağladığı için biyolojik çeşitliliğin korunmasını desteklemektedir (Africa vd., 2019).

## Peyzaj Mimarlığında Biyofilik Tasarım Yaklaşımı ile İklim Değişikliğine Yönelik Gelecek Senaryoları/Öneriler

Özellikle kentsel alanlarda değişen yaşam koşulları ve ihtiyaçlar nedeniyle kaybolmaya yüz tutmuş insan-doğa ilişkisini ve önemini bize hatırlatan biyofilik tasarım yaklaşımı peyzaj mimarlığının uygulama alanlarında ön planda olmalıdır. Kentlerimizi günümüz koşullarına uygun hâle getirirken geleceğin iklim değişikliği senaryolarına hazırlamak için de biyofilik tasarım prensiplerini göz önünde bulundurmalıyız. Doğanın sahip olduğu kaynaklar, oluşturduğu ekosistemlerle ortaya koyduğu bir arada yaşama fırsatı, canlı ve cansız varlıklarla kurduğu denge her zaman tasarımcılar için ilham kaynağı olmuştur. Doğadaki sistemleri iyi analiz ederek bu modelleri kentlerimize uyarladığımızda sürdürülebilir ve dirençli uygulamalar gerçekleştirilebilir. Bu bölümde doğal sistemleri referans alarak tasarlanan ya da tasarlanması önerilen kent modellerine değinilmiştir.

Hassas bir ekosisteme ve her üyenin diğer bireylerin yaşamlarına katkı sağlayacak fonksiyonlara sahip olduğu orman alanları bazı şehirlerin tasarımında ilham kaynağı olmuştur. Akıllı Orman Şehir Cancun/Meksika, Liuzhou Orman Şehir Liuzhou/Çin, Vincent Callebaut Akıllı Şehir Paris/Fransa ormanın temel özellikleri ele alınarak tasarlanmıştır (Karabetça, 2021).

- **Akıllı Orman Şehir Cancun/Meksika:** İsviçre ve Çin'de birçok dikey orman tasarlayan ünlü tasarımcı Stefano Boeri Architetti, Meksika'nın Cancun kentinde bulunan Akıllı Orman Şehri projesini tasarlanmıştır. Bu projede, kentin 557 hektarlık bir alana sahip olacağını, bunun %70'inin yeşil alanla kaplı olacağını ve 130 bin kişinin yaşayabilmesi üzerine kurgulanmıştır. Botanikçi ve peyzaj mimarı Laura Gatti tarafından seçilen 7,5 milyon ağaç, çalı ve ağaççık tasarlanan alanlara dikilecek. Projenin tasarımcıları "Akıllı Orman Şehri, yıllık 5.800 ton CO2 stoğuyla 116.000 ton karbondioksit emeceğini öngörmektedir.

**Şekil 8/9.** Akıllı Orman Şehir Cancun/Meksika (URL-1).

**Şekil 10/11.** Liuzhou Orman Şehir (URL-2).

- **Liuzhou Orman Şehir Liuzhou/Çin:** Tasarım Guangxi dağ bölgesinde, Liujiang Nehri boyunca 175 hektarlık bir alana kurulmuş ve tamamen akıllı olan sürdürülebilir şehir "Liuzhou Forest City" elektrikli otomobillerin kullandığı hızlı bir demiryolu hattı yoluyla Liuzhou'ya bağlanacaktır. Alanda çeşitli yerleşim alanları, ticari ve rekreasyon alanları, iki okul ve hastaneye tasarlanmıştır. İtalyan tasarımcı Stefano Boeri Architett, kentlerde hava kirliliğine karşı mücadele için Çin'de orman şehri tasarlamıştır. Tasarım tamamen ağaçlar ve bitkilerle kaplı yapıların bulunduğu Orman Şehri "Liuzhou Forest City" olarak adlandırılmıştır. Bu alanda ofis, ev, otel, hastane ve okulların tamamen bitki ve ağaçlarla kaplı olan "yeşil şehir" 30 bin kişiye ev sahipliği yapacaktır. Stefano Boeri yılda yaklaşık 10 bin ton CO2'in, 57 ton kirletici maddelerin ve yaklaşık 900 ton oksijen üreteceğini öngörmüştür. Milano ve Nanjiing Dikey Orman projeleri ile tanınan Stefano Boeri'nin tasarladığı Liuzhou Forest City, kendi kendine yeten bir kentsel yerleşim biriminin tüm özelliklerine sahiptir. Mekân havalandırması için jeotermal enerji ve yenilenebilir enerji toplamak için çatılardaki güneş panellerini kullanılmıştır (URL-2).
- **Vincent Callebaut Akıllı Şehir Paris/Fransa:** 1853'ten 1870'e kadar Paris'in kentsel dönüşüm projelerini tasarlayan Baron Haussmann'ın çalışmalarından ilham alan Vincent Callebaut Architectures, Fransız başkentinde bir dizi fütürist, biyolojik ilhamlı bir proje tasarlanmıştır. Tasarımcılar yeşil "Haussmann" binaları ve "Archibiotics" adı verilen biyomimetik pozitif enerji yapıları koleksiyonu yaratmak için yeni yapay zekâ araçlarından yararlanmıştır. Ortaya çıkan yapılar, biyo bazlı malzemelerden (toprak, bambu, mikroalg, miselyum vb.) inşa edilmiştir. Tasarımın temel hedefi 2050'de ulusal karbon nötr olma hedefine ulaşmak için kendi enerjisini üretmek ve kendi atıklarını kaynağa dönüştürmektir. Bu tasarım insan ve doğa arasında fütüristik ve biyo esinli bir mimaridir (URL-3).

**Şekil 12/13.** Vincent Callebaut Akıllı Şehir (URL-3).

## Sonuç ve Öneriler

Küresel iklim değişimi problemi ile mücadelede buna neden olan antropojenik etkiler azaltılmadığı sürece sorunlar çözümsüz kalacaktır. Yapılan bu çalışmada iklim değişimi ile mücadelede biyofilik tasarım yaklaşımının önemi ve katkıları ele alınmıştır. Sonuçta, iklim değişliği ile mücadelede dirençli kentler oluşturma hedefine doğru uygulamada yapılabilecekler ve stratejiler aşağıdaki başlıklar altında özetlenmiştir.

## Bütüncül Bakış Açısıyla Yerleşim Yeri Düzeyinde

**Doğal sistemlerin süreklilik içerecek şekilde bağlantılılığı:** Özellikle doğal alanlardan kopuk kentsel alanlarda doğal sistemlerle bağlantı kurmayı hedefleyen biyofilik tasarım yaklaşımının benimsenmesi önemlidir. Bu sayede insanlar doğal elemanlarla ilişki kurarken aynı zamanda doğa ile yeniden süreklilik oluşturan fiziksel bir bağlantı kurulmuş olacaktır. Aynı zamanda insanlar sağlıklı bir ekosistemin temel özelliği olan zamansal değişimleri de deneyimleyebileceklerdir.

**Doğal enerji kaynaklarının kullanımı:** Güneş enerjisinin etkin kullanılmasını destekleyen biyofilik tasarım yaklaşımı ile güneş panelleri kullanımını desteklemektedir. Yapılacak tasarımlara uygun şekilde bu kararlar alınmalıdır. Doğal ışığın mutlaka her tasarımda etkin şekilde korunmasını savunan biyofilik tasarım aslında küresel iklim değişikliğindeki enerji tasarrufunda oldukça etkin bir rol oynamaktadır.

## Yapı Düzeyinde

**Dış cephe kaplaması planlaması:** Biyofilik tasarım yaklaşımının temel hedefleri arasında olan

doğal esaslı yapı malzemesi kullanımı ve ısı emilimini düşük malzeme seçimleri iklim değişikliği ile mücadelenin hedefleri ile önemli bir ölçüde örtüşmektedir.

**Düşük enerjili yapı tasarımı:** Biyofilik tasarım yaklaşımının doğal havalandırmanın ve doğal ışığın maksimum düzeyde kullanılmasını desteklemesi iklim değişikliği ile mücadelede yapı düzeyinde alınabilecek ortak kararlar arasındadır. Biyofilik tasarım yaklaşımının doğayı doğrudan tasarıma entegre etme düşüncesi ile düşük enerji tüketimi ile yüksek verim sağlayan ürünler kullanılmalıdır. Doğal bir enerji kaynağı olan güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içinde biyofilik tasarım yaklaşımı için en önemli enerjiler arasındadır. Güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisinin maksimum seviyede kullanılmasını hedefleyen biyofilik tasarım yaklaşımı iklim değişikliği ile mücadelede önemli rol oynamaktadır. Rüzgâr ve güneş enerjisinin etkili bir şekilde kullanılması durumunda ısıtma ve soğutma sistemleri kullanımı azalıp binaların gereksiz ve aşırı enerji tüketimleri önlenecektir.

## Yeşil Alan Düzeyinde

Yapılacak olan yeşil alan tasarımlarında çalışma alanının bulunduğu iklimsel faktörlerin pozitif ve negatif etkilerine en uygun şekilde çözümlenmesi gerekmektedir. Bu çözüm ekonomik ve ekolojik açıdan iklim değişikliği ile mücadelede önem arz etmektedir. Adaptasyon kabiliyeti, gölge toleransı, kuraklığa dayanıklılık, yabancı otlarla rekabet yeteneği, hastalık ve zararlılarına karşı dayanıklılık gibi etmenlere uyum sağlamalıdır. Bitki seçimindeki bu kriterler iklim değişikliği ve biyofilik tasarım yaklaşımını ortak paydada buluşturmaktadır. Bu birliktelik uygulama alanlarına ekonomik ve ekolojik açıdan birçok katkı sağlamaktadır.

## Etkinlik Çeşitliliği Düzeyinde

Yapılan birçok öncü çalışma ile doğada ya da açık havada yürümeyi biyofilik tasarım desteklemekte ve önermektedir. Günümüzde karbon emisyonlarının önemli bir miktarı ulaşım araçlarından salınmaktadır. Bu nedenle biyofilik tasarım yaklaşımının bu önerisi ve iklim mücadelesi kesiştirilmelidir. Böylece tasarımlarda hem enerji tasarrufu hem de bireylerin sağlığı korunacaktır.

Sonuç olarak hiç şüphesiz doğal denge ve antropojenik devinim ile mücadelede yapılacak olan her tasarım için doğa temelli uygulama ve çözümler alınması gerekmektedir. İklim değişikliğinin tüm riskleri göz önünde bulundurulduğunda biyofilik tasarım yaklaşımı ile birlikte sorunlara çözüm olunabileceği yapılan birçok bilimsel çalışma ile ispatlanmıştır. Biyofilik tasarımın önemli doğal elementleri arasında yer alan hava, su, bitki, doğal ışık ya da doğayı dolaylı yoldan deneyimlemeye yönelik her türlü yaklaşım küresel iklim değişikliği ile mücadeleyi temel olan unsurlar arasındadır. Biyofilik tasarım prensibi ile yapılacak olan uygulamalarla doğanın yapılı çevre içindeki iyileştirici gücü arttırılırken aynı zamanda iklim değişikliği ile mücadelede de önemli adımlar atılmış olacaktır.

# Kaynaklar


Acar C, Acar H (2020). (a) Kentsel Mekânlarda Biyofilik Peyzaj Yaklaşımları ve Yeşil Altyapı: Singapur Örneği, PEYZAJ Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 1, 33-45.

Acar H, Acar C (2020). (b) Peyzaj Tasarımında Doğa Temelli Yaklaşımlar, Mimarlıkta Peyzaj Tasarımı, Editör: Doç. Dr. Yıldız Aksoy, Nobel Akademik Yayıncılık, 79-109.

Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C. M., Cochrane, A. L., Funge-Smith, S., and Paulain, F. (2018). Impacts of Climate Change on Fisheries and Aquaculture, Synthesis of Current Knowledge, Adaptation and Mitigation Options. Rome: FAO

Africa, J., Heerwagen, J., Loftness, V., & Ryan Balagtas, C. (2019). Biophilic design and climate change: performance parameters for health. Frontiers in Built Environment, 5, 28.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2023). İklim Değişikliği Hakkında. https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-iklim-degisikligi-hakkinda, Erişim Tarihi: 27.03.2023

Gao, Y., Yu, G., Yang, T., Jia, Y., He, N., and Zhuang, J. (2016). New insight into global blue carbon estimation under human activity in landsea interaction area: a case study of China. Earth Sci. Rev. 159, 36–46. doi: 10.1016/j.earscirev.2016.05.003

IPCC (2019). Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems, Summary for Policymakers Approved Draft. Geneva: IPCC

IPCC (2014). Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report on the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core writing team, R. K. Pachauri and L.A. Meyer. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 151 pp. Available online at: http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar5/syr/SYR_ AR5_FINAL_full_wcover.pdf

Karabetça, A.R., (2021). Ormanlar Gibi Sürdürülebilir ve Dirençli Şehirler Tasarlanabilir mi?, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC, April, Volume 11 Issue 2, 334-346.

Khaine, I., and Woo, S. Y. (2015). An overview of interrelationship between climate change and forests. For. Sci. Technol. 11, 11–18. doi: 10.1080/21580103.2014.932718

Lee, S., Kim, Y. (2021). A framework of biophilic urbanism for improving climate change adaptability in urban environments. Urban Forestry & Urban Greening, 61, 127104.

Maulu, S., Hasimuna, O. J., Haambiya, L. H., Monde, C., Musuka, C. G., Makorwa, T. H., ... & Nsekanabo, J. D. (2021). Climate change effects on aquaculture production: sustainability implications, mitigation, and adaptations. Frontiers in Sustainable Food Systems, 5, 609097.

MGM, (2023). İklim Değişikliği ve Mevcut Durum İklim Değişikliği. https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx#:~:text=%C4%B0klim%20de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%2C%20%22nedeni%20ne%20olursa,boyunca%20ger%C3%A7ekle%C5%9Fen%20de%C4%9Fi%C5%9Fiklikler%22%20bi%C3%A7iminde%20tan%C4%B1mlanmaktad%C4%B1r, Erişim Tarihi: 27.03.2023

Omar SR, Sohaili J, Rahman NHA (2018). Adapting biophilic design in urban riparian, IFLA World Congress 2018, 1180-1189.

Onur, M. (2023). Mekân tasarımında biyofilik indekse yönelik yöntem önerisinin geliştirilmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Doktora Tezi.

Özyurt Ökten, S.S., (2022). Kent Parklarının Biyofilik Tasarım Kriterlerine Göre Yenilenmesi: İskenderun Millet Parkı Örneği, Kent Akademisi, 15(1), 1-18.

Palmer, T., and Stevens, B. (2019). The scientific challenge of understanding and estimating climate change. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 116, 24390–24395. doi: 10.1073/pnas.1906691116

Patz JA, Frumkin H, Holloway T, et al. Climate change: challenges and opportunities for global health. JAMA 2014;312:1565–80.

Portier C, Tart K, Carter S. (2010). A human health perspective on climate change a report Outlining the research needs on the human health effects of climate change. environmental health perspectives and the National Institute of environmental health sciences,

Poulin-Rheault, R. A., ... & Witteman, H. O. (2021). Health effects of climate change: an overview of systematic reviews. BMJ open, 11(6), e046333.

Riphah, S. U. (2015). Global warming: causes, effects and solutions. Durreesamin J. 1, 1–7. Rocque, R. J., Beaudoin, C., Ndjaboue, R., Cameron, L., Poirier-Bergeron, L.,

SBEnrc (2012). Can biophilic urbanism deliver strong economic and social benefits in cities? An economic and policy investigation into the increased use of natural elements in urban design, Sustainable Built Environment National Research Centre (SBEnrc), Curtin University and Queensland University of Technology.

URL-1. Cancun'daki Akıllı Orman Şehrinin Hedefi Gıda ve Enerjide Kendine Yetmek. https://www.rotka.org/cancundaki-akilli-orman-sehrinin-hedefi-gida-ve-enerjide-kendine-yetmek/, Tarihi: 29.03.2023

URL-2. Dünyanın ilk Orman Şehri "Liuzhou Forest City" Gerçeğe Dönüşüyor. https://www.ekoyapidergisi.org/dunyanin-ilk-orman-sehri-liuzhou-forest-city-gercege-donusuyor, Erişim Tarihi: 29.03.2023

URL-3. Vincent Callebaut Paris Mimarisini Yeşil Olarak Tasarlıyor. https://www.ekoyapidergisi.org/vincent-callebaut-paris-mimarisini-yesil-olarak-tasarliyor (Erişim: 29.03.2023)

Yazdi, S. K., and Shakouri, D. (2010). The effects of climate change on aquaculture. Int. J. Environ. Sci. Dev. 1, 378–382. doi: 10.7763/IJESD.2010.V1.73

Watts N, Amann M, Arnell N, et al. The 2020 report of the Lancet countdown on health and climate change: responding to converging crises. Lancet 2021;397:129–70.

Xue, F., Gou, Z., Lau, S.S., Lau, S., Chung, K., (2019). From Biophilic Design to Biophilic Urbanism: Stakeholders' Perspectives, Journal of Cleaner Production, 211, 1444-1452.

Zengin, N ve Yamaçlı, R., (2022). Küresel Isınmanın Etkisi Altında Sürdürülebilir Mimari Tasarım, Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8(2), 317-328.

# İklim Değişikliğinde Suya Duyarlı Planlama/ Tasarım Stratejileri ve Bitki Tür Seçimi

*Cengiz Acar*[*] - *Elif Altaş Çakıl*[**]

Özellikle nüfus artışının yüksek olduğu kentlerde yapılaşma sonucu insanlarda sosyolojik ve kültürel değişiklikler, doğada ise iklim değişikliği ile doğrudan ilişkili olan ekolojik sorunlar oluşmaya başlamıştır. Yapılaşmanın diğer bir sonucu olan geçirimsiz yüzeylerin kapladığı alanların artması, su yönetimi açısından bakıldığında kentlerde taşkınlar ve yoğun yağışlarda yüzey akışın artarak sel olaylarına sebep olması ile sonuçlanmaktadır. Bu anlamda bitki ekosistemlerinin bütünlüğünü sağlamak ve korumak, şehir içinde sulak alanların varlığını desteklemek, araç ve yaya yolu kenarları için biyohendekler planlamak ve suya duyarlı tasarımlar geliştirmek önemlidir. Kentin iklimi ve şartlarına uygun doğal bitki türü kullanımı ve türlerin iklime adaptasyonu, insan ve doğaya kaliteli ekosistem hizmetleri sağlanması açısından önemlidir. Son yıllarda birçok suya duyarlı planlama ve tasarım stratejileri geliştirilmiştir. Büyük veya küçük ölçekteki bu suya duyarlı tasarımlar; bulundukları çevre için çeşitli insan, bitki, hayvan ekosistemlerine hizmet ederek gelişimlerine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı; iklim değişikliğinde su yönetimim önemini

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

** Arş. Gör., Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

vurgulamak, bu kapsamda dünyada tasarlanmış proje ve yaklaşımları ortaya koymak, taşkın anında ve sonrası için adaptasyon sağlayacak bitki türlerinin ve sağladığı ekosistem hizmetlerini açıklayarak peyzaj mimarlığında suya duyarlı tasarım yaklaşımlarını değerlendirmektir.

## Giriş

2007 yılından bu yana, dünya çapında ilk kez nüfusun yarısından fazlası şehirlerde yaşamaktadır (Satterthwaite, 2005; Madlener ve Sunak, 2011; Mattijssen vd., 2017; Wendling ve Holt, 2020). Şehirlerde artan nüfus ve kentleşme ile birlikte insanların bireysel veya toplumsal olarak sosyoekonomik anlamda kentsel alanlardan beklentileri de artmaya başlamış (Tan vd., 2021), bunun sonucunda bazı gereksinimler ortaya çıkmıştır. Bu gereksinimlerin karşılanabilmesi için kullanılan doğal habitat alanları artmıştır. Kentler her ne kadar su kaynaklarına sahip olsalar da dünya nüfusunun 2050 yılında 2,5 milyar daha artabileceği gerçeği (Russo ve Cirella, 2017) ile taşıma kapasitesi göz önünde bulundurulduğunda kullanılabilecek kaynakların doğal ve kentsel alanların sınırlı olacağı, artan geçirimsiz yüzeylerden dolayı iklim ve su yönetimi ile ilgili sorunlar ortaya çıkacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Bu kapsamda kentleşmenin etkilediği bazı başlıklar şu şekilde verilmiştir (Whitford vd., 2001): ''Şehirler, kırsal alanlara kıyasla daha sıcak olmalarından dolayı kentsel ısı adası tehdidi altındadır. Şehirlerden geleneksel drenaj sistemleri aracılığı ile akarsu veya nehirlere akıtılan su daha fazladır. Karbondioksit üretiminin fazla olduğu kentler, düşük karbon tutuculardır ve genellikle biyolojik çeşitliliğin daha düşük olduğu alanlardır.'' Kentsel ısı adası etkisi, yapılaşma ve insan etkileri sonucu iklim değişikliğini büyük oranda tetikleyen, ısının kentsel alanda kalarak sıcaklığı artırmasına sebep olan bir olgudur (Yang vd., 2016). Bu etkiler her şehir için geçerli olmamakla birlikte, oluşturulan yapılı çevrelerde sağlanan yaşam kalitesi standartlarının da çok yüksek olduğu söylenemez (Dover, 2015). Yine artan kentleşmenin bir sonucu olarak nehir çevreleri işgal edilmekte ve sudan faydalanma ihtiyacı artmaktadır (Kundzewicz vd., 2010). Su seviyelerindeki değişim, kentteki yağış miktarı ve drenaj kanallarının yönetimi ile doğrudan ilişkilidir. Su kaynaklarının birbirine bağlı sistemler olduğu göz önünde bulundurulduğunda, hidrolojik açıdan kentte oluşacak bir değişikliğin bölgeyi tehdit edebileceği görülmektedir (Januchta-Szostak, 2012).

İklim değişikliği, yağış rejimlerinde değişikliğe de yol açmakta ve çeşitli doğal afetlere neden olmakta veya tetiklemektedir. Yağış üzerindeki etkiler incelendiğinde, 2020 yılında Türkiye geneli alansal yağış durumunda normale göre %12,9 ve 2019 yılına göre %14,5 azalma görülmektedir. Havzalara göre yağışlar, normalleri ile karşılaştırıldığında 2020 yılında sadece Doğu Karadeniz Havzası'nın normalin üzerinde yağış aldığı, Doğu Akdeniz ve Antalya havzalarının ise normalleri civarında yağış aldığı görülmektedir (MGM, 2021). 2018 yılında yaşanan şiddetli yağış/sel, fırtına, dolu gibi meteorolojik afetlere bakıldığı zaman en büyük oranın %38 ile şiddetli yağış/sel olduğu görülmektedir (MGM, 2019).

İklim değişikliğinin sonuçlarından biri olan bu yağış düzensizlikleri ve sel afetleri sonrasında, ekosistemin hidrolojisinde oluşan çeşitli düzensizlik ve aşırı kirliliğin önlenmesi ya da kontrol altına alınmasında, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerinden faydalanılır (Acar, 2021). Bu yaklaşımlar ile, peyzajlar yeniden düzenlenip desteklenir ve oluşabilecek negatif etkilerin en aza indirilmesi için çalışılır. Suyu tutarak, depolayarak ve emilim süresini artırarak atmosfere yeniden kazandırılan bu drenaj sistemleri yapısal ve bitkisel tasarımı içerir. Teknik altyapısı ve kurgusunun iyi planlanmış olmasının yanında doğru bitki türü seçimi ile en verimli şekilde fayda sağlar.

Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri, çeşitli ekosistem hizmetleri sağlar. (Pataki vd., 2011). Bitki, hayvan ve diğer canlı-cansız ekosistemlerin insanlar ve diğer canlılara sunduğu ürün ve/veya hizmetler olarak tanımlanan ekosistem hizmetleri (Daily, 2013; Dover, 2015); destekleyici hizmetler, tedarik hizmetleri, düzenleyici hizmetler ve kültürel hizmetler olarak sınıflandırılır (Pataki vd., 2011; Dover, 2015, Pauleit vd. 2017). Bu ekosistem hizmetlerinden özellikle düzenleyici hizmetleri sağlayan suya duyarlı planlama ve tasarımın sunduğu yeşillendirme, doğallaştırma, özgün habitat oluşturma uygulamaları ile belirli bir alanı farklı işlevlerle destekleyerek o alanın ekosistem hizmetlerinin geliştirilmesi sağlanabilir (Acar ve Acar, 2020). Suya duyarlı planlama ve tasarım stratejileri, yerel ekosistemin korunması ve kentsel dirençliliğin artırılması için temel bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Örneğin; yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve sulak alan restorasyonları, yağış rejimindeki ani değişiklikler karşısında su yönetimini iyileştirirken, seçilecek bitki türleri de yerel ekosisteme uyum sağlayarak suyun verimli kullanımına katkıda bulunabilir (Altaş, 2023).

Bu çalışma kapsamında suya duyarlı planlama ve tasarım stratejileri açıklanacak, farklı kuraklık oranlarına sahip topraklarda kullanılabilecek bitki türleri incelenecektir. Doğal drenaj sistemlerinden olan subasar (longoz) ormanlarının kent veya kırsal alanda iklim değişikliği ile mücadelede hidrolojiye katkısı değerlendirilerek bu alanlarda kullanılan doğal odunsu türler de ormandaki kuraklık oranlarına göre ayrılarak sınıflandırılacaktır.

## Suya Duyarlı Planlama ve Tasarım Stratejileri

Suya duyarlı tasarım doğal, yarı doğal veya yapay unsurlardan oluşabilen ve farklı ölçeklerde planlanmış alanlara dahil edilebilen sistemlerdir (La Rosa ve Pappalardo, 2021). Oluşturdukları mavi-yeşil altyapı ile taşkın riski azaltma, hava kalitesi iyileştirme dahil olmak üzere çeşitli düzenleyici ekosistem hizmetleri sunar (Enzi vd., 2017). Doğru bir planlama ve ortam koşullarına uygun tür seçimi ile kentsel dayanıklılık sağlanmış, kentsel ısı adası etkisi düzenlenmiş (World Bank, 2021), yüzeysel akış kontrol altına alınmış, biyolojik çeşitlilik desteklenmiş ve uzun vadede iklim değişikliğine karşı önemli önlemler alınmış olur (Mell, 2009'dan aktaran La Rosa ve Pappalardo, 2021). Kentin imajını değiştirmenin yanında farklı iklim değişikliği senaryolarında oluşabilecek olumsuz etkileri azaltacak niteliğe sahiptir. Bu niteliğin oluşması için, yeşil alanların korunan

a.

b.

c.

d.

e.

f.

**Şekil 1.** Dünyanın farklı yerlerinde iklim değişikliği ve küresel ısınma ile mücadelede kullanılan bazı sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi örnekleri: a) Bridget Joyce Meydanı'ndan yağmur bahçesi örneği/susdrain (URL-1). b) San Diego Nehri'nden sulak alan örneği (URL-2). c) Sonoma Akademi, Kaliforniya'dan yeşil çatı örneği, (Dvorak, 2021). d) Portland, Oregon'dan biyohendek örneği (URL-3). e) İğneada Longoz Ormanları'ndan subasar ormanlara örnek (DKMPGM), f) Hunter's Point, South Parkı'ndan kıyı tampon bölgesi örneği (URL-4).

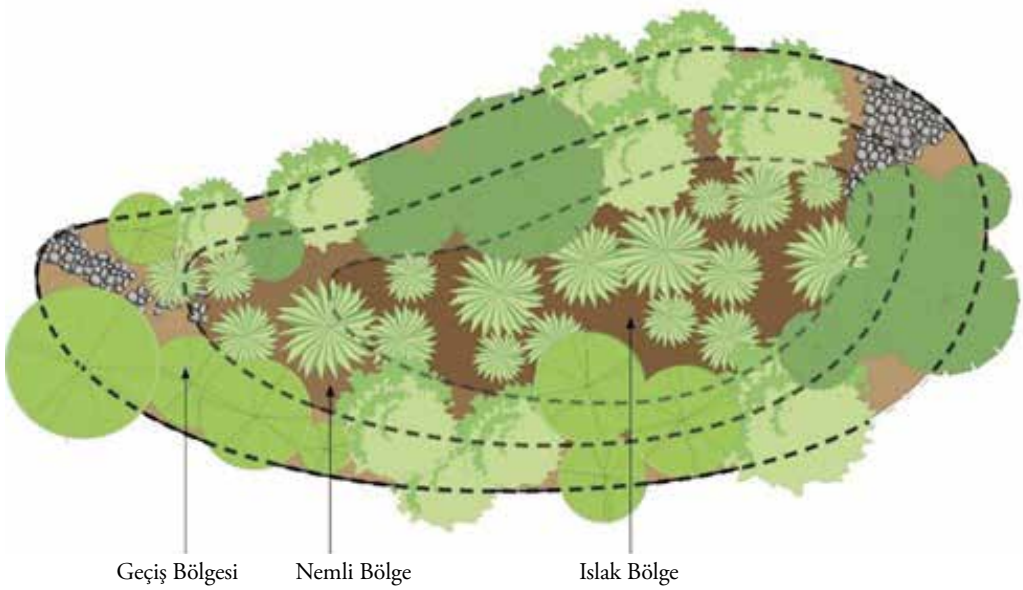
alanlar olarak kentsel alanlardan bağımsız olarak düşünülmesinden ziyade şehir ile bütünleştirilmiş yeşil alanlar olarak planlanması gereklidir (Pauleit, 2019). Birbirinden ayrı düşünülemeyen yeşil ve mavi-yeşil altyapı kapsamında sorunlar mühendislik planlamaları ile çözümüne ait örnekler çeşitli olmakla birlikte, Wendling ve Holt (2020) tarafından şu şekilde sınıflandırılmıştır: biyofiltrasyon, tutma ve koruma havuzları (kalıcı havuz), alıkoyma (geçici havuz), sızma, buharlaşma/buharlaşma-terleme; biyolojik, kimyasal veya fiziksel kirleticilerin uzaklaştırılarak suyun daha sonra kullanılmak üzere depolanması.

İklim değişikliğinin beraberinde getirdiği doğal afetler konusunda sulak alanların ve sürdürülebilir drenaj kentsel sistemlerinin kullanımı önem taşımaktadır. Şehirlerde suyu toplaması ve/veya iletmesi için oluşturulmuş yağmur bahçeleri ile biyohendekler, yüzey akışa geçen suyu toplayarak tampon bölge görevi görür ve olası bir taşkın anında yaşanacak senaryoları hafifletir (World Bank, 2021).

Suya duyarlı tasarımda temel amaç, akışa geçen su miktarını azaltıp suyu tutarak toprağa sızma süresini artıran bitkili alanları oluşturmaktır (Everett vd., 2015). Suyu hapsedebilmesi için oluşturulan çukur alanda ve çevresinde, bitkiler su tutma kapasitelerine göre göre zonlara yerleştirilir. Islak ve kuru koşullara toleranslı bitkileri seçmek, suya duyarlı tasarım ve planlama için önemlidir. Bunun yanında yerli türlerin kullanılması da gübre ihtiyacını ortadan kaldırarak kullanılan su ve enerji ihtiyacını en aza indirmekte (Dunnett ve Clayden, 2007), yaban hayatı için besin oluşturmanın yanında tozlaştırıcıları da kendine çekmektedir (Yağmur Bahçesi Tasarım ve Yapım Rehberi).

Biyohendek alanlarında ise temel amaç yağmur bahçeleri ile aynı olmakla birlikte, ek olarak yüzey akışa geçen suyu toplayarak ileten hendeklerdir. Yol veya kaldırım kenarları, otopark alanları gibi daha kısıtlı alanlarda uzun şeritler hâlinde planlanmışlardır (Şekil 1) (Dunnett ve Clayden, 2007).

Yağmur bahçesi veya biyohendek gibi alanlarda toprağın nemlilik düzeyleri farklı olduğundan suyun tutulması ve birikebilmesi için oluşturulan eğimli arazi yapısında kullanılacak bitkilerin konumlandırılması önemlidir (Müftüoğlu ve Perçin, 2015). Şekil 2'de gösterildiği gibi ıslak bölge, nemli (orta) bölge ve geçiş bölgesinden oluşan, suya duyarlı bir bitkilendirme oluşturmak için kullanılacak bitkilerin su istekleri belirlenerek, bir planlama yapmak gereklidir. Bu bağlamda bahsedilen tasarımlarda yağmur bahçelerinde kullanılabilecek bazı türler Tablo 1'de gösterilmiştir (Acar, 2021).




**Şekil 2.** Islak kalma sürelerine göre yağmur bahçesi bölgeleri (Cullison, 2013).

**Tablo 1.** Suya duyarlılıklarına göre bitki türleri

| Islak Zonda Kullanılabilecek Bazı Bitki Türleri | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Referans** |
| Otsu | *Aster novae-angliae* | Otsu | *Verbana hastata* | Acar, 2021 |
| Otsu | *Eupatorium perfoliatum* | Çalı | *Aronia melanocarpa* | |
| Otsu | *Equisetum hyemale* | Çalı | *Cornus amomum* | |
| Otsu | *Equisetum fluviatile* | Çalı | *Ilex verticillata* | |
| Otsu | *Carex stricta* | Çalı | *Lindera benzoin* | |
| Otsu | *Helianthus angustifolius* | Çalı | *Viburnum nudum* | |
| Otsu | *Lobelia cardinalis* | Çalı | *Viburnum cassionides* | |
| Otsu | *Lobelis siphlitica* | Çalı | *Sambucus canadensis* | |
| Otsu | *Osmunda regalis* | Ağaç | *Acer rubrum* | Acar, 2021 |
| Otsu | *Senecio aureus* | Ağaç | *Tsuga canadensis* | |
| Otsu | *Aster puniceus* | Çim | *Glyceria maxima* | Dunnett ve Clayden, 2007 |
| Otsu | *Caltha palustris* | Çim | *Glyceria occidentalis* | |
| Otsu | *Helenium autumnale* | Çim | *Juncus effusus* | |
| Otsu | *Helianthus giganteus* | Çim | *Juncus inflexus* | |
| Otsu | *Iris pseudacorus* | Çalı | *Clethra alnifolia* | |
| Otsu | *Iris shrevei* | Çalı | *Cornus sanguinea* | |
| Otsu | *Iris versicolor* | Çalı | *Frangula alnus* | |
| Otsu | *Lobelia cardinalis* | Çalı | *Ledum palustre* | |
| Otsu | *Lobelia siphilitica* | Çalı | *Salix caprea* | |
| Otsu | *Lythrum salicaria* | Çalı | *Salix cinerea* | |
| Otsu | *Mentha aquatica* | Çalı | *Vaccinium uliginosum* | |
| Otsu | *Mimulus ringens* | Ağaç | *Alnus glutinosa* | |
| Otsu | *Myosotis palustris* | Ağaç | *Alnus incana* | |
| Otsu | *Osmunda cinnamomea* | Ağaç | *Alnus rubra* | |
| Otsu | *Osmunda regalis* | Ağaç | *Alnus serrulata* | |
| Otsu | *Soligado patula* | Ağaç | *Betula pubescens* | |
| Otsu | *Solidago riddellii* | Ağaç | *Nyssa sylvatica* | |
| Otsu | *Verbana hastata* | Ağaç | *Salix fragilis* | |
| Otsu | *Vernonoa fasciculata* | Ağaç | *Taxodium distichums* | |
| **Nemli ve Geçiş Bölgelerinde Kullanılabilecek Bazı Bitki Türleri** | | | | |
| **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Referans** |
| Otsu | *Baptisia australis* | Çalı | *Clethra alnifolia* | Acar, 2021 |
| Otsu | *Boltonia asteroides* | Çalı | *Calicarpa americana* | |
| Otsu | *Coreopsis verticillata* | Çalı | *Ilex glabra* | |
| Otsu | *Eupatorium colestinum* | Çalı | *Physocarpus opulifolius* | |
| Otsu | *Hystrix patula* | Çalı | *Spirea latifolia* | |
| Otsu | *Physotegia virginiana* | Ağaç | *Amelanchier arborea* | |
| Otsu | *Veronicastrum sp.* | Ağaç | *Asmina triloba,* | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Otsu | *Aster lanceolatus* | Çalı | *Aucuba japonica* | Dunnett ve Clayden, 2007 |
| Otsu | *Aster novii-belgii* | Çalı | *Corylus avellana* | |
| Otsu | *Aster umbellatus* | Çalı | *Fatsia japonica* | |
| Otsu | *Dryopteris cristata* | Çalı | *Hydrangea quercifolia* | |
| Otsu | *Echinacea purpurea* | Çalı | *Ilex verticillata* | |
| Otsu | *Eupatorium perfoliatum* | Çalı | *Rubus odoratus* | |
| Otsu | *Ligularia dentaa* | Ağaç | *Acer rubrum* | |
| Otsu | *Penstemon digitalis* | Ağaç | *Alnus cordata* | Dunnett ve Clayden, 2007 |
| Otsu | *Primula vulgaris* | Ağaç | *Betula lenta* | |
| Otsu | *Rudbeckia fulgida* | Ağaç | *Carpinus caroliniana* | |
| Çim | *Arundo donax* | Ağaç | *Salix alba* | |
| Çim | *Miscanthus sinensis* | Ağaç | *Taxodium distichums* | |
| **Kuru/Geçiş Zonunda Kullanılabilecek Bazı Bitki Türleri** | | | | |
| **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Bitki Tipi** | **Bitki Türü** | **Referans** |
| Otsu | *Agastache foeniculum,* | Çalı | *Cornus racemosa,* | Acar, 2021 |
| Otsu | *Amsonia tabernaemontana,* | Çalı | *Hamamelis virginiana,* | |
| Otsu | *Asclepias tuberosa,* | Çalı | *Hypericum densiflorum,* | |
| Otsu | *Boltonia asteroides,* | Çalı | *Itea virginica,* | |
| Otsu | *Liatris spicata,* | Çalı | *Potentilla fruticosa,* | |
| Çalı | *Aronia melonocarpa,* | Çalı | *Rhus aromatica,* | |
| Çalı | *Clethra alnifolia,* | Çalı | *Viburnum trilobum* | |
| Çalı | *Ceanothus americanus,* | Çalı | *Xanthorhizza simplicissima* | |
| Otsu | *Aster azureus* | Çalı | *Corylus americana* | Dunnett ve Clayden, 2007 |
| Otsu | *Echinacea pallida* | Çalı | *Hamamelis virginiana* | |
| Otsu | *Geum triflorum* | Çalı | İlex decidua | |
| Otsu | *Helianthus mollis* | Çalı | *Skimmia japonica* | |
| Otsu | *Rudbeckia triloba* | Ağaç | *Aesculus octandra* | |
| Çim | *Panicum virgatum* | Ağaç | *Betula nigra* | |
| Çalı | *Cornus alternifolia* | Ağaç | *Taxodium distichums* | |

## Suya Duyarlı Tasarım ve Ekosistem Hizmetleri

İklim değişikliğini önleme ve afet riskini azaltmakta, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem hizmetlerinin geliştirilmesi temel düzenleyici hizmetler olarak kabul edilmektedir. Mavi-yeşil altyapı kullanılarak oluşturulan sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri yaklaşımları, kentsel alan planlamalarına çoktan entegre edilmiştir (Pauleit vd., 2017). Bu yaklaşımlar değerlendirildiğinde birçok ekosisteme hizmet ettikleri görülmektedir.

## Tedarik Hizmetleri

Tatlı su-ekosistem hizmetlerine doğrudan etkisi olan arazi örtüsü, suyun akışının düzenlenmesi ve zararlı maddelerin ayrıştırılmasından sorumludur. Yağmur suyunu toplayarak en yakın su kanalına yönlendiren geleneksel drenaj sistemleri yerine biyohendek, yağmur bahçesi, sulak alanlar, yeşil çatı, geçirgen yüzeyler gibi mavi-yeşil altyapı sistemleri veya doğal subasar ormanlar gibi doğal oluşumlar kullanılan kentsel alanlarda iklim değişikliğine karşı önemli önlemler alınmış olur (Prudencio ve Null, 2018; La Rosa ve Pappalardo, 2021). Bitki örtüleri veya orman habitatları yağmur suları ve karı toplayarak uzun vadede yer altı suyuna geri kazandırır. (Seitz ve Escobedo, 2008; Prudencio ve Null, 2018; Acar, 2021).

## Düzenleyici Hizmetler

Yapılan araştırmalar, yağmur suyu yönetiminin diğer ekosistem hizmetlerine kıyasla düzenleyici ekosistem hizmetlerine katkısının daha fazla olduğunu göstermektedir (Seitz ve Escobedo, 2008). Geleneksel drenaj sistemi olarak bilinen gri altyapı kullanılarak planlanmış geçirimsiz yüzeylerden oluşan bir kent yağış aldığı zaman burada yüzey akışa geçen su artmaktadır (EPA, 2013). Diğer taraftan daha fazla ağaç, sulak alanlar, tampon bölgeler ve biyohendekler ile desteklenmiş kentte, bu bölgelerin yağmur suyunu tutarak yüzey akışa geçen yağmur suyu miktarını azalttığı görülmektedir (Şekil 3) (Everett vd., 2015). Bitkilerin yüzey akış kontrolünü sağlaması üç temel eylemle açıklanmaktadır (Armson vd., 2013). İntersepsiyon: Ağacın gövde, yaprak ve dallarda suyu tutarak toprağa iletilmesini geciktirir (Cappiella, 2005; Armson vd., 2013). Terleme: Ağaçlar, biriken suları topraktan kökleri aracılığı ile emerek yüzeyde biriken su miktarının azaltılmasına katkı sağlar. İnfiltrasyon: Toprakta ağaç köklerinden dolayı oluşan boşluklar toprak drenajına katkıda bulunur (Cappiella, 2005; Armson vd., 2011).

Ağaçların atık su arıtma ve yağış kontrolü sağlaması konusunda yaprak genişlikleri, kalınlıkları ile miktarı verimliliğini etkilemektedir. Örneğin, yaprak döken bir ağaç yılda ortalama 2.220 litre suyu tutabilirken bu miktar yaprak dökmeyen ağaçlarda yılda 14.800 litreden fazladır (Seitz ve Escobedo, 2008). Bitkilerin insan, hayvan yaşamlarına ve diğer ekosistemlere bir başka katkısı da iklim normallerinin üzerinde görülen sıcaklık ve yağış oranlarını düzenlemektir. Bitkiler bu anlamda insanların çeşitli sosyal aktivitelerini ve yaşam kalitelerini artırmalarının yanında kentsel alanları mikro iklim bakımından destekler (Acar, 2021). Kentleşmenin getirdiği

**Şekil 3.** Suya duyarlı planlama ile kentte yağmur suyu yönetim diyagramı (URL-5).

bir başka sorun da asfalt, beton gibi geçirimsiz yüzeylerin artmasıdır. Güneş ışınlarının bu yüzeylere çarpıp geri döndükleri süreçte oluşturdukları kentsel ısı adası etkisini azaltmada da yine ağaçların kullanımı önemli bir mikro iklim desteği sağlar.

## Destekleyici Hizmetler

Bu başlık altında toplanan ekosistem hizmetleri, çoğunlukla habitat oluşturma ve biyolojik çeşitliliği destekleme üzerinedir (Prudencio ve Null, 2018). Yağmur bahçelerinde sıklıkla kullanılan uzun ömürlü bitkiler ile otsu türler, doğal bir ekosistem oluşturarak kuş ve kelebeklerden gözle göremediğimiz birçok canlıya varıncaya kadar ev sahipliği yapmaktadır (Dunnett ve Clayden, 2007).

## Kültürel Hizmetler

Kentin ekolojik yapısı, insan hayatına sosyal açıdan da direkt etki etmektedir (Pickett ve Zhou, 2015; Alberti, 2024). Özelikle kentsel alanlara yerleştirilmiş mavi-yeşil ekosistemler, insan hayatına sosyokültürel anlamda değer katmaktadır. Estetik değerlerin yanında insanlara maddi olmayan faydalar sağlar (Peyzaj Enstitüsü, 2009). Örneğin, SuDS aracılığı ile arıtılmış kent veya bölge, sakinlerinin yaşam kalitesini artırarak (psikolojik ve sosyal hizmet) vb. (Peyzaj Enstitüsü, 2009; Everett vd., 2015; Kati ve Jari, 2016; World Bank, 2021). Bu hizmetlerden bazıları Kati ve Jari (2006) tarafından şu şekilde aktarılmıştır: doğayı izlemek, sesini dinlemek, doğadan öğrenmek ve doğayı yaşamak, serbest zaman geçirmek, açık hava etkinlikleri gerçekleştirmek, sosyal ilişkileri güçlendirmek. Bu süreçte insanların hem fiziksel hem zihinsel olarak dinlenmesine katkıda bulunan ağaç ekosistemleri, bu hizmeti havadaki partikülleri toplayıp insanların daha az soluyacağı ve daha az sağlık sorunu yaşayacakları bir ortam sağlayarak gerçekleştirir (Lelieveld, 2015).

**Tablo 2.** Kentsel yağmur suyu yönetimi ve birincil eylem modları için tasarlanmış çözümler (Nguyen vd., 2019; Wendling ve Holt, 2020'den uyarlanmıştır).

| Tasarlanmış Çözüm | Açıklama ve İşlev |
|---|---|
| Sızma hendeği | Kayalar arasındaki boşluklarda akış için rezervuar oluşturmak amacıyla kazılarak kaya ile doldurulmuş sığ alan. |
| Geçirgen/geçirimli kaldırım | Geçirgen beton, asfalt veya modüler bloklar yağmur suyunun toprağa sızmasını sağlar. Yüzeysel akışı azaltarak su depolama kapasitesini ve sızmayı artırır, partikülleri filtreleyerek taşkınları azaltır. Sıklıkla tasarlanmış toprak infiltrasyon yatağı veya drenaj sistemi ile birleştirilir. |
| Yeşil çatı/yeşil cephe | Katmanlı membran sistemi, büyüme substratı ve bitki vejetasyonundan oluşan çatı veya duvar. Yapı, büyüme ortamı ve bitki türleri farklılık gösterdiğinden dolayı akışın azaltılması değişkendir. |
| Yer altı tankı veya sarnıç | Geçirimsiz yüzeylerden yağmur suyu akışını yakalanarak yer altında depolaması için tasarlanmış sistemlerdir. Eş zamanlı bir filtreleme sistemi yokluğunda minimum su kalitesi sağlar. |
| Yağmur varili veya yağmur tankı | Sulama deposuna bağlantısı bulunan bina çatısından gelen yağmur suyunu yakalayarak depo eder. Su depolama kalitesini artırır ve su basmasını azaltır. Yağmur sırasında suyun yavaşça serbest kalması sağlanarak akış azaltılır, sızma artırılır. |
| Yağ ayırıcı | Kara yolu ve otoparktaki yağmur suyu kanalizasyonlara gitmeden önce tortular, yağ ve gresi temizler. |
| Sünger şehirler | Şehir yüzeyini, yağmur suyunu absorbe etmesi için iyileştirir, suyun kendi kendini arıtmasını sağlayarak çevre dostu kıyı yönetimi sunar, mavi-yeşil altyapı kullanarak su ve toprak kirliliği ile mücadele eder (Nguyen vd., 2019). |
| Tutma havuzu/ıslak gözaltı havuzu | Yağmur suyu havuzdaki suyun yerini alır; su tutma kapasitesini artırır, yağmur suyu akışını yavaşlatır ve partikül çökelmesini kolaylaştırır. Depolama kapasitesi yerel hidrolojiye göre ölçeklendirilir. |
| Kuru gözaltı havuzu | Genellikle yağmur suyu akışını yakalamak ve yavaşlatmak için bir su yolu ile ilişkilidir. |

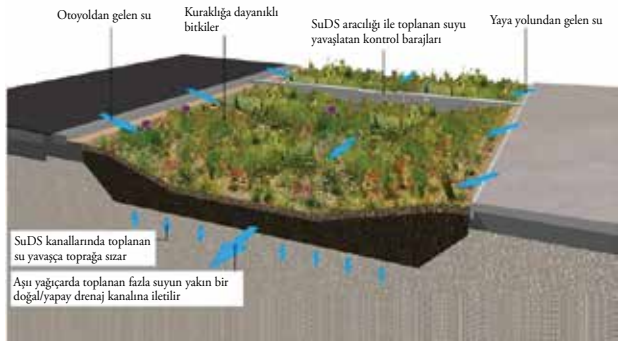
| | |
|---|---|
| Sızma havuzu | Havuzu çevreleyen toprağa sızana kadar akışı yakalamak ve depolamak için sığ, düz toprak çöküntüsü, su depolama kapasitesini artırır, akışı yavaşlatır, partiküller filtreler, sızmayı artırır. |
| Biyolojik tutma havuzu/biyolojik tutma hücresi | Bitkisel filtre ya da tampon şeritli sığ çöküntü. Sığ göllenme alanının altında malç, işlenmiş topraklar ve/veya kum ve yeraltı drenaj sistemi bulunur. Yağmur suyundaki kirleticileri azaltmak için doğal ve kimyasal süreçleri kullanarak akışı yavaşlatır, kirleticileri fitreler, sızmayı artırır ve tahliye kanalına giden fazla suyu uzaklaştırır. |
| Kum filtresi | Yeraltı drenaj sistemi üzerinde uzanan bir kum yatağını çevreleyen bitkisel yamaçlarla inşa edilmiş havza. |
| Yüzeysel yağmur suyu sulak alanı/bataklık | Kirleticilerin akan sudan uzaklaştırılmasının fiziksel, kimyasal ve biyolojik mekanizmalarını içeren sığ, bitkisel ıslak tutma göletleri. Su tutma kapasitesini artırır ve yağmur suyu akışını yavaşlatır. |
| Yer altı sulak alanı/filtreleme sistemi | Su seviyesinin zemin yüzeyinin altında tutulduğu, ortaya çıkan suyun bitki örtüsü ile kaplandığı ve drenaj sistemi sağlayan çakıl yatağında inşa edilmiş sulak alanlardır. Dikey veya yatay yer altı akışı için özel olarak tasarlanmıştır. Su depolama kapasitesini artırır/pik akışı azaltır; akışı yavaşlatarak partikülleri filtreler. |
| Kıyı tampon bölgesi | Su yoluna bitişik doğrusal bitki örtüsü alanı, akışı yavaşlatır. Taşkınları azaltır, akarsu bankalarını stabilize eder, erozyonu azaltır ve partikülleri filtreler. |
| Yağmur bahçesi | Toprak doygunluğuna dayanabilen bitkilerin bulunduğu peyzaj alanı. Yağmur suyu akışını toplayarak yavaşlatır, suyun sızmasını artırır. |
| Bitkisel filtre şeridi (biyohendek) | Geçirimsiz yüzeylere bitişik, hafif eğimli doğrusal bitki şeritleri. Yağmur suyu akış hızını azaltır, partikülleri filtreler ve sızmayı artırır. |
| Kontrol bentleri olan/olmayan bitkilendirilmiş kuru/ıslak hendek | Taşkına ve erozyona toleranslı otsu bitkilerden oluşturulmuş açık kanallar. Yağmur suyunu kontrollü bir oranda iletir, partikülleri filtreler ve sızmayı artırır. |

## Suya Duyarlı Tasarım Örnekleri

### Grey to Green Projesi, Sheffield/İngiltere

İngiltere'nin, sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri ile desteklenen en kapsamlı projesi olan ve Don Nehri'nin kıyısında bulunan alan, 2007 yılında sele maruz kalmıştır. Tekrar edebilecek olası bir sel anında ve sonrasında oluşabilecek tehditleri kontrol altına alabilmek ve etkilerini azaltabilmek amacıyla şehir içinde belirli bir yol boyunca biyohendekler, yağmur bahçeleri ve gerekli yerlerde kontrol barajları uygulanmıştır (şekil 4). Araç yolundaki yüzey akışı azaltmak ve hendeklere iletilmesini sağlamak için bordürlerde su girişleri verilmiştir (şekil 5). Bitkisel hendeklerle desteklenen bu suya duyarlı tasarım stratejisi, aşırı yağış ve sel anlarında fazla suyu tutarak emilimini yavaşlatmakta, suyu temizlemekte, bir kısmının yer altı suyuna iletilmesine yardımcı olurken bir kısmını tekrar atmosfere iletmektedir (URL-6; URL-7).

Su isteklerine göre bitkiler; ıslak, nemli, geçiş ve kuru olmak üzere dört farklı bölgede ele alınır. Islak bölge, göllenme oluşan, uzun süre suyu tutarak bataklık gibi davranan alandır. Suya toleransı yüksek bitkiler kullanılır (şekil 6). Nemli bölge, uzun süre nemli kalan alandır ve uzun süreli taşkınlara karşı toleranslıdır. Geçiş bölgesi; yarı ıslak, yarı kuru alanlar olup kısa süreli taşkınlara karşı toleranslıdır. Kuru bölge büyük oranda kurudur. Kuraklığı uzun süre tolere edebilecek bitkiler kullanılır (Dunnett ve Clayden, 2007). Bu çalışmada da genellikle nemli ve iyi drene edilmiş topraklarda verimli olan bitki türleri kullanılmıştır. Kullanılan bazı bitki türleri verilmiştir (Tablo 3).




**Şekil 4.** Grey to Green Projesi kapsamında oluşturulmuş bir biyohendek tasarımı ve bölgeleri (URL-7).

**Şekil 5.** Grey to Green Projesi kapsamında oluşturulan alandan bitkilendirme öncesi biyohendek ve sokak görüntüsü (URL-7).

**Şekil 6.** a) *Kniphofia triangularis*, *Echinacea pallida*, *Calamintha "Blue Cloud"*, *Gaura lindheimeri* b) *Iris sibirica* "Tropic Night" *ve Armeria maritima* (URL-7).

**Tablo 3.** Grey to Green uygulamasında kullanılan bazı bitki türleri

| Toprak Nem Oranı | Kullanılan Bitki Türü |
|---|---|
| Nemli | *Iris sibirica "Tropic Night"* |
| Nemli | *Luzula nivea* |
| Nemli | *Amsonia tabernaemontana var. salicifolia* |
| Nemli | *Polemonium caeruleum* |
| Nemli | *Allium "Mount Everest"* |
| Nemli | *Gladiolus byzantinus* |
| Nemli | *Euphorbia polychroma* |
| Nemli | *Rudbeckia fulgida* var. *deamii* |
| Nemli | *Gaura lindheimeri* |
| Nemli | *Veronicastrum virginicum "Album"* |
| Nemli | *Deschampsia cespitosa* |
| Nemli | *Echinops bannaticus* "Veitch's Blue" |
| Nemli | *Achillea filipendulina* "Coronation Gold" |
| Nemli | *Calamintha nepeta* "Blue Cloud" |
| Nemli | *Echinops bannaticus* "Veitch's Blue" |

## Hunter's Point South Nehir Kenarı Parkı 2. Etap, Long Island City, New York/ABD

150 yıldan daha uzun zamandır kullanılmayan bir endüstri alanı tarafından çevrili, bataklık olarak bekletilen alan, 1. Etapta rekreasyonel etkinlikler için oluşturulmuş birimler barındırırken (URL-4; URL-8) 2. etap ile kentin bu bölgesi için su yönetimi sağlanması amaçlanmıştır. Alanda doğal olarak bulunan bataklık ve sulak alan korunarak olası bir gelgit, ani yağış, taşkın veya sel anında suyun yıkıcı etkilerini azaltması için çeşitli mühendislik iyileştirmelerinin yanı sıra, bitkisel tasarım ile de desteklenmiştir. Doğal bataklık bitkileri, tuza dayanıklı çeşitli otsu türler ve ağaçlar kullanılarak bu bölge için ekolojik sürdürülebilirlik ve suya duyarlı tasarım planlanmıştır. Doğal ve az bakım isteyen türlerin seçilmiş olması, bitki bakım maliyet ve iş gücünü azaltmasının yanında, dikildikleri alanda kalıcı olabilmeleri ve yetişme koşulları ile uyum içinde olmaları açısından da

**Şekil 7.** Hunter's Point nehir kenarı projesinde ani su taşkınlarına karşı tampon bölge olarak oluşturulmuş bataklık alan a) Albert Vecerka/ESTO) (b) David Lloyd/SWA).

önemlidir. (URL-9). Suya duyarlı tasarımın temelinde olan yapay bir sulama sisteminin kullanılmaması bu proje için de geçerlidir. Kullanılan bitkiler çeşitli toprak koşullarına adapte olarak hayatta kalabilen türler olmaları da, bitkilerin alanda sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır (Şekil 7).

**Tablo 4.** Hunter's Point nehir kenarı planlamasında kullanılan suya duyarlı bazı bitki türleri

| Bitki Tipi | Bitki Taksonu | Bitki Tipi | Bitki Taksonu |
|---|---|---|---|
| Dekoratif başaksı | *Calamagrostis acutiflora* | Çalı | *Cornus sericea"Kelseyi"* |
| Dekoratif başaksı | *Carex appalachica* | Çalı | *Forsythia* "Arnold Dwarf" |
| Dekoratif başaksı | *Carex pennsylvanica* | Çalı | *Fothergilla major* |
| Dekoratif başaksı | *Juncus effusus* | Çalı | *Hydrangea macrophylla* |
| Dekoratif başaksı | *Panicum virgatum* | Çalı | *Lindera benzoin* |
| Dekoratif başaksı | *Pennisetum alopecuroides* "Hameln" | Çalı | *Rhododendron* "Herbert" |
| Dekoratif başaksı | *Schizachyrium scoparium* | Çalı | *Rhododendron vaseyi* |
| Dekoratif başaksı | *Spartina patens* | Çalı | *Rhododendron viscosum* |
| Çok yıllık çiçekli | *Echinacea* sp. | Çalı | *Rhus glabra* |
| Çok yıllık çiçekli | *Eutrochium purpureum* | Çalı | *Rosa carolina* |
| Çok yıllık çiçekli | *Hibiscus moscheutos* | Çalı | *Viburnum dentatum* |
| Çok yıllık çiçekli | *Perovskia atriplicifolia* | Ağaç | *Acer rubrum* |
| Çok yıllık çiçekli | *Solidago sempervirens* | Ağaç | *Amelanchier arborea* |
| Çok yıllık çiçekli | *Symphyotrichum novae-angliae* | Ağaç | *Betula populifolia* |
| Çok yıllık çiçekli | *Symphyotrichum novi-belgii* | Ağaç | *Cercis canadensis* |
| Çok yıllık çiçekli | *Veronicastrum virginicum* | Ağaç | *Juniperus virginiana* |
| Geofit | *Allium giganteum* | Ağaç | *Pinus nigra* |
| Geofit | *Iris sibirica* | Ağaç | *Nyssa sylvatica* |
| Geofit | *Iris versicolor* | Ağaç | *Pinus strobus* |

**Şekil 8.** Yanweizhou Parkı'ndan a) yağış öncesi görünüm b) yağış sonrası görünüm (URL-10).

## Yanweizhou Parkı, Jinhua/Çin Halk Cumhuriyeti

Yeşil alanların azalarak geçirimsiz yüzeylerin artmasıyla sel olaylarının sıklıkla yaşandığı, can ve mal kaybının yanında halkın geçim kaynaklarının doğrudan etkilendiği Çin'de, devlet bu durumu kontrol altına almak ve sel baskınlarını hafifletmek amacıyla "Sünger Şehir" programını uygulamaya başlamıştır. Suyun ekolojik olarak yönetilmesi, sürdürülebilirliğinin sağlanması, infiltrasyonu, yakalanması ve gerektiğinde temizlenerek yeniden kullanımına izin verilmesi temeli üzerine planlanmıştır (Dai vd., 2018).

Jinhua şehrinde de nehrin kıyısındaki doğal alanlara yapılan minimum müdahale ile doğal bitki örtüsü korunarak mevcut sulak alanda düzenlemeler ve iyileştirmeler yapılmıştır. Doğal yaşamı destekleyen bu tasarım sonrasında biyolojik çeşitlilik de zaman içinde gelişim göstermiştir.

Kuru hâlinde yürüyüş yolları, etkinlik alanları, bitki terasları barındıran bu park, sel anında suyu emerek hapsedebilecek şekilde bitkilendirilmiştir ve bu durumlarda güvenlik açısından halkın kullanımına kapatılmaktadır. Alandaki bitkiler, yerli sulak alan bitkilendirmesi sayesinde herhangi bir gübreleme ihtiyacı olmadan bitkiler gelişim gösterebilmektedir. Yine nehir kenarına yapılan setler, yağmur suyunu tutarak filtrelemektedir. Yürüyüş yolları ve otopark alanlarında geçirimli malzeme ve çakılların kullanıldığı bu parkta, biyolojik su tutma hendekleri de suya duyarlı bu tasarımı desteklemektedir (Şekil 8) (Turenscape, 2014).

## Değerlendirme ve Sonuç

Doğal kaynakların hızlıca tüketimi artan kentleşme ve nüfus yoğunluğunun da etkisi ile küresel ısınma için kaçınılmaz bir sonuç olmaya başlamıştır. Bu sonucun getirdiği değişimler, insan hayatını olumsuz etkilemenin yanı sıra, zaman içerisinde ekosistemler üzerinde de bitkisel biyoçeşitliliğin azalmasına da sebep olmaktadır. Hem kent ve insan hayatının sürdürülebilirliğin hem de kentsel ve kırsal alanlarda

yağmur suyu kontrolü, taşkın veya sel kontrolü sağlanabilmesi için, bu bitki örtüsünün koruması ve artırılması önemlidir. Bu anlamda suya duyarlı planlama ve tasarım kapsamında uygulanan birçok farklı stratejiler mevcuttur. Bu tasarımlar planlanırken bitkilerin gelişim özellikleri ve adaptasyon koşulları da dikkate alınarak su istekleri belirlenmelidir. Yoğun yağış öncesi, yağış anı ve sonrasındaki süreçte bitkilerin suyu absorbe ettikleri miktar, bitkilerin suyu tutmaları ve temizlemeleri gibi ekosistem hizmetlerinin yanında hayatta kalabilmeleri için de önemlidir. Bir diğer suya duyarlı bitkilendirme olan ve doğada kendiliğinden bulunan su basar peyzajlar da bataklık ve sulak alanları kaybolmuş kent ve kırsal alanlar için büyük önem taşımaktadır.

Subasar peyzajlar, doğada sucul ve kara ekosistemleri arasında tampon görevi gören doğal oluşumlardır ve çoğu ıslak, nemli, serin ve kuru olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır (Hager ve Schume, 2001). Avrupa Çevre Ajansı (2006) tarafından bir tür taşkın yatağı olarak tanımlanmıştır. Taşkın anında su ile kaplanan bu peyzaj alanlarında, taşınan sedimentler depolanır, suların çekildiği süre boyunca sığ sular veya en azından nemli topraklara sahip olurlar (Paal vd., 2007). Biriken taşkın suları, drenaj kanallarına ya da infiltrasyon yolu ile yer altına iletilir. Bir kısmı ise buharlaşarak tekrar atmosfere karışır. Bazı subasar peyzajlarının, önceki yıllarda çeşitli ticari faaliyetlerden olumsuz etkilenmesinden dolayı kalan günümüze kadar korunabilmiş alanlar değer kazanmaktadır. (Paal vd., 2007). Flora ve fauna çeşitliliği açısından zengin olan bu alanlar (Hager ve Schume, 2001; Stoltefaut vd. 2024), farklı ortam koşullarında yaşama şansı bulamamış bitkiler ile hayvanlara ev sahipliği yaparak yaşamlarını destekler (Petsch vd., 2003). Su isteklerine bağlı olarak kullanılmaları uygun olabilecek bazı odunsu türler de şu şekildedir: *Acer campestre, Acer platanoides, Acer pseudoplatanus, Alnus glutinosa, Alnus incana, Betula* sp., *Cornus mas, Carpinus betulus, Carpinus orientalis, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Fagus orientalis, Fraxinus angustifolia, Fraxinus excelsior, Malus sylvestris, Pinus nigra, Populus tremula, Pyrus elaeagnifolia, Sorbus torminalis, Quercus frainetto* Ten. *Quercus robur, Quercus* sp., *Tilia cordata, Tilia tomentosa, Ulmus minor, Ulmus laevis*

*Carpinus betulus*

# Kaynaklar


Acar C., (2021). Açık ve Yeşil Alanlarda Bitki-Mekan-Ekosistem Bağlamında Yaratıcı Yaklaşımlar ile Bitkilendirme Tasarımı, Basımda

Acar, C. & Acar, H. (2020). Kentsel Mekânlarda Biyofilik Peyzaj Yaklaşımları Ve Yeşil Altyapı: Singapur Örneği Peyzaj, 2 (1) , 33-45.

Alberti, M. (2024). Cities of the Anthropocene: urban sustainability in an eco-evolutionary perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *379*(1893), 20220264.

Altaş, E. (2023). İklim değişikliğine karşı kentsel dirençlilik önerileri geliştirilmesi, Mudanya örneği (Yüksek lisans tezi)

Armson, D., Stringer, P., & Ennos, A. R. (2013). The Effect Of Street Trees And Amenity Grass On Urban Surface Water Runoff İn Manchester, Uk. Urban Forestry & Urban Greening, 12(3), 282-286.

Cappiella, K. (2005). Urban Watershed Forestry Manual: Part 1/Methods For Increasing Forest Cover in a Watershed (Vol. 4, No. 5). United States Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Area, State and Private Forestry.

Cilliers, S. S., Van Zyl, B., Lategan, L. G., & Cilliers, E. J. An Exploratory Case-Study Approach To Understand Multi-Functionality İn Urban Green Infrastructure Planning in a South African Context. Frontiers in Sustainable Cities, 94.

Cullison, T. (2013). Hawai'i Residential Rain Garden Manual. Hui O http://www.huihawaii.org/uploads/1/6/6/3/16632890/raingardenmanual-web-res-smaller.pdf

Dai, L., Van Rijswick, H. F., Driessen, P. P., & Keessen, A. M. (2018). Governance Of The Sponge City Programme In China With Wuhan As A Case Study. International Journal Of Water Resources Development, 34(4), 578-596.

Daily, G. C. (2013). Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems (1997) (Pp. 454-464). Yale University Press.

DKMPGM (Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü), İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı. http://igneada.tabiat.gov.tr/, Erişim Tarihi: 12.12.2021

Dover, J. W. (2015). Green Infrastructure: Incorporating Plants and Enhancing Biodiversity in Buildings and Urban Environments. Routledge.

Dunnett, N., & Clayden, A. (2007). Rain Gardens. Managing Water Sustainably in The Garden And Designed Landscape.

Dvorak, B. Four Approaches to Making Living Roofs With Native Plants: https://livingarchitecturemonitor.com/articles/four-approaches-to-making-living-roofs-with-native-plants-f21 Erişim Tarihi: 11.12.2021

Enzi, V., Cameron, B., Dezsényi, P., Gedge, D., Mann, G., & Pitha, U. (2017). Nature-Based Solutions and Buildings–The Power Of Surfaces to Help Cities Adapt to Climate Change And To Deliver Biodiversity. In Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas (Pp. 159-183). Springer, Cham.

European Environment Agency, (EEA). (2006) https://www.eea.europa.eu/highlights/floodplain-management-reducing-flood-risks Erişim Tarihi: 12.12.2021

Everett, G., Lawson, E., & Lamond, J. (2015). Green Infrastructure And Urban Water Management. In Handbook on Green Infrastructure. Edward Elgar Publishing.

Hager, H., & Schume, H. (2001). The Floodplain Forests Along The Austrian Danube. The Floodplain Forests in Europe. Current Situation And Perspectives. European Forest Institute Research Report, 10, 83-100.

Januchta-Szostak, A. (2012). Urban Water Ecosystem Services. Sustainable Development Applications, 3(5), 91-110.

Kati, V., & Jari, N. (2016). Bottom-Up Thinking—Identifying Socio-Cultural Values of Ecosystem Services in Local Blue–Green Infrastructure Planning in Helsinki, Finland. Land Use Policy, 50, 537-547.

Klimo, E. (2001). The Floodplain Forest Ecosystems in Southern Moravia, Czech Republic. In The Floodplain Forests in Europe (Pp. 25-36).

Kundzewicz, Z. W., Zalewski, M., Kędziora, A., & Pierzgalski, E. (2010). Zagrożenia Związane Z Wodą. Nauka, 2010(4), 87-96.

La Rosa, D., & Pappalardo, V. (2021). Policies And Planning of Urban Green Infrastructure and Sustainable Urban Drainage Systems. In Urban Services to Ecosystems (Pp. 297-316). Springer, Cham.

Lelieveld, J., Evans, J S., Fnais, M., Giannadaki, D., Pozzer, A., 2015. The Contribution Of Outdoor Air Pollution Sources To Premature Mortality On A Global Scale. Doi: 10.1038/Nature15371. 17;525(7569): P. 367-71.

Machar, I. (2001). Floodplain Forest in Hornomoravský Úval, Czech Republic. The Floodplain Forests in Europe. Current Situation And Perspectives, European Forest Institute Research Report, 10, 37-50.

Madlener, R., & Sunak, Y. (2011). Impacts Of Urbanization On Urban Structures And Energy Demand: What Can We Learn For Urban Energy Planning and Urbanization Management?. Sustainable Cities and Society, 1(1), 45-53.

Mattijssen, T.J.M., Olafsson, A.S., Møller, M.S., Gulsrud, N., Caspersen, O.H. (Eds).2017. Urban Green Infrastructure: Connecting People And Nature for Sustainable Cities. A Summary For Policy Makers. Green Surge D8.5. Copenhagen

Mckeand, T., & Vaughn, S. (2013). Stormwater To Street Trees: Engineering Urban Forests for Stormwater Management. Epa 841-B-13-001. Us Environmetnal Protection Agency.

Mell, I. C. (2009, March). Can Green Infrastructure Promote Urban Sustainability? In Proceedings of The Institution of Civil

Engineers-Engineering Sustainability (Vol. 162, No. 1, Pp. 23-34). Thomas Telford Ltd.

Müftüoğlu, V., & Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi Kapsamında Yağmur Bahçesi. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 5(11), 27-37.

Nguyen, T. T., Ngo, H. H., Guo, W., Wang, X. C., Ren, N., Li, G., ... & Liang, H. (2019). Implementation of A Specific Urban Water Management-Sponge City. Science of The Total Environment, 652, 147-162.

Paal, J., Rannik, R., Jeletsky, E. M., & Prieditis, N. (2007). Floodplain Forests İn Estonia: Typological Diversity and Growth Conditions. Folia Geobotanica, 42(4), 383-400.

Pataki, D. E., Carreiro, M. M., Cherrier, J., Grulke, N. E., Jennings, V., Pincetl, S., ... & Zipperer, W. C. (2011). Coupling Biogeochemical Cycles in Urban Environments: Ecosystem Services, Green Solutions, And Misconceptions. Frontiers in Ecology and The Environment, 9(1), 27-36.

Pauleit, S. (2019). Urban Green Infrastructure for Better Living Adapting Cities & Planning Practice. Türkiye Peyzajları 3. Uluslararası Konferansı Yeşil Altyapı Bildiriler Kitabı. Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Bildiriler S. 27-35.

Pauleit, S., Zölch, T., Hansen, R., Randrup, T. B., Konijnendijk Van Den Bosch, C. (2017). Nature-Based Solutions and Climate Change – Four Shades of Green. Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation In Urban Areas, 29–49. Doi:10.1007/978-3-319-56091-5_3

Petsch, D. K., Cionek, V. D. M., Thomaz, S. M., & Dos Santos, N. C. L. (2023). Ecosystem services provided by river-floodplain ecosystems. *Hydrobiologia*, *850*(12), 2563-2584.

Peyzaj Enstitüsü (Landscape Institute) (2009). Green Infrastructure: Connected and Multifunctional Landscapes.

Pickett, S.T.A., Zhou W. (2015) Global urbanization as a shifting context for applying ecological science toward the sustainable city. Ecosyst. Health Sustain. 1, 1–15. (doi:10.1890/EHS14-0014.1)

Pivec, J. (2002). A Short-Term Response Of Floodplain And Spruce Forests To Evaporation Requirements İn Moravia In Different Years. Journal Of Forest Science, 48(7), 320-327.

Prudencio, L., & Null, S. E. (2018). Stormwater Management and Ecosystem Services: a Review. Environmental Research Letters, 13(3), 033002.

Rain Garden Design and Construction Guide-Fairfax County

Russo, A., & Cirella, G. T. (2017). Biophilic Cities: Planning for Sustainable and Smart Urban Environments.

Satterthwaite, D. (2005). The Transition to a Predominantly Urban World And Its Underpinnings. Human Settlements Discussion Paper Series Theme: Urban Change-4. Iied.

Seitz, J., & Escobedo, F. (2008). Urban Forests in Florida: Trees Control Stormwater Runoff and Improve Water Quality. Edıs, 2008(5).

Stoltefaut, T., Haubrock, P. J., Welti, E. A., Baker, N. J., & Haase, P. (2024). A long-term case study indicates improvements in floodplain biodiversity after river restoration. *Ecological Engineering*, *198*, 107143.

Sustainable Drainage Systems - Thames21. https://www.thames21.org.uk/sustainable-drainage-systems/ Erişim Tarihi: 04.11.2021

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı (2019) Meteorolojik Afetler 2018 https://mgm.gov.tr/files/genel/raporlar/2020meteorolojikafetlerdegerlendirmesi.pdf, Erişim Tarihi: 21 Aralık 2021

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020 Yılı Yağış Değerlendirmesi https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yagis-degerlendirme.aspx, Erişim Tarihi: 21.11.2021

Tan, X.; Hirabayashi, S.; Shibata, S. Estimation Of Ecosystem Services Provided by Street Trees in Kyoto, Japan. Forests 2021, 12, 311. https://doi.org/10.3390/f12030311

URL-1 https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/bridget_joyce_square_london.html Erişim Tarihi: 29.09.2024

URL-2 https://www.asla.org/2011awards/309.html, Erişim Tarihi: 29.09.2024

URL-3 https://www.asla.org/bioswales.aspx, Erişim Tarihi: 28.09.2024

URL-4https://www.asla.org/2019awards/639982-hunters_point_south_waterfront_park.html, Erişim Tarihi: 11.12.2023

URL-5 https://www.thames21.org.uk/sustainable-drainage-systems/, Erişim tarihi: 28.09.2024

URL-6 Susdrain, Case Study Grey to Green Phase 1, Sheffield. Erişim: https://www.susdrain.org/case-studies/pdfs/suds_awards/006_18_03_28_susdrain_suds_awards_grey_to_green_phase_1_sheffield.pdf, Erişim Tarihi: 20.09.2024

URL-7 https://www.nigeldunnett.com/grey-to-green-2/, Erişim Tarihi: 20.09.2022

URL-8 https://www.arup.com/projects/hunters-point-south, Erişim Tarihi: 22.09.2024

URL-9 https://www.asla.org/bioswales.aspx, Erişim Tarihi: 23.09.2024

URL-10 Yanweizhou Park in Jinhua City, Turenscape https://www.turenscape.com/en/project/detail/4629.html, Erişim Tarihi: 25.09.2024

Uslu, M. & Keçeli, T. (2019). İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı (Demirköy-Kırklareli) Ciğerotları (*Marchantiophyta*) Florası. Anatolian Bryology, 5(2), 114-129.

Wendling, L. A., & Holt, E. E. (2020). Integrating Engineered and Nature-Based Solutions for Urban Stormwater Management. In Women in Water Quality (Pp. 23-46). Springer, Cham.

Whitford, V., Ennos, A. R., & Handley, J. F. (2001). "City Form and Natural Process" Indicators for The Ecological Performance Of Urban Areas and Their Application to Merseyside, Uk. Landscape and Urban Planning, 57(2), 91-103.

World Bank. (2021). A Catalogue of Nature-Based Solutions for Urban Resilience.

Yang, L., Qian, F., Song, D. X., & Zheng, K. J. (2016). Research on Urban Heat-Island Effect. Procedia Engineering, 169, 11-18.

# İklim Belirsizliğinde Peyzaj Tasarımları

*Birşen Zontur**

İklim belirsizliği zamansal ve mekânsal ölçekte değerlendirildiğinde, dünyamızın bu süreçten fiziksel ve biyolojik olarak olumsuz olarak etkileneceği aşikârdır. Tüm bu sorunların çözümü üzerinde uğraşılırken aynı zamanda insan sağlığı ve yaşam kalitesini yükseltmek, en azından yaşam standartlarını korumaya yönelik birtakım tedbirlerin de acilen alınması gerekmektedir. Fakat tüm bu sorunları çözecek tek bir strateji, tek bir meslek ne yazık ki yoktur. Farklı meslek disiplinlerinin bir arada olduğu, kolektif bir çalışma ve toplumun da bilinçlendirilip sürece dahil edildiği çok yünlü bir uğraş ve emek gerektirmektedir.

Bu yazıda biz peyzaj mimarlarının; hizmet verdiğimiz insanların geleceğini düşünmek, onlarla birlikte tüm ekosistemi korumak ve kendimizden başlayarak pozitif yönde toplumu dönüştürmek için neler yapılabileceği konusunu artık daha ciddi bir şekilde ele alıp düşünmesi gerektiği vurgulanmıştır. Tüm dünyada yapılan çalışmalara baktığımızda, özellikle ülkemizde,"Peyzaj mimarlığı mesleği bu çabanın neresinde? Peyzaj mimarlarının, iklim belirsizliğinde peyzaj tasarımları nasıl olmalıdır ve hangi hususlara dikkat etmesi gerekir?" gibi soruların cevabını almak

* Peyzaj Yüksek Mimarı-Mimari Koruma Restorasyon Uzmanı, Bir Tasarım Peyzaj Mimarlık Firma Kurucusu

adına dünyada bu konuda yapılan çalışmalara kısaca göz atılmış, ülkemizdeki peyzaj mimarlığı çalışmaları ile karşılaştırma yapılarak neler yapılacağı hususu ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

## Giriş

Dünyamızın; bulunduğumuz yüzyılda artan sıcaklıklar, iklim değişikliği, kuraklık, orman yangınları, doğal afetler, biyoçeşitlilik kaybı gibi birçok sorunla yüz yüze olduğu çok acı bir gerçektir. Dünyanın ortalama sıcaklığı 50 yıl öncesi durumuna göre neredeyse iki kat artış göstermiştir. Bu konuda uluslararası düzeyde bilinçlenmeyi ve artık harekete geçmeyi sağlayacak birçok çalışma, konferans ve araştırmalar mevcuttur. Devletler artık politikalarını bu gerçek üzerine oluşturmaya başlamıştır. 2019 yılında gerçekleştirilen Hükûmetlerarası İklim Paneli (Intergovernmental Panel on ClimateChange, IPCC), dünyamızı felakete sürükleyecek ve geri dönüşü mümkün olmayan 1,5 santigrat derecelik sıcaklık artışını önlemek için gerekli olan sera gazı (GHG) konsantrasyonlarında azalmalar için 10 yıl kaldığı konusunda uyarıda bulundu. Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 2007 Değerlendirme Raporu'nu yayımlayarak 1970-2004 tarihleri arasında sera gazı emisyonlarında %70'lik bir artış olduğunu belirtti. Yani bu yüzyılda geçen yüzyıla göre dünyanın büyük bir kısmında sıcaklıkların arttığı konusunda evrensel bir fikir birliği vardır. Hatta Birleşmiş Milletler tarafından yakın zamanda yayımlanan bir raporda, 2015'te Paris İklim Anlaşması'nı imzalayan 193 ülkenin son taahhütlerinin küresel ısınmayı 1,5°C (2,7°F) ile sınırlamanın yeterli olmadığı anlaşıldı. Dünyada artık yüzyılın sonuna kadar 2,1 ila 2,9°C ısınma olacağı öngörülüyor (URL1).

Birleşmiş Milletler tarafından 1988 yılında kurulan ve ilk raporunu 1990'daki panelde yayımlayan Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), insan faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı artışının küresel ısınmanın bir kısmından sorumlu olabileceğini, ancak sıcaklık artışından doğal ve önlenemez sebeplerin sorumlu olduğunu belirtmiştir (IPCC 1990). 1995'te yayınlanan ikinci raporda elde edilen bulgularda, "İnsan faaliyetlerinin küresel iklim değişikliği üzerinde fark edilir etkiler yarattığı görülmüştür." sonucuna varılmıştır (IPCC 1996). 2001 raporunda ise son 50 yılda gözlenen ısınmanın büyük ölçüde insan etkinliklerine bağlanabileceğini gösteren yeni ve daha güçlü kanıtlara ulaşıldığı belirtilmiştir (IPCC 2001). 2007'de hazırlanan dördüncü raporda küresel ısınmanın var olduğu, %90 oranında insan faaliyetlerinden kaynaklandığı ve iklim değişimine sebep olduğu açıklanmıştır (IPCC 2007).

Dünyada ve özellikle şehirlerde insan yoğunluğu ve faaliyetleri arttıkça bu durumdan doğa ve insan arasındaki ilişkiler olumsuz yönde etkilenmiştir. Ekolojik dengeye verdiği zararla yüzleşmeye başlayan insan, bir taraftan da bu olumsuzluklarla mücadele etme ve yeniden bir denge kurma çabasına girmiştir. Bu durum insan yaşamını olduğu kadar doğadaki diğer canlıları da etkileyerek, gelişen "kentleşme" olgusuna karşı,"çevre düzenleme" ve "kentsel peyzaj planlama" kavramlarını da beraberinde ortaya koymuştur (Şahin 1989). Böylece peyzaj çalışmaları oluşturulurken iklim belirsizliğiyle mücadele eden

peyzaj tasarımları geliştirilerek iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi daha nice problemleri çözme yolunda önemli bir gelişme sağlanmıştır.

## İklim Değişikliğinde Peyzaj Mimarlığı

Peyzaj mimarlığı, çevreyi pozitif yönde değiştirmek ve geliştirmek, biyoçeşitliliğin arttırılmasını sağlamak ya da kaybını önlemek, iklim değişikliğinin negatif etkilerini azaltmaya yönelik tedbirleri almak, su kaynaklarının doğru bir şekilde yönetilmesini sağlamak, ekosistemleri korumak ve son olarak insanların doğayla iç içe esenlik içinde mutlu bir yaşam sürmesini desteklemek ve tüm bu çalışmaları bilimsel bir altlığa oturtarak yapabilecek bir meslektir. Peyzaj mimarlığının elinde tuttuğu argümanlar, bu konulara destek sunacak niteliktedir veya olmalıdır.

Özellikle iklim belirsizliğinde hazırlanan ve bu soruna katkı sunacak peyzaj çalışmaları oluşturulması adına, Amerikan Peyzaj Mimarları Derneği (ASLA), yayımladığı İklim Eylem Planı'yla, 2040 yılına kadar tüm peyzaj mimarlarının projelerinde ve operasyonlarında sıfır sera gazı emisyonuna ulaşmaları ve 2040 yılına kadar karbon sekestrasyonlarını artırmaları için bir yol haritası hazırlamıştır.

Bu yol haritasında 2040 yılına kadar tüm peyzaj mimarlığı projeleri aynı anda özetle yapılması gerekenleri sıralanmıştır. İklim Eylem Planı'nda ASLA üyelerine, şirketlerine ve kuruluşlarına, kurumsal ortaklarla birlikte 2040 vizyonuna ulaşmak için iyi bir uygulama rehberliği, araç setleri ve kaynaklar yer almaktadır.

Saha rehberi, 18 stratejiyi kapsayan altı araç setinden oluşuyor ve şu konularda rehberlik sağlıyor:

- İklim pozitif tasarımlar geliştirin.
- Yaya, bisiklet ve toplu taşıma merkezli topluluklar tasarlayın.
- Enerji kullanımını azaltın ve yenilenebilir enerjiyi destekleyin.
- Toplulukların iklim etkilerine uyum sağlamasına yardımcı olun.
- Topluluklarla finansal sürdürülebilirliğe giden yolları keşfedin.
- Biyolojik çeşitliliği koruyun ve artırın.
- Yerli topluluklardan işbirliğiyle öğrenin.
- İklim koalisyonları oluşturun (URL1).

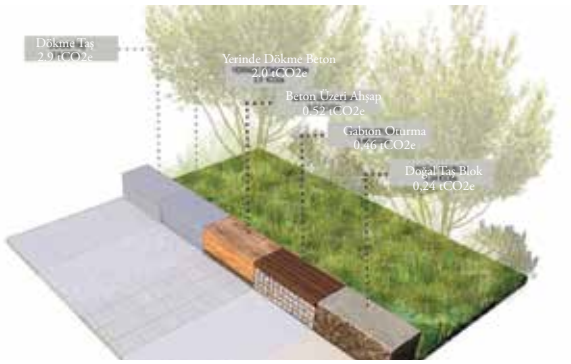
ASLA Başkanı Eugenia Martin, "Peyzaj mimarları toplulukların bu vizyona ulaşmasına yardımcı oluyor. İklim ve biyolojik çeşitlilik krizlerinin etkilerini giderek daha fazla deneyimledikçe daha hızlı hareket etmemiz gerektiğini biliyoruz. Toplulukların değişen bir dünyaya hazırlanmaları için ihtiyaç duydukları şeyleri planlamak ve tasarlamak üzere tüm parçaları bir araya getiren tek tasarım profesyonelleriyiz" diye bahseder. İklim Eylem Planı Görev Gücü Başkanı Pamela Conrad:"Peyzaj mimarları karmaşık, çok disiplinli zorlukları anlamak ve yönetmek, dünyayı değiştiren çözümler tasarlamak için benzersiz niteliklere sahiptir" diye belirtir (URL2).

Ana hatlarıyla peyzaj mimarlarının iklim belirsizliğinde yapması gerekenleri başlıklar hâlinde sıralayacak olursak:

- Karbon nötr projeler tasarlamak.
- Dirençli Peyzaj planlamaları yapmak.
- Ekosistemi koruma ve onarma (restorasyon) çalışmalarına katkıda bulunmak.

- Bulunduğumuz toplumun refah düzeyini artırmak için, yeşil alanlar, temiz su ve hava hakkını güvence altına almak ve su verimliliğini artırmak.

Aslında peyzaj mimarlarına düşen görev muhakkak bundan çok daha fazlası, ancak konuyu yukarıdaki 4 başlık hâlinde özetleyip irdelemek daha faydalı olacaktır.




**Şekil 1.** Meg Calkins, Lizandra Marcial-Armas'ın çizimi. Duvarlarda kullanılan malzeme türlerine göre karbon miktarını gösterir (URL3).

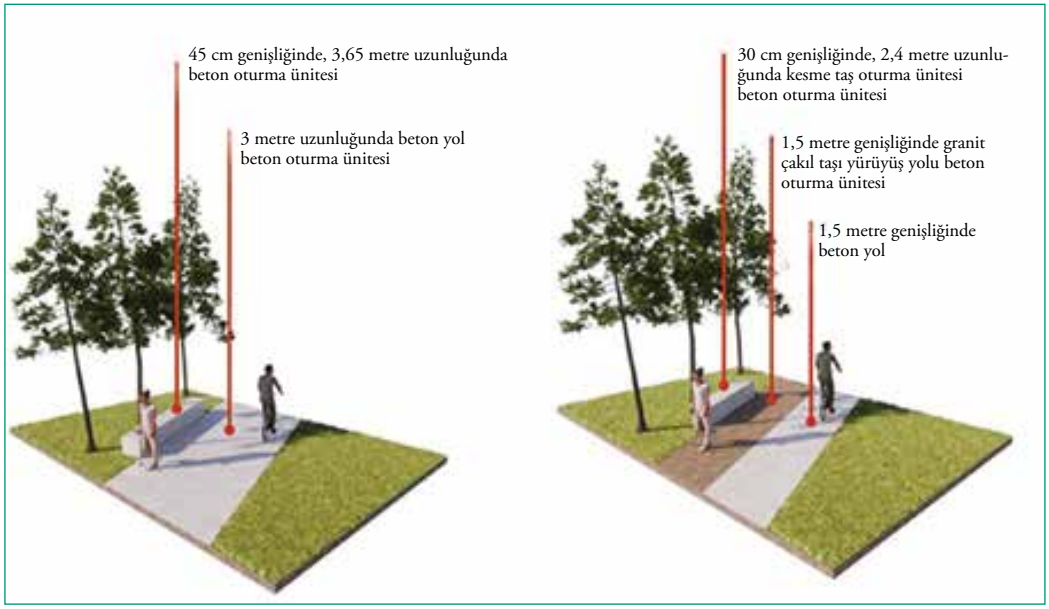
## Karbon Nötr Projeler Tasarlamak

İklim krizinin etkileri daha yaygın hâle geldikçe, peyzaj mimarları projelerini karbonu daha fazla göz önünde bulundurarak planlıyor ve tasarlıyor olmaları gerekir. Climate Positive Design'ın kurucusu ve San Francisco'daki CMG peyzaj mimarlığının müdürü olan ASLA'dan Pamela Conrad'a göre tüm emisyonların yaklaşık yüzde 75'i kentsel yapılı çevreden gelir, bu oranın ise yüzde 40'ı binalardan ve yüzde 35'i ulaşım ve peyzajdan oluşur. Şüphesiz uygun şekilde hazırlanmış peyzaj projeleri, yaydıklarından daha fazla karbonu tutarak, iklim değişikliğinin negatif etkilerini azaltarak karbonsuz bir geleceğe hazırlayacak bilgi ve beceriye sahiptir. Bu beceriyi gerçeğe dönüştürmek için yapılması gerekenleri ana hatlarıyla şu şekilde sıralayabiliriz:

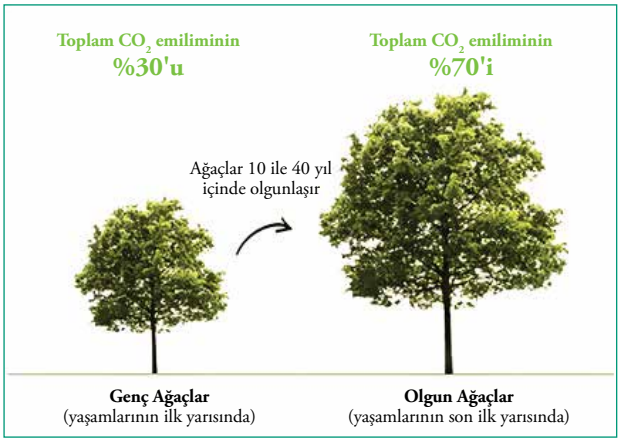
## Sert Zeminleri Azaltarak Yeşili Çoğaltmak

Tasarımlarda iklim eylemine katkıda bulunmak ilk başta yerel ve düşük karbonlu malzemeleri seçmekle ilgilidir. Projelerde en büyük karbon kaynağı beton yüzeylerdir. Yine plastikler ve köpükler, çelik, alüminyum ve bronz gibi metaller, çok yüksek oranda gömülü karbon içerir. Bu nedenle bu malzemelerin projelerde kullanımından kaçınılmalıdır. İnsanların yoğun kullandığı, aktif kentsel alanlarda çok sayıda sert peyzaj olması normaldir. Ancak peyzaj mimarları iklim etkilerini azaltmak için sert yüzeyleri ve yapıları en aza indirmenin yollarını bulup tasarımlarına yansıtmalıdırlar. Örnek olarak, geniş bir yol tasarlamak gerekiyorsa beton yüzeyleri azaltarak geri kalan yol güzergâhında bunların yerine doğal granit, yerel taş veya ahşap döşemeler ya da geri dönüştürülmüş malzemeler kullanılabilir veya tasarlayacağımız duvarlarda ahşap ya da gabion gibi malzemeleri tercih edilmesi, beton ve taş duvarlara göre daha az karbon miktarı anlamına gelir (Şekil 1, 2). Nitekim ASLA İklim Eylemi saha rehberinde tasarımın %70'inin ağaçlar bitkiler ve toprakla kaplı alan, diğer %30'unun ise sert zemin olması tavsiye edilir.

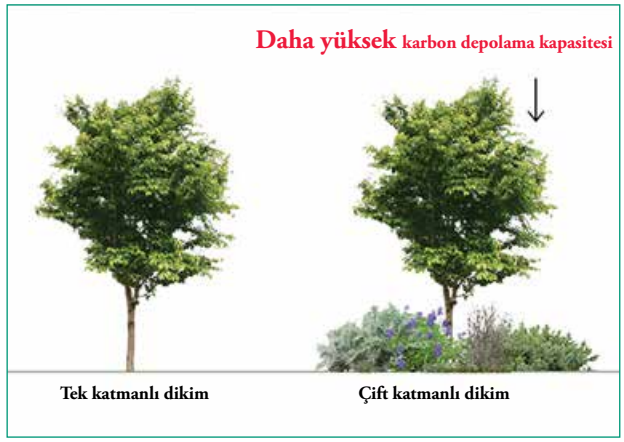
Büyük ağaçlar küçük ağaçlara göre daha fazla karbon depolar, bu nedenle mümkün olduğunca mevcut ağaçları korumak önemlidir (Şekil 3).




**Şekil 2.** 10 fit genişliğinde yol ve 5 fit genişliğinde yol alternatifi. LPA Tasarım Stüdyoları (URL3).



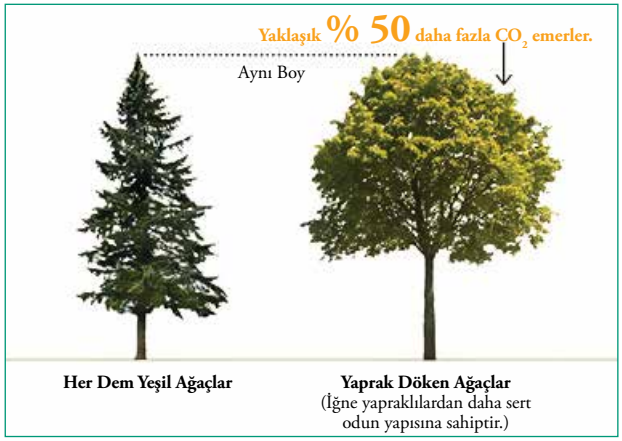

**Şekil 3.** Ağaç yaşına göre karbon depolaması, GGLO (URL3).




**Şekil 4.** Biyoçeşitliliğe sahip düzenlemeler daha fazla karbon depolar, GGLO (URL3).

Ayrıca yapılan bitkisel düzenlemeler de tek ağaç kullanımı yerine, ağaçlarla birlikte el verilen imkânlar ölçüsünde çalı ve yer örtücü bitkilerin de birlikte olduğu kompozisyonlar şeklinde olmalıdır (Şekil 4).

Ağaçlar, bitkiler ve topraklar karbonu farklı oranlarda depolarlar. Genel olarak tasarımlarda kullanılan derin kök sistemine sahip yerel türler daha çok karbon tutma özelliğine sahiptir. Daha üretken ve



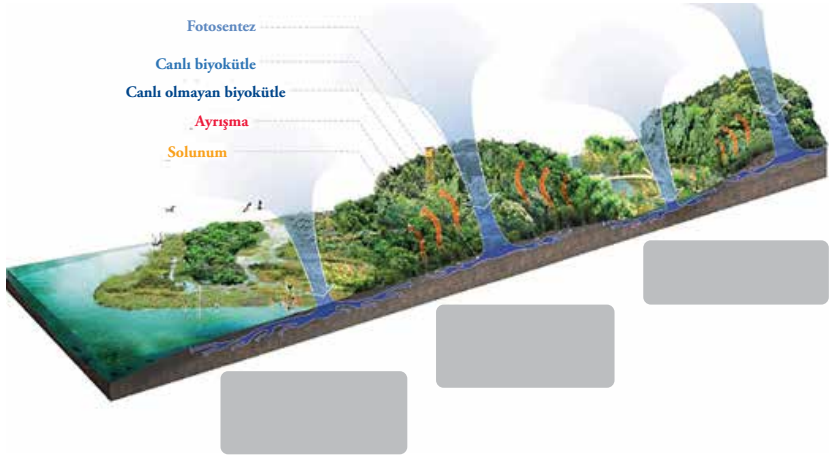

**Şekil 5.** Her dem yeşil ve yaprak döken ağaçlarda karbon depolama, GGLO (URL3).

**Şekil 6.** ASLA 2023 Profesyonel Analiz ve Planlama Onur Ödülü. Joe Louis Greenway çerçeve planı. Detroit, Michigan. SmithGroup.

dayanıklıdır ve zaman içinde daha fazla karbon depolarlar. Her dem yeşil ağaçların daha hızlı bir karbon emilim oranı vardır. Yaprak döken ağaçların daha büyük gövdeleri ve daha yoğun odunları vardır, bu nedenle daha fazla karbon depolarlar ancak iğne yapraklı ağaçlara göre emilim oranları daha yavaştır (Şekil 5).

## Alternatif Yolculuğa Teşvik Etmek

Küresel ısınmaya katkıda bulunan birkaç farklı sera gazı türü olmasına rağmen ısınmada ve karbon miktarı artışında, otomobillerin saldığı karbondioksit önemli bir rol oynuyor. Taşımacılık, küresel sera gazı emisyonlarının üçte birini oluşturmaktadır. Bu emisyonların %90'ı karayolu araçlarından kaynaklanır ve emisyonların yaklaşık yarısı binek otomobillerden gelir. Bu nedenle hem taşımadan hem de taşınmadan kaynaklı araç kullanımını azaltmak gerekir. Bunun için peyzaj tasarımlarında kullanılan tüm malzemeler mümkün olduğunca yerel kaynaklardan sağlanmalı ve insanları yürümeye ve bisiklet kullanımına teşvik eden projeler üretmeye özen gösterilmelidir. Yerel malzemeleri kullanmak hem daha az maliyet hem daha az karbon demektir. İnsanları araçlarından çıkarıp yürüyecekleri, örneğin ağaçlı yeşil bir yol veya güvenli ve erişilebilir bir bisiklet yolu için altyapı tasarlamak, önemli bir iklim çözümüdür fakat küresel iklim gündeminde ve peyzaj projelerinde hâlâ üst sıralarda değildir. Bazen altyapı sağlamanın yanı sıra, bisiklete binmeyi teşvik etmek için kamuoyu farkındalık kampanyalarıyla da desteklenmesi gerekmektedir. Örneğin Dünya Kaynakları Enstitüsü'nden (WRI) Rogiervan der Berg, "Türkiye'de bisiklet sürmenin bir damgası vardı, fakir olduğunuz. Bunu değiştirmek için yerel kâr amacı gütmeyen kuruluşlarla çalıştık." diyerek kamuoyu oluşturmanın önemini vurgulamıştır (URL4).




**Şekil 7.** Ekosistemlerin karbon depolama kapasitesi / Sasaki (URL5).

## Geniş Yüzeyli Sulak Alanlar, Çayırlar ve Orman Alanları Oluşturmak

Ormanlar, sulak alanlar ve otlaklar gibi karbon tutan peyzaj alanlarını genişletirsek bu alanlar da atmosferik karbondioksiti azaltmaya yardımcı olurlar. Bu nedenle projelerimize sulak alanlar, çayırlar ve ormanlar eklemeliyiz. Özellikle yerel ve egzotik türleri bir arada kullanmak daha çok dirençli yeşil alanlar oluşturmaya yardımcı olur (Şekil 7).

## Yerel ve Geri Dönüşümlü Malzemeler Kullanmak

Tasarımcılar inşaat atıklarını azalttıklarında projelerindeki karbon miktarını da düşürebilirler. Bunun için yerel ve geri dönüştürülmüş malzemeleri kullanmak en akıllıca çözümdür. Böylece hem maliyeti düşürmüş, hem de imalat ve taşımacılıktan kaynaklı karbon miktarını düşürerek iklim pozitif bir yaklaşım sergilemiş oluruz. Örneğin; atık durumda olan mimari süslemeler, kirişleri ya da kolonları kullanmak, eski bankları tamir ederek kullanmak veya eski yürüme yolu taşlarını sökülüp temizlenerek yeniden kullanımı sağlanması gibi. Tüm bunları yaptığımızda, tesis içi malzemeleri kullanarak tasarımızı özgün ve benzersiz birer sanat eserine dönüşmesini sağlarken çevreye duyarlı bir proje üretmiş oluruz.

Bu konuda en iyi örneklerden biri Harward da Surfacedesign'in tasarladığı Mission Boulevard Linear Park'tır. Bu park, paradan tasarruf etmek ve iklim etkilerini azaltmak için malzemelerin büyük ölçekte nasıl yeniden kullanılacağını gösteriyor. Surfacedesign'daki peyzaj mimarları tarafından tasarlanan projede bir mil uzunluğundaki park, yürüyüş ve bisiklet yolu, asfalt, beton, ağaçlar, toprak ve hatta bankları yeniden kullanıldı. Eski, ölmüş ağaçların gövdelerinden kütükler kesilerek oturma alanları oluşturuldu. Hatta eski belediye binasının temelindeki betonlar kesilerek kaldırım taşlarına dönüştürüldü. Arazi doğal eğiminde ve sadece gerekli yerler için mevcut

**Şekil 8.** Laguna Canyon Vakfı, Laguna Beach, Kaliforniya. Terremoto / Caitlin Atkinson (URL6).

**Şekil 9.** Laguna Canyon Vakfı, Laguna Beach, Kaliforniya. Terremoto / Caitlin Atkinson (URL6).

doğal drenaj modelini güçlendirmek adına yapılan bir çalışma örneği olarak yerel taşlardan oluşturulan drenaj kanalı oluşturuldu. Bu uygulamalar hem maliyeti düşüren hem de taşınmadan kaynaklı karbon miktarı artışını azaltan yaklaşımlara güzel bir örnektir. (Şekil 8).

Projede tüm bunlar yapılırken aslında eski malzemeler yeni ilham veren iklim pozitif uygulamalara dönüştürülmüş oldu. Böylece eski malzemelerin kullanımı tasarımcılar için nasıl yeni bir ilham kaynağı olabileceğini gösterirken, kullanılan malzemelerin yaşanmışlığı projenin güzelliğine güzellik katan bir unsur haline getirilmiş oldu (Şekil 9,10).

Peyzaj tasarımlarında daha proje aşamasında karbonu ölçerek yönetmek işlerimiz kolaylaştıracak bir yöntemdir. Peki proje aşamasında karbon miktarı ölçülebilir mi?

İklim Pozitif Tasarım; 2019 sonbaharında başlatılmasından bu yana iklim değişikliği üzerinde olumlu bir etki yaratmak için erişilebilir araçlar, rehberlik ve kaynaklar sağlıyor. Bu konuda geliştirilen mimarlar ve peyzaj mimarları için standart karbon izleme araçları olan Pathfinder ve Carbon Conscience (karbon bilinci) gibi ücretsiz web tabanlı uygulamalar mevcuttur. Bu uygulamalardan biri Sasaki'de, emisyonları azaltma fırsatının en yüksek olduğu konsept ve planlama aşamalarındaçevre etkilerini tartışma adına Carbon Conscience aracı geliştirildi. Bu araç peyzaj mimarlarının farklı saha senaryolarının karbon etkilerini görmesini sağlar. 260 peyzaj ve 250 yapı kullanımı mevcuttur (URL7)(Şekil 11).

Diğeri ise Pathfinder. CMG Peyzaj Mimarlık tarafından tasarlanıp geliştirilen mobil uygulama, tasarımcıların projelerinin malzemelerinin ve bakımının karbon emisyonları üzerindeki etkisini yaklaşık olarak görmelerini sağlıyor (Şekil 12). Her iki uygulama da daha proje aşamasında somut karbonun azaltılmasını hedefliyor. Çevrimiçi karbon hesaplayıcısı, somut karbon emisyonlarını azaltmak ve karbon sekestrasyonlarını iyileştirmek için yapı

**Şekil 10.** Laguna Canyon Vakfı, Laguna Beach, Kaliforniya. Terremoto / Caitlin Atkinson (URL6).

**Şekil 11.** Karbon bilinci / Sasaki (URL7).

malzemelerinin ikame edilmesi için anında öneriler sunuyor. CMG Şirket yöneticisi Pamela Conrad, bu önerilerin genel rehberlik amaçlı olduğunu, çünkü malzeme seçiminin nüanslı bir süreç olduğunu söylüyorancak "kullanıcılar uygulamayı kullanarak emisyonları %30 ila %50 oranında azaltabiliyor ve temel beklentilere göre sekestrasyonları ikiye katlarken yine de yüksek kaliteli tasarım sağlayabiliyor." diye belirtiyor (URL8).

Climate Positive Design'ın Pathfinder uygulamasına,kurulduğu günden bu yana ülkelerin yüzde 85'inde binlerce proje kaydedildi. Araç, peyzaj mimarlarının karbon yoğun sert peyzajlar alanlarını azaltmanın ve karbon tutan ağaçları, çalıları ve otları artırmanın yollarını bulmalarına yardımcı olmada kritik önem taşıyor. Çünkü veriler, peyzaj projelerindeki karbonun %75'inin beton ve metal mobilyalar gibi malzemelerde, %25'inin ise fosil yakıtla çalışan çim biçme makineleri ve yaprak üfleyiciler ile fosil yakıt bazlı gübrelerin neden olduğu operasyonlardan kaynaklandığını gösteriyor (URL9).

Pathfinder ve Carbon Conscience gibi uygulamalar daha da geliştikçe peyzaj mimarlarının karbon giderme konusunda mimarlar ve mühendislerle daha fazla işbirliği yapması gerekecektir. Karbonu peyzajlarda depolama yetenekleriyle, inşa edilmiş çevrenin iklim etkilerini azaltmada daha da büyük bir rol almaları beklenmektedir (URL10).

Son olarak da peyzaj mimarlarının, iklim pozitif tasarımlar hazırlarken yapısal ürünlerin tedarikinde üreticilerle işbirliği yaparak ürünlerdeki karbon emisyonları belirtilmesi konusunu talep etmesi gerekmektedir. Son on yılda diğer disiplinlerde, özellikle mimaride, ürün üreticileri malzeme ve ürün geliştirme süreçlerinin şeffaflığını artırıyor ve ilişkili emisyonları ortaya koyuyor. Ürün üreticileri bu bilgileri bir çevresel ürün beyanı (EPD) aracılığıyla sağlıyor. Üreticilerin sağladığı veriler Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) ile ilgili CO2 emisyonları Pathfinder hesaplamalarında kullanılan verilerdir. Mimarlık alanındaki bu artan şeffaflığın peyzaj ürünleri alanına da taşınmasını umuyoruz. Peyzaj ürünü üreticilerinden EPD'ler sağlamalarını istemeliyiz,

**Şekil 12.** CMG Peyzaj Mimarisi (URL8).

böylece hangi ürünü veya malzemeyi seçeceğimize dair bilinçli kararlar alabiliriz.

## Dirençli Peyzaj Planlamaları Yapmak

Kentsel dirençlilik, bir kentin doğal afetler gibi risklere hazırlıklı olma ve bunlara uyum sağlayabilme kapasitesidir. Kentsel dirençlilik kavramı, değişen şartlar karşısında kentsel sistemin kendini değiştirmesini ve geliştirmesini ifade etmektedir. Dirençli kent; hiçbir kriz veya riske maruz kalmayan değil, beklenmedik şekilde ortaya çıkan krizler karşısında hazırlıklı olup çözümler üretebilen kentlerdir.

Birleşmiş Milletler Afet Riskinin Azaltılması Uluslararası Stratejisi'nin 2010 yılında başlattığı "Şehirler dirençli hâle geliyor: Şehrim Hazırlanıyor" kampanyasında dirençli kent; şeffaf bir yerel yönetime sahip, yerel halkı planlama sürecine dâhil eden, planlamayla afet risklerini azaltabilen, afet öncesinde, sırasında ve sonrasında, kendi kendini düzenleme yeteneğine sahip bir sistem olarak tanımlanmıştır. Kentsel dirençlilik sadece hayatta kalmak için değildir. Kentte yaşayan insanlar için daha iyi yaşam koşullarının sağlanmasıdır.

Dirençli peyzaj planlama ve tasarımının amacı, şimdi ve gelecekte olağanüstü olaylardan daha hızlı bir şekilde kurtulmak için topluluklarımızı güçlendirmektir. Afetlerin geleneksel, yerleşik sistemlerin arızalanmasına neden olabileceği bir çağda, uyarlanabilir, çok katmanlı sistemler hayati işlevlerini koruyabilir ve genellikle daha uygun maliyetli ve pratik çözümlerdir.

Doğal afetlere karşı dirençli planlama ile bazı önlemler alınmalıdır. Kentlerde rekreasyon alanı olarak kullanılan açık yeşil alanlar arttırılmalı ve afet durumunda ilk toplanma yeri, çadır alanı olarak kullanılacak hâle getirilmelidir. Afetler ile ilgili riskleri, ihtiyaçları ve çözümleri belirleyebilmek için planlama sürecinde birden fazla paydaşla çalışılmalıdır.

Peyzaj mimarlarının bu konuda diğer bir görevi de afete dirençli kentler için çevre dostu çözümler sunmak. Örneğin, herhangi bir afet sırasında enerji kaybı yüzünden sistemin işler hâlde devamı için güneş enerji sistemlerinden faydalanma.

İklim değişikliği nedeniyle olaylar daha sık ve yoğun hâle geldikçe topluluklar; riskleri azaltmak, ekolojik ve insan sağlığını iyileştirmek için uyum sağlamalı ve yeniden gelişmelidir. Bunun için peyzaj mimarlarına düşen görev, minimum sulama gerektiren ve enerji tasarrufu sağlayan su verimli peyzajlar oluşturmalıdır. Yağmur suyunu yakalamak, yönlendirmek ve yeniden kullanmak için çevre ve yapılarıyla uyumlu tasarımlar geliştirmelidir. Peyzaj mimarları, belirli bir ortamda gelişmek üzere evrimleşmiş,

bölgeye uygun yerli bitki türlerini dikerek daha az sulama ve diğer bakım biçimleri gerektiren güzel, ekolojik olarak işlevsel dış mekân peyzajları oluşturmak için çaba sarf etmelidir. Tüm bu çabalar ise işbirliği ile toplulukları ve konutları iklim şoklarına karşı daha uyumlu ve dirençli hâle getirecektir.

Özetle, doğaya karşı çıkmak yerine doğayla birlikte çalışmak, toplulukların daha dayanıklı olmalarına ve yıkıcı doğal olaylardan sonra daha güçlü bir şekilde geri gelmelerine yardımcı olur.

## Ekosistemi Koruma ve Onarma (Restorasyon) Çalışmalarına Katkıda Bulunmak

Birleşmiş Milletler'e göre, bir milyon hayvan ve bitki türü artık yok olma tehlikesiyle karşı karşıya ve dünyanın buzsuz kara yüzeyinin dörtte üçü ve okyanusların üçte ikisi insanlık tarafından önemli ölçüde değiştirilmiştir (URL11).

ASLA, Kanada'nın Montréal kentinde düzenlenen Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) COP15'te ulusal hükûmetleri 2030 yılına kadar karasal, kıyısal ve deniz ekosistemlerinin en az %30'unun (30 x 2030) korunması da dahil olmak üzere çok daha iddialı küresel koruma ve biyolojik çeşitlilik hedeflerine bağlı kalmaya çağırıyor.

ASLA ve üyeleri hem biyolojik çeşitlilik krizinin hem de iklim krizinin var olduğunu ve bunların birbirleriyle bağlantılı olduğunu şöyle açıklamıştır:

- Değişen iklim; deniz seviyesinin yükselmesine, aşırı sıcaklığa, artan sellere ve kuraklığa neden oluyor ve bu durum hem toplumları hem de insan dışındaki türleri etkiliyor.
- Biyolojik çeşitliliğin azalması, büyük ölçüde sürdürülemez tarım uygulamaları, yayılma ve habitat parçalanmasından kaynaklanıyor ancak iklim değişikliği habitatların değişmesini ve tür göçünü hızlandırıyor, bu da yok olma risklerini artırıyor.
- Biyolojik çeşitliliğin kaybı ve ekosistem bozulması, karbonu hapsetme ve iklim etkilerine uyum sağlama gibi doğa temelli yaklaşımlar da dahil olmak üzere, insanlığın bir dizi kritik ekosistem işlevini sağlamak için güvendiği doğal sistemleri zayıflatıyor.

Yapılan peyzaj çalışmaları, yaban hayatı ve yerel bitkileri barındırmalıdır. Yeni tarım ve kalkınma planlanırken doğal ekosistemlerin sağladığı hizmetler dikkate alınmalıdır. Tarım, homojenleştirilmiş ve yıkıcı tek kültürlerin aksine ekolojik sağlığa ve bitki çeşitliliğine öncelik vermelidir.Yaban hayatı koridorlarının tasarımı ve habitat restorasyonu gibi onarıcı taktikler, ekosistemlerin yeniden canlanmasına yardımcı olabilir.

ASLA Başkanı Emily O' Mahoney "Peyzaj mimarları, kalan ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği tehdit eden yayılmayla mücadele ederek, daha yoğun toplulukları planlamak ve doğal alanları korumak için benzersiz bir şekilde niteliklidir." ve "Biyolojik çeşitliliği, yerli ağaç ve bitki türlerini dahil ederek, habitat bağlantılarını ve koridorlarını planlayıp tasarlayarak ve bozulmuş ekosistemleri eski haline getirerek de artırabiliriz." diye bahseder (URL11).

**Şekil 13.** ASLA 2024 Profesyonel Genel Tasarım Onur Ödülü. EcoCommons – Kampüs Manzarasında Sosyal ve Ekolojik Dayanıklılık. Atlanta, Georgia. Nelson Byrd Woltz Peyzaj Mimarları / Nick Hubbard.

Biyolojik çeşitliliği sürdürmek ve arttırmak için tasarım yapmak, ekosistemlerin sağladığı hizmetlerin kalitesini ve miktarını artırır. Buna ilaçtan gıdaya, rekreasyon alanlarına kadar her şey dahildir. Restorasyon projeleri, topluluklar oluşturmanın bir yolu olarak da hizmet edebilir. Peyzaj mimarları, her ikisine de hizmet etmek için toplulukların ihtiyaçlarını ve sağlıklı ekosistemleri uzlaştırabilir. Yalnızca halka açık parklar değil, aynı zamanda insan gelişimi yoluyla vahşi yaşam hareketini kolaylaştıran, hem vahşi yaşamın hem de insanların bir arada var olmasına izin veren koridorlar tasarlayabilir. Peyzaj mimarları, yalnızca güzel olmakla kalmayıp aynı zamanda ekosistem hizmetlerini artıran bitki toplulukları ve ekosistemler tasarlayabilir. Yerli bitkiler, ihtiyaç duyulan vahşi yaşam için yaşam alanı sağlama ve böylece doğal ekosistemleri sürdürme gibi ek bir fayda sunar. Ayrıca yine yerli bitkiler, tarımsal üretim için gerekli olan kuşlar ve böcekler gibi tozlayıcıları çeker. Su kütlelerini gölgelemek için dikilen ağaçlar buharlaşmayı azaltıp aynı zamanda vahşi yaşam alanları da sağlayabilirler. Ayrıca tasarımcılar, biyofilik şehircilik yaklaşımlarını kullanarak bu tasarlanmış ekosistemleri kentsel yaşamın streslerine uyarlayabilirler.

## Bulunduğumuz Toplumun Refah Düzeyini Arttırmak için Yeşil Alanlar, Temiz Su ve Hava Hakkını Güvence Altına Almak

Peyzaj mimarları, insan yaşamının geçtiği ortamların tasarımıyla yakından bağlantılıdır. Bu nedenle yaptığımız tüm tasarımlarda insan refahı ve faydasını düşünerek gelecekte muhtemelen aksaklıklara yönelik çözümler de sunarak tasarımlar yapılmalıdır. Şehirler, artan sıklıkta yıkıcı olaylarla ve iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, kuraklık, aşırı sıcak, orman yangınları ve su güvenliği gibi pek çok sürdürülebilir kalkınma sorunuyla karşı karşıya. Şehirlerimizin sürdürülebilirlik ve karbon nötr hedeflere ulaşmak ve biyolojik çeşitlilik kaybını ele alırken aynı zamanda insanların sağlığına ve esenliğine fayda sağlamak için daha öncü yaklaşımlara ihtiyacı var.

Bunun için yeşil alan tasarımlarını arttırmak, yaptığımız peyzaj projelerinde sert zeminden daha çok yeşil alanların çokluğuna özen göstermek, gittikçe artan susuzluk ve kuraklık karşısında gerekli önlemler almak, yağmur suyu hasadı, sulak alanları korumak ve çoğaltmak ve tasarımlarımızda su ihtiyacı az olan bitkiler kullanmak vb. konularda peyzaj mimarlarının daha etkili bir rol oynamaları gerekir.

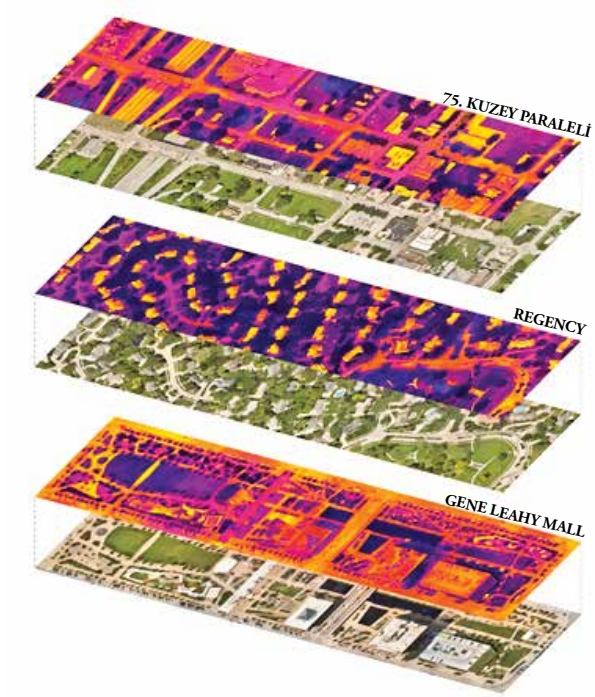
Peyzaj mimarları, şehirlerimizi ve topluluklarımızı daha serin hâle getirmek için yeşillendirmede çok aktif rol oynarlar. Elimizdeki en güzel argüman olan

ağaçlar, doğanın harika soğutma cihazlarıdır. Suya nem salarlar, gölge sağlarlar ve mikro iklimler yaratırlar. Peyzaj mimarları, zararlı uçucu organik bileşikleri (VOC'ler) en aza indirirken soğutma etkisi oluşturmak için en uygun ağaç ve bitki türlerini belirleyebilir.

Diğer tasarlanmış yeşil altyapı, yeşil çatılar, yeşil sokaklar, yağmur bahçeleri ve parklar da benzer faydalar sağlayabilir. Şehirleri serinletmek için dikilen bitki örtüsü aynı zamanda yağmur suyunun yönetilmesine, yaban hayatı için yaşam alanı sağlanmasına ve sokaklara karakter kazandırılmasına yardımcı olur. Yeşil çatılar ise birçok fayda sağlayabilir, havayı soğutmanın yanı sıra binayı yalıtabilir, binanın enerji tüketimini azaltabilir, yağmur suyunu emebilir, vahşi yaşam alanı sağlayabilir ve sosyal alan yaratabilir. Yeşil altyapı aynı zamanda bu sistemleri kuran ve bakımını yapan birçok iyi yerel iş yaratır.

Şekil14'teki veriler ve modellemeler, beton ve asfalt nedeniyle kentsel ortamların çevredeki alanlara göre 10-30 derece daha sıcak olabileceğini göstermektedir. Utah Eyalet Üniversitesi'nden Yardımcı Doçent Dr.Daniella Hirschfeld,"Aşırı sıcaklığın önümüzdeki on yıllarda ABD'de ve dünya genelinde daha fazla insanı ve yeri etkilemesi bekleniyor ve en büyük etkiler marjinalleştirilmiş ve yeterince hizmet alamayan topluluklarda olacak. 2050 yılına kadar her yıl tahmini 250.000 fazladan ölüm bekleniyor. Araştırmamız, aşırı sıcağa karşı doğa temelli çözümlerin faydalarını en üst düzeye çıkarmanın önemini gösteriyor ve peyzaj mimarları bunu kritik öneme sahip planlama ve tasarım çalışmalarıyla her gün yapıyorlar." diye belirtir.

Hirschfeld ve ekibi araştırmadan şu sonuçları çıkardı:




**Şekil 14.** Drone ısı verileri / Salvador Lindquist ve Keenan Gibbons (URL12).

- Bir topluluk içindeki doğa temelli çözümlerin sayısını, bu çözümlerin boyutunu ve yeşillik veya ağaç miktarını artırmak sıcaklıkları azaltacaktır. Her ağaç ile sıcaklık azaltma derecesi arasında doğrudan bir ilişki olmasa da literatürden daha fazla yeşilliğin daha fazla sıcaklık faydası sağladığı açıktır.
- Doğa temelli çözümlerin bir mahalle veya şehir boyunca dağıtılma şekli fark yaratır. Araştırmalar, yeşil alanlar birbirine ne kadar çok bağlanırsa, o kadar fazla sıcaklık azaltma faydası sağladıklarını göstermektedir.

Hirschfeld ayrıca ısının etkilerini azaltan dört temel peyzaj mimarisi stratejisi belirledi:

- Park ve yeşil alanlarda ağaç oranını arttırın.
- Sitelerde gölge sağlayın.
- Sert peyzaj düzenlemesi yerine bitki malzemeleri ve su kullanın.
- Çimler ve çalılar da dahil olmak üzere yeşil zemin örtüsüne geçin (URL13).

Doğa temelli çözümleri "Toprakta hafif olmaya çalışıyoruz. Minimum etkiyle minimum mühendislik yapmaya çalışıyoruz. Daha az tasarım yapmaya çalışıyoruz. Bu, karbon giderme sürecinin bir parçası. Bu, peyzaj mimarlığı mesleği için iklim eyleminin bir parçası." diye açıklıyor peyzaj mimarlığı firması Terremoto'dan Jenny Jones (URL14).

Dünyada, iklim değişikliğine hızla uyum sağlama konusunda yağmur suyu yönetimi en önemli başlık olarak karşımıza gelmektedir. Ancak iklim değişikliği ile yağmur suyu yönetimi arasındaki bağlantılar sıklıkla göz ardı ediliyor. İklim değişikliği, su kıtlığını ve su yollarını kirletirken taşkınların sıklığını ve yoğunluğunu artırarak hidrolojik döngüyü etkiliyor. Yağmur suyunu daha iyi yönetmek; su kaynaklarını yönetmek, güvenliğimizi ve çevremizin sağlığını korumak için çok önemlidir. Bunun yanı sıra yağmur suyu yönetimi, genellikle sahada çözülmesi gereken tamamen teknik bir sorun olarak tasvir edilmektedir. Ancak yağmur suyu yönetim sistemleri, tasarım fırsatları sağlayan ve daha geniş inşa edilmiş çevreye biçim vermenin temelini oluşturan kritik yeşil altyapı olarak değerlendirilmelidir.

Yağmur suyu yönetimi çekici bulunmayabilir fakat bunu ekosistemlerimizi ve çevremizi korumak için daha büyük çabaların bir parçası olarak görmek ve entegre etmek hayati önem taşır. Peyzaj mimarlığı ve planlama firması *Working Water: Reinventingthe Storm Drain* adlı kitabında, "herhangi bir şehrin su temini ve kentsel yağmur suyu yönetimine yönelik zorlukların, doğal teknolojilerin yaygın kullanımını kullanan sistemlerin bir parçası olarak kentsel su kaynaklarımızı yönetme biçimimizi değiştirerek kısmen ele alınabileceği" savunulmaktadır (URL15). Doğayla tasarım yapmak, daha geniş kentsel iklim hedeflerine ulaşmak için de kritik öneme sahiptir. Peyzaj mimarları; parklar, yeşil çatılar, yeşil sokaklar, yağmur bahçeleri ve biyolojik hendekler şeklinde yeşil altyapıyı entegre eder. IPCC'nin belirttiği gibi, bu stratejiler yalnızca karbonu hapsetmekle kalmaz, aynı zamanda yağmur suyunu yönetir, kentsel ısı adalarını azaltır, biyolojik çeşitliliği artırır ve sağlık ve refahı iyileştirir (URL16).

Su kritik bir kaynaktır. Dirençli hâle gelmek için topluluklar, koruma ve yeniden kullanma yoluyla sınırlı su kaynaklarını daha etkin bir şekilde yönetmelidir. Yönetmelikler yoluyla, topluluklar ayrıca duşlardan ve mutfak lavabolarından gelen gri suyun mesken peyzaj sulamasında güvenli bir şekilde yeniden kullanılmasına izin verebilir. Tennessee'deki Norris Evi, insanların çimleri ve belirli bitkileri beslemek için gri suyu nasıl kullanabileceğinin güzel bir örneğidir. Kuraklığa dayanıklı hâle gelmek için, daha fazla topluluğun ileriye doğru bu yaklaşımları benimsemesi gerekmektedir.

Peyzaj mimarları, kuraklığın etkisinin azaltılmasında birçok rol oynamaktadır. Planlamacılar ve mühendislerle birlikte çalışarak bölgesel, kentsel ve yerel su yönetimi planları tasarlayabilir ve toplulukların suyu korumalarına ve yeniden kullanmalarına yardımcı olan doğal sistemler tasarlayabilirler.

Peyzaj mimarları, insanların suyun değeri ve yerel bitki türlerinin güzelliği hakkındaki algılarını

değiştirebilir. Peyzaj mimarları, kuraklık zamanlarında su sağlamanın ötesinde topluluklara ve çevrelerine ek faydalar sağlayacak şekilde suyu depolamak ve korumak için doğal sistemler hakkındaki bilgilerini de kullanabilirler.

Türkiye'de peyzaj tasarımlarını küresel ölçekte gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırdığımızda,

- Peyzaj tasarımlarında, iklim krizi çözümüne katkı bulunacak iklim pozitifi proje yaklaşımı hala yeterince benimsenmemiştir.
- Proje tasarımlarında, estetik kaygıdan kaynaklı sert zemin düzenlemeleri hala çok fazladır.
- Özellikle tasarımlarda kullanılan yapısal elemanları uygun fiyat tercihi sebebiyle uzak lokasyonlardan temin edilmektedir.
- Yerel türler yerine çoğunlukla ithal bitkiler kullanılması çok yaygındır.
- Bitkisel projelerde estetik kaygı projelerin oluşturulmasında ön plandadır. Kurakçıl ve su isteği az bitkiler projelerde çok fazla yer almamaktadır.
- Birçok meslek disiplinin bir arada çalışması gerektiği durumlarda (örnek olarak mimar, inşaat mühendisi vb.) Peyzaj mimarları projelere genellikle son aşamada dahil edilmektedir ve ne yazık ki sadece estetik ve güzelleştirme konusunda yetkili görülmektedir.
- Genelde geniş alanların yeniden tasarlanması konusunda, mevcudu değerlendirmek yerine sök-at yaklaşımı benimsenmektedir.
- Geniş yüzeylerde özellikle su tasarrufu düşünüldüğünde çim alanların hala çok fazla kullanıldığı görülmektedir. Çayır ve doğal bitki örtüsü ile kaplı alanlar çok tercih edilmemektedir.

## Sonuç

İklim belirsizliği tüm dünyayı ilgilendiren en önemli sorunlarından biridir. Bu konuya katkı sağlayacak peyzaj mimarlığı mesleğinin ülkemizde, dünyada olduğu gibi bir gelişim ve değişim göstermesi gerekmektedir. Açıkça belirtmek gerekirse peyzaj mimarı insanlar için hem güzel ve estetik mekânlar tasarlarken aynı zamanda yukarıda belirttiğimiz kriterlere uygun olarak hazırladıkları peyzaj projeleri ile mevcut duruma adapte olabilecek tasarımlar için yöntemler geliştirebilir ve sürdürülebilir kırsal ve kentsel alanlar oluşturarak (Uygur, 2015) iklim krizine çözümüne katkıda bulunabilirler. Ayrıca peyzaj mimarları yalnızca karbon nötr olmayı amaçlayan değil, daha da ileri giderek yaşam süreleri boyunca ürettiklerinden veya içerdiklerinden daha fazla sera gazı emisyonunu hapsettikleri "iklim pozitif" hâle gelen projeler tasarlayabilir ve inşa edebilirler. İklim krizinin etkileri yaygınlaştıkça ülkemizdeki yapılmış veya yapılacak peyzaj tasarımlarını, iklim krizine katkı sağlayacak şekilde yeniden gözden geçirmeyi ve gerekirse planlama anlayışımızı değiştirmeyi bir kez daha düşünmeliyiz. Sadece estetik kaygıyla oluşturulan tasarımlar yerine, özellikle yapısal tasarımlarda "azı daha çoktur" anlayışında oluşturulan yeni tasarım anlayışını benimsemeliyiz. Kullandığımız malzemelerin özelliklerini dikkate alarak, yerel malzemeleri tercih ederek yapılacak tasarımlarla hem insanları mutlu edecek yeni mekânlar tasarlarken hem de küresel iklim krizi için çaba sarf etmek ilk önceliğimiz olmalı. Elimizde tuttuğumuz argümanlar bizi bu hedefe götürmekte yardımcı olacaktır. Şüphesiz kendimizden başlayarak gerçekleştirdiğimiz küçük eylemler bile çoğaltılarak bir araya getirilebilir ve fark yaratabilir. Eski IFLA Başkanı Martha Fajardo'nun 2005'te söylediği gibi: "Peyzaj mimarlığı geleceğin mesleğidir."

# Kaynaklar


IPCC. 2001. ClimateChange 2001: Impacts, Adaptation andVulnerability. Cambridge UniversityPress, Cambridge, United Kingdomand New York, NY, USA. IPCC. 2007. ClimateChange

IPCC. 1996. ClimateChange 1995, TheScience of ClimateChange. ThePressSyndicate of theUniversity of Cambridge, Cambridge.

IPCC. 1990. Cambridge UniversityPress, Cambridge, USA.

IPCC. 1990. ClimateChange: The IPCC ScientificAsssesment, Report preparedforIntergovernmental Panel on ClimateChange. Cambridge UniversityPress, Cambridge, Great Britain, New York, NY, USA and Melbourne, Australia.

IPCC. 2007. ThePhysicalScienceBasis. Cambridge UniversityPress, Cambridge, United Kingdomand New York, NY, USA.

Şahin, Ş. 1989. Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 399, Ankara.

Uygur, İ. (2015). Peyzaj ve Küresel İklim Değişikliği Etkileşiminin Görsel Anlatım Biçimleri Üzerinden Değerlendirilmesi. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Tez veri sistemi tabanı.

URL1. (2022, 12 11). asla.org. 09 31, 2024 tarihinde Peyzaj Mimarları 2040'a Kadar Sıfır Emisyon Hedefliyor: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/10/

URL2. (2022, 12 11). asla.org. 09 15, 2024 tarihinde Peyzaj Mimarları 2040'a Kadar Sıfır Emisyon Hedefliyor: https://www.asla.org/NewsReleaseDetails.aspx?id=62014

URL3. (tarih yok). 2024 tarihinde https://www.asla.org/climateactionplan.aspx

URL3. (2024, 05 16). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde İklim Eylemi Yerel, Düşük Karbonlu Malzemeleri Seçmekle İlgilidir: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/3/

URL4. (2024, 02 04). ASLA.ORG. 05 06, 2024 tarihinde Bisiklet: Değeri Bilinmeyen Bir İklim Çözümü: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/4/

URL5. (2024, 01 03). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Peyzaj Mimarları Somut Karbonu Ele Alıyor: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/4/

URL6. (tarih yok). 2024 tarihinde https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/4/

URL6. (2024, 02 13). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Yeni Lineer Park, Malzemenin Yeniden Kullanımının Büyük Potansiyelini Gösteriyor: https://dirt.asla.org/category/waste/

URL7. (2021, 10 17). 10 06, 2024 tarihinde CarbonConscience Uygulamasını Tanıtıyoruz: https://www.sasaki.com/voices/introducing-the-carbon-conscience-app/

URL8. (2020, 09 24). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde İklim Pozitif Tasarım: Pathfinder 2.0: https://thefield.asla.org/2020/09/24/climate-positive-design-pathfinder-2-0/

URL9. (tarih yok). https://www.sasaki.com/voices/introducing-the-carbon-conscience-app/ adresinden alınmıştır

URL9. (2022, 05 02). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Karbonla Tasarım: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/13/

URL10. (2020, 07 12). https://www.architectmagazine.com/. 10 06, 2024 tarihinde Ödül: Pathfinder, Peyzaj Tasarımında Somut Karbonu Azaltan Bir Uygulama: https://www.architectmagazine.com/awards/r-d-awards/award-pathfinder-an-app-to-reduce-embodied-carbon-in-landscape-design_o

URL11. (2024, 06 12). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Peyzaj Mimarları Biyoçeşitlilik Krizine Karşı Daha Büyük Eylem Çağrısında Bulundu: https://dirt.asla.org/category/wildlife/page/2/

URL12. (2024, 08 23). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Herkes İçin Daha Serin Topluluklar: https://dirt.asla.org/category/climate-change/

URL13. (2024, 03 18). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde Peyzaj Mimarisi Stratejileri Tehlikeli Aşırı Sıcaklığın Etkilerini Azaltır: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/4/

URL14. (2023, 07 18). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde İklim Akıllı Tasarımla, Daha Azı Daha Fazladır: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/7/

URL15. (2022, 06 22). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde WenkAssociates: Suyla Çalışmak: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/11/

URL16. (2022, 08 04). asla.org. 10 06, 2024 tarihinde IPCC'nin Son Raporu En Kötü İklim Etkilerini Önleme Fırsatlarını Vurguluyor: https://dirt.asla.org/category/climate-change/page/12/s

(Fotoğraf: Depo Photos)

# 5. Bölüm

# İklim Uyumlu Yetiştiricilik ve Yeşil Endüstri

# İklime Uyumlu Peyzaj Bitkilerinin Yetiştirilmesinde Temel İlkeler ve Fidanlık Teknikleri

*Ali Ömer Üçler**

Kentsel bitki düzenlemelerinde kullanılacak türlerin seçiminde onların üstleneceği görevler önemli olmakla birlikte sürdürülebilirlik bakımından hiç kuşkusuz en önemlisi ekosisteme uygunluğunun sağlanabilmesidir. Adaptasyon ve alışma süreci, bitkilerin iklim değişikliğiyle başa çıkmak için uyguladığı stratejilerdir. Bitkilerin stresli bir ortamda başarılı bir şekilde büyümesini, form oluşturmasını, çiçeklenmesini ve üremesini etkileyen çevresel dış koşullar önemli olduğu kadar, genotipik faktörler de oldukça etkilidir. Mevcut riskleri en aza indirgemek için, yerel flora ve bitki örtüsünden türleri ve genotipleri seçmek gerçekçi bir uygulama olup bu seçenek, biyolojik çeşitliliğin korunmasına da katkıda bulunmaktadır. Hem yetiştirme materyali olarak uygun genotiplerin seçilmesi hem de bu genotiplerin stresli ortamlar için fidanlıklarda yetiştirilmelerinde, başta gübreleme olmak üzere çeşitli uygulamalarla bitkilerin gösterecekleri tepkilerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Fidanlıklarda fidan üretimi için kullanılan yetiştirme teknikleri, dikim sonrasındaki hayatta kalmada, gelişimde ve büyümede oldukça önem taşımaktadır. Kök oluşumu ve gelişiminin seyrindeki türe

* Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı

özgü farklılaşma tercihleri topraktaki suya erişimi de etkilemekte olup bitki türlerine özgü farklı kök sistemleri gelişimi söz konusudur. İklim değişikliğinin fidanlar üzerinde oluşturacağı temel baskının su açlığı ve kuraklık olmasından hareketle, fidanların bulundukları kentsel yetişme ortamlarında bu sorunlarla başa çıkmasını sağlamak üzere fidanlıklarda yetiştirme teknikleri bakımından üzerinde önemle durulması gereken fidan özelliklerinden birisinin, yüksek yoğunluklu köklerin elde edilmesi olarak belirtmek mümkündür. Öte yandan fidanların fidanlıklarda yetiştirilmesi sırasında arzu edilen seviyeye getirilmesinde gübreleme işlem ve doz uygulamalarının önemli bir faydası bulunmaktadır. Gerek kentsel peyzajlarda gerekse fidanlıklarda yetiştirme faaliyetleri sırasında diri örtünün büyümesinin bastırılması ve toprak nemi stresini azaltmada da aracı olan malçlama, yetiştiricilik sistematiğinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Malçların faydaları; toprak sıcaklığındaki ve nemdeki dalgalanmaları en aza indirgemek, böylece kök büyümesini teşvik etmek, yabani otları bastırmak, toprağı besin maddeleri bakımından zenginleştirmek, şiddetli yağmurların neden olacağı toprak erozyonunu önlemek, pH ve katyon değişim kapasitesini bitki lehine düzenlemek, patojenleri baskılamak, toprak mikrobiyal aktivitesini teşvik etmek ve havalandırmayı iyileştirmektir. Yetiştirme kabı tasarımında da boyutla ilgili kısıtlamalardan kök deformasyonları ve halkalanma meydana gelebilmekte, değişen kök morfolojisi, daha küçük kaplarda daha belirgin olabilmektedir. Öte yandan, odunsu bitkilerin yetiştirilmesinde kaplarda kullanılan yetiştirme karışımları da gelişim ve adaptasyonun bir parçası olup havalanma ve su tutma kapasitelerini test etmek önem taşımaktadır. Bu bağlamda üretimi optimize etmek için türe özgü kriterlerin belirlenmesi gerekli olmaktadır. Tüm bu faktörlerin iklime uyumlu peyzaj fidanı yetiştirmede birlikte dikkate alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

## Giriş

Küresel iklim değişikliği ve bunun ortaya çıkaracağı sorunlar artık tüm kesimler tarafından kabul görmüş bir gerçeklik olup, sürdürülebilir ve sağlıklı yaşama dair çözüm yollarının tüm sektörlerce ortaya konulması gerekmektedir.

Kentsel dikim alanları, uzun süreli su eksikliği dönemlerinde hayatta kalabilen ağaç türlerine ihtiyaç duymaktadır. Ağaç ve fidanlık literatüründeki mevcut yardımcı bilgiler, ağaç türlerini belirli kentsel alanlar ile eşleştirirken doğru kararların alınmasına temel teşkil eden nicel veriler sağlamamaktadır. Bu durum çoğunlukla bazı alanlar için uygun olmayan ağaç türlerinin seçilmesine ve uygun olmayan genotiplerin dikilmesinde neden olmaktadır (Sjöman vd. 2010). Kent ağaçları, kentsel yaşam kalitesine ve değişen iklimin neden olduğu zorluklara karşı direnç sağlayarak, ekosistem hizmetlerine önemli katkılarda bulunmaktadır (King ve Davis 2007; Sjömen vd. 2015; Hannus vd. 2021). Bununla birlikte, yapacakları katkının büyüklüğü, önemli oranda fizyolojik durumlarına ve kasabalarda ve şehirlerde kalıcı olma kapasitelerine bağlı bulunmaktadır. Nakil sırasındaki kök kaybı, sınırlı toprak hacmi, toprak hidrolojik süreçlerinde bozulmalar ve yaşama alanındaki geçirimsiz yüzeyler,

kentsel ağaçların performansını sınırlayan ve önemli fizyolojik stres kaynaklarından birisi olan su açlığına neden olmaktadır (Sjömen vd. 2015). Dolayısıyla, su açıkları, kentsel ortamlardaki ağaçlar için büyük bir abiyotik stres kaynağı olup birçok bölgede bu stresin gelecekteki iklim senaryoları altında daha da artması muhtemel gözükmektedir (Hannus vd. 2021). Bunun yanı sıra, fidanlıklarda fidan üretimi için uygun bitki seçimi ve kullanılan yetiştirme teknikleri, mikro iklim koşulları dikim sonrasındaki hayatta kalmada, gelişimde ve büyümede oldukça önem taşımaktadır (Franco vd. 2006).

İklim değişikliği nedeniyle daha sıcak bir iklim, daha uzun büyüme mevsimleri ve yüksek atmosferik CO2 miktarının oluşmasının bitki örtüsünün büyümesini hızlandırabileceği de öngörülmektedir (Krilenko ve Sedjo 2007). Buna karşın fidanlıklar, iklim değişikliği ile ilgili bilgileri, olası etkilerini bitki stok seçimlerine aktif olarak henüz dahil etmemektedirler. O nedenle, bitki türlerinin yetiştirilmesi ve adaptasyon süreçlerinde yeni yaklaşımların ortaya konulması gerekmekte olup fidanlık endüstrisinin yakın gelecek stratejisinin bu olacağı düşünülmektedir. Fidanlık endüstrisi, karasal ekosistemlerin sağlıklı durumda korunması ya da yeniden sağlığına kavuşturulması için uygun bitki materyallerini tedarik etmekte ve bunların karasal ekosistemlerin farklı alanlarına dikilmesiyle de mevcut karbon stoğunu destekleyerek önemli bir görevi yerine getirmektedir (Hebda 2008).

Adaptasyon ve alışma süreci, bitkilerin iklim değişikliğiyle başa çıkmak için uyguladığı stratejilerdir. Bitkilerin stresli bir ortamda başarılı bir şekilde büyümesi, form oluşturması, çiçeklenmesi ve üremesinde, çevresel dış koşullar kadar genotipik faktörler de oldukça etkilidir. En uygun orijin (=köken) ve genotipin seçilmesi ve bundan elde edilecek yetiştirme materyali (tohum, çelik ve aşı uygulamaları vd. materyaller) ile fidanlıkta tür/türler için uygun yetiştirme tekniklerini kullanarak fidanların yetiştirilmesi, sürecin tamamlandığı anlamına gelmemektedir. Sonraki aşamalarda (dikim sonrası takip ve izleme), fizyolojik teknikler kullanılarak yapılacak takipler, bu sürecin tüm aşamalarına yardımcı olmak için önerilmektedir (Bussotti vd. 2010).

Kentsel bitki düzenlemelerinde kullanılacak türlerin seçiminde bu türlerin üstleneceği görevler önemli olmakla birlikte sürdürülebilirlik bakımından hiç kuşkusuz en önemlisi ekosisteme uygunluğunun sağlanabilmesidir. Bu durum özellikle çok yıllık ağaç, ağaççık ve çalı türlerinin yaşamsal devamlılığında daha fazla önem taşımaktadır. Ekosisteme uygun olan bitkisel bireylerin kullanımında, tür/türler içerisinde uyum, bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. Estetik ve görsel tercih nedeniyle fenotipik (=dış görünüş) değişkenlikler birey seçiminde tercih nedeni olmakla birlikte, adaptasyonda en önemli etkinin genotipik farklılıklardan kaynaklanacağının unutulmaması gerekir. Nitekim iklim değişikliğine uyum senaryolarında türün/türlerin popülasyonlarının genetik yapılarındaki farklılıkların adaptasyonda etkili olacağı ve bunlar içerisinde de en uygun genotipleri belirlemenin ve yetiştirme materyali olarak kullanmanın bitki yetiştiricilerinin birincil görevi olacağı ifade edilmektedir (Bussotti vd. 2010). Kuraklığa toleransta tür düzeyinde geniş farklılıklar olmasına karşın, aynı zamanda türler arasında ve türlerin alt türleri arasında da kuraklık toleransı bakımından, anlamlı farklılıklar ortaya

çıkmakta (Sjöman vd. 2015; Hannus vd. 2021), bu nedenle kentsel ortamlar için ağaç seçicilerinin önemli bir kriter olarak temel hedeflerinin kuraklık toleransının olması gerektiği belirtilmektedir (Hannus vd. 2021). Dolayısıyla iklim değişikliğinin neden olacağı en önemli sorunlardan birisi olan su açlığı ve gelecekte yeterli suya ulaşımda yaşanacak zorluklar karşısında, fidanlıklarda yetiştirilecek türlerde suyun kullanımı ve peyzaj düzenlemelerinde suya karşı tolerans, üzerinde önemle durulması gereken faktörlerin başında gelmektedir. Sonuç olarak, "kuraklık" genellikle kentsel peyzajlarda en temel stres kaynağı olup peyzaj bitkilerinde erken ölümlerin birincil nedeni olarak gösterilmektedir (Sjöman vd. 2015).

O nedenledir ki; bitkiye dayalı düzenlemelerde kuraklığa dayanıklılık en önemli seçim kriterlerinden birisi olup ikinci olarak da bu anlamda dayanıklılığı sağlayacak doğal tür/türlerin kullanımı giderek daha önemli hâle gelmiştir. Bu türler içerisinde de uygun genotiplerin seçimi ilk aşamayı oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu genotiplerin fidanlıklarda uygun tekniklerle yetiştirilmesi ve su azlığına ve kuraklık stresine dayanıklılığının sağlanması, yaşama devamlılığı için dikkate alınması gereken temel etmenlerdir.

## Fidanlıkta Yetiştirme Uygulamaları

### Bitki Yetiştirmede Genotipik Karakterli Davranışlar

Bitkilerin çok farklı çevresel koşullara adapte olabildiklerinin en güzel göstergelerinden biri de aynı türe ait bitkilerin dünya üzerinde farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde yayılış gösterebilmeleridir (Öztürk 2015). Küresel bir tehdit hâline gelen kalıcı ve kötüleşen iklim değişikliği karşısında, bitki türlerinin doğal popülasyonları ve topluluklarının yeni ortamlara nasıl tepki verdiğini araştırmak çok önemli hâle gelmiştir (Anderson ve Song 2020). İklim değişikliğinin oluşturacağı olası etkiler göz önünde bulundurulduğunda; bir türün sıcaklık ve kuraklık bakımından uç özellik gösteren yetişme yerlerindeki genetik materyallerin, yetiştirme amaçlı korunması, çoğaltılması ve hayatta kalabilmelerinin sağlanması, türün hızlı büyümesi kadar önemli bulunmaktadır (Hebda 2008). Dendroekolojik çalışmalar, köken olarak sıcak ve dönemsel olarak kuru olan step ortamlarından veya yüksek dağlık alanlardan gelen ağaçların, kent içi asfalt ortamlarda yaşlı bireylere dönüşme (stres koşullarına uzun süre yaşayabilme) potansiyelinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (Sjöman vd. 2010; Sjöman vd. 2012). Dolayısıyla da dendroekolojik çalışmaların, ağaç türü seçim sürecinde ekolojik bilgi alt yapısına çok daha geniş bir bilgi sağlayarak farklı ağaç türlerinin farklı stres faktörlerine karşı reaksiyon, tolerans ve performansının değerlendirilmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir (Sjöman vd. 2012). Uygun tür/türlerin ve bunların popülasyonlarının ve bunlardan en uygun genotip/genotiplerin seçimi, kentsel yeşil alanlarda kullanılacak fidanlar için en önemli konulardan birisini oluşturmaktadır. Öte yandan mevcut riskleri en aza indirgemek için, yerel flora ve bitki örtüsünden türleri ve genotipleri seçmek gerçekçi bir uygulama olup bu, biyolojik çeşitliliğin korunmasına da katkıda bulunmaktadır. Bir genotip tanımlandıktan sonra diğer konu bunun alana dikilmeden önce fidanlıkta yetiştirilmesidir (Bussotti vd. 2010).

Bu bağlamda, fidanlık yetiştirme teknikleri açısından temel hedef, 1- en uygun popülasyon, 2- en uygun tür/alttür, 3- en uygun genotip/genotipler belirlendikten sonra, transplantasyon sonrası çeşitli streslere dayanabilecek kaliteli fidanların üretiminin sağlanmasıdır. Çünkü bitkiler bir sahada uzun süre varlığını sürdürebilmekte ve uygun olmayan bitki materyalinin kullanımı ise yıllar sonra sorun yaratabilmektedir. Sözgelimi kızılçamda, farklı biyoiklim kuşaklarından sağlanan orijinlerin, solma noktasındaki ozmotik su potansiyel değerleri ile doğal ortamlarının iklim özellikleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu ve kuvvetli yaz kuraklığı yaşanan doğal yayılış alanlarından gelen orijinlerin ozmotik potansiyel değerlerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kuraklık etkilerine karşı ise bu orijinlerin oransal olarak en dirençli orijinler olduğu ortaya konmuştur (Dirik 2000). Benzer şekilde akçaağaç türleri Acer rubrum ve Acer saccharum arasında da genotipler arasında kuraklık toleransı bakımından önemli farklılıklar olduğu belirtilmektedir (Sjömen vd. 2015).

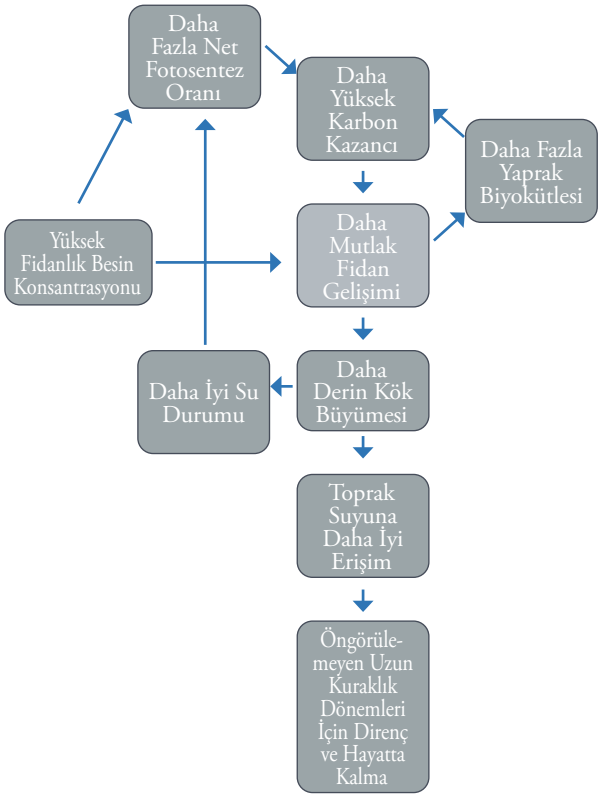
Ayrıca yapılan çalışmalar, dikim alanına nakledilen fidanların tür temelli su tüketimlerinin de oldukça önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, bir araştırma kapsamında çalışılan türler bakımından toplam günlük su kullanımının Salix matsudana için en yüksek ve Acer platanoides için en düşük olduğu, Tilia cordata, Fraxinus pennsylvanica ve Platanus acerifolia ağaçlarının ise orta düzeyde olduğu ortaya konmuştur (Montague vd. 2004).

Su açlığı olduğu dönemlerde bitkiler fizyolojik olarak tepkisel koruyucu davranışlar sergilemektedir. Kurak şartların meydana geldiği sürecin ilk dönemlerinde, bitki daha fazla su elde edebilmek için gövde ve sürgün uzamasını yavaşlatmakta ve kök gelişimini artırmaktadır (Bussotti vd. 2010; Öztürk, 2015). Bunun yanında, kuraklığın uzun sürmesi hâlinde bitkiler kök ve gövde gelişimini tamamen durdurmakta, yaprak sayısı ve alanını azaltmakta ve kuraklık şiddetine bağlı olarak bazı yapraklar sararak dökülmektedir (Öztürk 2015).

Topraktaki ve atmosferdeki su eksikliği, bitkinin büyümesini ve fotosentezi sınırlayan önemli bir faktördür (Shvaleva vd. 2006). Bu nedenle yeni dikilen ağaçlarda kök büyümesi ve fotosentez karşılıklı olarak bağımlıdır. Bu ilişki nedeniyle, dikimden hemen sonraki bitki su durumu, bitkilendirmedeki kuruluş başarısını belirlemede çok önemli bir faktördür (Burdett 1990).

Bitkinin kuraklığa orta derecede maruz kalması net fotosentezi azaltmakta ancak stresli ortamlara alışmayı destekleyen kök gelişimini arttırmaya yönelik aktif tepkileri de tetiklemektedir. Buna göre, hem yetiştirme materyali olarak uygun genotiplerin seçilmesi hem de bu genotiplerin stresli ortamlar için fidanlıklarda yetiştirilmelerinde başta gübreleme (Şekil 1) olmak üzere çeşitli uygulamalarla bitkilerin gösterecekleri tepkilerin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesinin gerekli olduğu anlaşılmaktadır.

Daha yüksek yaprak biyokütlesi, daha yüksek bir fotosentetik yüzeye olanak sağladığından, net karbon kazancına olumlu etki yapmakta, aynı zamanda kök biyokütlesini ve uzunluğunu arttırmaktadır. Bu durum fidanın daha derin toprak alanlarını keşfetmesini sağlayarak hayatta kalma olasılığını da yükseltmektedir (Padilla ve Pugnaire 2007). Gerçekte bitkiler su




**Şekil 1.** Fidanlıklarda stresli ortamlar için yetiştirilecek fidanlarda beslenme etkisiyle olası olumlu tepkilerin şematik gösterimi (Luis vd., 2009'dan uyarlanmıştır).

stresi koşullarına uyum sağlamak ve erken ölümleri önlemek için; derin kökler, daha uzun kök yoğunluğu, oransal olarak azaltılmış bir sürgün: kök dengesi, stoma iletkenliği ve/veya ozmotik uyum gibi farklı yapısal ve işlevsel özellikler geliştirmektedirler (Valladares ve Sánchez-Gómez 2006, Padilla et al. 2015).

Bu amaçla çoğaltma materyalinin kalitesini ve genotipik farklılıkların etkilerini belirlemek üzere çeşitli fizyolojik parametreler ölçümlenerek elde edilen sonuçlar yorumlanabilmektedir (Shaleva vd. 2006; Bussotti vd. 2010; Sjömen vd. 2015). Fidanların dikim değerleri üzerinde belirleyici rol oynayan başlıca fizyolojik karakteristikler; su ilişkileri ve tazelik düzeyi, büyüme - uyku ritmi, özümleme ve beslenme (karbon ve mineral elementler) metabolizması şeklinde ele alınmakta ve kök yenileme potansiyeli ile çevresel baskılara direnç potansiyeli de fidan fizyolojisinde performans belirleyiciler olarak değerlendirilmektedir (Dirik 2014).

## Bitki Materyalinin Seçimi ve Kullanımı

Kent ağaçlarının stres faktörlerine karşı toleransı türler arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir ve kent ormanlarının devamlılığı, belirli iklim bölgelerinde ağaç türlerinin iklim kaynaklı strese karşı dayanıklılığına bağlıdır. İklim kaynaklı risk faktörlerinin değerlendirilmesinde; güneş ışığına maruz kalma, toprak dokusu ve pH'ı, toprak nemi, kuraklık toleransı, tuz toleransı, rüzgâr toleransı, istilacılık, büyük veya küçük zararlılar ve hastalıklar, sonradan ortaya çıkan zararlılar ve hastalıklara karşı dayanıklılık olarak değerlendirilmektedir (McPherson vd. 2015).

Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında 1970'lerde yaşanan şiddetli kuraklık, bahçe tasarımı ilkelerini farklılaştırmış ve düşük su tüketimine sahip bahçeler düzenleme gereksinimini ortaya çıkartmıştır. Bu bahçeler "*xero-gardening-kurakçıl bahçe*" olarak adlandırılmıştır. (URL-1 2022). Günümüzde iklim değişikliğinin kentsel peyzaj uygulamalarında kullanılan tür tercihlerinde farklılığa sebep olduğu, fidanlıklarda en çok satanlar listesinde yer alan doğal ağaç türleri

için güçlü bir tercih bulunduğu, kuraklık toleransının seçim kriterlerini ve müşteri talebini etkilediği ve müşteriler ve fidanlık sahipleri tarafından doğal ağaç türlerinin giderek daha çok tercih edildiği ve bunun zamanla yerli türlerin oranını ve kapsamını artırabileceği ifade edilmektedir (Arnoldi ve Shackleton 2021). Dolayısıyla da olumsuz yerel çevre koşullarına uyum sağlama kapasiteleri nedeniyle doğal florada yer alan türlerin peyzaj düzenlemelerinde kullanımı, giderek artan bir ilgi görmektedir. Ancak, abiyotik streslere uyum yeteneği derecesi, bir bitki familyasındaki cinslerde o cinsin türleri arasında ve hatta aynı cinsin aileleri arasında önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir (Franco vd. 2006). Bu sebeple, ileriye dönük restorasyon planlayan uygulayıcılar için, dikimleri yalnızca iklime uygunluğu tahmin edilen tek bir türle sınırlamak yerine, gelecekteki olası bir dizi iklim değişiminin etkilerine uyum sağlayabilecek makul ölçüde geniş bir tür çeşitliliğinin kullanıldığı dikimlerin göz önünde bulundurulmasının gerekli olduğu belirtilmektedir (Tepe ve Merestky 2011). Öte yandan, yerel genotiplerin doğal seçilim nedeniyle bulundukları ortamda zamanla uyumlarını sağlayan genlerin sıklığının artması nedeniyle yerel koşullara daha iyi adapte olacağı varsayılmaktadır (Boshier ve Stewart 2005). Bu bakımdan iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı önemli sonuçlardan biri, peyzaj planlamalarında kullanılacak türlerin seçim tercihindeki değişikliktir. Gerek kuraklığa gerek tuzluluğa ve gerekse diğer olumsuz çevre koşullarına dayanıklılık bakımından bu koşulları sağlayabilecek olsalar da yabancı türlerin kullanımı artık evrensel olarak kabul edilebilir bulunmamaktadır (Kotzen 2004).

Bununla birlikte gerek "Bitki Yetiştirmede Genotipik Karakterli Davranışlar" başlığı altında gerekse bu bölümün başlığı altında ifade edilen konular çerçevesinde, uygun genotip seçimi için belirtilebilecek asıl önemli konunun fidanın orijininin nereye ait olduğunun bilinmesi sorunu olduğunu söyleyebiliriz. Zira, ekosistem hizmetlerinin çoğu, ağaç boyutu ve sağlığı ile güçlü bir şekilde bağlantılı olup bu durum alan ve iklim için doğru ağacın seçilmesinin gerekli olduğu anlamına gelmektedir.

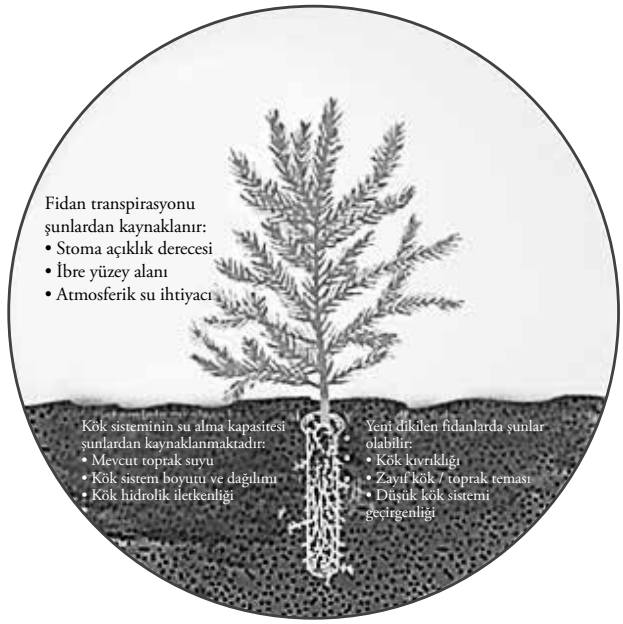
Örnek olması bakımından Avrupa'nın Almanya, Hollanda, İngiltere gibi önemli ülkelerinde kentsel dikimlerde kullanılan türlerde hangi ekotiplerin temsil edildiğini belirlemek amacıyla fidanlık temsilcileriyle yapılan görüşmeler, %63 gibi büyük bir çoğunlukla, köken (orijin) bilgisinin bilinmediğini göstermiştir (Sjöman ve Watkins 2020). Bu örnek genel olarak dünyadaki fidanlıklarda yetiştirilen tür/türlerin orijinlerin bilinirliliğinin kentsel ağaç kullanıcıları için hâlâ önemli bir sorun olarak durduğunu göstermektedir.

## Morfolojik Gelişim ve Kök Yoğunluğu

Kök oluşumu ve gelişiminin seyrindeki türe özgü farklılaşma tercihleri topraktaki suya erişimi de etkilemekte olup bitki türlerine özgü farklı kök sistemleri gelişimi söz konusudur. Yüzeysel kök sistemi oluşturma eğiliminin yanı sıra daha baştan derine doğru giden kök sistemini oluşturmayı isteyen türler de bulunmaktadır. Bu tercihlere göre bitki türlerinde kök sistemleri bakımından sığ kök, kalp kök ve kazık kök gibi farklı kök sistemlerinden söz edilebilmektedir.

Belirgin bir ana kök ile ona eşlik eden dikey yönlü diğer yan köklerin hâkim olduğu kök yapısı "*kazık kök*", belirgin bir dikey kök oluşumu sergilememekle birlikte kök boğazı çevresinde dikey ve yatay köklerin beraberce gelişim gösterdiği kök yapısı "*yürek kök*" ve köklerin belirgin şekilde yüzey yayılış gösterdiği kök yapısı da "*sığ kök*" olarak tanımlanmaktadır (Dirik 2014). Nemli toprak katmanlarına doğru kökleri olan türlerin uzun süreli kuraklığa daha iyi dayanması söz konusu iken, sığ köklü türlerin bu durumdan daha çok etkilendikleri ve daha sık ölüm yaşadıkları belirtilmektedir (Padilla ve Pugnaire 2007).

Kök büyümesi fidanın mevcut toprak suyuna bağlanması için yeterli değilse, fidanlar dikimden hemen sonra strese maruz kalabilmekte, yeni dikilen bir fidanın kök sistemi, uygun bir su dengesini korumak ve hayatta kalmasını sağlamak için yeterli su sağlayamadığında stres oluşmaktadır. Bu nedenle, yeni dikilen bir fidanın dikim stresinin üstesinden gelme yeteneği, kök sistemi boyutu ve dağılımı ile kök-toprak teması ve kök hidrolik iletkenliğiyle ilişkilidir. Yeni dikilmiş bir fidan, yalnızca atmosferik su talebini karşılamak için kullanılabilir toprak suyuna erişim sağlayabilirse dikim alanında varlığına devam edebilmektedir (Grossnickle 2005; Şekil 2). Fidanlar dikim ortamında yeni kökler geliştirdikleri durumda toprakla fizyolojik anlamda temas kurabilirler ve dolayısıyla aklimatizasyon ya da dikim ortamına uyumlarını gerçekleştirirler (Dirik 2008). İnce kök biyokütlesi (yoğunluğu) ise, dikim başarısının artışı ve hayatta kalma ile bağlantılı olup ince kök hidrolik iletkenliği, dikim sonrasında yeterli suyu




**Şekil 2.** Bir fidanda dikim stresinin açıklayıcı gösterimi (Grossnickle, 2005)

sağlamak için kritik bir öneme sahip bulunmaktadır (Lynch 1995). Beeson ve Gilman (1992)'a göre, kuraklık stresi toleransı dikim sonrası uyum oranlarını önemli ölçüde etkilemekte ve tipik olarak nakil ve dikimden önce ince kök gelişimini teşvik etmek için kullanılan kök budaması gibi üretim uygulamaları oldukça önem taşımaktadır. Kök yapısının ve boyut dağılımının birçok türde üretim sistemlerinden etkilendiği gösterilmiştir (Gilman ve Harchick, 2008; Neal ve Lass, 2014). İnce köklerin çoğalmasının, artan besin alımı ve asimilasyon seviyeleri için avantaj olduğu belirtilerek ve mikorizal yaşamın oluşturulması ve sürdürülmesi için gerekli olduğu vurgulanmaktadır (Day vd. 2010). Dolayısıyla, fidanların dikim alanındaki başarısı büyük ölçüde iyi gelişmiş bir kök sistemine sahip olarak dikilmiş olmaları

ile ilişkilidir. İklim değişikliğinin fidanlar üzerinde oluşturacağı temel baskının su açlığı ve kuraklık stresi olmasından hareketle, fidanların bulundukları kentsel yetişme ortamlarında bu sorunlarla başa çıkmasını sağlamak üzere fidanlıklarda yetiştirme teknikleri bakımından üzerinde önemle durulması gereken fidan özelliklerinden en önemlisinin yüksek yoğunluklu köklerin elde edilmesi olduğunu söylemek mümkündür.

Bununla birlikte, fidanlıklarda fidanların yetiştirilmeleri sırasında morfolojik ve anatomik adaptasyon süreçlerinde genel olarak sürgün boy büyümesi ve/veya yaprak alanında azalma sağlanması, kök boğazı çapında ve kök büyüme potansiyelinde artış sağlanması ve sıklıkla da sürgün/kök oranının azaltılması uygulamaları yer almaktadır. Ayrıca fidanlarda düşük stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli, yaprak turgor potansiyeli ve bağıl su içeriği gibi ozmotik ayarlama ve su kullanım verimliliği ile ilgili fizyolojik özellikler de bulunmaktadır (Franco vd. 2006).

## İklime Uyumlu Fidan Yetiştirme Uygulamaları

Fidanlıkta yetiştirme döneminin sonunda, fidanların morfolojisinin, boyutlarının ve büyüme potansiyellerinin belirlenmesi için yapılan çeşitli ölçümler, bu fidanların farklı özelliklerdeki peyzaj alanlarına nakledildiklerinde düşük performans gösterecek olanları veya hasar görmüş fidanları belirlemedeki katkıları nedeniyle önemli faydalar sağlamaktadır. Ölçülebilen parametreleri ise; gövde yüksekliği, gövde esnekliği, sürgün büyüme potansiyeli, yaprak alanı, kök boğazı çapı, toplam bitki kuru ağırlığı, sürgün/kök oranı, gövde yüksekliği/kök boğazı çapı oranı, kök ağırlık oranı ve kök büyüme potansiyeli olarak sıralanabilirler (Percival 2004).

Bitkinin yaşama ve uyum yeteneği, sıklıkla gövde yüksekliği, yaprak alanı, gövde yüksekliği/çap oranı ve sürgün/kök oranı ile önemli bir negatif korelasyon göstermektedir. Fidanlık dönemindeki uyum süreçlerinin bir sonucu olarak, ön koşullandırma olarak da ifade edilen sürgün/kök oranındaki azalma (sürgün büyüme hızının azaltılması ya da kök büyümesinin sürgün büyümesine göre artırılmasıyla oluşur) bitki büyümesini artırmakta ve kuraklık ve sıcaklık koşulları altında nakilden sonra ölüm oranını azaltmaktadır (Franco vd. 2006). Bununla birlikte düzensiz kök büyümesini teşvik eden üretim sistemlerinde, kökler anormal ve sürekli bir şekilde büyümeye devam ettikçe, fidanın dikim sonrası alanda daha sonraki yıllarda olgunlaşma ve boyut olarak artma yeteneği potansiyel olarak tehlikeye düşmektedir (Allen vd. 2017).

## Fidan Yetiştirmede Besin Maddelerinin Kullanımı

Fidanlıklardaki yoğun yetiştirme faaliyetleri, öncelikle güçlü bir boy büyümesini teşvik etmeye yöneliktir, oysa peyzaj uygulamalarında ve/veya kurakçıl bahçe düzenlemelerinde dikim sonrasında bu fidanları uygun olmayan koşullar beklemektedir. Kurakçıl bahçeler, kentsel peyzajlar ve kurak ve yarı kurak peyzajlar dahil olmak üzere çoğu doğal ortam, su

varlığı, sıcaklık, hava nemi, toprak tuzluluğu veya besin içeriği gibi bir veya daha fazla çevresel parametreye göre sürekli olarak ideal koşulları barındırmamaktadır. Fidanlıkta yetiştirilen bir fidanın bir peyzaj alanına veya kurakçıl bir bahçeye transferi ve dikimi sonrasında, alandaki performansı ve hayatta kalması için kritik olan stresli bir geçiş süreci bulunmaktadır (Franco vd. 2006).

Fidanların fidanlıklarda yetiştirilmesi sırasında yukarıda bahsedilen kriterler açısından arzu edilen seviyeye getirilmesinde gübreleme işlemi ve doz uygulamalarının önemli bir faydası bulunmaktadır. Özellikle azot (N) ve fosfor (P) gübre uygulamaları bu anlamda oldukça önemli etkiye sahip bulunmaktadır. Bununla birlikte uygulanacak miktar ve uygulama sıklığı, yetiştirilecek türlere göre farklılık gösterebilmektedir. Nitekim giderek artan araştırmaların sonuçları, azot (N) bakımından zengin fidanların, hızla yeni kökler oluşturma ve yabani otlarla rekabet etme yetenekleri nedeniyle, Akdeniz ekosistemlerinde arazi performansını iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Oliet vd. 2013). Plantasyonlarda fidanların hayatta kalmasında dokulardaki azot içeriği ve fidan boyutunu ilişkilendiren fizyolojik süreçlerle ilgili kavramsal modelden bu süreci daha iyi anlamak mümkündür (Villar vd. 2021, Şekil 3).

Aynı zamanda, bazı yeni araştırma sonuçları, fosforun (P) da fidanlarda kök büyümesi ve fizyolojisi üzerinde önemli bir itici güç olduğunu göstermektedir. Fidanlardaki besin durumu; kuraklık toleransı, kök hidrolik iletkenliği ve mikoriza mantarlarının oluşumu gibi Akdeniz bölgelerinde hayatta kalmak için kritik olan diğer fonksiyonel özellikleri de etkilemektedir (Oliet vd. 2013). Örneğin, kaplı ve gübrelenmiş olarak yetiştirilen *Pinus canariensis* fidanlarının, yarı kurak bölgelere dikildiklerinde dikim ve dikim sonrasındaki izlemelerde, kök büyümesinde artış sağlayarak fizyolojik durumlarını geliştirip hayatta kalma oranının arttığı ortaya konmuştur. Dikimden sonraki 3 yaz boyunca fizyolojik bitki tepkileri (yaprak su potansiyeli, gaz değişimi ve klorofil floresanı) periyodik olarak ölçülmüş ve gelişmiş köklere sahip fidanların kuru dönem boyunca daha iyi su alımı yapabildikleri ve böylece sonraki birkaç yıl içinde hayatta kalma ve büyümeyi artırabildikleri belirlenmiştir (Luis vd. 2009). Bununla birlikte, gübreleme uygulamasının planlanmasında türlerin ekolojik özelliklerinin dikim koşullarıyla eşleştirilmesinin bir gereklilik olduğunun (Oliet vd. 2013) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Benzer şekilde hem N hem de P uygulamasının bitki boyunu, kök boğazı çapını, klorofil içeriğini ve kök morfolojisini önemli ölçüde etkilemesi bakımından fidan yetiştiriciliğinde Akçaağaç (*Acer mono*) türü için tavsiye edilmektedir (Razaq vd. 2017). Potasyum (K) uygulamalarının da fidanda gerek sürgün boyu gerekse kök yoğunluğu bakımından farklılıklar oluşturduğu, araştırma sonuçlarında ifade edilmektedir. Nitekim *Hibiscus rosa-sinensis*'de hem K eksikliği hem de kuraklık stresi, sürgün büyümesini azaltmış, ancak kuraklık stresi kök büyümesini ve dolayısıyla kök/sürgün oranını arttırmıştır. Canlı köklerin yüzdesi kuraklık stresi ile azalmasına rağmen K gübre uygulaması yapılan bitkilerde kuraklığa maruz deneme uygulamalarından sonra K eksikliği olan bitkilere göre daha fazla kök sağkalım oranı

tespit edilmiştir. Bu gözlemlerle yeterli K beslenmesinin kuraklık direncini ve kök ömrünü iyileştirebileceği ortaya konmuştur (Egilla vd. 2001).

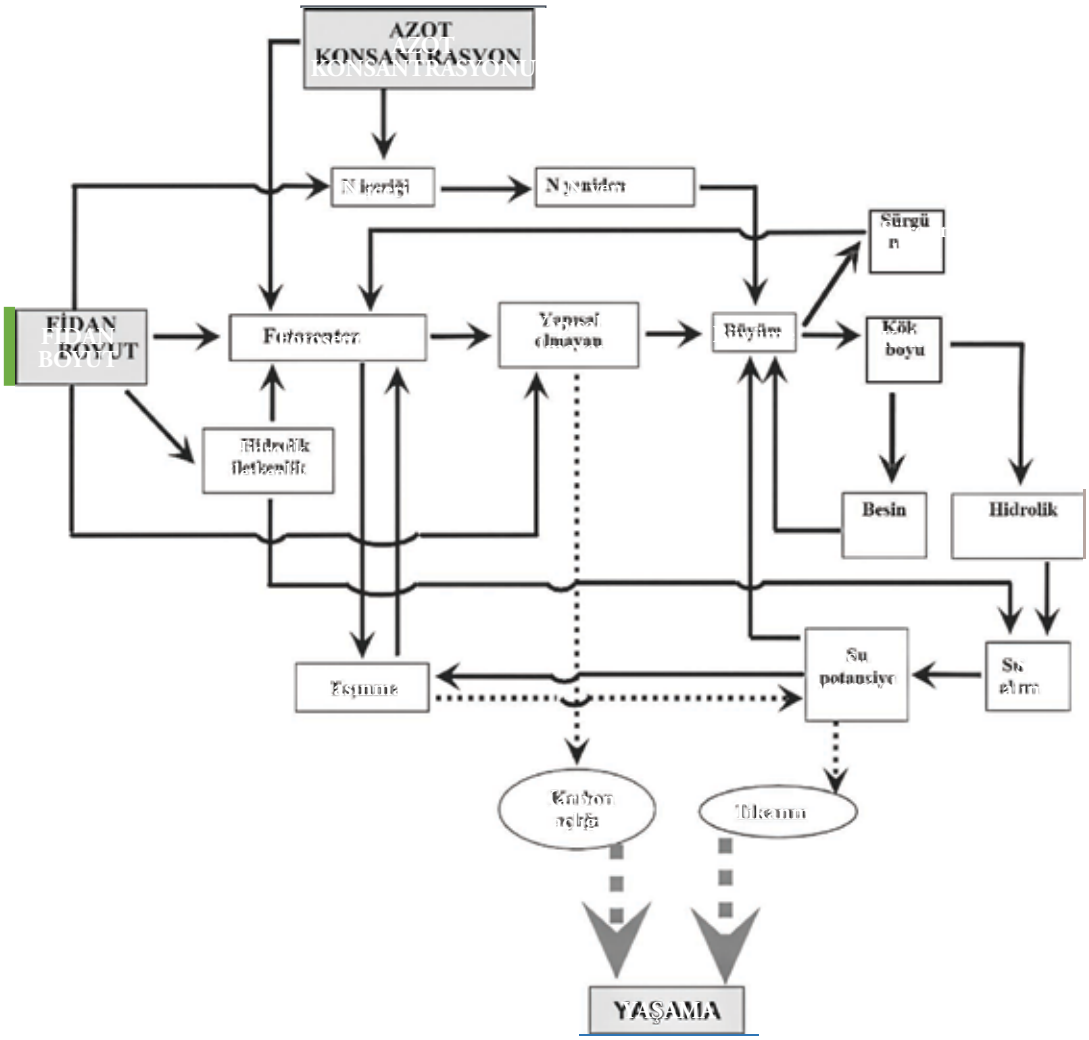
Öte yandan, fidanlıklarda yetiştirme sırasında fidanlar ön koşullandırma olarak nitelenen işlemlere de tabi tutulmaktadır. Bu işlemlerin amacı, dikim alanındaki geçiş sürecinde yüksek düzeyde fotosentetik rezervlere ve yeterli morfolojik özelliklere sahip olan ve bu nedenle peyzaj uygulama alanlarında büyümeyi yeniden başlatabilen yüksek kaliteli fidanlar üretmektir. Bunun için kullanılabilecek farklı bir takım teknik işlemler bulunmaktadır. Bunlar arasında; "eksik sulama", en yaygın olarak kullanılan ön koşullandırma tekniğidir. Ek olarak, büyük boyutlu kapların ve uygun toprak karışımlarının kullanılması, azot beslenmesinin kesilmesi, mikoriza mantarlarının aşılanması, bitki büyümesi geciktiricilerinin uygulanması, sürgün ve/veya kök budaması gibi mekanik şartlandırma yöntemleri de kullanılmaktadır (Franco vd. 2006). Diğer taraftan, benzer bir biçimde, yetiştirme sürecinde ve dikim öncesinde uygulanabilecek bazı tekniklerle köklerin yenilenme potansiyelini arttırmak mümkündür. Bunun en kolay ve etkin yöntemi, fidanların dikim öncesinde uygun sürelerde sulanmaksızın su stresi ya da kuraklık ile koşullandırılmasıdır (Dirik 2014).

Tüm bu uygulamaların temel amacı, fidanların dikildikleri farklı ekosistem koşullarında karşılaşacakları her türlü olumsuz duruma karşı direnç geliştirerek dikim anında sahip oldukları yüksek yoğunluklu kök kapasiteleriyle, ilk yıllardaki kritik süreçlere uyum yeteneklerinin artırılmasıdır. Nitekim buna yönelik pek çok çalışmada, daha yüksek kök/gövde oranlarının dikim alanlarında sağ kalım yüzdelerini önemli oranda artırdığı tespit edilmiş ve bunun artırılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur (Kailash ve Kannan 1999).

## Fidan Yetiştirme ve Arazi Uyumunda Malçlama Etkisi

İklim değişikliği sonucu su rekabetinin yoğunlaşması, su kullanım ilkelerinin farklılaşmasına neden olarak, dış mekân peyzajlarında suyun daha verimli kullanımını önemli hâle getirmiştir. Yeni dikilen ağaçların sulanmadığı alanlarda, ilk kuruluş büyük ölçüde yağışa bağlı olmaktadır. Fidan, yeni kök oluşumu döneminde yeterli yağış almazsa, aşırı su terlemesi ve topraktan su emilememesi nedeniyle fizyolojik su eksiklikleri önemli ölçüde artmaktadır. Ek olarak, nakil sırasında uygulanan işlemler kök sisteminde bir azalmaya neden olmaktadır. Çıplak köklü ağaçlar söz konusu olduğunda bu kök kayıpları, fidanlıktaki yetiştirme uygulamaları teknik açıdan kabul edilebilir düzeyde olsa ve normal işlemler izlense bile kök uzunluğunun %95'i (Watson ve Himelick 1982) veya kök kuru ağırlığının %84'ü (Gilman ve Beeson 1996) kadar yüksek olabilmektedir. Öte yandan su eksiklikleri, kentsel peyzajlara yeni dikilen ağaçların başarısızlığının önemli bir nedeni olarak kabul edilmektedir. Gerek kentsel peyzajlarda ve gerekse fidanlıklarda yetiştirme faaliyetleri sırasında diri örtünün büyümesinin bastırılması ve gübrelemenin azaltılmasındaki etkisinin yanı sıra, toprak nemi stresini azaltmada da aracı olan malçlama; ağaç, ağaççık, tarım, meyve ve süs bitkileri fidan

yetiştiriciliği sistematiğinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Buharlaşmayı azaltmak, toprak sıcaklığını eşit tutmak, erozyonu önlemek, yabani otları kontrol etmek, toprağı zenginleştirmek veya çilek gibi meyveleri temiz tutmak için koruyucu bir örtünün yere serilmesi veya bırakılması işlemi kısaca "malçlama" olarak adlandırılmaktadır. Peyzajda kullanılan malçlar genellikle hem inorganik (örneğin kırma taş, ezilmiş tuğla, çakıl, polietilen filmler) hem de organik bileşikleri (kıyılmış dallar ve yapraklar, yumuşak ağaç ve sert ağaç kabuğu, odun talaşı, geri dönüştürülmüş paletler) içermektedir. Kentsel peyzajlarda inorganik malç yerine organik malç kullanımının, dikilecek ve dikilmiş ağaçların daha iyi büyümesi için üstün özellikler taşıdığı belirtilmektedir (Percival vd. 2009).




**Şekil 3.** Plantasyonlarda fidanların hayatta kalmasında dokulardaki azot konsantrasyonu ve fidan boyutunu ilişkilendiren fizyolojik süreçlerin kavramsal modeli. Sürekli ve noktalı çizgiler sırasıyla pozitif ve negatif ilişkileri göstermektedir. (Villar vd. 2012'den uyarlanmıştır).

Malçların faydaları toprak sıcaklığındaki ve nemdeki dalgalanmaları en aza indirgemek, böylece kök büyümesini teşvik etmek, yabani otları bastırmak, toprağı besin maddeleri bakımından zenginleştirmek, şiddetli yağmurların neden olacağı toprak erozyonunu önlemek, pH ve katyon değişim kapasitesini bitki lehine düzenlemek, patojenleri baskılamak, toprak mikrobiyal aktivitesini teşvik etmek ve havalandırmayı iyileştirmek (Froment vd. 2000; Pickering vd. 2000; Cahill vd. 2005; Van Donk vd. 2011) olarak sıralanabilir. Öte yandan toprak verimliliğini artırmada, ağaç yetiştirmede, fidanlık ve peyzaj endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fidanların arazide sağ kalım ve büyüme oranlarına olumlu katkı sunduğu, nakil sonrası hayatta kalma oranlarını artırmanın bir yolu olarak malçlamanın olumlu faydalar sağladığı araştırmalarla ortaya konmuştur. Nitekim, *Fagus sylvatica, Crataegus monogyna, Betula pendula, Quercus ilex* ve *Quercus robur* türleri ağaç dallarının yongalanmasıyla elde edilen malç materyallerinin ait oldukları ağaç türüne bağlı olarak, malçlama yapılan türlere göre değişen, kök büyüme potansiyeli, kök uzunluğu, yaprak alanı, yaprak, sürgün, kök ve toplam bitki kuru ağırlığı bakımından önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, saf malçların hem büyük kaplara konulmuş hem de tarlaya dikilmiş bitki stoğunun hayatta kalmasında, büyümesinde ve ağaç canlılığı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin nakiller sırasında oldukça hassas bir tür olan kayında, saf bir malç uygulamasının kayın boylu fidanlarının hayatta kalma oranlarını %10'dan %70'e çıkardığı tespit edilmiştir. Elde edilen değerlerin tümünün, malçlama yapılmayan kontrollere göre tutarlı bir şekilde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, hem fidanlıktan yeni bir alana dikim sonrasında nakil kayıplarını azaltmak hem de dikimden sonra büyümeyi iyileştirmek için malçlama önerilmektedir (Pervical vd. 2009). Taze ve kompost hâline getirilmiş *Eucalyptus cladocalyx*'ten hazırlanan malçlar, yıllık yabani otların büyümesini önlemiş, *Platanus racemosa*'da malçlanmış ağaçların altındaki toprak profillerinde kök uzunlukları, malçlanmamış olanlara göre daha fazla bulunmuştur. Hem taze doğranmış hem de kompost hâline getirilmiş okaliptüs dallarının, çınarın büyümesini teşvik etmede etkili olduğu bulunmuştur (Downer ve Faber 2005). Öte yandan malçın varlığının ve kalınlığının hem suyun toprağa sızmasını hem de topraktan suyun buharlaşmasını etkileyerek, malç altında toprak nemi modifikasyonlarına neden olduğu belirtilmiş, sızmayı teşvik etmek ve akışı azaltmak için malçın periyodik olarak karıştırılması önerilmiştir (Van Donk vd. 2011). Ancak bu konuda üzerinde durulması gereken önemli temel nokta, yukarıda da ifade edildiği gibi, kullanılacak malç materyalinin hangi tür/türlerden elde edildiğine ve hangi tür/türlerde kullanıldığına dikkat edilmesidir.

## Fidan Üretiminde Kullanılan Yetiştirme Kaplarının Etkileri

Kent ağaçları, çeşitli yapıların bulunduğu bir çevrede büyümekte ve sayısız karmaşık zorlukla karşı karşıya bulunmaktadır. Yakın zamanda dikimi yapılan ağaçların uzun süreli hayatta kalması, doğrudan saha koşullarına, dikim tekniğine ve nakil sonrası bakımla

ilgili olmakla birlikte, hayatta kalmaları sağlıklı ve uygun bitki materyali seçimine ve yetiştirilmesine bağlı bulunmaktadır (Allen vd. 2017). İklim değişikliğinin neden olacağı olası etkilerden sıcaklık, su azlığı ve kuraklık etkisi gibi nedenlerle fidanlıklardaki yetiştiricilik faaliyetlerinde tüm yetiştirme tekniklerinin, kök yoğunluğunun artırılması ve iyileştirilmesine yönelik olması gerektiğini belirtebiliriz.

Yetiştirme kabı tasarımında boyutla ilgili kısıtlamalar, kök deformasyonları ve halkalanmaya neden olmakta, değişen kök morfolojisi, daha küçük kaplarda daha belirgin olabilmektedir. Bu durum bitkileri kuraklık stresine yatkın hâle getirebilmektedir (NeSmith ve Duval, 1998). Kök büyümesi, bir kabın alabileceği yetiştirme harcı hacmi ile sınırlı olduğundan, saksı özelliklerinin kök ve bitki büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olması şaşırtıcı değildir. Kök sistemi küçük bir köklenme hacmiyle sınırlandığında, kökler ve sürgünler arasındaki hassas denge bozulabilmektedir (Mathers vd. 2007). Kök kısıtlamaları, birincil köklerin kaybına ve yanal köklerin sayısında artışa neden olabilmekte (NeSmith ve Duval 1998) ve kap türü, kök yönünü değiştirebilmektedir (Marshall ve Gilman, 1998). Bununla birlikte, daha büyük kapların kullanılması, araziye nakledildikten sonra kurulumu mutlaka iyileştirmeyebilir. Daha küçük kaplarda yetiştirilen bitkiler bazen daha büyük kaplarda yetiştirilen bitkilerden daha hızlı gelişebilmektedir (Mathers vd. 2007). Öte yandan, kap boyutunun dikim sonrası büyümede etkili olduğu ifade edilmekle birlikte, kap boyutlarındaki farklılıkların belirlenmesinde, yetiştirilecek çevre koşullarının da önceden dikkate alınmasının yararlı olacağı yönünde öneride bulunulmaktadır (Garcia vd. 2016).

**Şekil 4.** Üç farklı kap tasarımı (kenarları delikli, dört köşeli ve dairesel kaplar (Amoroso vd., 2010).

Kök büyümesi ve gelişimi için tasarlanmış saksılar ve kaplar, kaplı fidan üretiminde önemli bir yer tutmaktadır ve her kap tipinin kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır (Diver ve Greer 2008). Üretim sırasında kullanılan fidanlık kabının türü, kapta yetiştirilen bitkilerin kök morfolojisi üzerinde oldukça etkileyici bir öneme sahiptir. Standart plastik kaplarda yetiştirilen bitkiler genellikle bükülmüş veya kök topunun kenarları boyunca büyüyen saptırılmış köklere sahip olup bu çevreleyici kökleri azaltmak için tasarlanan kaplarda büyüyen ağaçlar, nakil sonrası dikim yerlerinde, büyümelerinden ödün vermeden standart plastik kaplara kıyasla daha kaliteli bir kök sistemi üretmektedir (Marshall ve Gilman 1998). Bu kapsamda, fidanlıklarda odunsu bitki türlerinin üretimi için; farklı tip, boyut ve özelliklerdeki plastik kaplar (Şekil 4), kap içinde kaplar (Şekil 5), esnek kumaş kaplar (Şekil 6) ve geleneksel plastik kapların kenar ve taban kısımlarında boşluklar bırakılarak üretilen hava kök budamalı kaplar kullanılmaktadır (Şekil 7). Tarla repikajında yetişen boylu fidanlar ise çıplak köklü veya toprağı ile birlikte ve çuvala sarılı olarak üretilebilmektedirler.

Kullanılan materyallerden siyah plastik (SP) saksılar, fidanlıklarda ağaççık ve çalı üretimi için en çok

**Şekil 5.** Kap içinde kap yetiştirme şeklinin görünüşü (Anslow, 2007; Ingram ve Ernst, 2017).

kullanılan kaplardır. SP kaplarında odunsu bitkiler üretmenin pek çok avantajı olsa da kullanımlarının en büyük dezavantajı, üretim sırasında genellikle çember oluşturan, kuşaklanan ve keçeleşmiş köklerin oluşması ve yüksek yetiştirme harcı sıcaklıklarının kökleri yaralayabilmesi veya öldürebilmesidir. *Tilia cordata ve Ulmus minör*'de kap tipinin iki türün kök sistemi yapısı üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu belirtilerek, iyi yapılandırılmış bir kök sistemi ile karakterize edilen fidanlar elde edebilmek için, fidanlık aşamasında geleneksel pürüzsüz kenarlı bu kapların kullanımından kaçınılması önerisinde bulunulmaktadır (Amoroso vd. 2010). Ayrıca da siyah plastik saksılarda yetiştirilen bitkilerin zarar görmüş kök sistemleri, araziye dikimden sonra kısa ve uzun vadeli sorunlara yol açabilmektedir (O'Connor 2014). Dolayısıyla, bu yetiştirme materyal ve yöntemlerinin her biri, üretim ve kurulumla ilgili olarak farklı avantajlar sunmaktadır. Bir örnek vermek gerekirse, Majsztrik vd. (2017)'nin Ruter (1998)'e atfen belirttiklerine göre; daha uygun kök bölgesi koşullarını sağlamasından dolayı, toprak üstü kap üretimine kıyasla, toprak içerisinde kap içine kap yerleştirilmek suretiyle *Betula nigra* fidanı yetiştirmenin toplam biyokütleyi %27 arttırmış olduğu belirtilmektedir. Nitekim açık alanda yetiştirilen ve toprağı ile sökülerek çuvala sarılmış boylu fidanların, çıplak köklü olarak elde edilen ve plastik kaplarda yetiştirilenlere göre daha hızlı dikiminin söz konusu olduğu ifade edilmekle birlikte (Buckstrup ve Bassuk 2000), kök biyokütlesi kaybının daha fazla strese neden olduğu ifade edilmektedir (Mathers vd. 2007; Yin vd. 2014).

Diğer yandan, incelenen bazı çalışma sonuçlarında, türe özgü olarak değişen üretim ve nakil sonrası dikim (kuruluş) yöntemlerine bağlı olarak hayatta kalma tepkilerinin de farklı olduğu ifade edilmektedir (Allen vd. 2017). Bu nedenledir ki, türün kök sistemi özelliğini de dikkate alarak türe özgü ince kök yoğunluğunu artırıcı ve dairesel kök

**Şekil 6.** Kap üretimlerine alternatif olarak da uygulanabilen esnek kumaş kaplar (Allen vd., 2017).

büyümesini azaltıcı kapların tasarlanması/kullanılması, dikim başarısını ve dikim alanında sağ kalımı arttırmak için üzerinde önemle durulması gereken bir konudur.

## Kap Boyutu, Boylandırma-Adaptasyon İlişkisi

Kaplarda yetiştirilen fidanlar, diğer fidanlık üretim yöntemleriyle yetiştirilen fidanlardan farklı kök sistemleri geliştirmektedir. Yetiştirme kabının hacmi temel bitki büyümesi için alan, su, hava ve besin gereksinimlerini sınırlamaktadır. Daha derin kaplar daha fazla toplam havalanma kapasitesine sahip olduklarından, optimum havalandırma ve drenaj için en iyisi olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla yetiştirme kabının geometrik yapısının su tutma kapasitesi ve havalanma kapasitesi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu ifade edilebilir. Kap boyutları,

**Şekil 7.** Hava kök budamalı kap kullanılarak yapılan yetiştirme şeklinin görünüşü (URL-2 ve URL-3,2023).

büyüklüğü ve kap yüzeyindeki gözeneklilik kök morfolojisini de farklılaştırmaktadır.

Dikim alanına nakledilen fidanların dikim sonrasındaki adaptasyon, yeniden büyüme ve yaşama kapasiteleri bakımından farklılıkları olduğu ve bu farklılıkların genel olarak daha az boylu fidanlar lehine avantajlı bir durum oluşturduğu ifade edilmektedir. Bu durum kap boyutlarıyla da ilgili olup kap boyutları arttıkça adaptasyonda olumsuzluklar olabileceği yönünde araştırma verileri bulunmaktadır. Nitekim Gilman vd. (2010), Quercus Virginiana'da yapılan alan dikim denemelerinde, gerek 57 litrelik kaplarda yetiştirilen fidanların gerekse tarla repikajında yetiştirilen boylu fidanların 170 litrelik büyük kaplarda yetiştirilen boylu fidanlara göre hem kuraklık dönemlerindeki dayanımları hem de gövde çapındaki artış açısından daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, 170 litrelik kaplarda yetiştirilen boylu fidanlardaki yaprak dökümünün 57 litrelik kaplara göre daha fazla olduğu da ifade edilmektedir. Watson (2005)'e göre, peyzaj alanına taşınarak dikimi yapılmış büyük fidanlar, yeni bir kök sitemi üretebilmek için kendinden küçük fidanlara göre daha uzun bir süreye ihtiyaç duymaktadır.

Kök sistemi mimarisinin yeniden gelişmesindeki bu gecikme, dikim alanında nakil boyuna göre artan büyüme azalmasıyla sonuçlanmaktadır.

Ayrıca dikim sahasına nakilden sonra, küçük ağaçlar büyük ağaçlara göre daha hızlı ve daha güçlü bir büyümeye döndükleri için, küçük ağaçların büyük ağaçları boyut olarak geçeceği varsayılmaktadır (Watson 1985). Bu durumda; iklim değişikliğinin bitkiler üzerinde yaratacağı olası stres faktörlerinin adaptasyon ve büyüme üzerinde olumsuz etki yaratabileceği düşünüldüğünde, fidanlıklarda yüksek boylandırma mekanizmasının kullanımında ihtiyatlı davranılmasının gerektiğini söylemek mümkündür.

## İklime Uyumlu Fidan Yetiştirmede Yetiştirme Karışımlarının Etkileri

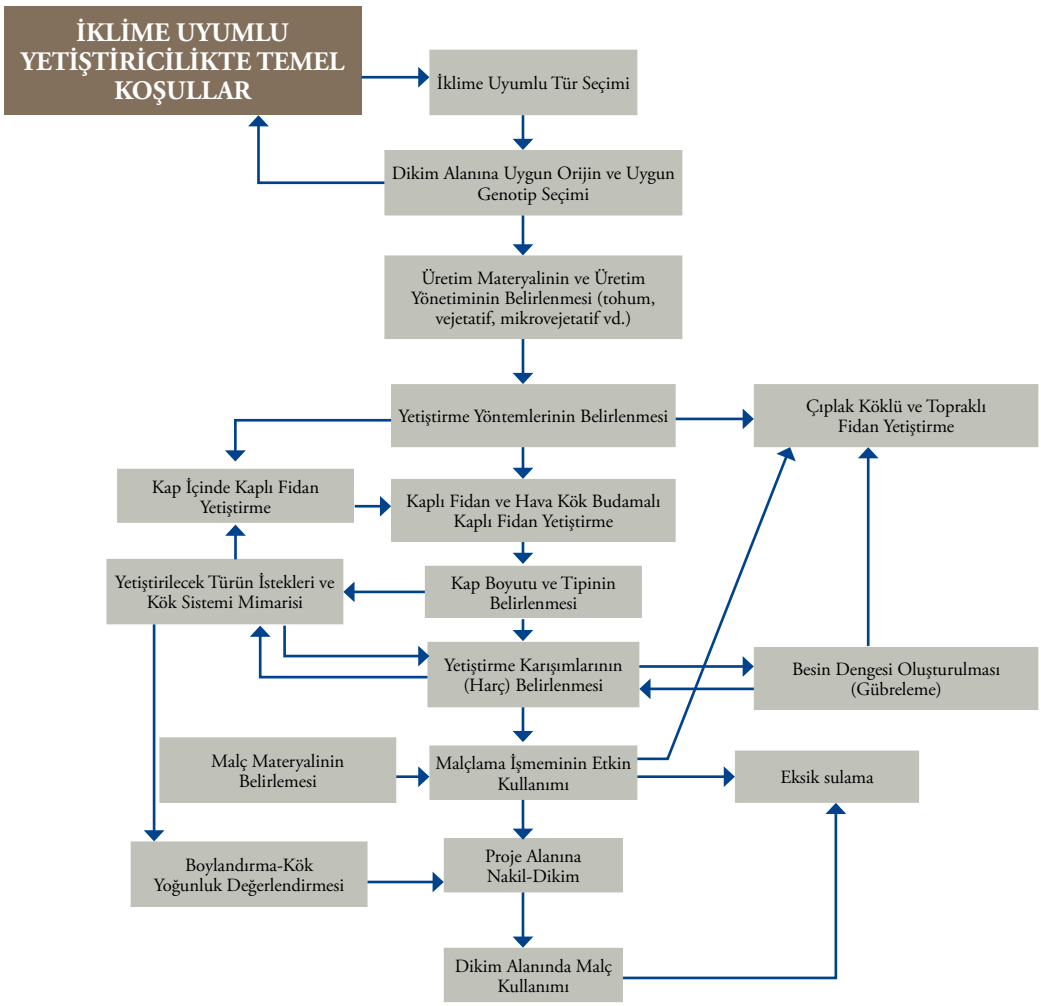
Uygun bir fidanlık yetiştirme harcını belirlerken dikkate alınması gereken genel ölçütler şu şekilde sıralanabilir: tuz içermeyen, yüksek katyon değişim kapasitesine sahip, uygun fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip, üniform ve hafif, destekleyici, zararlı mikroorganizmaları içermeyen, ucuz ve bulunabilir olması. Kökleri etkilediği bilinen yetiştirme karışımlarının fiziksel özellikleri arasında; havalandırma kapasitesi, su tutma kapasitesi, toplam gözeneklilik, ince parçacıkların yüzdesi (<0,5 mm) ve kütle yoğunluğu yer almaktadır. Bu özellikler, kaplarda gelişen kök sistemlerinin büyümesini, işlevini ve morfolojisini belirleyici bir etkileşime girmektedir (Mathers vd. 2007).

Kaplı fidan üretiminde yetiştirme karışımının havalanma kapasitesine fazla önem atfedilmeyip, karışımın su tutma kapasitesi daha fazla önemsenmekte ve kök büyümesi üzerindeki etkileri ikincil sırada yer almaktadır. Kökler büyümek ve düzgün bir şekilde işlev görmek için yeterli oksijene ihtiyaç duyduğundan, yetersiz havalandırılmış bir karışım, kök büyümesini ve bitki gelişimini kısıtlayacaktır (Pokorny 1987). Bu sebeple odunsu bitkilerin yetiştirilmesinde kaplarda kullanılan yetiştirme karışımlarının havalanma ve su tutma kapasitelerini test etmek önem taşımaktadır ve bu bağlamda üretimi optimize etmek için türe özgü kriterlerin belirlenmesinin gerekli olduğu değerlendirilmektedir (Mathers vd. 2007).

Buraya kadar yapılan açıklamalardan anlaşıldığı üzere; iklime uyumlu peyzaj fidanı yetiştiriciliğinde geleneksel yetiştirme yöntemlerinin ana hatları ve temel yetiştirmede var olan teknikler kullanılmakla birlikte, iklime uyumlu peyzaj fidanı yetiştiriciliğinde önemli bazı farklılıkların da olduğu görülmektedir. Burada önemli ve kritik olan noktalar, doğal türler başta olmak üzere ekosisteme uygun tür seçimi ve tür içinde de doğru orijinin ve hatta doğru orijin içerisinde doğru ailenin seçimi ve bunların fidanlıklarda yetiştirilmesi sırasında özellikle kök yoğunluğu oluşturulması işlemi başta olmak üzere, tüm uygulama farklılıklarının göz önünde bulundurulmasıdır. Bu bağlamda tüm yetiştirme adımlarını bir bütün olarak değerlendirdiğimizde, süreci Şekil-8'de ifade edilen bir akış diyagramına dönüştürebilmek mümkündür.

## Sonuç ve Öneriler

Peyzaj fidanı üretiminde fidanlıkta uygun bitki seçimi ve yetiştirme sırasında uygulanan şartlandırma teknikleri, bitkilerin nakilden sonra dikimi, hayatta kalması ve sonraki büyümeleri için çok önemlidir. Fidanlık performansını ve zorlu ortamlara toleransını iyileştirmek için uygun morfolojik ve fizyolojik özelliklere sahip peyzaj bitkilerinin seçilmesi hayati önem taşımaktadır. Yerel çevre koşullarına uyum sağlama yetenekleri nedeniyle, doğal florada yer alan yerel türlerin kullanımı, yetiştirme dikim uygulamalarının ana odağında bulunmalıdır. Ancak, abiyotik streslere uyum derecesi bir cins, bir tür ve hatta o türdeki bir aile içinde de önemli ölçüde değişmektedir. Bu nedenle iklim değişikliğine uyumda bu durum, dikkate alınması gereken koşulların ilk sırasında yer almalıdır.




**Şekil 8.** İklime uyumlu peyzaj fidanı yetiştirme sürecindeki işlemlerin etkileşimli şematik gösterimi.

Fidanlıklarda yetiştirilecek tür ya da türler için yetiştirme materyalinin elde edilmesinde türün popülasyonunun ve bu popülasyondan en uygun ailenin seçilmesi (materyalin kökeninin bilinmesi), kentsel yeşil alanlarda kullanılacak fidanlar için dikkate alınması gereken bir diğer önemli konudur. Fakat köken (orijin) sorunu günümüzde fidanlık yetiştiricilerinin hâlâ üzerinde yeterince durmadıkları bir konudur. Oysa herhangi bir peyzaj alanında varlığını sürdürmeye çalışacak bitki tür/türlerinin, küresel iklim değişikliğinin neden olduğu ve gelecekte olabileceği muhtemel sorunlarla başa çıkabilmesindeki temel nokta, fidanın kökeninin nereye ait olduğunun bilinmesi olacaktır.

Su, sadece bitki yetiştirmede veya kentsel yeşil alanlarda kullanmak için değil aynı zamanda yaşamın her alanında kullanılan stratejik temel bir yaşam kaynağıdır. İklim değişikliğinin olası olumsuz yansımalarından birisi de hiç kuşkusuz yeterli suya ulaşımda karşılaşılacak güçlükler olacaktır. Bu bakımdan, fidanlıklarda sulama yönetimi, kurak ve yarı kurak ortamlarda nakil şokuna dayanabilen ve nakilden sonra da bitki büyümesini artırabilecek nitelikteki fidanların yetiştirilmesinde son derece önemlidir.

İklime uyumlu peyzaj fidanı üretiminde Malç kullanımı da önemli yararları olan teknik bir uygulamadır. Malç kullanımı, nakil kayıplarını azaltmak ve dikimden sonra büyümeyi iyileştirmek için önerilmektedir. Malçların ayrıca, hastalık gelişimini bastırmada yararlı olduğu da belirtilmektedir.

İklime uyumlu peyzaj fidanı yetiştirmede hiç kuşkusuz başarı ya da başarısızlığı tek bir neden etkilemeyecektir. Bu bölümde açıklanmaya çalışılan nedenler, karmaşık bir şekilde iklime uygun fidan yetiştirme ve sonrası için adaptasyon süreçlerine etki edecektir. Bunların her birini tek başına önemli oranda etki ediyormuşçasına değerlendirmek ve göz önünde bulundurmak, karmaşık etki sürecini kombine etmede doğru bir yaklaşım olacaktır.

# Kaynaklar


Allen, K.S., Harperb, R.W., Bayerc, A., Brazee, N.J. (2017): "A Review of Nursery Production Systems and Their Influence on Urban Tree Survival", *Urban Forestry & Urban Greening,* sayı: 21, s.183-191.

Amoroso, G., Frangi, P., Piatti, R. (2010): "Effect of Container Design on Plant Growth and Root Deformation of Littleleaf Linden and Field Elm", *Hortscience*, sayı: 45 (12), s.1824-1829.

Anslow, D. (2007). Pot-in-pot growing and block handling, Coping with the Labor Crunch Part 2. 32-37.

Arnoldi, A., Shackleton, C.M. (2021): "The potential influence of commercial plant nurseries in shaping the urban forest in South Africa" *Urban Forestry & Urban Greening,* sayı: 64, s.127254.

Beeson, R.C., Gilman, E.F. (1992): "Diurnal Water Stress During Landscape Establishment Of Slash Pine Differs Among Three Production Methods", *Journal of Arboriculture*. Sayı:18 (6), s. 281-287.

Buckstrup, M.J., Bassuk, N.L. (2000): "Transplanting success of balled-and-burlapped versus bare-root trees in the urban landscape", *Journal of Arboriculture,* sayı: 26, s. 298-308.

Boshier, D., Stewart, J. (2005). "How Local İs Local? Identifying The Scale Of Adaptive Variation İn Ash (*Fraxinus Excelsior* L.): Results From The Nursery", *Forestry: An International Journal of Forest Research*, sayı:78 (2), Mayıs 2005, s.135-143.

Burdett, A.N. (1990): "Physiological Processes in Plantation Establishment and The Development of Specifications for Forest Planting Stock", *Canadian Journal of Forest Research*, sayı: 20 (4), s. 415-427.

Bussotti, F., Desotgiu, R., Pollastrini, M., Cascio, C. (2010): "The JIP Test: A Tool to Screen the Capacity of Plant Adaptation to Climate Change", *Scandinavian Journal of Forest Research,* sayı: 25, s.43-50.

Cahill, A., Chalker-Scott, L., Ewing, K. (2005): "Wood-Chip Mulch Improves Plant Survival and Establishment at No-Maintenance Restoration Site (Washington)", *Ecological Restoration*, sayı: 23, s. 212-213.

Day, S.D., Wiseman, P.E., Dickinson, S.B., Harris, J.R. (2010): "Tree Root Ecology in The Urban Environment and Implications for a Sustainable Rhizosphere", *Arboriculture & Urban Forestry*, sayı: 36, s.193–205.

Dirik, H. (2000): "Farklı Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Orijinlerinin Kurak Dönemdeki Su Potansiyellerinin Basınç-Hacim (P-V) Eğrisi Yöntemi ile Analizi", *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, sayı: 50(2), s. 93-130.

Dirik, H. (2008): *Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri*, İstanbul: İÜ Orman Fakültesi Yayınları, No: 490.

Dirik, H. (2014): *Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü)*, İstanbul: İÜ Orman Fakültesi Yayınları, No: 509.

Diver, S. Greer, L. (2008): *Sustainable Small-Scale Nursery Production*, ATTRA.

Downer, A.J., Faber, B. (2005): "Effect of Eucalyptus Cladocalyx Mulch on Establishment of California Sycamore (Platanus Racemosa)", *Journal of Applied Horticulture*, sayı: 7(2), s.90-94.

Franco, J.A., Martínez-Sánchez, J.J., J. Fernández, A., Bañón, S. (2006): "Selection and Nursery Production of Ornamental Plants for Landscaping and Xerogardening in Semi-Arid Environments", *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, sayı: 81(1), s. 3-17.

Froment, M.A., Britt, C.P., Doney, J. (2000): "Farm Woodland Weed Control: Mulches As An Alternative to Herbicides Around Newly Planted Oak Quercus Robur Transplants", *Aspects of Applied Biology,* sayı. 20, s. 81-86.

Garcia, L.M., Arnold, M. A., Denny, G. C., Carver, S. T., King, A. R. (2016): "Differential Environments Influence Initial Transplant Establishment Among Tree Species Produced in Five Container Sizes". *Arboriculture & Urban Forestry,* sayı:42(3), s. 170-180.

Gilman, E.F., Beeson, R.C. (1996): "Nursery Production Method Affects Root Growth", *Journal of Environmental Horticulture*, Haziran 1996, sayı:14(2), s. 88-91.

Gilman, E.F., Harchick, C. (2008): "Planting Depth in Containers Affects Root Form and Tree Quality". *Journal of Environmental Horticulture* , sayı:26(3), s.129-134.

Gilman, E. F., Harchick, C., Paz, M. (2010): "Effect of Tree Size, Root Pruning, and Production Method on Establishment of Quercus Virginiana", *Arboriculture & Urban Forestry*, sayı:36 (4), s.183-190.

Grossnickle, S.C. (2005): "Importance of Root Growth in Overcoming Planting Stress", *New Forest*, sayı: 30, s. 273-294.

Hannus, S., Hirons, A., Baxter, T., McAllister, H.A., Wiström, B., Sjöman, H. (2021): "Intraspecific Drought Tolerance of Betula Pendula Genotypes: An Evaluation Using Leaf Turgor Loss in A Botanical Collection", *Trees*, sayı: 35, s. 569-581.

Hebda, R. J. (2008): "Climate Change, Forests, and the Forest Nursery Industry". *USDA Forest Service Proceedings*: RMRS-P-57, s. 81-87.

Ingram, D. Ernst, M. (2017): "Pot-in-Pot Nursery Production". CCD-SP-7. Lexington, KY: Center for Crop Diversification,

*University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment.* http://www.uky.edu/ccd/sites/www. uky.edu.ccd/files/potinpot.pdf

Kailash, P. and Kannan, D. (1999). "Growth and Nutritional Characteristics of Four Woody Species Under Nursery Conditions and Growth After Transplantation in Semi-Arid Field Conditions at Madurai, India". *Journal of Arid Environments*, sayı: 43, s.133-141.

King, VJ., Davis, C. (2007): "A Case Study of Urban Heat İsland in The Carolinas", *Environmental Hazards*, sayı:7, s. 353-359.

Kirilenko, A.P., Sedjo, R.A. (2007): "Climate Change Impacts on Forestry". *PNAS*, sayı:104 (50), s. 19697-19702.

Kotzen, B. (2004): "Plant Use in Desert Climates - Looking Forward to Sustainable Planting in The Negev and Other World Deserts", *Acta Horticulturae*, sayı: 643, s. 39-49.

Luis, V.C., Puértolas, J., Climent, J., Peters, J., González-Rodríguez, Á.M., Morales, D., Jiménez, M.S. (2009): "Nursery Fertilization Enhances Survival and Physiological Status in Canary Island Pine (Pinus Canariensis) Seedlings Planted in a Semiarid Environment". *European Journal of Forest Research*, sayı:128, 21 Şubat 2009, s. 221-229.

Lynch, J.(1995): "Root Architecture and Plant Productivity", *Plant Physiol*, sayı: 109, s. 7-13.

Majsztrik, J.C., Fernandez, R.T., Fisher, P.R., Hitchcock, D.R., Lea-Cox, J., Owen Jr., J.S., Oki, L.R., White, S.A. (2017): "*Water Use and Treatment in Container-Grown Specialty Crop Production: A Review*", *Water Air Soil Pollut,* sayı: 228 (151), s.1-27.

Marshall, M.D., Gilman, E.F. (1998). "Effects of Nursery Container Type on Root Growth and Landscape Establishment of Acer rubrum L.", *Journal of Environmental Horticulture*, Sayı:16, s. 55-59.

Mathers, H.M., Lowe, S.B., Scagel, C., Struve, D.K., Case, L.T. (2007): "Abiotic Factors Influencing Root Growth of Woody Nursery Plants in Containers", *HortTechnology*, Sayı: 17, s. 151-162.

McPherson, G., Berry, A.M. Doorn, N.S.V. (2015): "Climate Ready Urban Trees for Central Valley Cities". *Western Arborist*, s. 58-62.

Montague, T., Kjelgren, R., Allen, R., Wester, D. (2004): "Water Loss Estimates for Five Recently Transplanted Landscape Tree Species in a Semi-Arid Climate", *Journal of Environmental Monitoring and Restoration,* Sayı: 22(4), s.189-196.

Neal, C., Lass, D.A. (2014): "Getting To The Roots: Production Effects on Tree Root Growth and Morphology". *Am. Nurserym.,* s. 10-14.

NeSmith, D.S. and Duval, J.D. (1998): "The Effects of Container Size", *HortTechnology horttech*, Sayı: 8(4), s. 495-498

Pokorny, F.A. (1987): "Available Water and Root Development Within the Micropores of Pine Bark Particles", *Journal of Environmental Horticulture*, Sayı:5 (2), s. 89-92

O'Connor, A.S. (2014): "Container Type Affects Nursery Production, Landscape Establishment and Irrigation Requirements of Woody Plants". Doktora Tezi, Colorado State University.

Oliet, JA., Pue´rtolas, J., Planelles, R., Jacobs, D.F. (2013): "Nutrient Loading of Forest Tree Seedlings To Promote Stress Resistance and Field Performance: A Mediterranean Perspective", *New Forests*, Sayı: 44, s. 649-669.

Öztürk, N.Z. (2015): "Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar", *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, Sayı: 3(5), s. 307-315.

Padilla, F.M, Pugnaire, F.I. (2007): "Rooting Depth and Soil Moisture Control Mediterranean Woody Seedlings Survival During Drought", *Functional Ecology*, Sayı: 21, s. 489-495.

Padilla, F., Miranda, J., Armas, C., Pugnaire, F. (2015): "Effects Of Changes in Rainfall Amount and Pattern on Root Dynamics in An Arid Shrubland", *Journal of Arid Environments*, Sayı: 114, s. 49-53.

Percival, G.C. (2004): "Evaluation of Physiological Test as Predictors of Young Tree Establishment and Growth", *Journal of Arboriculture*, Sayı: 30, s. 80–91.

Percival, G.C., Gklavakis, E., Noviss, K. (2009): "Influence of Pure Mulches on Survival, Growth and Vitality of Containerized and Field Planted Trees", *Journal of Environmental Horticulture*, Sayı: 27(4), s. 200-206

Pickering, J.S. Shepherd, A. (2000): "Evaluation of Organic Landscape Mulches: Composition and Nutrient Release Characteristics", *Arboricultural Journal*, Sayı: 24(2-3), s. 175-187

Razaq, M., Zhang, P., Shen H-L., Salahuddin. (2017): "Influence of Nitrogen and Phosphorous on The Growth And Root Morphology of *Acer Mono*", *PLOS ONE 12(2):* ), 24 Şubat 2017.

Shvaleva, A.L., Silva, F.C.E., Breia, E., Jouve, J., Hausman, J.F., Almeida, M. Maroco, J. P., Rodrigues, M.L., Pereıra J.S. ve Chaves, M.M. (2006): Metabolic Responses to Water Deficit in Two *Eucalyptus globulus* Clones with Contrasting Drought Sensitivity, *Tree Physiology,* Sayı: 26(2), s. 239-248.

Sjöman, H., Nielsen, A.B., Pauleit, S., Olsson, M. (2010): "Habitat Studies İdentifying Potential Trees For Urban Paved Environments: A Case Study From Qinling Mt.,China", *Arboriculture & Urban Forestry*, Sayı: 36 (6), s. 261-271.

Sjöman, H., Nielsen, A.B., Oprea, A. (2012): "*Trees for urban environments in northern parts of Central Europe—a dendroecological study in north-east Romania and Republic of Moldavia*". Urban Ecosystems, 1 Temmuz 2011, s. 15.

Sjöman, H., Hirons, A.D., Bassuk, N.L. (2015): "Urban Forest Resilience Through Tree Selection—Variation İn Drought Tolerance in Acer". *Urban Forestry & Urban Greening,* Sayı: 14, s. 858-865.

Sjöman, H., Watkins, H.J.H. (2020): "What Do We Know About The Origin of Our Urban Trees? – A North European Perspective", *Urban Forestry & Urban Greening*, Sayı: 56, s. 126879.

Tepe, T.L., Meretsky, V.J. (2011): "Forward-Looking Forest Restoration Under Climate Change—Are U.S. Nurseries Ready?", *Restoration Ecology,* Sayı :19, s. 295-298

URL-1. (2022). What is the xero-gardening? https://www.macrobonsai.com/what-is-the-xero-gardening/ Erişim Tarihi: 23.02.2022.

URL-2. (2023). RediRoot Plastic Aeration Container https://thegrowerscoop.com/products/rediroot-aeration-container-t3 Erişim Tarihi: 10.08.2023.

URL-3. (2023). Air-Pruning Explained https://rediroot.com/air-pruning-explained/ Erişim Tarihi: 10.08.2023.

Valladares, F., Sánchez-Gómez, D. (2006): "Ecophysiological Traits Associated with Drought in Mediterranean Tree Seedlings: Individual Responses Versus İnterspecific Trends İn Eleven Species", *Plant Biology*, Sayı: 8, s. 688-697.

Van Donk, S.J., Lindgren. D.T., Schaaf, D.M., Petersen, J.L., Tarkalson, D.D. (2011): "Wood Chip Mulch Thickness Effects On Soil Water, Soil Temperature, Weed Growth and Landscape Plant Growth", *Journal of Applied Horticulture,* Sayı: 13 (2), s. 91-95.

Villar-Salvador, P., Puértolas, J., Cuesta, B., Peñuelas, J.L. Uscola, M., Heredia-Guerrero, N., Benayas, J.M.R. (2012): "Increase in Size And Nitrogen Concentration Enhances Seedling Survival in Mediterranean Plantations. Insights From An Ecophysiological Conceptual Model Of Plant Survival", *New Forests*, Sayı: 43, s. 755-770.

Watson, G. (1985): "Tree size affects root regeneration and top growth after transplanting", *Journal of Arboriculture*, Sayı: 11, s. 37-40.

Watson, G.W., Himelick, E.B. (1982): "Root Distribution Of Nursery Trees and Its Relationship To Transplanting Success", az Journal of Arboriculture, Sayı: : 305–310.

Watson, T.W. (2005): "Infuence of Tree Size on Transplant Establishment and Growth". *HorthTechnology*, Sayı: 15 (1), s.118-122.

Yin, Jingjing & Bassuk, Nina & Olberg, Madeline & Bauerle, Taryn. (2014): "Fine Root Hydraulic Conductance Is Related to Post-transplant Recovery of Two Quercus Tree Species", *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Sayı: 139, s. 649-656.

# İstanbul'un Yeşil Köprüsü: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ

*Ebru Al May* - Ali Sukas***

Türkiye'de peyzaj sektörüne yön veren İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ İstanbul genelinde 1997 yılından beri peyzaj proje ve uygulamaları ile iki kıtayı birleştiren bir köprü olan İstanbul ve İstanbulluları yeşille buluşturan bir elçi olmuştur. Yıllar içinde tüm park ve bahçeler, otoyol kenarları, refüjler, İSKİ havzaları ve tesisleri, korular, meydanlar ve mezarlıklar başta olmak üzere İstanbul'un tüm yeşil alanlarının bitkilendirilmesi ve bakım işlerini yapmıştır. Böylece daha yeşil bir İstanbul için şehre yüzlerce yeşil alan kazandırılmış, milyonlarca ağaç, çalı ve mevsimlik bitki dikilmesi sağlanmıştır. Hazırladığımız bu kitap bölümünde, kullanılan bitki türlerinin tanıtımı genelinde İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ çalışmaları değerlendirilmiştir.

* Orman Mühendisi, Bitki Üretim ve Planlama Şefi, İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ

** Orman Yüksek Mühendisi, Genel Müdür, İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ

## Giriş

İstanbul, 5.460 km²'lik bir alana yayılmış, 2024'te nüfusu 15 milyonu aşmış (TUİK, 2024) önemli kentsel ve demografik büyümeye sahip Türkiye'nin en önemli şehirlerinden biridir. Şehir her yıl milyonlarca turist ağırlamaktadır. İstanbul, Türkiye'nin

önemli turizm, ekonomi, sanayi ve finans merkezidir.

İstanbul Ağaç Peyzaj Eğitim Hizmetleri ve Hayvanat Bahçesi İşletmeciliği Sanayi ve Ticaret AŞ (İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ), 1997 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB)'nin başlattığı "Yeşil İstanbul Projesi"nden yola çıkılarak, Kaynak Geliştirme ve İştirakler Daire Başkanlığı'na bağlı olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve bazı iştiraklerin katılımıyla kurulmuştur.

Kuruluş amacı; park, bahçe, çevre düzenlemesi, havza ağaçlandırması ve bu amaçlara yönelik olarak bitki yetiştirmek ve temin etmektir. Bu faaliyetlerin yanı sıra işbirliği içinde, uygulama alanlarının ve bitkilerin niteliğinin iyileştirilmesine yönelik araştırma ve geliştirme projelerinin yürütülmesidir.

Bu kitap kapsamında, tarafımızdan hazırlanan bu bölümde, İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ'nin misyonu ve vizyonu dahilinde İstanbul halkına yapılmış olan katkı ve hizmetler ile birlikte İstanbul peyzajında kullanılmakta olan bitki türleri, kullanım alanları, kullanım şekilleri ve miktarları üzerinde durulmuştur. Ayrıca İBB sınırları içindeki birçok yeşil alan, korular, parklar, kavşak ve refüjler, İSKİ havzaları ve tesisleri, meydanlar, mezarlıklar, süs havuzları ve göletleri kapsamaktadır. Bu etkinliğin yanında, İBB Park ve Bahçeler Daire Başkanlığı tarafından İstanbul'un yeşil alanlarının makro ve mikro anlamda planlanması ve projelendirilerek doğru uygulamaların yapılmasında İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ yetkin, öncü ve sektörü yönlendiren bir kuruluş olarak, Türkiye'de peyzajın lokomotifi hâline gelmiştir (Şekil 1).

**Şekil 1.** İstanbul Boğazı'ndan Görünüm (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

## İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, peyzaj uygulamalarıyla şehir estetiğine katkıda bulunarak, yeşile erişilebilirlik kapsamında insanların yaşam kalitesini artırıp toplumun çevre bilincinin gelişmesini sağlamakta ve doğayla insanı hayatın her alanında buluşturmaktadır. Bu misyonla birlikte adalet, çevreye duyarlılık, güvenilirlik, kalite, katılımcılık, öncülük, şeffaflık ve sosyal sorumluluk temel değerleri ile hareket etmektedir (Şekil 2).

Kurumumuz çevre düzenlemesi, peyzaj çalışmalarının projelendirilmesi ve uygulanmasının yanı sıra nitelikli bitki temini ve ihtiyaç duyulan peyzaj

**Şekil 2.** İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 3.** İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ Alibeyköy Fidanlığı (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

ürün ve hizmetlerinin üretim ve satışını yapan, sektöründe öncü bir kuruluştur.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ faaliyetleri aşağıda özetlenmiştir:

## Fidanlıklar

Kuruma bağlı iki kıtayı temsil eden iki fidanlık bulunmaktadır. Bunlardan biri olan 185.000 m² alana sahip Alibeyköy Fidanlığı, 32.000 adet saksılı yetişkin ağaç ve 500.000 adet saksılı çalı kapasitesi ile bitkisel materyal temini açısından Türkiye'nin en büyük üretim ve lojistik üssü olma özelliğine sahiptir (Şekil 3).

**Şekil 4.** İstanbul Ağaç ve Peyzaj A.Ş Pendik Fidanlığı (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

2019 yılında yapımı tamamlanan Pendik Fidanlığı ise 124.000 m²'lik bir alana kurulmuştur (Şekil 4). Türkiye'nin en büyük ve modern saksılı fidanlıkları arasında yer alan Pendik Fidanlığı, 15.000 adet saksılı yetişkin ağaç ve 300.000 adet saksılı çalı stoklama kapasitesi ile İstanbullulara hizmet sunmaktadır (Şekil 4).

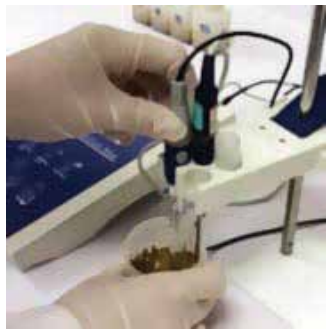
## Bahçe Marketler

"Bahçeye Dair Her Şey" sloganıyla kurulan Türkiye'nin en büyük Bahçe Market'i, Alibeyköy'de, 2.300 m² kapalı, 13.800 m² açık satış alanı ile iç ve dış mekân süs bitkilerinden meyve ağaçlarına, peyzaj malzemelerine ve bahçe ekipmanlarına kadar toplamda 4 bine yakın farklı ürünle tüm doğaseverlere hizmet etmektedir.

Tüm İstanbul halkına daha iyi hizmet verebilmek için İstanbul'un on iki farklı noktasında bahçe marketler kurulmuştur. Satış noktalarımız; Pendik, Sarıyer, Zincirlikuyu, Karacaahmet, Hidiv, Göztepe, Florya, Emirgan, Bostancı, Başakşehir, Alibeyköy ve Ataşehir Bahçe Marketleri'nden oluşmaktadır. Ayrıca İstanbullular "www.bahcemarket.com" üzerinden online olarak da bitki ve çeşitli ürün temininde bulunabilmektedir (Şekil 5).

**Şekil 5.** İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ'ye Ait Bahçe Market Görünümü (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 6.** Alibeyköy Bitkisel Harç Üretim Tesisi (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).



**Şekil 7.** Analiz Laboratuvarı (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

## Bitkisel Harç (Toprak) Üretim Tesisi

Alibeyköy ve Pendik yerleşkelerimizde faaliyet gösteren bitkisel harç üretim tesislerimiz, yıllık toplam 600.000 $m^3$ üretim kapasitesine sahiptir. Karışımlarda başlıca kullanılan malzemeler toprak, torf, gübre, pomza taşı ve mildir. Yıllık ortalama 100.000 $m^3$ civarındaki hafriyat alanlarından alınan nitelikli toprak da belirtilen malzemelerle zenginleştirilmekte ve İstanbul'un park ve bahçelerinin ihtiyacını karşılamaktadır. (Şekil 6).

## Ağaç ve Peyzaj AŞ Ar-Ge Laboratuvarı

2010 yılında İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ bünyesinde kurulan analiz laboratuvarı Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından toprak, sulama suyu ve bitki analizleri konularında yetkindir. Aynı zamanda toprak ve sulama suyu konusunda Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite olup uluslararası geçerliliğe sahip sonuçlar vermektedir. Laboratuvarımız, İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ bünyesindeki ihtiyaçların yanı sıra, vatandaşların talep ettiği toprak, bitki, su ve toprak düzenleyici numunelerinin analizlerini gerçekleştirerek, yüksek standartlarda kalite değerlendirmesi sunmaktadır (Şekil 7).

## Topraksız Tarım Serası

İstanbul'un ilk topraksız tarım serası, 2017-2022 yılları arasında İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ bünyesinde faaliyetlerini sürdürmüştür. Bu dönemde yürütülen çalışmalarda bitkilerin besin ihtiyacı, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın iyi tarım standartlarına uygun gübrelerle karşılanmış; kimyasal ilaç tercih edilmeden, her bitki türü için oluşturulan özel besin reçeteleriyle gelişimleri takip edilmiştir. Doğal yöntemlerle yetiştirilen ürünlerin yanı sıra bu alan, bir tarım turizmi noktası olarak da değerlendirilmiştir. Çalışma süresi boyunca öğrenci grupları, akademik çevreler, sektörel yatırımcılar ve konuyla ilgili vatandaşlar tarafından ziyaret edilen sera, modern tarım yöntemlerinin yerinde gözlemlenebildiği bir uygulama alanı olarak hizmet vermiştir (Şekil 8).

**Şekil 8.** Topraksız Tarım Üretim Serası (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

## Kapsayıcı İş Modelleri

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ sosyal sorumluluk temel değerleri ile 2005 yılında hayata geçirilen "Alım Garantili Mevsimlik Çiçek, Lale ve Gül Yetiştiriciliği" projesi, sürdürülebilir kırsal kalkınmayı teşvik etmek, ülke ekonomisine katkıda bulunmak, istihdam yaratarak İstanbul'un kırsal alanlarından İstanbul'un merkezine göçün önüne geçmek, halkı üretim zincirine katarak peyzaj ve çevre bilincini artırmak, ulusal ve uluslararası rol-model olma bilinciyle, kapsayıcı iş modeli olarak uygulamaya başlanmıştır.

Proje; Şile, Silivri ve Çatalca'da 3 kooperatif ve 31 kooperatif üyesi ile istihdama başlamıştır. 21 yıllık süreçte gelinen noktada ise İstanbul'da Şile, Silivri, Çatalca ve Beykoz'un yanı sıra Yalova, Bursa ve Kocaeli illerinde olmak üzere toplam 9 kooperatif ve 143 kooperatif üyesi ile yüksek istihdam rakamlarına ulaşılmıştır.

Köy kooperatiflerinin mevsimlik çiçek üretiminin yanında; zihinsel engelli çocukların rehabilitasyonu için, İzmit'te bulunan Mürüvvet Evyap Zihinsel Engelliler Okulu da 2014 yılında bu çalışmaya dahil edilmiş ve hâlen üretime devam etmektedir.

2014 yılında 87 zihinsel engelli öğrenci ile başlayan ve 60.000 adet mevsimlik çiçek üretilen projeye, bugüne kadar 500 öğrenci katılmıştır. Okulun 2025 yılı üretim hacmi 410.000 adete çıkmıştır.

Alım Garantili Mevsimlik Çiçek ve Gül Üreticiliği Projesi, 2017 yılında BM Kalkınma Programı (UNDP) İstanbul Uluslararası Özel Sektör ve Kalkınma Merkezi (IICPSD) tarafından; kapsayıcı iş modelleri, mesleki beceri geliştirme ve kriz yönetimi

**Şekil 9.** Barselona Recilence Week (11-16 Kasım 2018) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

gibi kritik kriterlere göre değerlendirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda projemiz, 2018 yılında UNDP'nin 'Kentlerin Problemlerine Kamu-Özel Sektör İş Birliği Çözümleri' kapsamında dünya genelindeki 'ÖRNEK MODELLER' kataloğunda yer almaya hak kazanmıştır.

11-16 Kasım 2018 tarihleri arasında, Barselona Recilience Week'te sunulan kataloğun bizzat Birleşmiş Milletler tarafından üye ülkelere dağıtılarak, projenin dünya ülkelerine tanıtılması ve bu ülkelerde uygulanması konusunda ortak görüş bildirilmiştir (Şekil 9). Proje bu anlamda gelişmekte olan 177 ülke için rol model olmuştur.

## Lale Festivali

Lale, Osmanlı İmparatorluğu zamanında 1718-1730 yılları arasında "Lale Devri" olarak bir devre adını vermiştir. O dönemlerde İstanbul'da 200'den fazla lale çeşidi yetiştirilse de 1730 yılından sonra lale türleri azalmış hatta birçok tür yok olmuştur.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ tarafından Osmanlı İmparatorluğu'ndan bize bir kültür mirası olarak kalan lale dikimine, 2004 yılında başlanmış ve 2005

**Şekil 10.** Emirgan Korusu-Lale Festivali
(Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 11.** Göztepe 60. Yıl Parkı-Gül Bahçesi
(Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

yılında başlatılan "Laleler Ana Yurduna Geri Dönüyor" sloganıyla kamuoyuna ilan edilmiştir. İstanbul'un yeşil alanlarını daha bakımlı hâle getirmek ve "laleyi yeniden kente kazandırmak" amacıyla 600 bin laleyle başlayan seferberlik, yıllar içerisinde milyonlarca laleye ulaşmıştır (Şekil 10).

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ 2010 yılında Sanayi Bakanlığı ve Erciyes Üniversitesi iş birliği ile Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın %100 hibe desteğini alarak dünyada bir ilk olan lale taç yapraklarından organik gıda boyası üretmiştir.

## Gül Bahçeleri

2005 yılından itibaren dünyaca ünlü Meilland güllerinin Türkiye'de tek lisanslı üretim ve pazarlama hakkına sahip olan İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, peyzaj ve bahçe güllerinin üretimini Türkiye'de gerçekleştirmektedir. En çok çiçek açtığı yaz aylarında, İstanbul peyzajında yoğun olarak kullanılan rengarenk güller pek çok yerde görülebilmektedir.

Göztepe Parkı'nda ise çok özel bir gül bahçesi bulunmaktadır. Göztepe 60. Yıl Parkı'nda yaklaşık 8.500 m²'lik bir alana yayılan gül bahçesinde, 92 türde 16.500 adet gül yetişmektedir (Şekil 11).

Yıllık iki milyon adet gül üretim kapasitesine sahip olan İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, güllerin üretimini Sakarya, Bursa ve Yalova gibi bölgelerde bulunan köy kooperatiflerine yaptırmaktadır. Yetiştirilen güller İstanbul peyzajını süslemenin yanı sıra Bahçe Marketler'de de satışa sunulmaktadır.

## Yeni Gül Çeşitlerinin Geliştirilmesi

Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Enstitüsü iş birliğiyle 2014 yılında başlatılan proje kapsamında, Türkiye'nin yerli gül çeşitliliği 13'e yükselmiştir. İlk yerli gül Gülbağ 1071'in 2020'deki tescilini; Güneş 1919, Kurtuluş 77 ve Gonca 1961 ile 2024 yılında tescillenen dokuz yeni çeşit (Gülsarı 1923, Fatih 1453, Yaban Gülü, Gülce, Bayrak, 3 Nisan, Banu, Solmaz 66 ve Yiğit) izlemiştir. Tüm bu çeşitlerin üretim ve pazarlama hakları 10 yıl süreyle alınmış olup, projenin hedefi 2030 yılına kadar çeşit sayısını en az 25'e çıkararak gülde tamamen yerli üretime geçmektir.

2022 yılında 5.000 adet Gülbağ 1071 ile başlatılan yerli gül üretimi, planlı çalışmalar doğrultusunda 2025 yılı itibarıyla 75.000 adede ulaşmış olup, bu sayının önümüzdeki dönemde de artarak devam etmesi hedeflenmektedir.

## Kurakçıl Peyzaj Projesi

Bu proje kapsamında, iklim krizi ile savaşılan günümüzde İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ olarak uygulama alanlarında ekosisteme uygun, su ihtiyacı az olan kurakçıl bitkiler tercih edilmiştir. "Kurakçıl Peyzaj" projesi ile küresel ısınma ve bilinçsiz kullanım nedeniyle azalan su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik "daha az su, daha az bakım, bol oksijen" ilkesiyle floramızda bulunan endemik türler kapsamında, Marmara bölge florasında 2.500 adet bitki türü olduğu tespit edilmiştir. Bu proje ile peyzaj uygulamalarında kullanılan ithal bitki oranlarının düşürülerek ithalatla gerçekleşen döviz kaybının azaltılmasına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

## Şehir İçi Bitkilendirme Uygulamaları

Yapılan çalışmaların önemi açısından otoyol bitkilendirmesi ve kent içi yol ağaçlandırmasına ayrıca değinmek gerekmektedir.

**Otoyol Bitkilendirmesi:**

Özel uygulama gerektiren otoyol ağaçlandırmaları ile hem yansıma ve ısınmadan kaynaklı hem de ses, gürültü, rüzgâr ve tozdan kaynaklı olumsuz etkilerin azaltılması hedeflenmektedir. Bu amaçla en çok kullanılan **çit ve perde bitkileri** Leylandi (*Cupressocyparis* X *leylandii*) ve Alev çalısı (*Photinia serrulata*)'dır.

**Şekil 12.** Çit Amaçlı Kullanılan Kurtbağrı (*Ligustrum japonicum Texanum*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Geniş Yapraklı Çit ve Perde Bitkileri;** Alev çalısı (*Photinia serrulata*), Kurtbağrı (*Ligustrum* sp.), Çoban püskülü (*Ilex* sp.), Gürgen (*Carpinus* sp.), Porsuk (*Taxus* sp.), Zakkum (*Nerium* sp.), İğde (*Eleagnus* sp.), Defne (*Laurus* sp.), Süs eriği (*Prunus cerasifera*) , Süs kirazı (*Prunus serrulata* sp.), *Osmanthus* sp., Yıldız çalısı (*Pittosporum* sp.), Hatmi (*Hibiscus* sp.), Oya ağacı (*Lagestromia* sp.), hatta Manolyalar (*Magnolia* sp.) gibi daha birçok bitki sayılabilir (Şekil 12).

**İbreli Çit ve Perde Bitkileri;** Leylandi *(Cupressocyparis x leylandii),* Doğu mazısı *(Thuja orientalis),* Batı mazısı *(T. occidentalis),* Mezarlık servisi *(Cupressus sempervirens*), Mavi servi *(C. arizonica)* vb. sık dallı ve budamaya gelen türler olarak sayılabilir.

## Alle Ağaçlandırması:

Dilimizde ağaçlı yol anlamında kullanılan "alle" terimi, kökeni olan Fransızca'da "geçiş için tahsis edilen mekân ya da ağaçlarla sınırlandırılmış yol" anlamına gelir. Alleler geçmişte güç ve hanedanın

doğa üzerindeki hâkimiyetinin bir simgesi olarak kullanılırken; günümüzde gündelik yaşamı pozitif yönde etkileyen işlevsel ve estetik özellikleri nedeniyle yollar, bulvarlar, kent parkları ve meydanlarda kullanılmaktadır (Yaltırık vd., 1997).

Ülkemizde ilk alle çalışması İstanbul'da Kral Yolu olarak bilinen yollarda Londra çınarı (*Platanus* x *acerifolia*) kullanılarak tesis edilmiştir. Diğer türler ise şu şekildedir:

**Gölge ve Alle bitkileri;** Ihlamur (*Tilia* sp.), Çınar (*Platanus* sp.), Ligustrum (*Ligustrum* sp.), Dişbudak (*Fraxinus* sp.), Akçaağaçlar (*Acer* sp.), Sığla ağacı (*Liquidambar styraciflua*), Çitlembik (*Celtis australis*), Meşe (*Quercus* sp.), Lale ağacı (*Liriodendron tulipifera*), Gürgen (*Carpinus* sp.) Huş (*Betula* sp.) Dut (*Morus* sp.) İğde (*Eleagnus* sp,), Mabet ağacı (*Ginkgo biloba*), Atkestanesi (*Aesculus* sp.), Söğüt (*Salix* sp,), Katalpa (*Catalpa bignonioides*), Gladiçya (*Gleditsia* sp,) Sofora (*Sophora* sp.), Akasya (*Acacia* sp.), Güvey Kandili (*Koelreuteria paniculata*), Gülibrişim (*Albizia julibrissin*), Tesbih ağacı (*Melia azederach*), Karaağaç (*Ulmus glabra*), Kayın (*Fagus* sp.) gibi boy ve üstten taç yapan bitkiler sayılabilir.

## İstanbul Genelinde Yapılan Peyzaj Bakım ve Uygulamaları

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, İstanbul genelinde yaklaşık 80 milyon m² alanda peyzaj proje uygulamaları yapmıştır. Bu alan içinde korular, parklar, İSKİ içme suyu havzaları ve tesisleri, meydanlar, mezarlıklar, göletler, süs havuzları, refüj ve kavşak proje uygulamaları bulunmaktadır.

Bakım çalışmaları yapılmış olan projelerin bazı örnekleri aşağıda sunulmaktadır:

**Şekil 13.** Orhangazi Şehir Parkı-Gül Bahçesi (*Ligustrum japonicum* Texanum) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

## Maltepe Orhangazi Şehir Parkı:

Parkın yapımı sırasında 60'tan fazla bitki türü ve 22.000'den fazla bitki kullanılmıştır. Parka 2017 yılında gül bahçesi eklenmiştir (Şekil 13).

## Yenikapı Etkinlik Alanı:

Yenikapı etkinlik alanı 518.000 m²'si dolgu alan olmak üzere 715.000 m²'lik bir alana kurulmuştur. Alan içinde 18.000 m²'lik bir gösteri merkezi ve 2-2,5 milyon kişi kapasiteli bir miting alanı bulunmaktadır.

## Mezarlıklar:

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ İstanbul genelinde mezarlıkların genel bakım çalışmalarını yürütmüştür. Bakım çalışması yapılmış bazı mezarlıklar; Avcılar Mezarlığı, Kulaksız Mezarlığı, Edirnekapı Şehitliği, Eyüp Mezarlığı, Hasdal Mezarlığı, Kocatepe Mezarlığı, Karacaahmet Mezarlığı ve Merkezefendi Mezarlığı'dır. İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ Mini Bahçe Marketleri'nin bulunduğu Zincirlikuyu ve Karacaahmet gibi mezarlıklarda talep doğrultusunda özel dikim ve bakım hizmetleri de verilmektedir.

## İSKİ İçme Suyu Havzaları ve Terfi Merkezleri:

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, İSKİ (İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi) çalışma alanında bulunan içme suyu kaynaklarının ömrünü uzatmak, verimliliğini korumak ve suyun kalitesini arttırmak amacıyla İSKİ baraj havzalarının ağaçlandırmasını yapmaktadır. İstanbul'un en önemli su kaynaklarından olan Büyükçekmece, Terkos ve Ömerli baraj havzaları, uzun ömürlü ve su kalitesine olumlu etkileri bulunan; Fıstıkçamı (*Pinus pinea*), Dişbudak (*Fraxinus* sp.), Çınar (*Platanus* sp.), Akçaağaç (*Acer* sp.), Ihlamur (*Tilia* sp.), Meşe (*Quercus* sp.), Sedir (*Cedrus* sp.), Ceviz (*Juglans regia*), Akasya (*Robinia pseudoacacia*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Söğüt (*Salix* sp.) ve Servi (*Cupressus* sp.) gibi ağaç türleri ile ağaçlandırılmaktadır.

Taban suyu varlığı ve alanın ekolojik özelliklerine göre tür seçimi yapılmaktadır. Söğüt **(***Salix* sp.) gibi suyu seven ve suya dayanıklı türler taban suyu yüksek alanlarda kullanılmaktadır.

## Haliç Sahil Şeridi Tramvay Hattı:

2021 yılı Şubat ayında, Haliç sahil şeridi ve Eminönü-Alibeyköy tramvay hattı peyzaj çalışmaları tamamlanmıştır.

Alanda bulunan ağaçlar korunmuştur. Hat boyunca yapılan peyzaj düzenlemesinde mevcut ağaçlara ek olarak alana Ihlamur (*Tilia* sp.), Sığla (*Liquidambar* sp.), Süs kirazı (*Prunus serrulata*), Akçaağaç (*Acer* sp.) ve Çınar (*Platanus* sp.) ağaçları eklenmiştir. Proje, kurakçıl peyzaj esaslarına uygun olarak planlanmıştır (Şekil 14).

**Şekil 14.** Alibeyköy-Eminönü tramvay hattı (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

## Uygulama Alanlarının Özellikleri ve Kullanılan Bitkiler

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, kuruluşundan bu yana İstanbul'a milyonlarca ağaç, çalı ve mevsimlik çiçeklerin dikilmesini sağlamıştır. Sadece 2015 ve 2025 yılları arasında kazandırılan 88 türde ağacın sayısı bir buçuk milyona yaklaşmıştır. Bu bitkilerin %22,02'sini Leylandi (*Cupressocyparis* x *leylandii)*, %11,95'ini Ihlamur (*Tilia* sp.) ve %9,84'ünü Servi (*Cupressus* sp.) oluşturmaktadır (Tablo 1.).

Bitkilerin ekosistem içinde iklimi ve toprağı iyileştirmek, erozyonu önlemek, yaban hayatına ev sahipliği yapmak gibi birçok fonksiyonu bulunmaktadır. Bütün bunların yanı sıra peyzaj açısından bakıldığında; bitkiler tozu ve gürültüyü absorbe eder, ortamın sıcaklığını gölge oluşturarak düşürür, yansımayı azaltır, görülmesi istenmeyen alanları perdeler, önemli noktaları vurgular, kirli havayı temizler, rüzgârı engeller, farklı zamanlarda renklenme, çiçeklenme ve yapraklanmalarıyla zaman ve mekân etkisini kuvvetlendirir. İstanbul peyzajında kullanılan bitkiler her ne kadar kullanım oranları üzerinden değerlendirilse de; bazı bitkilerin, formları, çiçek ve kokuları, yoğun hacimleri ve renk etkileri gibi karakteristik özellikleri nedeniyle, niceliklerinden çok daha

güçlü etkileri bulunmaktadır. Bu kapsamda, en çok kullanılan türlerden biri olan Leylandi (*Cupressocyparis* x *leylandii*); %22 kullanım oranıyla peyzaj alanlarında en çok kullanılan türdür. Leylandi; soğuğa, dona (-20 °C'ye kadar), hava kirliliğine, rüzgâra ve tuza dayanıklı, farklı pH değerlerine uyum sağlayabilen ve güneşli ortamları seven bir bitkidir. Sürgün verme yeteneği yüksek olduğu için her boyda budanabilir ve yüzeysel kök yapısına sahiptir (Şekil 15).

**Şekil 15.** Edirnekapı Kavşağı-Leylandi *(Cupressocyparis x leylandii)* (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Tablo 1.** İstanbul peyzajında kullanılan bitki türleri ve kullanım oranları (%)

| İSTANBUL PEYZAJINDA KULLANILAN BİTKİLER 2015-2025 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | LATİNCE İSMİ | TÜRKÇE İSMİ | % | NO | LATİNCE İSMİ | TÜRKÇE İSMİ | % |
| 1 | *Cupressocyparis leylandii* | Leylandi | 22,02% | 33 | *Gleditsia sp.* | Gladiçya | 0,33% |
| 2 | *Tilia sp.* | Ihlamur | 11,95% | 34 | *Laurus nobilis* | Defne | 0,33% |
| 3 | *Cupressus sp.* | Servi | 9,84% | 35 | *Ginkgo biloba* | Mabet | 0,32% |
| 4 | *Photinia sp.* | Alev | 9,49% | 36 | *Sophora sp.* | Sofora | 0,31% |
| 5 | *Pinus sp.* | Çam | 6,06% | 37 | *Tamarix sp.* | Ilgın | 0,31% |
| 6 | *Platanus sp.* | Çınar | 6,01% | 38 | *Ulmus glabra* | Karaağaç | 0,30% |
| 7 | *Fraxinus sp.* | Dişbudak | 3,53% | 39 | *Picea sp.* | Ladin | 0,30% |
| 8 | *Ligustrum sp.* | Ligustrum | 3,36% | 40 | *Viburnum sp.* | Kartopu | 0,25% |
| 9 | *Cedrus sp.* | Sedir | 2,65% | 41 | *Aesculus sp.* | Atkestanesi | 0,23% |
| 10 | *Acer sp.* | Akçaağaç | 2,20% | 42 | *Taxus sp.* | Porsuk | 0,22% |
| 11 | *Thuja sp.* | Mazı | 1,59% | 43 | *Acacia sp.* | Akasya | 0,19% |
| 12 | *Liquidambar sp.* | Sığla | 1,58% | 44 | *Casuarina sp.* | Demir | 0,16% |
| 13 | *Lagestromia sp.* | Oya | 1,29% | 45 | *Albizia julibrissin* | Gülibrişim | 0,14% |
| 14 | *Prunus sp.* | Elma | 1,20% | 46 | *Melia sp.* | Tesbih | 0,09% |
| 15 | *Celtis sp.* | Çitlenbik | 1,15% | 47 | *Prunus sp.* | Sakura | 0,08% |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | *Eleagnus sp.* | İğde | 1,09% | 48 | *Koelreuteria paniculata* | Güvey | 0,08% |
| 17 | *Cercis siliquastrum* | Erguvan | 0,94% | 49 | *Alnus sp.* | Kızılağaç | 0,07% |
| 18 | *Quercus sp.* | Meşe | 0,94% | 50 | *Prunus laurocerasus* | Karayemiş | 0,05% |
| 19 | *Morus sp.* | Dut | 0,85% | 51 | *Sorbus sp.* | Üvez | 0,04% |
| 20 | *Prunus sp.* | Kiraz | 0,82% | 52 | *Crataegus sp.* | Alıç | 0,04% |
| 21 | *Prunus sp.* | Erik | 0,79% | 53 | *Phoenix sp.* | Fenix | 0,04% |
| 22 | *Salix sp.* | Söğüt | 0,75% | 54 | *Zelkova* | Zelkova | 0,03% |
| 23 | *Olea sp.* | Zeytin | 0,73% | 55 | *Ficus nitida* | benjamin | 0,03% |
| 24 | *Carpinus sp.* | Gürgen | 0,69% | 56 | *Chamaerops sp.* | Palmiye | 0,03% |
| 25 | *Hibiscus sp.* | Hatmi | 0,68% | 57 | *Abies sp.* | Göknar | 0,03% |
| 26 | *Liriodendron tulipifera* | Lale | 0,58% | 58 | *Araucaria sp.* | Arokarya | 0,02% |
| 27 | *Magnolia sp.* | Manolya | 0,56% | 59 | *Osmanthus sp.* | Osmantus | 0,01% |
| 28 | *Nerium sp.* | Zakkum | 0,54% | 60 | *Jakaranda sp.* | Jakaranda | 0,01% |
| 29 | *Betula sp.* | Huş | 0,53% | 61 | *Fagus sp.* | Kayın | 0,01% |
| 30 | *Catalpa sp.* | Katalpa | 0,49% | 62 | *Parkinsonia aculeata* | Sülün | 0,01% |
| 31 | *Prunus sp.* | Armut | 0,49% | 63 | *Metasequoia glyptostroboides* | Su Ladini | 0,01% |
| 32 | *Ilex sp.* | İleks | 0,45% | 64 | *Rhus thypinia* | Sumak | 0,01% |

Örnek olarak Gaziosmanpaşa askeri bölge çevresindeki beton duvarların perdelenmesinde, İSTOÇ'un bulunduğu bölgedeki şev alanlarda, Piyalepaşa köprü ayaklarının ve duvarların kapatılmasında kullanılmıştır. Kadıköy Uzunçayır ve Suadiye sahil şeridinde duvar önlerinin perdelenmesinde kullanılmıştır (Şekil 16). İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ tüm peyzaj alanlarında olduğu gibi otoyol peyzajına da büyük önem vermiş ve ihtiyaç dahilinde tasarım ve uygulamalar yapmıştır.

**Şekil 16.** Otoyol Peyzajı-Leylandi (*Cupressocyparis x leylandii*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 17.** Mimar Sinan Kumburgaz Orta Refüj-Ihlamur (*Tilia* Sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 18.** Hidiv Kasrı-Ihlamur *(Tilia tomentosa)* (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

%12 kullanım oranı ile İstanbul peyzajında en çok kullanılan ikinci bitki ise Ihlamur (*Tilia* sp.)'dur. Soliter ya da gruplar hâlinde; çit bitkisi, rüzgâr perdesi ve alle ağacı olarak kullanılmaya uygun, 30 metreye kadar boylanabilen ve neredeyse bin yıla kadar yaşayabilen bitkilerdir. Ilıman iklim kuşağında, güneş alan alanlarda, nemli, derin, hafif asidik ve besin maddesi bakımından zengin topraklarda güzel gelişir. Bazı türleri dona ve toprak tuzluluğuna duyarlı olsa da kent iklimine dayanıklı bir bitkidir (Şekil 17).

Ihlamurların haziran-temmuz aylarında açan, kendine has kokulu, sarkık demetler hâlinde çiçekleri vardır. Bitkinin çiçekleri arıcılık için de değerli, tıbbi ve aromatiktir. İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ 2020 yılında İstanbul'un kokusunu belirlemek amacıyla bir anket çalışması yapmıştır. Ankette "İstanbul sokaklarında en çok kokusunu duymak istediğiniz bitki hangisidir?" sorusuna İstanbul halkı %45 ile Ihlamur cevabı vermiştir (Şekil 18).

Bitkinin dünya üzerinde yetişen yaklaşık 30 türü bulunur. Çoğunlukla bunlardan Gümüşi ıhlamur (*Tilia tomentosa*), Büyük yapraklı ıhlamur (*T. platyphllos*) ve Küçük yapraklı ıhlamur (*T. cordata*) türleri kullanılmaktadır. Kullanılan diğer türler, Amerikan ıhlamuru (*T. americana*), Kırım ıhlamuru (*T. euchlora*) ve Avrupa ıhlamuru (*T. europaea*)'dur.

Ihlamur ağacı İstanbul'da Yenikapı, Bakırköy, Florya, Beyoğlu, Maltepe ve Kadıköy sahil bantlarında yol ağacı olarak kullanılmıştır.

## Geniş Alan Bitkileri

Bitkiler form ve yapılarına göre alanlara derinlik katarlar. Bunlardan Çınar, Mabet ağacı, Çitlembik ve Atkestanesi, yüksek boy yapan türlerdir.

**Çınar (*Platanus* sp.);** Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren tek tür Doğu çınarı (*Platanus orientalis*)'dır. Hızlı büyür ve uzun ömürlüdür, boyu 40-50 metreye kadar ulaşabilmektedir. Çınar ağaçları nemli, derin topraklarda, direkt güneş alan bölgelerde ve biraz gölgeli alanlarda sağlıklı yetişmektedir. Önemli bir gölge ve alle ağacıdır. İstanbul'da en çok kullanılan türleri Doğu çınarı (*P. orientalis*), Batı çınarı (*P. occicentalis*) ve bu iki çınarın doğal melezi olan Londra çınarı (*P. acerifolia*)'dır (İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, 2024).

**Şekil 19.** Gülhane Parkı- Çınar (*Platanus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 20.** Akdeniz Caddesi-Çitlembik (*Celtis australis*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

Ülkemizde ilk kez İstanbul'da gerçekleştirilen alle çalışmaları; 1856 yılında Dolmabahçe Sarayı'nı Beşiktaş'a bağlayan yolda, 1870'li yıllarda Beykoz İlçesi ve Abraham Paşa Korusu önünde ve 1873 yılında Büyükdere ile Belgrad Ormanı arasındaki yolda çınarlarla tesis edilen ağaçlandırmalardır. Büyükdere ile Belgrad Ormanı arasındaki yol, Sultan Abdülaziz döneminde, fidanları İtalya'dan getirilen Londra Çınarı (*Platanus x acerifolia*) türü ile ağaçlandırılmıştır. Geçmişte bu uygulamaların yapıldığı yollar "Kral Yolu" olarak bilinmektedir (Yaltırık vd., 1997) (Şekil 19).

Anıt ağaç olan örnekleri bulunmaktadır, İstanbul'un en yaşlı anıt ağacı Bahçeköy'de bulunan, 800 yaşındaki Doğu çınarıdır (*P. orientalis*). Çınar, İstanbul genelinde yol kenarlarında, park ve bahçelerde, alle ve gölge ağacı olarak kullanılmıştır (İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, 2024).

**Çitlembik (*Celtis australis*);** 25 metreye kadar boylanabilen yaprak döken bir ağaçtır. Pürüzsüz gövdesi, yüksek taç yapısı ve sağlam duruşu ile göze çarpar. Hemen hemen hiç bakım gerektirmeyen, adaptasyon kabiliyeti çok yüksek olan bir bitkidir. Özellikle besin elementi açısından fakir ve kurak alanların ağaçlandırmasında kullanılan önemli bir türdür. Saray bahçelerinde, korularda, kasırlarda ve parklarda büyük, gösterişli örnekleri bulunmaktadır. İstanbul peyzajında geniş caddelerde, park ve bahçelerde, alle ve gölge ağacı olarak kullanılmaktadır (Şekil 20).

**Sığla Ağacı (*Liquidambar* sp.);** en çok kullanılan türleri, *Liquidambar orientalis* ve *L. styraciflua*'dır. Sığla ağacı 20 metreye kadar boylanabilen, 200-300 yıl yaşayabilen geniş tepeli, çok dallı bir ağaçtır. Dalları kalın, kabuk rengi koyu ve üzerinde derin yarıklar vardır. Sığlalar sonbaharda sarı, pembe-kırmızı, kırmızı, kırmızı-bordo renk geçişleri ile insanlara sonbaharın geldiğini gösteren nadide bitkilerdendir. Park bahçelerde grup ve kitle hâlinde ya da soliter olarak kullanılır (Şekil 21).

**Akçaağaç (*Acer* sp.);** Genellikle yuvarlak formlu, boylu bir ağaçtır. Rüzgâr perdesi, park ve alle ağacı olarak kullanılmaktadır. Genellikle killi topraklara dayanıklı bir türdür (Şekil 22).

**Şekil 21.** Otoyol Kavşak Peyzajı-Sığla Ağacı (*Liquidambar* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 22.** Gözdağı Korusu-Akçaağaç (*Acer* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

İstanbul peyzajında kullanılan Aceraceae familyasına ait bazı tür ve alt türler;

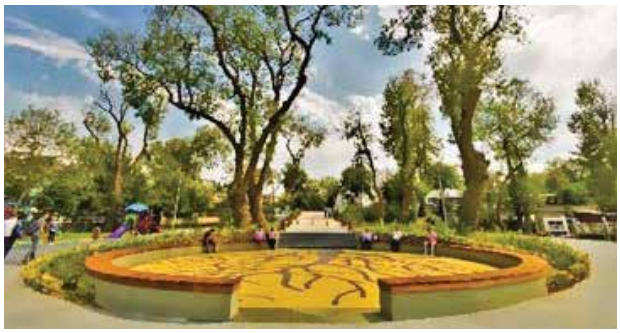
Çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), üç dişli akçaağaç (*A. buergerianum*), yalancı çınar yapraklı akçaağaç (*A. pseudoplatanus*), Ova akçaağacı (*A. campestre*), beş parmak akçaağaç (*A. cappadocicum*), Dişbudak yapraklı akçaağaç (*A. negundo*), Şeker akçaağacı (*A. saccharum*), Japon Akçaağacı (*A. palmatum*), Kırmızı çınar yapraklı akçaağaç (*A. platanoides* 'Crimson King'); Kraliyet kırmızısı çınar yapraklı akçaağaç (*A. platanoides* 'Royal Red') olarak sıralanabilir. Akçaağaçlar, İstanbul peyzajında formları, boyutları, yaprak şekilleri, yaprak renkleri, sonbahar renklenmeleri nedeniyle yol ağaçlandırması, park ve bahçelerde renk lekeleri ve kontrast oluşturması, rüzgâr ve ses perdesi oluşturması, odak ağacı ve çıplak alanların ağaçlandırılması gibi birçok alanda soliter ve gruplar hâlinde kullanılmaktadır.

**Dişbudak (*Fraxinus* sp.);** İstanbul peyzajında yaygın olarak Amerikan dişbudak (*Fraxinus americana*), Adi dişbudak (*F. excelsior*) ve Çiçek dişbudağı (*F. ornus*) olmak üzere üç türü kullanılmaktadır.

*F. americana* ve *F. excelsior* yüksek boylu ve yuvarlak taç yapılı ağaçlardır. Kent iklimine, kirli havaya, deniz suyuna ve su baskınlarına dayanabilen, toprak isteği fazla olmayan bitkilerdir. Büyük ve geniş taç yapısı ile soliter kullanıma uygundur (Şekil 23-24).

*F. ornus* diğer iki türe oranla daha küçük bir yapıya sahiptir fakat çiçekleri diğer türlere oranla daha etkili ve dekoratiftir. İstanbul peyzajında; park ve bahçelerde, kitle ya da grup oluşturmada, alle ağacı ya da soliter olarak kullanılmaktadır.

**Şekil 23.** Florya Atatürk Korusu-Dişbudak (*Fraxinus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).



**Şekil 24.** Beylerbeyi Parkı-Dişbudak (*Fraxinus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Sedir (*Cedrus* sp.);** İstanbul peyzajında çoğunlukla kullanılan, Toros sediri (*Cedrus libani*), Himalaya sediri (*C. deodora*) ve Atlas sediri (*C. altantica*) olmak üzere üç ana türü bulunmaktadır. Alttan dallı piramidal formlu, yüksek boylu ve her dem yeşil bitkilerdir (Şekil 25-26).

**Şekil 25.** Mimar Sinan Kumburgaz Orta Refüj-Atlas Sediri (*Cedrus atlantica*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 26.** Mimar Sinan Kumburgaz-Atlas Sediri (*Cedrus atlantica*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

Tür özelliklerine göre geniş çim yüzeylerde, park ve bahçelerde, yol kenarlarında odak oluşturmak, form ve renk etkisi yaratmak amacıyla soliter ya da gruplar hâlinde kullanılmaktadır. Genel olarak fazla su sevmeyen ışık ya da yarı ışık ağacıdır. Nem istekleri az, sıcaklık istekleri fazladır.

**Atkestanesi (*Aesculus* sp.);** Kırmızı çiçekli atkestanesi (*Aesculus carnea*) ve beyaz çiçekli atkestanesi (*A. hippocastanum*) olmak üzere iki türü vardır. Bitki, yuvarlak taç yapılıdır. Çiçekleri dalların ucunda şamdan şeklinde dik durur vaziyette, yaprakları parçalı, büyük ve çok değerli bir park ve yol ağacıdır. Meyvelerinin tıbbi ve aromatik değeri vardır. Kent iklimine ve kısa süreli kuraklığa dayanıklıdır (Şekil 27).

Dekoratif çiçekleri, yaprakları ve koyu gölgesi nedeniyle park ve bahçelerde gruplar hâlinde ya da soliter olarak kullanılmaktadır. Meyveler dökülürken yaralanmalara neden olabildiği için mekân seçimi ona göre yapılmaktadır.

Geniş alan bitkileri arasında Meşe (*Quercus* sp.), Kayın (*Fagus* sp.), Gürgen (*Carpinus* sp.) Çam (*Pinus*

**Şekil 27.** Atatürk Caddesi-Atkestanesi (*Aesculus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 28.** Şev Alan-Kayın (*Fagus sylvatica 'Purpurea'*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 29.** Erguvanda gövdeden çiçeklenme (cauliflory) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

sp.), Ladin (*Picea* sp.) ve Göknar (*Abies* sp.) gibi daha birçok önemli tür bulunmaktadır (Şekil 28).

## Dekoratif Özellikleri ile Renk Çeşitliliği ve Algısına Sahip Bitkiler

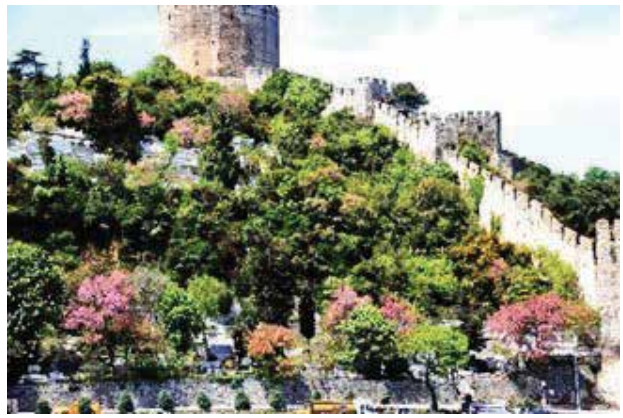
Dekoratif özellikleri kadar, şehir estetiğinde renk algısı ve renk çeşitliliği de oluşturan bitkiler ve özellikleri şu şekildedir:

**Erguvan (*Cercis siliquastrum*);** baklagiller familyasından geniş taçlı küçük bir ağaçtır. Yuvarlak ve dağınık bir tepe oluşturur. Eflatun ile kırmızı arası erguvani denen, kendine özgü renkteki çiçekleri ilkbaharda belirmeye başlar, yaza girmeden sona erer. Sığ köklüdür; kökleri yardımıyla havanın serbest azotunu bağlayarak toprağı azot bakımından zenginleştirir. Her türlü toprakta yetişebilen, kanaatkâr bir türdür. Güneşli ya da yarı gölgeli bölgeleri tercih eder. Donlara ve kuraklığa karşı dayanıklıdır.

Erguvan, nisan-mayıs aylarında, yapraklanmadan önce çiçek açar. Çiçek ve yapraklar dallarda olduğu kadar doğrudan bitkinin gövdesinde de görülür. Bu olaya gövdeden çiçek açma ve/veya meyve verme (cauliflory) denir (Şekil 29).

Erguvanın yaprak açmadan çiçeklenmesi onu dikkat çekici bir odak noktası hâline getirmektedir. İlkbahar geldiğinde Boğaz'ın eşsiz manzarasında erguvanları yeşilin, mavinin ve tarihî silüetin içinde erguvani rengiyle fark etmemek mümkün değildir (Şekil 30).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi 1-31 Mayıs 2017 tarihleri arasında "İstanbul'da Erguvan Zamanı" adı altında bir etkinlik takvimi oluşturmuştur. Erguvan, Boğaz'ın simgesi olduğu için İstanbul Boğazı'nın iki yakasında ve birçok alanda da kullanılmıştır.



**Şekil 30.** Rumeli Hisarı Görünüm (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 31.** Topkapı Kavşak peyzajı-Sarkık Süs Kirazı (*Prunus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

Süs kirazları (*Prunus* sp.), süs elması (*Malus floribunda*), yaprak döken manolyalar (*Magnolia kobus, M. liliflora, M. soulangeana, M. stellata*) ve süs armudu (*Pyrus calleryana*) türlerinin özelliği, yoğun çiçeklenmeleri ve genellikle yaprakları görülmeyecek şekilde tüm bitkinin çiçeklerle kaplı olmasıdır.

İstanbul peyzajında süs kirazları kent iklimine, kirliliğe ve donlara karşı dayanıklıdır. Nemli ve derin topraklarda iyi gelişir, kuvvetli bir kök sistemi oluştururlar (Şekil 31).

Türler arasında en çok dikkat çeken, Sakura olarak da bilinen *Prunus serrulata* 'Kanzan' varyetesidir. İstanbul Baltalimanı'nda bulunan Japon Bahçesi *P. serrulata* 'Kanzan' için güzel bir örnektir. 1972 yılında Japonya'nın Shimonoseki şehri ile İstanbul arasında iki şehrin birbirine çok benzemesi nedeniyle Kardeş Şehir Anlaşması yapılmıştır. 2003 yılı ise Japonya'da Türk Yılı olarak ilan edilmiş ve bu yılın şerefine Shimonoseki tarafından İstanbul'da Baltalimanı Japon Bahçesi kurulmuştur (Şekil 32).

**Şekil 32.** Baltalimanı Japon Bahçesi (*Prunus serrulata* 'Kanzan') (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Süs Elması (*Malus floribunda*);** hava kirliliğine dayanıklı, çiçeklenme döneminde çok gösterişli, estetik ve peyzaj açısından çok değerli bir bitkidir. Tam olarak yapraklanmadan yoğun çiçek açar. Sarımsı yeşilden kırmızıya varan renklerde meyveleri vardır. İstanbul peyzajında alle ağacı olarak, renk lekesi oluşturmak amacıyla, soliter ve gruplar hâlinde kullanılmaktadır (Şekil 33).

**Yaprak Döken Manolyalar (*Magnolia* sp.);** İstanbul peyzajında genel olarak *Magnolia kobus, M. liliflora, M. soulangeana* ve *M. stellata* türleri kullanılmıştır.

**Şekil 33.** Kumburgaz Orta Refüj-Süs Elması (*Malus floribunda*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 34.** Göztepe 60. Yıl Parkı Görünüm-Yaprak Döken Manolya (*Magnolia* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

Ağaç ya da çalı formunda, yaprak açmadan çiçeklenen türlerdir. Korunaklı alanlar ve asidik topraklarda iyi gelişirler. Çiçekleri beyaz, açık pembe ve koyu pembe renklerde; iri, gösterişli ve kokusuzdur (Şekil 34).

**Süs Armudu (*Pyrus calleryana*);** piramidal tepe tacı oluşturur. Hava kirliliğine dayanıklıdır. Gençken donlara karşı duyarlı olsa da kök yapısı geliştikçe bundan etkilenmez. Yapraklanmadan önce veya yapraklarla birlikte çiçeklenir. Yoğun çiçeklendiği için yapraklar çok göze çarpmaz. Gösterişli beyaz renkte çiçekler açar. İstanbul peyzajında soliter ya da gruplar hâlinde, alle ya da yol ağacı olarak kullanılmaktadır (Şekil 35).

**Şekil 35.** Maltepe Dolgu Alanı - Süs Armudu (P*yrus calleryana* 'Chanticleer') (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 36.** Halıcıoğlu Semt Parkı-Süs Eriği (*Prunus* sp.) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Süs Eriği (*Prunus* sp.);** İstanbul peyzajında genel olarak yeşil, kırmızı ve bordo yaprak rengine sahip *Prunus cerasifera, P. ceracifera* 'Pisardii've *P. cerasifera* 'Nigra' türleri kullanılmaktadır.

Erguvan ile benzer şekillerde kullanılırlar; fakat *P. ceracifera* 'Pisardii' ve *P. cerasifera* 'Nigra' varyeteleri çiçeklerinden ziyade yaprak renkleri ile etkili oldukları için (kırmızı ve bordo) vejetasyon süresi boyunca renk lekesi ve kontrast özeliklerini korurlar (Şekil 36).

**Büyük Çiçekli Manolya (Magnolia grandiflora);** 17-20 cm büyüklüğünde, krem ve beyaz renklerde çok dekoratif çiçeklere sahiptir. Çiçeklerinin estetik

**Şekil 37.** Cumhuriyet Caddesi - Büyük Çiçekli Manolya (*Magnolia grandiflora*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 38.** Maltepe Orhangazi Şehir Parkı- Oya ağacı (*Lagestromia indica*) (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

**Şekil 39.** Florya Atatürk Kent Ormanı (Foto: İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ).

görüntüsü, yoğun ve hoş kokusu, yapraklarının parlak ve koyu yeşil görünümü insanlar üzerinde rekreatif etkiler oluşturmaktadır. Gevşek, nemli ve asidik toprakları seven Manolya, alttan dallı, tijli, piramit ya da dağınık formlarda olabilmektedir (Şekil 37).

**Oya Ağacı (*Lagestromia indica*);** güneşli ve sıcak yerleri sever. Yaz boyunca yoğun çiçek açan çalı ve ağaç formlu, yuvarlak ya da dağınık taç yapılı çok dekoratif bir bitkidir. Beyaz, soluk pembe, pembe, fuşya ve kırmızı gibi farklı tonlarda çiçek açar. Sonbaharda yaprak renkleri yeşilden sarıya ve kırmızıya dönüşür. Gövde kabuk rengi beyazımsı gri ile kahverengi desenli ve dekoratif görünümlüdür. Bu yapısı sayesinde, tüm bitkilerden kolayca ayırt edilebilir (Şekil 38).

Bütün bu özelliklerinden ötürü park ve bahçelerde, otoyol peyzajı ve dar yollarda gruplar hâlinde ya da soliter olarak vurgu, renk ve kontrast oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır.

**Hatmi (*Hibiscus syriacus*);** beyaz, pembe ve lila renklerinde, huni şeklinde ve bitki üzerinde tane tane duran çiçeklenmeye sahiptir. Sıcak, korunaklı ve besin maddesi bakımından zengin topraklarda bol çiçek açar (Şekil 39).

Hatmi, İstanbul peyzajında hemen hemen her alanda kullanılmaktadır. Soliter kullanılabileceği gibi, daha çok gruplar hâlinde kullanımı tercih edilmektedir.

**Diğer Çiçekli Bitkiler;** Leylak (*Syringa vulgaris*), Zakkum (*Nerium oleander*), Katalpa (*Catalpa bignonioides*), Güvey kandili (*Koelreutaria paniculata*), Gülibrişim (*Albizia julibrissin*), Alıç (*Crataegus* sp.), Mimoza (*Acacia delbata*), Ilgın (*Tamarix tetrandiana*), Jakaranda (*Jacaranda mimosifolia*), Bulut ağacı (*Cotinus* sp.) ve bu bitkilere benzer bitkilerdir.

**Diğer Dekoratif Bitkiler;** Tesbih ağacı (*Melia azaderach*), Gladiçya (*Gleditsia* sp.), Söğüt (*Salix* sp.), Sandal ağacı (*Arbutus andrachne*), Zeytin (*Olea* sp.) ve Sofora (*Sophora* sp.) bunlardan bazılarıdır.

## İklim Değişikliği ve İstanbul Peyzajına Etkileri

İklim değişikliğine bağlı olarak istilacı türlerin baskısı ve artışı, yağışların azalması ve artan buharlaşma (evapotranspirasyon) sonucunda oluşan su sıkıntısı, kentlerdeki bitki örtüsünün ekolojik koşullarını

bozarak, canlılık ve verimini etkileyebilmektedir. Bunun yanında, bilimsel kaynaklarda bitkiler için önemli parametrelerin (ortalama sıcaklık değişimi ve yaz aylarında artan kuraklık, özellikle kentsel alanlarda yükselen aşırı sıcaklık ve ısı adası oluşumu, yağış miktarı ve karbondioksit değişimleri, vejetasyon devresinin uzunluğu, fırtınalar, dolu, don, nem, bulutluluk, rüzgâr vb.) iklim değişikliği senaryoları ve modellerinde ne yönde etki göstereceği belirsizdir. Fakat genel olarak bu parametrelerin bitkiler üzerinde morfolojik, fizyolojik ve hatta estetik olarak değişimlere sebep olacağını söylemek mümkündür. Bunun yanında bitki örtüsü için aşağıdaki değişiklikler öngörülmektedir (Acar vd., 2019).

- Stres faktörlerinin artması,
- Değişen fenoloji (Büyüme dönemi süresinin değişmesine bağlı olarak),
- Bitkiyle kaplı alan değişiklikleri,
- Kendiliğinden ortaya çıkan türlerin göç ve çekilme durumları,
- Biyolojik istilalar,
- Yerel ekosistemleri etkileyen türler (Acar vd., 2019).

Ekosistemlerdeki ekolojik etkileşimlerde meydana gelen değişiklikler, ayrıca rekabetçi durumların değişmesi olarak sıralanabilir. İklim değişikliği ile beraber, bir taraftan mevcut olanı korurken, diğer taraftan da yeni tesis edilecek ya da revize gerektiren alanlarda tamamıyla yeni iklim koşullarına uyumlu, sürdürülebilir, yeni bitkilendirme kriterleri oluşturmak ve bu kriterlere uygun bitkilendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

İBB adına tüm İstanbul'da korular, parklar, kavşak ve refüjler, İSKİ havzaları ve tesisleri, meydanlar, mezarlıklar ve göletlerin bakımını yapan İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ'nin kullanmış olduğu bitkisel materyalin %1,4'ü çok az su isteyen, %65,82'si az su isteyen, %25,34'ü orta derecede su isteyen ve %7,43'ü çok su isteyen bitkilerden oluşmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2.** 2014-2024 Yıllarında Kullanılan Bitkilerin Su İsteklerine Göre Kullanım Yüzdeleri

| ÇOK AZ (%) | AZ (%) | ORTA (%) | ÇOK (%) |
|---|---|---|---|
| 1,41 | 65,82 | 25,34 | 7,43 |

Çok az su isteği olan bitkiler; %1,41 kullanım oranı ile Zakkum *(Nerium oleander)*, İğde *(Eleagnus angustifolia)*, Defne *(Laurus nobilis)*, Zeytin *(Olea europea)*, Ilgın *(Tamarix tetrandiana)* ve Palmiye'dir. Kurakçıl peyzaj için uygun türlerdir. İstanbul peyzajında kullanılan bitkilerin %65,82'si az su isteyen bitkilerden oluşmaktadır.

## Sonuç

1997 yılında kurulan İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, faaliyetine başladığı ilk günden itibaren İstanbul'un daha yeşil bir kimliğe kavuşması ve kişi başına düşen yeşil alan miktarını artırmak adına gayretli ve başarılı çalışmalar gerçekleştirmiştir. 29 yıllık kurumsal faaliyeti süresince yapılan çalışmaların sonucunda ulaşılan noktada yeşil alanların miktarı, fonksiyonları ve bitki kalitesi hususunda ciddi bir gelişim ortaya çıkmıştır.

Başlangıçta özellikle barajlar, İSKİ havzaları ve arıtma tesisleri gibi geniş ölçekteki alanlarda ağaçlandırma yapılarak Fıstık çamı (*Pinus pinea*), Sedir (*Cedrus deodora*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Söğüt (*Salix* sp.), Dişbudak (*Fraxinus* sp.) gibi türlere yer verilmiştir. Böylece İstanbul'un yeşil alan miktarında ciddi bir artış olmuştur.

Yollara yakın kısımlarda kentleşmenin başlamasıyla, artan gürültü kirliliğine çözüm olarak E-5 ve TEM otoyolu güzergâhları kenar şevleri bitkilendirme projeleri başlatılmıştır. Şev alanları başlangıçta sadece doğal çayır ve belli başlı çok az bitki türlerini barındırmaktayken, hayata geçirilen projeler ile gürültü ve görüntü kirliliğinin önüne geçilerek, estetik değeri yüksek bir bitkilendirme anlayışına gidilmiştir. Yeni peyzaj tasarımı anlayışıyla şevin en üst seviyesinde Leylandi *(Cupressocyparis* x *leylandii)* türü çit işlevi görmüş, ön kısımlarda ise form ve renk bakımından birbiri ile uyum gösteren çalı türlerine yer verilmiştir. Çalı türleri genelde kuraklığa dayanıklı, az bakım isteyen türlerden seçilmiştir. Bu türler; Dağ muşmulası (*Cotoneaster* sp.), Leylak (*Syringa vulgaris*), Ateşdikeni (*Pyracantha coccinea*), yıldız çalısı (*Pitosporum* sp.) gibi türlerdir. Soliter olarak ise Çınar (*Platanus* sp.), Akçaağaç (*Acer* sp.), Ihlamur (*Tilia* sp.), Sedir (*Cedrus* sp.) gibi türler kullanılmıştır.

Uygulama alanlarındaki tür seçiminde, mevsim değişimlerinin insanlar üzerinde olumlu etki oluşturması amacıyla, bahar ayları için Erguvan (*Cercis siliquastrum*), süs armudu (*Pyrus calleryana*), süs eriği (*Prunus cerasifera*); sonbahar için Sığla (*Liquidambar* sp.), Meşe (*Quercus* sp.), Akçaağaç (*Acer* sp.); yaz ayları için ise Oya (*Lagerstroemia* sp.), Hatmi (*Hibiscus* sp.) gibi türlere yer verilmiştir.

İstanbul'un yerel bitki türlerinden olan ve İstanbul Boğazı'nın silüetinde çokça yer alan Servi (*Cupressus* sp.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* ) ve Erguvanlar (*Cercis* sp.), bu amaç doğrultusunda, özellikle tercih edilmiştir.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, 2005 yılında Fransız 'Meilland' şirketi ile imzalanan sözleşme ile Meilland Gülleri'nin patentini almış ve Türkiye'de bu güllerin üretim ve pazarlamasını yapan tek kurum hâline gelmiştir. Üretilen güller, İstanbul genelinde yol, kavşak, park ve bahçelerde kullanılmaya başlanmıştır. Genellikle kitle hâlinde ve renk uyumuna dikkat edilerek kullanılan Meilland Gülleri, -35 ve +50 °C derece aralığındaki sıcaklıklara dayanıklı, fazla su ve bakım ihtiyacı olmayan, güçlü bir kök sistemine ve yılın yaklaşık 8 ayı çiçekli kalabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle bitkilendirme çalışmalarında yoğun biçimde kullanılmıştır. Başlangıçta sadece çalı formunda olan bu güllerin, 2015 yılı itibarıyla baston, minyatür ve sarmaşık gibi çeşitli formlarda üretimi de ülkemizde yapılmaya başlanmıştır.

Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü ile gerçekleştirilen on yıllık ortak çalışma kapsamında, binlerce seçenek arasından seçilen ve şehir iklimine uyum sağlayan 13 farklı gül çeşidi literatüre kazandırılmıştır. Türkiye'nin ilk yerli gülü "Gülbağ 1071" ile başlayan bu süreçle birlikte, dış kaynaklı lisans ihtiyacı azalmış ve yerli imkânlarla üretim yapma imkânı doğmuştur. Yalova'daki üretim sahamızda üretilen bu milli çeşitlerin, İstanbul'un park ve meydanlarında sürdürülebilir bir bitki varlığı oluşturmak amacıyla kullanılması hedeflenmiştir.

*Prunus serrulata* (Süs Kirazı)

*Hibiscus syriacus* (Hatmi)

*Pyrus calleryana* (Süs Armudu)

*Lagerstroemia indica* (Oya)

*Acer* (Akçaağaç)

*Pitosporum* (Yıldız Çalısı)

2024 yılında Mahmutbey-Kınalı arasında bulunan sekiz kavşakta yapılan peyzaj uygulamalarında, çiçekli türlerden süs kirazı (*Prunus serrulata*), süs eriği (*Prunus cerasifera*), süs armudu (*Pyrus calleryana*), Hatmi (*Hibiscus syriacus*), Oya (*Lagerstroemia indica*) vb. ile sonbahar renklenmesi yapan türlerden Sığla (*Liquidambar* sp.) ve Meşe (*Quercus* sp.) seçilmiştir. Buradaki amaç, İstanbullulara dört mevsim kavramını yaşatmaktır.

İlgili mevsimlerde, halka baharın geliş coşkusunu yaşatmak adına İstanbul'un çeşitli lokasyonlarında soğanlı bitkiler ile görsel şölen hazırlanmıştır. Özellikle Lale (*Tulipa* sp.), Sümbül (*Hyacinthus* sp.), Nergis (*Narcissus* sp.), Muskari, Allium gibi türler ile festival boyutuna ulaşan dikimler yapılmış, yerli ve yabancı turistlerin ziyaretine konu olmuştur.

Soğanlı bitkilerle birlikte veya tek başına mevsimlik çiçekler de İstanbul'un peyzajında sıklıkla tercih edilmektedir. Mevsimlik çiçek ve lale üretimi, sosyal sorumluluk projesi kapsamında köy kooperatiflerine "alım garantili üretim" şeklinde yaptırılarak, istihdama katkı sağlanmıştır. "Alım Garantili Mevsimlik Çiçek Üretimi" ilk etapta İstanbul'un mevsimlik çiçek ihtiyacının %30'un karşılanırken, günümüzde bu oran %70'e ulaşmıştır.

Peyzaj alanlarında Ilgın türü de iyi gelişim göstermiş, özellikle tuzluluk ve deniz etkisi olan alanlarda başarı sağlanmıştır.

İstanbul'un yeşil dokusunda mezarlıkların da önemli bir payı vardır. Kilyos ve Zincirlikuyu Mezarlıkları, yapılan bitkilendirme çalışmalarına iyi birer örnek oluşturmaktadır. Yeşil dokuyu desteklemek adına mezarlıklarda bulunan yollar ve mezarlarda bitkilendirme çalışmaları yapılmıştır. Bu bitkilendirme çalışmaları kapsamında, yol kenarlarında adi servi (*Cupressus sempervirens*) ve Arizona Servisi (*Cupressus arizonica*) gibi türler kullanılmıştır. Mezarlarda ise Gazanya (*Gazania* sp.) ve Sedum (*Sedum* sp.) gibi su ihtiyacı çok az olan yer örtücü türlere yer verilmiştir.

Himalaya sediri (*Cedrus deodora*), Fıstık çamı (*Pinus pinea*) ve Akasya (*Robinia pseudoacacia*) İstanbul peyzajında kullanılan ve varlığını sürdüren diğer ağaçlardır.

Meşe türleri de İstanbul peyzajında bitkilendirme çalışmalarında kullanılan türler arasındadır. Bu türlerden bazıları ise saçlı meşe (*Quercus cerris*) ve kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*)'dir.

Çalı bitki grupları kullanılarak yapılan uygulamalarda dağ muşmulası (*Cotaneaster* sp.), hanım tuzluğu (*Berberis* sp.), Ardıç (*Juniperus communis*) ve Zakkum (*Nerium oleander*) türleri tercih edilmiştir. Gaura sp., Taflan (*Euonymus* sp.), Alev (*Photonia serrulata*) ve Nandina (*Nandina domestica*) yaprak renklenmesi ve form bakımından tercih edilen diğer çalı grupları arasındadır.

"Kurakçıl Peyzaj Projesi" ile su isteği az olan doğal türler seçilerek, örnek uygulama alanları oluşturulmuştur. Bu alanlarda yer örtücü olarak Kazayağı (*Carpobrotus edulis*), Farekulağı (*Dichondra repens*), Sedum (*Sedum* sp.) ve acem halısı (*Drosanthemum floribundum*) kullanılmıştır. Bununla birlikte Lavanta (*Lavandula angustifolia*), Meilland gülü (*Rosa meilland*), ateş dikeni (*Pyracantha coccinea*), Kekik (*Thymus* sp.), altın çanağı (*Forsythia intermedia*), dağ muşmulası (*Cotoneaster* sp.) gibi kurakçıl bitki türleri de tercih edilmiştir.

Duvar için orman sarmaşığı (*Hedera helix*), Amerikan sarmaşığı (*Parthenocissus* sp.) ve Yasemin (*Jasminum* sp.) gibi türler tercih edilmiştir.

Eğimli alanlarda da yer örtücüler ile uygulamalar yapılmıştır. Özellikle Sedum (*Sedum* sp.), Kazayağı (*Carpobrotus edulis*) gibi türler çim biçmenin zorlaştığı alanların her dem yeşil olması nedeniyle tercih edilmiştir.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ'nin sektöre en büyük katkılarından biri de yurt içinde bitki üretimine getirmiş olduğu yüksek standarttır. Kuruluşu itibarıyla kalite bakımından ithal edilmek zorunda kalınan bitkiler, günümüzde iç piyasadan temin edilebilmektedir. İç piyasadan temin edilerek, mevcut fidanlıklarda saksılı şekilde depolanan ağaç ve çalılar, yüksek kaliteye sahiptir.

Sonuç olarak;

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, kuruluşundan bu yana İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin İstanbul'u yeşil ile buluşturan elçisi olmuştur. Yıllar içinde tüm park ve bahçeler, otoyol kenarları, refüjler, İSKİ havzaları ve tesisleri, korular, meydanlar ve mezarlıklar olmak üzere, İstanbul'un tüm yeşil alanlarında bitkilendirme ve bakım çalışmaları titizlikle yürütülmüştür. Kullanılan bitki türlerinin zamana ve ihtiyaca göre değişim göstermesinin yanı sıra, mekânda ihtiyaç duyulan fonksiyonları karşılamaya yönelik de uygulamalar yapılmıştır. Tarihsel süreçte kullanılan bitki çeşitleri ve formları, ihtiyaç duyulan fonksiyonlara göre geliştirilmiş ve değiştirilmiştir.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ, kuruluşundan bu yana sektörde üretilen bitkilerin kalitesini belirleyen, düzenleyen ve sektöre yön veren öncü bir kuruluş olmuştur. Bu sayede bitkilerin kalite standartları, kalibrasyonları, söküm ve dikim standartları gibi birçok parametrede standardizasyon sağlanmış, üretim kalitesi ithal ürünlerle yarışabilecek düzeye gelmiştir.

İklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerinden en az şekilde etkilenmek amacıyla İBB'nin başlatmış olduğu kurakçıl peyzaj çalışmalarına hız verilmiş, yeni yapılan projelerde kurakçıl bitkilerin sayısı artırılmaya başlanmıştır.

## Teşekkür

Bu kitap bölümünün tamamlanması, verilerin toplanması, derlenmesi ve hazırlanması bakımından uzun bir süreç gerektirmiştir. Tüm aşamalarda özveri ve hassasiyetle görev alan kurum ve birim çalışanlarına verdikleri destek dolayısıyla teşekkürü bir borç biliriz.

# Kaynaklar

Acar, C., Demirbaş, E., Dinçer, P. and Acar, H. (2019): "Anlamsal Farklılaşım Tekniğinin Bitki Kompozisyonu Örneklerinde Değerlendirilmesi", *Türkiye Ormancılık Dergisi,* Sayı:4 (1), s.15-28.

İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ (2024). İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ Bitki Kataloğu, 384 s.

İstanbul Senin İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı, 05-06 Şubat 2020, Bildiri Kitabı, 585 s.

TÜİK (2024). Nüfus ve Demografi-TÜİK Veri Portalı. https://data.tuik.gov.tr Son Düzenleme Tarihi 14 Ağustos 2024

Yaltırık, F., Efe, A. and Uzun, A. (1997): "Tarih Boyunca İstanbul'un Park Bahçe ve Koruları Egzotik Ağaç ve Çalıları", *İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSFALT Yayını,* Yayın No:4.

# İstanbul'da Yetişebilen ve Peyzaj Değeri Olan Bazı Odunsu Bitkilerin Yetişme Ortamı Özellikleri, Yetiştirme Teknikleri ve İklim Değişikliğine Adaptasyon Potansiyelleri

*Mesut Tandoğan[*] - Mehmet Özdemir[**]*
*Tuncay Akgün[***]*

Türkiye, 12.000'den fazla bitki taksonu ve 3.000'den fazla endemik türü ile bitkisel peyzaj tasarımları için büyük bir floristik potansiyele sahiptir ve İstanbul'da çeşitli kaynaklara göre 2.500 doğal bitki çeşidi bulunmaktadır. Ancak bu zenginlik, peyzaj uygulamalarında yeterince kullanılmamakta ve egzotik türler tercih edilmektedir. Artan çevresel farkındalık ile doğal bitki türlerinin peyzaj tasarımlarında kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Doğal bitkiler, ekolojik olarak uyumlu olmaları ve düşük bakım gereksinimleri nedeniyle sürdürülebilir ve ekonomik alternatifler sunmaktadır. Bununla birlikte, iklim değişikliği özellikle tür seçimi ve tasarım sürdürülebilirliği açısından önemli zorluklar yaratmakta, iklim koşullarına uyumlu bitki türlerinin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Son yıllarda peyzaj mimarlığı uygulamalarında su kıtlığı ve kuraklık dikkate alınarak suyun verimli kullanımı ve kuraklığa dayanıklı bitki türleri ön plana çıkmıştır. Çeşitli modellerle çevresel değişikliklere duyarlı türlerin dağılımı gelecekteki iklim senaryolarına göre tahmin edilmektedir. İstanbul gibi Akdeniz ekosistemi etkisine sahip bölgelerde kuraklık

* Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Emekli
** Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
*** İstanbul Ağaç ve Peyzaj AŞ

ve tuzluluk gibi sorunlar öncelikli olup su ihtiyacı düşük bitki türlerinin tercih edilmesi gerekmektedir. Doğal bitki türlerinin ekosistem bütünlüğüne sağladığı katkılar üzerine çok sayıda araştırma olmasına rağmen, bu türlerin peyzaj uygulamalarında kullanımına yönelik farkındalık ve benimsenme, Türkiye'de henüz yeterince gelişmemiştir. Bu çalışmada, İstanbul'da yetişebilen, kuraklık ve tuzluluğa dayanıklı olan bazı türlerin yetişme ortamı özellikleri, iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri ve yapılması gerekenler ortaya konulmuştur.

## Giriş

Ülkemiz, farklı ekolojik özelliklerin bir yansıması olarak 12.000'in üzerinde bitki taksonu ve 3.000'den fazla endemik bitki türü (Güner ve ark., 2012; Özhatay ve ark., 2005) ile floristik açıdan zengin bir potansiyele (Köse, 1997, Sarıbaş, 1998, Topay ve Kaya, 1998, Acartürk, 2001) sahiptir. Türkiye'nin sahip olduğu zengin biyolojik çeşitlilik bitkisel tasarımlar için farklı nitelikte kompozisyonların oluşturulmasına olanak sağlar (Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2022). Bu kadar büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen kültüre alınan bitki türlerine, bu zenginliğin yeterince yansıtılamadığı, uygulamalarda yoğun olarak egzotik türlerin kullanıldığı görülmektedir (Deniz ve Şirin, 2005). Günümüzde gelişen kentsel yaşam ortamları, bir yandan bireylerin doğal peyzajla etkileşimini kesmekte iken (Gül ve Küçük, 2001); diğer yandan artan bilinçlenme, yeni beklenti ve arayışların sonucu olarak bitkilendirme çalışmalarında doğal bitki türlerinin kullanımı giderek önem kazanmaktadır (Deniz ve Şirin, 2005). Bunun gerçekleştirilmesi ise, öncelikle açık-yeşil alanların, bilimsel, ekolojik ve teknik kriterler dikkate alınarak bir bütünlük içinde planlanması, tasarlanması ve yönetilmesi ile mümkündür (Gül ve Küçük, 2001).

Doğal bitki türleri, kendi ekolojik isteklerine uygun alanlarda, çok az bakım koşulları altında peyzaj çalışmalarında kullanılabilecek karakterde olup (Deniz ve Şirin, 2005), peyzaj uygulamalarının başarısını da artırıcı niteliktedir (Yazgan ve ark., 2005). Tırnakçı ve Aklıbaşında (2022)'ya göre estetik/işlevsel değerlere sahip ve ekolojik toleransları yüksek bitki türleri bitkisel tasarımlar için oldukça önemlidir. Bu bağlamda doğal bitki örtüsünden faydalanarak yapılan peyzaj tasarımları ekolojik temelli, sürdürülebilir ve ekonomik alternatifler sunmaktadır. Bu nedenle açık-yeşil alanlarda kullanımı teşvik edilmeli ve kültüre alınarak yaygınlaştırılmalıdır.

Doğal türlerin kullanımı önemli olmakla birlikte diğer yandan iklimle ilgili faktörler arasında özellikle bitki örtüsü, sıcaklık, yağış düzensizliklerindeki ani değişiklikler spesifik olarak tür seçimi, tasarımı ve sürdürülebilirliğini etkilemekte ve su-organik madde ihtiyacını en aza indiren tür ve tasarımların ele alınmasını gerektirmektedir. Bu anlamda iklim değişikliğine uyumlu ağaçlar, çalılar, çok yıllık ve benzeri bitki türlerinin seçim kriterleri ve tasarım stratejilerinin kentsel mekânlarda yeniden tanımlanmasına ihtiyaç vardır (Acar ve ark., 2020). Son yıllarda iklim değişikliği ile su sıkıntısı ve kuraklık konularını dikkate alan peyzaj mimarlığı uygulamalarında suyun akılcı kullanımı ve kurağa dayanıklı bitkisel uygulamalar önem kazanmıştır. Ancak ülkemizde

yeşil alanların bitkisel tasarımında iklim değişikliğine dayanıklı doğal türlerin tercih edilmesine yönelik yeterli farkındalık bulunmamaktadır (Atik ve Karagüzel 2007, Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2022).

Habitat Uygunluk Modelleri (HSM) kullanılarak, çevresel değişkenler ile türlerin dağılımı arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Bu analiz ve modellemeler iklim değişikliğine hassas olan türlerin geleceğe yönelik tepkilerini anlamak ve strateji geliştirmek için yapılmaktadır. Çeşitli modelleme yöntemleri (GLM, GAM, Maxent, BRT) kullanılarak çevresel değişkenleri takip etme ve türlerin biyocoğrafik aralıklarını gelecekteki çevresel değişim senaryolarına dayalı olarak tahmin etme imkânı bulunmaktadır. Örneğin, Maxent modelinde çevresel faktörler, türlerin ekofizyolojisi, rahatsızlıkları ve kaynak bulunabilirliğini etkileyen üç ana kategoriye ayrılır. İklim değişikliğine bağlı olarak bazı ağaç türleri olumlu (artan gelişim, hayatta kalma), bazıları ise olumsuz (azalan büyüme, doğurganlık) etkiler gösterebilir.

Ilıman İstanbul iklimi, Karadeniz iklimi ile Akdeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermekle birlikte (Wikipedia, 2023) genel olarak İstanbul Boğazı ve çevresi, Akdeniz İkliminin etkisi altındadır (Kılıç, 1984). İklim projeksiyonları İstanbul'un giderek Akdeniz iklimi özellikleri taşıyacağını ve buna bağlı olarak daha sıcak ve daha kurak olacağını göstermektedir (İBB, 2018). Kuraklık ve tuzluluk ise Akdeniz ekosisteminde karşılaşılan en acil sorunlardan ikisi olup doğal sistemleri, tarımsal ürünleri ve kentsel yeşili eşit derecede etkilemektedir (Christoforidi ve ark., 2022). İstanbul'da beklenen yağışlarda azalma riskine karşı yeşil alanlarda su ihtiyacı daha az olan ağaç dikimi ve bitkilendirme yapılması tavsiye edilmiştir (Uncu, 2019; Acar ve ark., 2020).

Literatürde, doğal bitki türlerinin kentsel ve kırsal alanlarda kullanımının ekosistem bütünlüğüne sağladığı katkıları işaret eden sayısız araştırma mevcuttur. Ancak doğal bitki türlerinin sağladığı katkılardan faydalanılabilmesi öncelikle her bölgeye özgü bitki türlerinin tanınması, araştırılması ve üretim yöntemlerinin ayrıntılı olarak belirlenmesine bağlıdır (Deniz ve Şirin, 2005).

Aksoy ve Erken (2022)'e göre Marmara Bölgesi bitki çeşitliliği bakımından önemli bir potansiyele sahiptir ve bu potansiyelin ekolojik peyzaj uygulamalarında değerlendirilmesi gerekmektedir. İstanbul, coğrafi konumunun getirdiği benzersiz ekolojik özellikleri nedeniyle birçok bitkiye ev sahipliği yapmakta ve bu özelliğiyle Avrupa'daki birçok ülkeden fazla sayıda bitkinin yayılış gösterdiği bir bölge olarak değerlendirilmektedir. Çeşitli kaynaklara göre İstanbul'da 2.500 civarında doğal bitki çeşidi bulunmaktadır (Özhatay ve ark., 2012; Ekşi ve ark., 2016; Avcı, 2014; TÜBİVES, 2015; Ural, 2021). Bu çeşitlilik, kendine özgü konumu, topografik yapısı, farklı yükseklik ve eğim grupları, jeolojisi, hidrolojik yapısı ve iklimi sonucu ortaya çıkan zengin bitki örtüsü ile çok çeşitli ekosistem ve ekosistemlerin oluşturduğu bir bütünlük ile izah edilebilir (Erol, 2020). Ekşi ve ark. (2016), bu bitki varlığının günümüzdeki peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanımı ile ilgili yetersizliklerin göze çarptığını ifade etmiştir.

İstanbul'a ait bitkilerin listesi çeşitli araştırmalar neticesinde ortaya konulmuştur (Davis (1965-1985); Güner ve ark, 2012). Nurtekin (2007), İstanbul Bahçeşehir'de bulunan odunsu bitkileri

peyzaj mimarlığı ilkeleri çerçevesinde parklar, konut bahçeleri, yollar-meydanlar-otoparklar, çocuk oyun alanları, spor alanları-sosyal merkezler ve bloklar arası yeşillikler olmak üzere altı grupta sınıflandırarak toplam 178 adet tür tespiti yapmıştır. İstanbul'da kullanılan peyzaj bitkileri ile ilgili Yener (2012), odunsu bitkiler üzerinde çalışmış ve "kuru", "nemli" ve "iç kesimde" olmak üzere bitkileri üç ortamda sınıflandırmıştır. Kuru yetişme ortamını "Tarihî Yarımada", "Marmara deniz kıyısı" ve "Boğaz kesimi" olmak üzere üç gruba ayırmıştır. İstanbul'un bu bölgelerinden seçilen örnek alanlarda yapılan arazi çalışmaları sonucunda 589 adet odunsu takson tespit edilmiştir. Aksu (2012), Sarıyer İlçesi, mahalle ve köylerinde yaptığı peyzaj değişimi analizi çalışmasında alanda yer alan vejetasyon tiplerini "kıyı kumulları", "maki-pseudumaki-garik ve fundalık toplulukları", "ormanlar" ve "otlaklar" şeklinde 4 grupta sınıflandırmıştır. Çalışmada bu gruplar içinde çeşitli derecelerde nesli tehlike altında bulunan 104 türden bahsedilmiştir. Ekşi ve ark. (2016), İstanbul koşullarında doğal olarak yetişen ve ekstensif yeşil çatı sistemlerinde kullanılan 69 bitki türünden bahsetmiştir.

Genç (2020), çeşitli kaynaklardan ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın 82 adet fidanlığından sağlanan anket bilgilerinden yararlanarak Türkiye'nin çeşitli iklim bölgelerinde yapılacak peyzaj çalışmalarında kullanılmak üzere yörede yetişen veya yetiştirilmesi mümkün olan iğne yapraklı, daimî yeşil ve yapraklarını döken ağaç, ağaççık ve çalıların listesini çıkarmıştır. Bu listede Marmara Bölgesi'ne uyum sağlayan (Sakarya, Kocaeli, Bursa, İstanbul, Tekirdağ, Çanakkale) 65 adet iğne yapraklı, 41 adet daimî yeşil yapraklı, 208 adet yaprağını döken ağaç, ağaççık ve çalı türünden bahsetmiştir.

Dünyada ve ülkemizde iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yeşil alanların ve bitkilerin önemi son derece açıktır. Ancak bu alanların nasıl bitkilendirilmesi gerektiği, tasarım sürecindeki yaklaşımların nasıl olması gerektiği konusundaki stratejiler üzerinde çok tartışılmamıştır. Günümüzde bitkilerin iklim değişimine adaptasyonu konusunda kapsamlı bir uygulama yapılmamıştır. Yeşil alanda kullanılan bitkilerin canlılığı ve sağlık durumu yanı sıra bitkilerin doğal süreçlere uyumluluğu da oldukça önemlidir (Acar ve ark., 2020).

Doğal türler, bulundukları ekolojik bölgede binlerce yıldır süregelen seleksiyon baskısı altında yaşama ve yetişme güçlerini kanıtlamış olduklarından, o bölgede yapılacak bitkilendirmelerdeki tür seçimleri için en güvenilir elementlerdir. Ancak kentsel alan düzenlemelerinde, söz konusu bölgedeki varlıklarının kanıksanmış olması nedeniyle farklılık arayışına daha iyi cevap verebilen yabancı türlere göre ikinci planda tutulmaları sıklıkla rastlanan bir durumdur (Dirik, 2014). Bu bağlamda peyzaj mimarisinde kullanılan ve İstanbul florasında mevcut olan bu türlerin iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri dikkate alınarak, yetişme ortamı özelliklerinin ve yetiştirme tekniklerinin ortaya konulması önem kazanmaktadır.

Kuraklık ve tuzluluk, doğal sistemleri, tarımsal ürünleri ve kentsel yeşilliği eşit derecede etkiler. Akdeniz'de peyzaj mimarisinde kullanılan 70 adet bitkinin kuraklık ve tuzluluk bakımından beş yıl

test edilmesi sonunda 52 adet dayanıklı bitki tespit edilmiş (Christoforidi ve ark., 2022) olup bu bitkilerin tamamı İstanbul florasında mevcut olan (Davis, 1965-1985; Güner ve ark., 2012) türlerdir. Bu bitkilerin 41'i önemli tıbbi özelliklere sahip, 26'sı beslenme amaçlı kullanılmakta, 17'sinin endüstriyel kullanımı ve 18'inin kozmetik kullanımı mevcuttur. Bu çalışmada Christoforidi ve ark. (2022)'nın araştırmasında tespit edilen ve İstanbul florasında yer alan, kuraklığa dayanıklı, estetik ve işlevsel özelliği bulunan 15 adet odunsu doğal bitki türünün yetiştirme özellikleri ve iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri ortaya konulmuştur. Ek Tablo 1'de İstanbul'da yetişebilen bu türlerin yetişme ortamı özellikleri, yetiştirme teknikleri ve iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri kaynakları ile verilmiştir.

İklim değişikliği, bitki türlerinin dağılımını ve ekosistem dengesini etkileyen bir faktördür. Bu bakımdan bu türler, yayılış gösterdiği Akdeniz iklim kuşağının kuraklık, sıcaklık ve yağış düzenlerindeki değişikliklere karşı hassastır. *Zelkova abelicea* (Lam.) türü İstanbul florasında mevcut bulunmamakla birlikte Girit adasında kalıntı bir tür olması, Güney Kıbrıs florasında tanımlanmış olması, Bolu-Seben'de zelkova ağaç fosilleri bulunması (Egli, 1997; Meikle, 1977-1985; Ural, 2021) ve küresel ısınma sonucunda Anadolu'da hayatta kalma ve yayılma potansiyeli nedeniyle (Biltekin ve ark., 2015) tabloya dahil edilmiştir. Ayrıca, tabloda mevcut türlerin habitat uygunluk analizleri sonucunda ortaya çıkan tür dağılım modellemelerine yer verilerek, geleceğe yönelik tahminler ortaya konulmuştur.

## Yöntem

Fizyografik özellikler bakımından deniz seviyesinden yükseklik, eğim grupları, bakı, arazi yüzü şekli (reliyef) bilgileri tabloya işlenmiştir. Deniz seviyesinden yükseklik 0-600 m (alt), 600- 1200 m (orta), 1200-1800 m (yüksek) ve >1800 m (alpin) şeklinde sınıflandırılmıştır. Arazi yüzü tepe, sırt, üst yamaç, orta yamaç, alt yamaç şeklinde; bakı ise kuzey bakı (K), güney bakı (G), doğu bakı (D), batı bakı (B) şeklinde sınıflandırılmıştır (Tandoğan, 2021). Eğim derecesi %0-20 (düz, hafif), %21-40 (orta) eğimli, %41-60 (eğimli), eğim>%60 ise (sarp, dağlık) şeklinde değerlendirilmiştir (Özel, 2007).

Klimatik özellikler bakımından yağış, sıcaklık, nispi nem ve tipik iklim özellikleri bilgileri tabloya işlenmiştir.

Edafik özellikler bakımından anakaya, tekstür, toprak reaksiyonu, organik madde içeriği, kireç ve tuzluluk özellikleri tabloya işlenmiştir. Toprak tekstürü için kil, balçıklı kil, kumlu kil, killi balçık, kumlu-killi balçık, kumlu balçık şeklinde sınıflandırma yapılmıştır (Karaöz, 1989; Tandoğan, 2021). OM (Organik Madde) içerikleri kaynaklardan olduğu gibi veya Çepel (1988)'e uygun şekilde %2'ye kadar (az), %2-5 (orta), %5-10 (çok), %10-15 (pek çok), %15-30 (zengin) şeklinde değerlendirilmiştir. Kireç içeriği Ülgen ve Ateşalp (1974)'e göre %0-1 (az, düşük), %1-5 (kireçli), %5-15 (orta kireçli), %15-25 (fazla kireçli), > %25 (çok fazla kireçli) şeklinde yorumlanmış veya kireci tolere edip edemeyecekleri kaynaklarda yazdığı şekilde tabloya işlenmiştir. Benzer şekilde tuzluluğu gösteren EC değeri (Elektriksel Kondüktivite) kaynaklarda yazılan şekilde ya da

Anonim (2018)'e uygun şekilde; EC <2 (tuzsuz), EC 2-4 (hafif tuzlu), EC 4-8 (orta tuzlu), EC 8-16 (çok tuzlu) şeklinde değerlendirilmiştir.

İncelenen bitkilerin biyolojileri kapsamında yaprak, çiçeklenme, tohum, meyve, boylanma gibi özellikleri ele alınmıştır. Generatif (eşeyli) üreme ve yetiştirme kapsamında tohum üretimi ve ekimi, çimlenme özellikleri, fidan üretimi, toprak özellikleri ve hazırlığı, ağaçlandırma (ekim, dikim, bakım) /yapay gençleştirme ve doğal gençleştirme/rehabilitasyon koşulları irdelenmiştir. Vejetatif (eşeysiz) üreme kapsamında autovejetatif (çelik-daldırma, rizom-soğan-yumru, kök sürgünü vb.), hetero vegetatif (aşı) ve micro vejetatif (doku kültürü) özellikleri tabloya işlenmiştir.

Türlerin iklim değişikliğinden etkilenme durumları, çeşitli modellemeler ile elde edilen literatür bilgilerine dayanılarak tabloya işlenmiştir. Tablonun son bölümünde yayılış özellikleri ve spesifik bilgi notları eklenmiştir. Tabloda o tür için belirtilen bilgilerin alındığı kaynaklar, "Ek tablo kaynakları" olarak topluca işlenmiştir.

## Sonuç ve Öneriler

Özellikle son yıllarda kentsel peyzaj düzenlemelerinde, yöreye özgü ve çevre koşullarına adaptasyon sorunu olmayan doğal bitki türlerinin tercih edilmesi önem kazanmaktadır (Lai ve ark., 2019; Çimen ve Ulus, 2020; Erbil ve Sağlam, 2021; Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2022). Ancak henüz ülkemizde doğal bitki türlerinin kentsel peyzaj tasarım alanlarında kullanılmasına yönelik çalışmalar yeterli değildir (Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2022).

İklim değişikliği ile kuraklığın artması ve su kıtlığının yaşanacak olması peyzaj düzenlemelerini sınırlayıcı bir faktördür. Bu bağlamda kentsel alanlarda ekolojik koşulları ve bakım şartlarını zorlamayan, yöreye özgü doğal türlerin kullanımı; bu bitkilerin halk tarafından tanınması, bölgenin kimliğinin korunması, sürdürülmesi ve habitatların oluşturulması açısından çok yönlü tasarım alternatifleri sunmaktadır. Aynı zamanda doğal bitki türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması noktasında bu türlerin kültüre alınarak fidanlıklarda üretimine yönelik çalışmaların da önü açılacaktır (Tırnakçı ve Aklıbaşında, 2022). Fidanlıklardaki fidan üretim stratejilerinin buna göre yeniden kurgulanması, yeni ıslah programları ve iklim ağaçları kent kimliğine göre kentlerimizde geliştirilmeli, dirençli, biyoçeşitlilik değeri yüksek ve kuraklığa toleranslı bitkilendirme tasarımlarında değerlendirilmeleri sağlanmalıdır (Acar ve ark., 2020). Bu tip alanların ağaçlandırma başarısı; doğal taksonların (meşe, ardıç, menengiç, çitlenbik, keçiboynuzu vb.) yığınsal üretimine ve bu yığınsal üretimlerin hızına (Gültekin, 2014) ve başarısına da bağlıdır.

Christoforidi ve ark. (2022) tarafından yapılan sistematik inceleme ve değerlendirmede, 29 doğal otsu ve odunsu Akdeniz bitkisi içerisinde tuzluluk, kuraklık, toprakta besin eksikliğine tolerans ve bakım gereksinimi açısından, en dayanıklı türler *Ceratonia siliqua* L., *Pinus pinea* L., *Cercis siliquastrum* L., *Cupressus sempervirens* L. ve *Juniperus oxycedrus* L. olarak bulunmuştur. Ancak bu özellikler bakımından İstanbul ilini de içerisine alan Akdeniz iklimi

tesirine sahip bölgelerde daha fazla doğal tür üzerinde, daha çok araştırma yapılması gereklidir.

Kentlerin sürdürülebilirliği kapsamında kent içindeki mekânların ve yeşil alanların birbiriyle entegrasyonu, bu entegrasyonun doğadan referans alan yaklaşımlarla yapılması gerekliliği önemlidir. Bu durum beraberinde iklim değişikliğine uyumu da getirecektir. Bu noktada yeşil alan varlığı ve kentlerde yeşil alanlarda bitkilendirme tasarımının etkin bir şekilde kullanımı; iklim değişikliği sonucunda oluşacak ciddi sorunların tolere edilebilmesini ve bunların azaltılmasını sağlayabilecektir. Çabalarımız, koşullarımızda başarılı olan bitkileri bulmak olmalıdır. (Acar ve ark., 2020). Doğal bitki türlerinin yetişme ortamı ve çevre faktörlerine uyumlu olması açısından en yakınında bulunan doğal ve doğala yakın biyotoplarda yer alan bitki örtüsü ve doğal desenleri koruma altına alınmalı ve referans olarak kullanılmalıdır (Erol, 2020).

Bu çalışmada Akdeniz ekosisteminin doğal türleri arasında yer alan ve İstanbul florasında mevcut bulunan, olumsuz iklim ve toprak koşullarına dayanıklı, peyzajda kullanılabilecek ölçüde estetik özelliği bulunan 15 adet odunsu doğal bitki türünün yetişme ortamı özellikleri, yetiştirme teknikleri ve iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri ortaya konulmuştur. Bu bitkilerin yetişme ortamı özellikleri (yükseklik, eğim grupları, bakı, arazi yüzü şekli (reliyef), yağış, sıcaklık, nispi nem, iklim tipi, anakaya, tekstür, toprak reaksiyonu, organik madde içeriği, kireç, tuzluluk, yaprak, çiçeklenme, tohum, meyve, boylanma), ağaçlandırma, doğal ve yapay yetiştirme teknikleri (tohum üretimi ve ekimi, çimlenme özellikleri, fidan üretimi, toprak özellikleri ve hazırlığı, dikim, bakım, çelik, aşı, doku kültürü vb.) ve iklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri çeşitli kaynaklardan yararlanılarak detaylandırılmış ve Ek Tablo 1'de sunulmuştur. İklim değişikliğine adaptasyon potansiyelleri bakımından habitat uygunluk analiz ve modellemeleri yapılmayan *Acer sempervirens*, *Ceratonia siliqua*, *Cercis siliquastrum*, *Cupressus sempervirens*, *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea latifolia*, *Sambucus nigra*, *Zelkova abelicea* gibi türlere ilişkin habitat uygunluk analizlerinin ve buna bağlı tür dağılım modellerinin araştırılması gerekmektedir.

Peyzaj mimarisinde kullanılan, abiyotik strese dayanıklı olan ve İstanbul florasında bulunan bu doğal türlerin bu özelliklerinin ortaya konulması ile kentsel peyzaj, tıbbi ve aromatik bitki kültürü ve rehabilitasyon çalışmaları planlamalarının karar verme sürecine katkıda bulunulacağı ve daha objektif tür seçimi yapılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu bitkilerin besin değeri, ilaç, kozmetik ve endüstride kullanılma potansiyelleri, doğal peyzaja uyum kapasiteleri, fidan üretim-temin, tesis ve bakım masraflarının az olması, biyolojik çeşitliliğe ve ekosistem restorasyonuna katkıları nedeniyle İstanbul ve çevresinde yaygınlaştırılması ile bölgenin sadece doğal yapısına değil ekonomik yapısına da katkı sağlanabilecektir.

## Kaynaklar


Acar, C., Acar, H., Kuhn, N., Gülpınar Sekban, D. Ü. (2020): "Kent Ölçeğinde İklim Değişikliğine Uyumlu Bitkisel Tasarım ve Tür Seçimi Yaklaşımları", *İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı Bildiri Kitabı*, s. 346-355. İstanbul.

Acartürk, R. (2001). "Şifalı Bitkiler Flora ve Sağlığımız", *OVAK*, Yayın No: 1, Ankara.

Aksoy, O., Erken, K. (2022): "Marmara Florasında Doğal Olarak Yetişen Bitki Türlerinin Peyzaj Mimarlığında Kullanımı "Dört Mevsim Çiçekli Bitkisel Tasarım Projesi Örneği"", Ağaç *ve Orman*, Sayı: 3(1), s. 8-19.

Aksu, G. A. (2012): "Peyzaj Değişimlerinin Analizi: İstanbul, Sarıyer Örneği", Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul.

Anonim, (2018). Toprak Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi. Orman Toprak ve Ekoloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. https://ekoloji. ogm.gov.tr /Dokumanlar/Top rak %20 Analizi %20sonu%-C3%A7 lar%C4%B1n%C4%B1n%20de%C4%9Ferlendirilmesi. pdf. Eskişehir. Erişim Tarihi: 20. 06. 2021.

Atik, M., Karagüzel, O. (2007): "Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Su Tasarrufu Olanakları ve Süs Bitkisi Olarak Doğal Türlerin Kullanım Önceliği". *Tarımın Sesi*, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını, Sayı:15, s. 9-12.

Avcı, M. (2014): "Kentsel Biyolojik Çeşitlilik Açısından İstanbul" Akkemik, Ü. (ed.) *İstanbul Ormanlarının Sorunları ve Çözüm Önerileri* içinde, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, İstanbul, 87-124.

Biltekin D., Popescu S. M., Suc, J. P., Quezel, P., Jimenez-Moreno, G., Yavuz, N., Cağatay, M. N. (2015): "Anatolia: A Long-Time Plant Refuge Area Documented By Pollen Records Over The Last 23 Million Years", *Review of Palaeobotany and Palynology*, Sayı: 215, s. 1-22.

Cnristoforidi, I., Collaros, D., Manios, T., Daliakopoulos, N. I. (2022): "Drought- and Salt-Tolerant Plants of the Mediterranean and Their Diverse Applications: The Case of Crete", *Land* Sayı: 11, s. https://doi.org/10.3390/land 11112038.

Çepel, N. (1988): *Toprak İlmi*. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları No.3416, İstanbul.

Çimen, Ş., Ulus, A. (2020): "Türkiye Milli Botanik Bahçesi'nde Bulunan Bazı Doğal Bitki Taksonlarının Süs Bitkisi Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi", *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 34, s. 269-290.

Davis, P. H. (ed.) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Cilt 1-9, Edinburgh Univ. Press, Edinburg.

Deniz, B., Şirin, U. (2005): "Samson Dağı Doğal Bitki Örtüsünün Otsu Karakterdeki Bazı Örneklerinden Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Yararlanma Olanaklarının İrdelenmesi", *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Sayı: 2(2), s. 5-12.

Dirik, H. (2014): *Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü*). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları.Yayın No: 5200/509. ISBN:978-975-404-956-5. İstanbul.

Egli, B. (1997): "A Project For The Preservation Of *Zelkova abelicea* (Ulmaceae), A Threatened Endemic Tree Species From The Mountains Of Crete", Bocconea, Sayı: 5, s. 505–510.

Ekşi, M., Ulus, A., Küçük, N. (2016). İstanbul Koşullarında Doğal Olarak Yetişen Bitki Türlerinin Ekstensif Yeşil Çatı Sistemlerinde Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. 8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 2–3 Haziran. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fındıklı- İstanbul.

Erbil, F. B, Sağlam, C. (2021). The propagation of endemic astragalus vulnerariae dc. by cutting and possibility of use in landscape in Turkey. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 9(1): 35-41.

Erol, U, E. (2020). İstanbul Park ve Peyzajında Doğal Bitkilere Dönüşüm. Doğala Yakın Peyzaj. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı Bildiri Kitabı. Sayfa 372-382. İstanbul.

Genç, M. (2020). Bitki Yetiştirme ve Plantasyon Tekniği. Musa Genç Kitaplığı. Bilimsel Yayınlar. E- Kitaplar Serisi. No: 10. Giresun.

Gül, A., Küçük, V. (2001): "Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* Sayı: A (2), s. 27-48.

Gültekin, H. C. (2014). Önemli Orman Ağaçlarının Fidan Üretim Teknikleri. OGM Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Enstitüsü Yayınları. No:26. İzmit.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (2012): "Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)", *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını*. İstanbul.

İBB, (2018). İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İklim Değişikliği Eylem Planı (İİİDEP), Final Raporu, https://www.iklim.istanbul/wp-content/uploads /Final_Raporu. pdf (Erişim Tarihi: 27. 11.2023).

Karaöz, M. Ö. (1989): "Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarda Belirlenmesi Yöntemleri", *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi,* Seri B, Cilt 39, Sayı 2, s. 133-144.

Kılıç, B. (1984): *İstanbul İli ve Çevresinin İklim Özellikleri.* Meteoroloji Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.

Köse, H. (1997): "Ege Bölgesinde Doğal Olarak Yetişen Bazı Süs Ağaç Ağaççık ve Çalı Tohumlarının Çimlendirme Yöntemleri Üzerinde Araştırmalar", Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Lai, Y., Zhao, F., Du, Q., Xiel, X., Chen, Q., Qin, Z. (2019): "Study on Application of Native Plants in Park Greening in Guilin", E*3S Web of Conferences* 118.

Meikle, R. D. (1977-1985). Flora of Cyprus, 1-2. -Kew.

Nurtekin, O. (2007): "İstanbul Bahçeşehir Örneğinde Odunsu Bitki Kullanımının Peyzaj Mimarlığı İlkeleri Çerçevesinde İrdelenmesi", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

Özel, H. B. (2007): "Bartın ve Devrek Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Meşcere Kuruluşları ve Grup Gençleştirme Uygulamalarının Başarısını Etkileyen Faktörler", Yayımlanmamış Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın,

Özhatay, N., Kocyigit, M., Bona, M. (2012): İstanbul'un *Ballı Bitkileri,* BAL-DER, İstanbul.

Sarıbaş, M. (1998): "*Batı Karadeniz bölgesinde doğal olarak yetişen odunsu süs bitkileri"*, I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, Yalova.

Tandoğan, M. (2021): "Bazı Porsuk (*Taxus baccata* L.) Populasyonlarının Meşcere Özellikleri ve Taksol İçeriklerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tırnakçı, A., Aklıbaşında, M. (2022): "Doğal Bitki Türlerinin Kentsel Alanlardaki Bitkisel Tasarımlarda Kullanımı", *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 24, Sayı:1, s. 167-177.

Topay, M., Kaya, Z. (1998): Bartın-Amasra Florasındaki Bazı Otsu Süs Bitkilerinin Peyzaj Değerlerinin Saptanması ve Kentsel Mekânlarda Kullanım Olanakları, *I. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi*, Yalova.

TÜBİVES, (2015): *Türkiye Bitkileri Veri Tabanı*, Eskişehir, http:// ww w.tubives.com/.

Uncu, B. A. (2019): "İklim İçin Kentler", Baysal, E. (ed.) *Yerel Yönetimlerde İklim Eylem Planı* içinde*,* İstanbul.

Ural, R. (2021): "Türkiye'deki Fosil Ağaçlar Üzerine Prof Dr. Ünal Akkemik ile Söyleşi", *Güncel Kadın Dergisi*, Röportaj. https://www.gunc elkadin.com.tr/turkiyedeki-fosil-agaclar-uzerine-prof-dr-unal-akkemik-ile-soylesi-rengigul-ural/ Erişim Tarihi: 25. 09. 2023.

Ülgen, N., Ateşalp, M. (1974): *Toprakta Bitki Tarafından Alınabilir P Tayini.* Köy İşleri Bakanlığı, Topraksu Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik Yayınlar Serisi, Ankara.

Yazgan, M. E., Korkut, A. B., Barış, E., Erkal, S., Yılmaz, R., Erken, K., Gürsan, K., Özyavuz, M. (2005): "Süs Bitkileri Üretiminde Gelişmeler" *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi Bildiri Kitabı,* s.589-607, Ankara.

Wikipedia, 2023. İstanbul. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr. wiki pedia.org/w/index.php?title=%C4%B0stanbul &oldid= 30603364 (Erişim Tarihi: 27.11.2023).

Yener, Ş. D. 2012: "İstanbul'da Peyzaj Düzenlemelerinde Kullanılan Odunsu Bitkiler Üzerine Araştırmalar", Yayımlanmamış Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

# Ek Tablo 1

## İSTANBUL'DA YETİŞEBİLEN VE PEYZAJ DEĞERİ OLAN BAZI ODUNSU BİTKİLERİN YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ, YETİŞTİRME TEKNİKLERİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE ADAPTASYON POTANSİYELLERİ

**Bitki adı-1**

***Latince:*** *Acer sempervirens* L. (*Acer orientale* L.)
***Türkçe:*** Doğu akçaağacı, Toros akçaağacı, keleve, taş şimşiri (4, 5, 8).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 100-1350 (2)

***Eğim %:*** 1, 2, 3 (7, 17)

***Bakı:*** Ekseriya dere kenarlarında ve rutubetlice yerlerde görülür (5, 7).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (17, 18, 5, 7).

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 700-1000 (2,7)

***Sıcaklık (°C):*** Ortalama 14-16 °C olup -15-40 °C arasında dayanabilir (2,7) Optimum Sıcaklık 14-15 °C (2). Yıllık ort. 3000 saat güneşlenme süresi vardır (7).

***Nispi Nem (%):*** 62 (7).

***İklim:*** Türkiye'nin Batı Akdeniz bölgesinde yayılan sıcaklık ve yaz kuraklığına çok dayanabilen bir türdür (8).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker (5) kayalık, taşlı yamaçlarda yetişebilir (4, 7).

***Tekstür:*** Kumlu balçık, balçık (7)

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6,5-7,5 (2,7)

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** 9,37-11,45 (7) 3-6 (8)

***Kireç (%):*** 1,82-3,85 (7)

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0,229-0,584 (7)

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 5-12 (2, 3, 5, 7)

***Yaprak:*** Yaprak döken veya kısmen yarı herdemyeşil, 3 loplu, lopsuz-sığ loplu (4, 5, 7). Yaprak ayası deriye benzer, 1,5-2,5 x (1-) 2,5-3,5 cm boyutlarında, yaprak tabanı yuvarlak veya kalp şeklinde, loblar oval üç köşeli, dik geniş, tam değil veya tırtıklı-dişli kenarlı, her iki yüzü de tüysüzdür. Yaprak sapı 1,5 mm'den kısa olup koparıldığı zaman süt çıkmaz (7, 18).

***Çiçeklenme:*** Mart-Mayıs (4, 8) aylarında, çiçekler dik, salkımlar çok kısa saplıdır. Çiçek kurulu, 7-27 çiçekli, yukarı doğru dik duran, boyu genişliğine eşit bileşik yalancı şemsiye hâlinde bulunur (5, 7).

***Tohum -Meyve:*** 4-7 mm (4). 1000 tane ağırlığı 13,21 g (5). 8-10 yaşında tohum verir, bol tohum yılı 2-3 yıl (8). Tohum rutubeti %30-34'ün altına düşmemeli (5).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Sonbahar (5) Kumda 90 gün soğuk- ıslak katlama ya da soğuk hava deposunda yapılır. Düşük sıcaklıkta katlama yapmadan çimlenebilir. 15 °C'den sonra katlamaya ihtiyaç duyar (5, 6, 8) Gölge bir yerde kurutulup, 1 °C sıcaklıkta 1- 3 yıl, eksi 7-8 °C sıcaklıkta 3-5 yıl saklanabilir (8).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Tohumlar soğuk kumda soğuk-ıslak katlamaya alınmayacaksa 1-3 gün suda bekletilip, hemen ekilir. Fidanlıkta 20-25 cm yüksekliğindeki yastıklara 5 sıralı çizgi ekimi yapılır. 2-5 günde bir sulanır. Ekim derinliği 5-10 mm'dir. 1000 tohumdan 230-280 fidan elde edilir (8).

***Çimlenme:*** Kış sonu ya da erken ilkbaharda ekilir. Çimlenme oranı %60-80'dir (5,6, 8). Yaklaşık çimlenme süresi 25-30 gündür (9, 10). Duruma göre çıplak fidan üretiminde seyreltme, kök kesimi, tüplü fidan üretiminde tekleme işlemleri yapılır (8).

***Fidan Üretimi:*** Seyreltme gerekiyosa mayısta yapılır. Fidanlıklarda tohumdan yetiştirilen çıplak fidanlar 1-2 yaşında dikilebilir. İstenirse geç kış ya da erken ilkbaharda 1-2 mm derinlikte kaplara ya da tüplere alınabilir. Her bir göze/tüpe 2-3 adet ekilir (8). 30 cm boy ve 5 mm kök boğazı çaplı fidan elde edilir. Sökülen fidanlara 15-20 cm kök kesimi yapılır. Amaca göre repikaj uygulanabilir. Ot alma işlemi ve sıcak aylarda gölgeleme yapılır (8).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Tüp harcı %10 3-8 mm ebatlı ponza, %30 humus, %60 kumlu balçık toprak ya da %40 humus, %60 kumlu balçık toprak karışımıdır. Gübreleme toprak analizine göre, fidecik kökleri 10-15 cm olunca yapılır (8).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Makineli derin toprak işlemesi (min 30-60 cm olup fidan büyüklüğüne göre artırıır). Çoğunlukla dere kenarı-rutubetli yerlerde görülmekle birlikte (5, 7) kurak yamaçlarda da yetişir (4, 7).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Çukur dikimi veya çapa ile dikim için uygundur. 3x3 aralık-mesafe (11, 15); amaca göre artırılabilir.

***Bakım:*** Ot alma, çapa, gerektiğinde sulama (8, 10)

***Yapay Gençleştirme:*** Başka tür yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Başka tür doğal gençleştirme çalışmalarında ziynet türü olarak korunmalıdır (16).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.)***

Çelik ve daldırma uygulanabilir (13). Proventif sürgün verme kabiliyetine sahiptir (16).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı)***

Yongalı göz aşısı ile çoğaltılabilir (12, 14).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku Kültürü uygulanabilir (19, 20).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)-***

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Güneybatı Anadolu, Yunanistan, Ege Adaları (2, 3, 5) Kızılçam-Ardıç ormanlarında görülür. Türkiye'de, Batı ve Güney Anadolu'da Antalya, Muğla, Aydın ve İzmir ve Balıkesir illerinde bulunur (2, 5, 18).

**Notlar**

***İlave Bilgiler***

Yarı gölge ağacıdır (3). Münferit ya da küçük topluluklar hâlinde bulunur (2).

**Bitki adı-2**

***Latince:*** *Arbutus unedo* L. ***Türkçe:*** Kocayemiş, çilek ağacı (21), hartlap, davulga, dağ yemişi, ayı yemişi, enderek, zefre, yağma, piridim, dağ çileği (29, 30), emirnarı (43).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 300-1000 (32)

***Eğim %:*** 1, 2, 3 (31, 32)

***Bakı:*** Güneşli bakılar (G, B) (31, 43)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (24, 1, 32, 43)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 679-1077 (32)

***Sıcaklık (°C):*** -15 °C'ye kadar dayanabilir. Kocayemiş kışları serin, nemli ve yazları ılıman bir iklimde yetişse de sıcak, nemli yazlar ve soğuk kışlarda da yetişebilir (31, 32) Günde 6 saat tam güneş önemlidir (28). İdeal sıcaklık 10 °C' dir.

***Nispi Nem (%):*** Aşırı nemden hoşlanmaz (28).

***İklim:*** Tam güneş, kısmi gölge (28) Kurak şartlarda meyvenin kuru ağırlığı ve tohum sayısı artabilir (37). Kurutucu soğuk rüzgârlara karşı korunaklı olmalıdır (43). Kuraklığa ve donlara dayanıklı (40, 41)

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker, granit (41).

***Tekstür:*** Kumlu, balçık veya kil (28).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 5-5,5 (kayalık ve kumlukta), 6,5-7,2 (kireçli topraklarda) (32), genel olarak asidik veya nötr (28).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Organik madde içeriği iyi olmalı, az olursa meyve büyüklüğü etkilenir (24, 32).

***Kireç (%):*** 3-25 (32)

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuza karşı toleranssız (36).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 4-10, nadiren 15 (22, 23, 24)

***Yaprak:*** Herdem yeşil, üstü parlak yeşil, kenarları keskin testere dişli, ucu sivri, mızrak şeklinde ve dal üzerinde sarmal durumda (31).

***Çiçeklenme:*** Eylül-Kasım (22, 23) Çiçekler beyaz renkli, uç kısımları yeşilimsi, salkım durumları hâlinde toplanmışlardır (21).

***Tohum -Meyve:*** Meyveleri etli, ama çekirdekli bulunmaktadır (21). Küre şeklinde, 1-2,5 cm çapında, 4-8 g ağırlığında, ateş kırmızı-portakal renginde meyvenin içinde 4-5 tohum bulunur (24). Tohumlar saf alkol içinde yüzdürülerek boş tohumlar ayıklanır ve ekim zamanına kadar 2-4 °C'de depolanır (43). Meyveler çok kırmızı olduğunda ve yumuşak olduklarında (kasım-aralık) olgunlaşır, kokuludur ve toplanır ve yenilebilir (28).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Kış sonu ve takip eden süreç de depolanmış tohumlar 6-13 hafta süreyle nemli kumda soğuk (2-4 °C'de) katlamaya alınmalıdır (43).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Tohumlar doğada kuşlar tarafından yayılır. Tohumdan fidan yetiştirmede tohumlar katlamaya alınır ya da explantları lazer kesimi yapılabilir (28, 42). Aşırı soğuk ve donlara karşı örtü gerekebilir (28). Meyveler eylül-ekim-kasım aylarında kırmızımsı menekşe rengine dönüştüğünde toplanır ve soğuk limonluklara ekilir. Hemen ekilecekse tohum 5-15 gün, 4-6 °C'de su içinde bekletilir (43). 7'li çizgi ekiminde $m^2$'ye 0,5-1 g tohum ekilir. Ekimden sonra telisle siperlenir (43).

***Çimlenme:*** 24 saat süreyle 400 ppm $GA_3$ (Giberallik asit) uygulanan *A. unedo* tohumlarında, 20 °C' de 30 gün içinde %98 çimlenme elde edilmiştir (34, 43). 250 mg/l $GA_3$ uygulaması ile 4 °C' de %86 oranında tohum çimlenmesi elde edilmiştir (42). Ortalama çimlenme yüzdesi %20-55'tir (43, 47). 9 ve 12 haftalık katlama ile 300, 600, ve 900 mg/l $GA_3$ muamelesi başarılı sonuçlar vermiştir (35).

***Fidan Üretimi:*** Tüplü veya kaplı fidan olarak yetiştirilebilirler, yetiştirmesi kolaydır, sadece hastalık ve zararlılara karşı hassastır, izlemek gerekir (28). Çıplak köklü fidan dikim için uygun değildir, bu nedenle 1 ya da 2 yaşında kaplı fidan üretimi daha uygundur (43).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Az miktarda gübre verilmelidir (28). Yetişkin ağaçlarda 2,5:2,5:3,0 oranında NPK gübresi önerilmiştir (38).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Drenaj, toprak rutubeti ve organik madde içeriği önemli olduğundan (43) derin toprak işlemesi iyidir.

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Dekoratif görüntüsü nedeniyle park ve bahçelerde yetiştirilmekte ve ülke çapında yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir (44). Henüz uygulama olmamakla birlikte (48), drenajı ve organik maddesi iyi, nemli topraklarda (43) kültive edilebilir.

***Bakım:*** İlk 1 yıl sulama yapılmalıdır (22, 28) Dallar yanlış büyümedikçe veya ölü, hastalıklı olmadıkça budama gerekli değildir (28). Ağaç bakımında iç kısımlarında ışık alımını engelleyen dalların kesilmesi gerekir (39).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka tür yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Başka tür doğal gençleştirme çalışmalarında ziynet türü olarak korunmalıdır (16).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelik veya daldırma ile çoğaltılabilir (22, 28, 32). Çelik almak için en iyi zaman temmuz ayıdır. Çelikler üzerinde köklendirme hormonu tavsiyedir (28, 32). Kısa süre gerektirmesi ve kolay olması nedeniyle en uygun üretim yönteminin çelikle çoğaltma olduğu düşünülmektedir (44, 45, 46).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Aşı ile çoğaltılabilir (38).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltılabilir (49).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

*Arbutus unedo* türünün iklim değişikliği senaryoları, 2050 ve 2070 yıllarında Türkiye'nin güney bölgelerindeki dağılım alanlarının azalacağını göstermektedir. Ancak bazı bölgelerde türün genişleme potansiyeli, adaptasyon yeteneğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (334).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Avrupa (İrlanda, Fransa, Portekiz, İspanya, İtalya, Arnavutluk, Yunanistan ve Yugoslavya), Afrika (Cezayir, Fas, Tunus) ve Türkiye'ye özgüdür (27). Türkiye'de Marmara, Ege, Akdeniz ve Karadeniz bölgesindeki makilerle birlikte bulunur (21).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Peyzaj değeri yanında (1), yemiş olarak, tıpta ve ilaç sanayinde kullanılır (32) Kökleri farklı toprak tiplerine uyum sağlayabilmektedir (33).

Antraknoz ve pas gibi hastalıkların kontrolü için bordo bulamacı, %70'lik topsin-m (thiophanate methyl) veya %80'lik dithane etkilidir (38).

**Bitki adı-3**

***Latince:*** *Ceratonia siliqua* L. ***Türkçe:*** Keçiboynuzu, harnup (50, 43), ballıbaba, ballı boynuz, kaluş, melük, harrup, harnıp, hannıp (43).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-600- (1600 m'ye kadar çıkabilir) (50, 56, 57).

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (56, 68)

***Bakı:*** G, B (56)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (56, 66)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** İdeal 500-600 (66) Antalya 882,6-1149,3- (56), Tunus 210, 2 (66).

***Sıcaklık (°C):*** -5 °C'ye kadar dayanabilir. Sabahın ilk güneş ışıklarından korunmalıdır (43). Yıllık ortalama sıcaklık 20°C'nin altına düşmez (66).

***Nispi Nem (%):*** 74 (64, 69,70)

***İklim:*** Akdeniz iklimi, yazın sıcak, kışın ılık ve yağışlı, soğuğa ve dona hassas, kuraklığa dayanıklı. Deniz etkisine hassas, sert rüzgârlara dayanıklıdır (1, 50, 43, 56, 69).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker (56, 69). Yüksek kirece toleranslı (1).

***Tekstür:*** Kumlu, balçık (drenajı iyi) (56, 57).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** Nötr, bazik (56, 57, 66).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** 0,28-6,19 (56) 11,20-13,28 (69)

***Kireç (%):*** 1,36-84,38 (56). Toleranslı (50).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuza karşı toleranslı (1, 50).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 15-16 m'ye kadar (43, 50).

***Yaprak:*** Yaprakçıklar bir sap üzerinde dizilmiş 6–10 adet, 2-4 çiftli, ters yumurtamsı veya hemen hemen dairesel, 3.5-5.5 × 3-3,5 cm uzunluğunda parlak, derimsi, tüysüz yaprakları herdem yeşildir (50).

***Çiçeklenme:*** Temmuz-Kasım. Çiçek salkım ekseni yoğun sarımsı kahverengi havlıdır. Çiçekler kırmızımsıdır (50).

***Tohum -Meyve:*** Mayıs-Haziran aylarında meyveler yerden ya da ağaçtan toplanır ve birkaç gün kurutulur. Tohumlar kurumuş meyveden kolayca çıkarılır (54, 56). 1 kg'da 5000 adet tohum vardır (54) 100 dane ağırlığı 130-180 g (43) 5 yaşında meyve vermeye başlar (56) Meyve rengi olgunlaştıktan sonra yeşilden kahverengiye döner (67). Meyve hasadı sonbaharda yapılır ve tohumlar hemen çıkarılır (43).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Tohumlar kuru hâldeyken düşük derecelerde 5 yıl saklanabilir (54) Kabuk kalınlığından kaynaklanan çimlenme engeli mevcuttur (43). Tohum ağırlığı 0,2 g olarak (kırat) kabul edilir (70, 79).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Kabuktan kaynaklanan çimlenme engeli için tohumlar ekimden önce 24 saat suda bekletilmelidir (Eğridir Fidanlığında ekimden önce 5 dk süreyle 90 °C suya batırılıp, ardından 3-5 gün normal suda şişmeye bırakılır) Şişmemişse şişene kadar ılık suda bekletilmeye devam edilir. Sonbahar ve kış ayları ekim için uygundur. 5'li çizgi ekimi uygulanır ve m²'ye 50-70 g tohum ekilir. Ekim derinliği 15- 25 mm'dir (43).

***Çimlenme:*** Çimlenme 2 ay içinde gerçekleşir. Çimlenme yüzdesi %80-98 arasındadır (43, 54, 56). 40 °C sıcak suda 2 saat bekletilip ekilen tohumlarda %77,8 çimlenme elde edilmiştir (43). Keçiboynuzu tohumlarının çimlenme oranlarıyla ilgili olarak 20-30 °C, ışığa ihtiyaç göstermeden kum ortamında 35 günde belirlenebilir (56, 59).

***Fidan Üretimi:*** Fidecikler sökülebilecek hâle geldiklerinde kaplara alınır ve ilk kışı sera koşullarında geçirir. İlkbahar sonu veya yaz başında geç donların ardından dışarıya çıkarılabilir.m2'de 100-150 fidan elde edilir (43). Kazık kök yapmaya meyilli olduklarından sökümde zayi olmaması bakımından tüplü fidan üretimi daha uygundur. Ağustos ayında kök kesimi yapılmalıdır. 1+0 yaşındaki fidanlarda ortalama boy 25-30 cm, çap ise 5-11 mm'dir (54, 55).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Orta derecede gübreli topraklardan hoşlanır (43) Tüplü fidan yetiştirmede 1:3, 1:1 oranlarında dere kumu ve 3:1 oranında organik madde karıştırılır (56). Değişik oranlarda kırmızı toprak, kum, organik gübre, torf denemeleri başarılıdır (56).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Çeşitli (zayıf kumlu, taşlı) ve derin topraklarda büyüyebilir (50, 69) Kuru veya nemli topraklarda yetişebilir, drenajı iyi olmalıdır (43). 40- 60 cm. derinliğinde toprak işlemesi, gerektiğinde diri örtü temizliği yapılmalıdır (67). Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** 1+0 yaşındaki tüplü fidanlar ağaçlandırmada kullanılabilir. Çıplak fidanların tutma şansı düşüktür (54, 56). Toprak muhafaza, rüzgâr perdesi ve peyzaj amaçlı da dikilebilir (56, 58, 65) Arazideki başarısı düşüktür (56). Ağaçlandırma kapasitesinin araştırılması gerekir (65). Toprağın tavda bulunduğu zamanda dikimleri yapılmalıdır. Keçiboynuzu fidanları 6x6 m. aralık mesafeyle 30-40 cm. derinliğindeki dikim çukuruna dikilmelidir (67).

***Bakım:*** Ot alma, çapa ve gerektiğinde sürgün kontrolü yapılmalıdır (67). İlk 2 yılda sulama yapılması tavsiye edilmiştir. Fidanlıkta gerektiğinde gölgeleme yapılmalıdır (63). Aralık-mesafenin boş kalan yerlere ahır gübresi ve toprak karışımı konulmalıdır. Budama kuru dalların alınması şeklinde yapılır (67).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka tür yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16, 52, 53).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Başka tür doğal gençleştirme çalışmalarında ziynet türü olarak korunmalıdır (16, 52, 53).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelik ya da daldırma uygulanabilir (43, 56, 65).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

İlkbahar sonunda yonga göz aşısı uygulanabilir (43). Asit uygulamalarıyla köklenme artırılabilir (56, 61, 65).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile başarı ile çoğaltılabilir (56, 60).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

2050 ve 2070 yıllarındaki IPCC iklim senaryolarına göre Fas'taki keçiboynuzu ağacının habitat uygunluğu MaxEnt yöntemiyle incelenerek, iklim değişikliğinin bu tür üzerindeki olumsuz etkileri ortaya konulmuştur. Sonuçlar, bu ağaç türünün korunması ve geliştirilmesi programlarının desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (335).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü yerlerde doğal olarak yetişir. Genel olarak Akdeniz, Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Türkiye olmak üzere geniş bir coğrafi alanda yayılır. *Ceratonia siliqua*'nın dağılımı düşük kış sıcaklıkları ile sınırlıdır (50).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Çalı ya da ağaç formunda (50) 500 m yüksekliğe kadar olan ovalarda, Akdeniz yaprak dökmeyen

makinin en karakteristik ve baskın ağaçlarından biri olarak kabul edilir (50, 51) Tıbbi, kozmetik, odun, yem, gıda, evsel kullanımlar ve ticaret için yoğun bir şekilde toplanmaktadır (50). Islah çalışmaları yapılmalıdır (65).

**Bitki adı-4**

***Latince:*** *Cercis siliquastrum* L. ***Türkçe:*** Erguvan (43, 71), deliboynuz, elguvan, selecek, zazalak (43), gelin ağacı, aşk ağacı (İngiltere-İspanya, Akdeniz kızıl tomurcuğu, Yahuda ağacı (İngiltere) (80).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-1370 (74, 76)

***Eğim %:*** 2, 3, 4 (82)

***Bakı:*** G, B, GD, KB, K (82)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 2, 3, 4 (82)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 700-800 Bergama (82).

***Sıcaklık (°C):*** -Kış donlarından etkilenebilir (72) (-10)- (-15) °C'ye kadar dayanabilir (73). Işık ağacı olduğundan güneşli, yarı güneşli ortamda bulunur (43, 73).

***Nispi Nem (%):*** 63-68 (82)

***İklim:*** Ilıman iklim bitkisidir (80). Kuraklığa dayanıklıdır (73, 80).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker (82) Yüksek kirece toleranslı (1).

***Tekstür:*** Kumlu balçık, drenajı iyi, kumlu, balçık (43, 73, 80), Kumlu-killi balçık ve kum (92).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** Hafif asit, nötr, hafif bazik (82).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Zengin (82).

***Kireç (%):*** Toleranslı (80).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuza toleranslı (1). Balıkesir'de eğimli alanlarda tuzluluk problemi görülmemiştir (82).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 10-12 m'ye kadar (43, 71, 72).

***Yaprak:*** Dip kısmı kalp şeklinde, ucu yuvarlak, kenarlar tam yapraklar kışın dökülür (71, 72).

***Çiçeklenme:*** Uzun saplı olan çiçekler 3-8 çiçekli salkım kuruluşunda ve morumsu pembe-erguvan kırmızısı rengi ile nisan-mayıs aylarında açan çiçekler çok dekoratiftir. Havaların güzel gitmesi durumunda sonbaharlarda da açabilir (71, 72). Mayhoş, ekşimsi çiçekleri yenilebilir (43, 76, 77, 80).

***Tohum -Meyve:*** Meyve 7–10 cm, fasulye biçiminde, tohumu boldur (71,72). Baklamsı meyveler temmuzdan itibaren görünmeye başlar ve olgunlaşan tohumlar eylül-kasım arasında kahverengine dönünce toplanır. 1 kg temizlenmiş tohumda 45000 adet bulunur (43). Meyveler kış boyunca ağacın üzerinde kalabilir (80).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Tohumlarda kabuk sertliğinden kaynaklanan çimlenme engeli vardır

(71). Ekimden önce tohuma 2-4 °C 'de 3 ay soğuk katlama yapılabilir. Bu durumda 24 saat el dokunabilecek düzeyde ılık suda bekletilmeli ve ardından 3 ay katlamaya alınmalıdır (43).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Tohumlar 2-3 dakika sıcak su ve 24 saat ılık suda bırakıldıktan sonra ilkbaharda ekilir (71). Ayrıca doğada kuşların tohumları yiyerek, midelerinde öğütüp dışkıyla attıkları yerlerde de gelişebilmektedir (76).

***Çimlenme:*** Tohumun çimlene yüzdesi %76-85'tir. Sera koşullarında 30-90 gün devam eden çimlenme boyunca ortam karanlık olmamalı, çimlendirme yatakları gazete, kâğıt vb. örtülmemelidir (43).

***Fidan Üretimi:*** Fidecikler sökülebilecek duruma geldiğinde kaplara şaşırtılır ve ilk kışı sera koşullarında geçirir. İlkbahar sonu veya yaz başında geç donların ardından dışarıya çıkarılabilir (43).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Örnek tüp harcı: 3 kısım orman altı çürümüş yaprak toprağı 4 kısım çiftlik gübresi 2 kısım kompost 1 kısım kum 1 kısım torf (aralarında erguvanın da bulunduğu süs bitkileri için verilen birkaç harc içeriğinden bir tanesi) (93).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Erguvanlar başlangıçta yavaş büyürlerse de daha sonraları büyümeleri hızlanır (78). Dikildikten 5 6 yıl içinde yetişmekte ve ortalama bir ağaççık boyunu almaktadır (73).

***Bakım:*** Fazla bakım gerektirmez ancak çimlenme dönemi başta olmak üzere (43) sulama, mantar ve böceklere karşı ilaçlama faydalıdır (73).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka tür yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16, 52, 53).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Başka tür doğal gençleştirme çalışmalarında ziynet türü olarak korunmalıdır (16, 52, 53).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Basit daldırma ya da çelik ile üretilebilir, tomurcuk patlamasından 4 hafta sonra (temmuz-ağustos), alınan yapraklı yeşil, yarı odunsu gövde çelikleri ile yapılır (43, 71, 72). Çeliklerde köklenmeyi kolaylaştırmak için köklendirme hormonu asitler kullanılabilir (43, 75). Çeliklerin sisleme altında durması faydalıdır (43).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Yaz ortasında göz aşısı, yarma aşı, yan (kenar) aşı uygulanabilir (43, 83).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Denenmelidir (84).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

*Cercis siliquastrum*, mevcut durumda yaklaşık 2.500 km²'lik bir alanda yaygınken, gelecekte potansiyel

alanını ve değerlerini kaybedecektir. Ancak Batı Bekaa bölgesinde yeni potansiyel alanlar ortaya çıkacak, ağaç, yine önemli bir yüzey koruyacak, bir miktar alansal kayıp yaşanabilecektir (336).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Ana yurdu Güney Avrupa ve Batı Asya'dır. Ülkemizde ise Ege Bölgesi'nde ve Marmara'da kendini göstermektedir (71, 72). Erguvan, İstanbul'u, özellikle de İstanbul boğazını bahar aylarında kendine has mor rengine büründürür. İstanbul ve Bursa'nın simgelerinden biridir (71, 72) Erguvanlar, Ege ve Akdeniz'de makiliklerde, Marmara ve Karadeniz kıyılarındaysa orman açıklıklarında, dere kıyılarında, vadilerde, yamaçlarda ve korunan alanları içerisinde, denize bakan yamaçlarda yetişir (72, 80).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Işık ağacıdır (71, 72). Kökleri vasıtasıyla havanın serbest azotunu bağlar (72). Ağacı dekoratif ürünler ve mobilya yapımında gelenekel tıpta kullanılır (73, 81). Hava kirliliği ve ağır metalleri adsorbe edebilme yeteneği vardır (80).

**Bitki adı-5**

***Latince:*** *Juniperus oxycedrus* L. ***Türkçe:*** Dikenli ardıç, katran ardıcı (86, 89, 90).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-2200-2500 (8, 87)

***Eğim %:*** 1, 2, 3 (90)

***Bakı:*** Çoğunlukla güneşli bakılarda (89, 90).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 2, 3, 4 (90)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 400-2500 (8)

***Sıcaklık (°C):*** Soğuğa, sıcaklığa ve donlara dayanıklıdır (88).

***Nispi Nem (%):*** %49-78 (92)

***İklim:*** Akdeniz iklimi, ancak Balkanların iç kesimlerinde ve İber Yarımadasında daha karasal koşullarda da oluşabilir (87).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker (87, 92), serpantin, silis (87). Fizyolojik derinliği az topraklarda gelişebilir (89, 90).

***Tekstür:*** Kumlu balçık toprağında iyi gelişir (8).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** Genel olarak alkali (89, 90) 6-7,5 (8).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** %3-5 'de iyi gelişir (8).

***Kireç (%):*** 37,94-41,02 (92)

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0,283-0,461 (92)

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 10-15 m (8, 87), 5-6 (8, 88)

***Yaprak:*** Herdem yeşil iğne yapraklar 1-2,5 cm uzunluğunda ve 1-2,5 mm genişliğindedir, üstte iki mumsu, beyaz sığ stoma çizgileri ve altta bir sırt ve dikenli bir uç vardır (87).

***Çiçeklenme:*** Ekimi takip eden, geç sonbahar, kış ve erken bahar aylarında tohumlar; %60-80 oranında çimlenir. Ardıç tohumları genelde soğukta, toprak sıcaklığı 4-5ºC'ye ulaştığında çimlenir (8).

***Tohum -Meyve:*** Hiçbir zaman açılmayan etli, üzümsü bir kozalak yapar. Tohumlar en erken 17-18 ayda, eylül ayında olgunlaşır. Bu bakımdan aynı ağaç üzerinde hem 1, hem de 2, bazen de 3-4 yaşlı kozalakları görmek mümkündür. Kozalakları 7-12 mm'dir. Olgunlaşma rengini alan kozalaklar daima kırmızı renkli, parlak görünümlüdür. Her bir kozalaktan 2-3 tohum çıkar. Genelde iki bazen de 2-3 yılda bir oluşan bol tohum yıllarında, 50'yi aşkın kozalak aynı dalın bir noktasında öbekler hâlinde bir arada bulunabilir. Sıyırma, sopa ile dökme ya da makasla kesme gibi yöntemlerle toplanabilir. Tohum verme yaşı 8-10 yıldır.1000 tane ağırlığı ort 26 gramdır. Ortalama tohum verimi %3-5'tir (8).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Çuvallanan kozalaklar, beton bir zemin üzerine kızışma ve küflenmeye meydan vermeyecek şekilde mümkün olduğunca ince olarak serilir. Ayakla ezilen kozalaklar, havuzda bir gün bekletilir. Yumuşayan kozalaklar elekte kül-le karıştırılarak yıkanır. Elek üstünde kalan materyal 5-10 gün güneşte kurutulur. Kuruyan tohumlar rüzgârlı bir havada savrularak tohum elde edilir. 1-2 gün %5 küllü suda veya %5 limon tuzunda bekletme yapılır. Doluluk oranı %59-80 olur. Ardıç tohumları soğuk hava depolarında (1-4 °C) 10 yıldan fazla süre ile saklanabilir. Diğer bir saklama yöntemi de 4-6 ay 2-4 °C sıcaklıkta, soğuknemli ortamda, kum içerisinde; ardından da 0-2 °C sıcaklıkta nemli kum ya da turba içerisinde saklanmasıdır. Bu takdirde tohum 3 yıl çimlenme özelliğini korur (8).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Ardıç fidanı üretiminde ağustos-(eylül-ekim) aylarında tohumlar ya doğrudan ya da katlanarak ekilir. Katlamaya alınan tohumlar sonbahardan erken bahara kadar değişen süre içerisinde ekilebilir. Ardıç tohumları, 7'li çizgi ekimi şeklinde, 4-6 mm derinlikte, 30 cm yüksekliğindeki yastıklara ekilir (8).

***Çimlenme:*** Ekimi takip eden, geç sonbahar, kış ve erken bahar aylarında tohumlar; %60-80 oranında çimlenir. Ardıç tohumları genelde soğukta, toprak sıcaklığı 4-5ºC'ye ulaştığında çimlenir (8).

***Fidan Üretimi:*** Kapatma malzemesi olarak, %50 organik malzeme, %50 dere mili kullanılır. Ekim yastıklarının örtülmesi, kuş ve geç don zararına karşı alınacak önemli bir tedbirdir. Kök kesimi; 1 yaşında kullanılacak fidanlar için yapılmasa da fidan gelişimine göre 22-25 cm derinlikten yapılması hâlinde başarıyı olumlu etkiler. Çıplak fidan üretimi yanında açık alanda ya da gölgelik altında (temmuz-ağustos) kaplı fidan üretim yöntemi kullanılarak da üretilebilir. Kapatma malzemesi olarak çoğunlukla perlit ya da %50 turba, %50 ponza karışımı kullanılır. Tohum ekiminde çimlendirilmiş (patlamış ya da kök ucu gözükmüş) tohumların kullanımı tercih edilmelidir. Her bir kaba 2 veya 1 adet tohum ekilir. Kaplı olarak üretilen ardıç fidanları özel nitelikli ağaçlandırmalar hariç 1 yaşlı olarak kullanılır. Yastıklar 2-4 günde bir sulanır. Bu dönemde en az iki kez ot alımı, çapa yapılır. Yapılacak tahliller ile çıplak ya da tüplü fidanların toprağına, harcına ya da sulama suyuna

gübre uygulanabilir (8). Eğridir Orman Fidanlığı koşullarında 3 cm ekim sıklığı kaliteli diken ardıcı fidan üretimi için yeterlidir (89).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Örnek tüp harcı: %70-75 turba x %25-30 ponza (3-5 mm) karışımından oluşan 1 metreküp harca: 3-4 kg 2.0-1.2-1.6-0.3+ME oranlı yavaş çözünen gübre (8-9 aylık) x 05 kg kükürt eklenir. (Bunun gibi 2 harç içeriği daha mevcuttur) (8)

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Bu gibi yerlerde mevcut diri örtünün korunması, tam alanda derin toprak işlemesi yapılması, eğimli ise teraslama yapılarak suyun muhafaza edilmesi ve dikimlerden sonra yarık ve çatlaklardan su kaybının önlenmesine yönelik uygulamalar yapılması yerinde olur (9) Derin toprak işlemesinde ilk gençliklerin gelişim performansı umut vericidir. Genelde diri örtü temizliğine ihtiyaç duyulmaz, toprak tavda iken doğrudan toprak işlemesi yapılır. Eğimin %40'tan fazla oldu alanlarda teraslama yapılır (90).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Özellikle kurak, yarı kurak-soğuk bölgelerden İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'nun yüksek yerlerinde uygun ekolojik koşullarda ağaçlandırma yapılabilir türlerdendir. Genel olarak amaç toprak ve muhafaza ya da klasik ağaçlandırmalardır (8, 9). Antropojen step alanlarının ve toprak muhafaza alanlarının ağaçlandırılmasında, yeşil kuşak ağaçlandırmalarında üzerinde durulması gereken türlerdendir. Türkiye'de son zamanlarda ardıç fidanı üretimi yaygınlaşmaktadır (8, 88). Bunun yanında farklı ibre yapıları, renkleri ve görünümleri ile de park bahçe tesislerinde tercih edilirler (8). Dikilecek fidanların mikorizalı olması çok önemlidir. Genel olarak toprak muhafaza ağaçlandırmasına uygundur. 1 ha alana dikilecek fidan sayısı, sahaya düşen yıllık yağış miktarının iki katı kadar tutulmalıdır. %70 tutma ve yaşama başarısı yeterlidir. Ot alma, çapa ve sürgün kontrolü sahaya göre 2 yıl boyunca yapılır (90).

***Bakım:*** Makine ile arazi hazırlığı yapılan yerlerde fidan aralarında diskaro ile fidan aralarında diri örtü temizliği ve kapilaritenin kırılması işlemi yapılır. Fidanların iki yanında ise bu işlem çapa ile yapılır. Teras yapılan yerlerde de fidan etrafında ya da teras üzerinde 3 yıl ot alma, çapa, sürgün kontrolu, gerektiğinde sulama, malçlama gibi uygulamalar yapılır (9).

***Yapay Gençleştirme:*** Tohumlarında çimlenme engeli sorunu ortadan kalkmıştır (8). Doğal meşcereden toplanan ve fidanlıklarda ekime hazır hâle getirilen tohumlardan aşırı kurak alanlarda yapılan doğrudan tohum ekimlerine ilk yıl sulama başarıyı artıracaktır. Ekimlerde nemi ve çimlenen fidanları dış etkenlerden korumak amacıyla önlemler de alınmalıdır. Birinci yılı geçiren ardıç gençliği genelde, sahada kalıcıdır. Tohum ekiminde sonbahar ve kış ayları tercih edilmeli, bahar ekimlerinden kaçınılmalıdır. Dikilecek fidanların mikorizalı olması çok önemlidir.1 ha alana dikilecek fidan sayısı, sahaya düşen yıllık yağış miktarının iki katı kadar tutulmalıdır. %70 tutma başarısı yeterlidir (90).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Ardıç ormanlarında gençleştirme yerine diğer türlerin yanında onların korunması ve ardıç alanlarının başka bir türe (örneğin karaçam) dönüştürülmesi yapılmaktadır (88). Tohumdan gelen gençliklerin, çimlenme aşamasındaki en büyük düşmanı tavşanlar, koyunlar

ve keçilerdir. Ardıçlarda %10-40 arası kapalı ormanlar ve bitişiğindeki bozuk alanlar rehabilitasyon sahaları olarak ele alınmalıdır (90).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Odunsu çelik ile çoğaltılabilir (93, 94, 95). Yumuşak ve sert çelikler köklendirilerek ardıç fidanları elde dilebilmektedir (88)

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Aşı ile çoğaltılabilir (180, 181).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltılabilir (96).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

Ourika havzasındaki J. oxycedrus ormanları, yerel nüfusun ağaç kesimi, aşırı otlatma gibi kötü uygulamaları ve iklim değişikliğinin etkileriyle bozulma riski taşımaktadır. Bu süreç, biyokütlenin azalmasına ve türlerin dağılımında değişikliklere yol açmaktadır (337).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Yayılma alanı Akdeniz bölgesinden Fas ve Portekiz'e, kuzeyden güney Fransa'ya, doğudan batıya İran'dan ve güneyden Lübnan'a kadar uzanan bir ardıç türüdür. Yaygın olarak kabul edilen dört alt türü vardır: Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus, dünyanın en geniş yayılışına sahiptir (85, 86, 87). Türkiye'nin hemen hemen her yerinde bulunur (3).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Diken ardıcı çok uzun yıllar gölgeye dayanabilir ve yaşama yeteneğini kaybetmez (8). Ardıçlar ormansızlaşma sürecinde sahayı en son terk eden, aşırı yetişme ortamlarına en dayanıklı ağaçlardır. Ardıçlar kuraklık ve sıcaklığa karşı çok dayanıklı olduklarından stepe en çok sokulan mutedil ışık ağacıdır (8, 88). Bulunduğu toprak özelliğine göre kök sistemi oluşturur. Küresel ısınma karşısında oluşacak kurak ve sıcak dönemlerde ülkemiz ormancılığının sigortasıdır (8).

**Bitki adı-6**

***Latince:*** *Laurus nobilis* L. ***Türkçe:*** Akdeniz defnesi (97, 101).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-1100 (97, 102, 103)

***Eğim %:*** 1, 2 (111)

***Bakı:*** D, K, KD, KB (108) Rutubeti muhafaza eden yamaçlarda. Nem etkisi olan G yamaçlarda da yetişir (97).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 3, 4 (111)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 600-2000 (97, 103)

***Sıcaklık (°C):*** 14-15 °C (108) -5/-15°C kış donlarına dayanabilir (43).

***Nispi Nem (%):*** Oldukça nemli (97, 102).

***İklim:*** Akdeniz iklimine (kışları ılıman, yazları sıcak) özgün maki bitki örtüsünün karakteristik bir türüdür ve Mediterraen Rejyonu'nun kıyı şeridini kapsayan birinci zonunu (Lauretum) isimlendirmektedir (97). Kuraklığa dayanıklıdır (1).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Marn, şist, kalker. Az, orta taşlı (108) veya rutubeti yeterli dere yataklarını tercih etmektedir (97, 103, 104).

***Tekstür:*** Balçık, kumlu balçık, balçıklı kum, kumlu killi balçık, killi balçık, kil (97, 103).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6,70-7,96 (97, 103)

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Humuslu toprağı sever (97, 103), orta derecede besin elementi içeren toprakta başarılıdır (43).

***Kireç (%):*** %0,25-52,08 arasındadır. Kireçli toprağı sever (97, 103,111).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuzsuz toprakları tercih eder (108).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 3-10; 10-15 m'ye kadar boylanır (97, 98, 99, 100, 101).

***Yaprak:*** Herdem yeşil, 5–10 cm uzunlukta, 2–3 cm genişlikte basit derimsi kenarları dalgalı ve kısa saplıdır, her iki uca doğru sivrilmektedir, üst yüzü parlak koyu yeşildir (97, 98, 99, 100).

***Çiçeklenme:*** Sarı çiçekli, iki evcikli, çiçeklenme mevsimi, yöreye göre mart-mayıs aylarındadır (97, 98, 99, 100).

***Tohum -Meyve:*** Bir tespih tanesi büyüklüğünde ve yumurta biçiminde olan üzümsü meyveleri 2 cm. ye kadar ulaşır. Meyveler yapraklarından daha çok (%17-25) yağ ihtiva eder. Meyveler eylül sonu ve ekim ayı içerisinde olgunlaşır ve parlak mavimtırak siyah bir renk alır. Tohumların bin tane ağırlığı 655 gramdır. Defne periyodisite (bir yıl tohum verip ertesi yıl vermeme) özelliği göstermektedir (97, 98, 99, 100).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Tohumlarında hem tohum kabuğu hem de embriyodan çimlenme engeli vardır. Bunun için; tohumları ağzı bağlı hâlde yaklaşık 7–10 gün süre ile polietilen torbalarda bekletilerek etli dış kabukları yumuşatılır ve çürümesi sağlanır. Daha sonra elle ya da ayakla çiğnenerek kabuklarının tohumdan ayrılması sağlanmalıdır. Temiz su ile yıkanan tohumlar kâğıt üzerine serilerek gölge bir yerde kurutulmalı, bez torbalara doldurularak katlama zamanına kadar + 40 °C'de muhafaza edilmelidir. Kurutulan ve hazırlanan tohumlar harç malzemesi olarak kullanılan nemli kum ya da Perlit+turba ortamı içinde 2 ay bir kat tohum, bir kat harç malzemesi şeklinde katlamaya alınmalıdır (97).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Ekimler yapılmadan önce kaplara bol su verilerek doygun hâle getirilmiş

ve nem tarla kapasitesine gelince, oluşan kökçüğün zarar görmemesine çalışılarak 1,5-2 cm derinliğinde, nisan ayı ortalarında ekimler yapılmalıdır (97, 111).

***Çimlenme:*** İki ay süreyle perlit + turba ortamında soğuk ıslak ön işleme tabi tutulan tohumlar iki aylık bir sürenin sonunda kökçük çıkararak çimlenmeye başlamışlardır (97, 111).

***Fidan Üretimi:*** Defne herdem yeşil bir bitki olduğundan tüplü fidan üretimi tercih edilmektedir (111). Ekimden yaklaşık on gün sonra telislerle gölgeleme yapmak gerekir. Olgunlaşmış tohumlardan (zeytin siyahı renginde) üretim yapılmalıdır (97). Doğal alanlardaki ağaçlandırma çalışmalarında defne dikimi yapılacak yerlerin çok iyi seçilmesi gerekir. Hem yeni tesis hem de tamamlamalarda 1 yaşlı tüplü fidanlar kullanılmalıdır (97, 111).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Defne tohumlarının çimlenme engelinin giderilmesinde; çimlenmede erkencilik sağlaması (106), kök kırılma ve zedelenmelerini azaltması, dezenfeksiyon gerektirmemesi (107) özelliklerinden dolayı perlit+turba ortamının kullanılması önerilmektedir. Dikim esansında fidan harcının kolay dağılmaması için karışımdaki turba miktarı %50'den az olmamalıdır. Kap derinliği en az 20 cm. olmalıdır. (97). Defne fidanı yetiştiriciliğinde hacmen beş kısım turba, iki kısım orman toprağı, iki kısım kum ve bir kısım koyun gübresi ihtiva eden karışım kullanılabilir (111).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Tüplü fidanlar araziye aktarılarak, tercihen çukur dikimi şeklinde araziye dikimi yapılmalıdır. Kazık kök sistemine sahip bu türde kök kıvrıklığına sebep olmayacak derinlikte çukur açmak gerekir. Dikim öncesi toprak uygunluğunun belirlenmesi için toprak tahlilleri yapılmalıdır (97). Meyili %0-40 arası olan uygun yerlerde dozerle toprak işlemesi yapılmıştır (111). Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Enso tipi kaplar ise tercih edilmemelidir. Birinci yıl dikilemeyen fidanların ikinci yıl tutma oranları kök-sak dengesinin bozulması nedeniyle düşmektedir. Sonbahar dikimleri (ekim-kasım ayları) tercih edilmelidir. Dikimler için 2x1 m ya da 1,5x 1 m aralık ve mesafe önerilmektedir (97). En iyi dikim zamanı ekim ya da kasım ayları ve dikim derinliği de toprak seviyesinden 7-10 cm aşağıda yapılan dikimler olmuştur (111, 112). Rusya'da 7000 ha defne plantasyonu yapılmıştır (111, 113). Türkiye'de ağaçlandırma çalışmaları denenmiş olup kap tipi, orjin önemlidir (111).

***Bakım:*** Düzenli olarak 3 yıl ot alma, çapa ve sulama yapılmalıdır (97).

***Yapay Gençleştirme:*** Defnede aşırı faydalanma ve tahribat nedeniyle kök ve kütük sürgünü verme kabiliyeti zamanla kaybolmakta ve çalılaşma eğilimi göstermektedir (111).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Yeni fertlerin yetiştirilmesi sağlanırken mevcutlarının geliştirilmesi amacı ile ormanda bulunduğu yerlerde diğer bitkilerin hemen yanından uzaklaştırılması suretiyle defnelere daha fazla ışık ve beslenme imkânı sağlanmalıdır. Dal budama esnasında su birikerek gövdede çürüklükler meydana getirmemesi bakımından tek bir düzlem teşkil edecek şekilde meyilli olarak kesilmelidir. Bu maksat için uygun aletlerin kullanılması gerekir. Dalların sık periyotlarla ve çok uzun olarak

budanması asimilasyon organlarının kaybına neden olur ve Akdeniz defnesinin ormanlardan uzaklaşması sonucunu doğurmaktadır (110). OGM tarafından defne alanlarında canlandırma kesimi, budama koruma, dikim gibi yöntemlerden bir ya da bir kaçı kullanılarak rehabilitasyon çalışması yapılmaktadır (115) .

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Kuvvetli kök ve kütük sürgünü verme özelliği vardır (97, 98, 99, 100). Çelikle üretimi mümkündür, ayrıca basit daldırma da uygulanabilir (43, 109).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Aşı ile çoğaltılabilir (14).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar denenmektedir (114).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

İklim değişikliğinin etkisiyle *L. nobilis*'in uygun habitatlarının azalacağı, özellikle Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nde habitat kalitesinin düşeceği ifade edilmektedir (338).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Ana yayılış alanı Akdeniz Havzası ve Küçük Asya olan tür Türkiye'de bütün kıyı şeritlerinde doğal olarak bulunmaktadır. Türkiye dışında Cezayir, Belçika, İtalya, Fransa, Yunanistan, Meksika, Fas, Portekiz, İspanya, Arnavutluk, Romanya, Ege Denizi, Yunan adaları, Tüm batı Akdeniz havzası ülkeleri, Rusya'nın Karadeniz kıyıları, Gürcistan ve İsrail (97).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Yemeklere lezzet kattığı gibi alternatif tıpta da birçok yararı vardır. Dünya üretimin %80'ini Türkiye karşılar (101). Hava kirliliğine karşı da çok dayanıklı (97, 103) ve havadan su emme yeteneği vardır (105). Defnenin özellikle yaprakları ile beslenen birçok zararlısı mevcuttur. Böceğin türüne göre mücadele şekilleri değişir (97). En büyük düşmanı yaprak bitidir (101). Işığı sever ancak hafif gölgeli yerlerde de yetişebilir (43). Makasa geldiğinden dolayı çit bitkisi olarak da kullanılır (111).

**Bitki adı-7**

***Latince:*** *Pistacia terebinthus* L. ***Türkçe:*** Menengiç, çöğre, yabani fıstık, bıttım, çıtlık, çıtımık, çitemik, melangeç, sakızlık, sakız, sakızlak, sakızdırık, melengiç, çitlenbik, menengüç, mineç, antep fıstığı (43, 116, 117,118, 127).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-600 m olup 1500 m'ye kadar çıkabilir (116, 120).

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (127)

***Bakı:*** Güneşli (G) yerleri sever (116, 120).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 2, 3, 4 (127)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** Güneyde, iç kesimde 564.8 (Gaziantep) (130).

***Sıcaklık (°C):*** Kış donlarına dayanıklıdır (116, 120).

***Nispi Nem (%):*** Neme ihtiyaç duyar (116, 120), kuraklığa da dayanıklıdır (123) %50'nin altında açık alanda aşılı fidan üretimi sıkıntıya girer (127).

***İklim:*** Akdeniz kıyılarında ve Türkiye'nin sıcak iklim bölgelerinde, orman vejetasyonu içinde bilhassa maki formasyonu içinde yetişir (117, 121). Denizin, derin vadilerin, tuz göllerinin ve akarsuların yakınında, ılımlı topraklarda iyi yetişir (116, 120). Türkiye'de bir yandan nemli ve bol yağışlı Akdeniz ikliminde yetişirken diğer yandan kurak ve az yağışlı kara iklimine adaptasyon gösterir (123, 124).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kayalık, taşlık alanda yetişebilir (123) Bulunduğu yere uyum kabiliyeti yüksektir (126).

***Tekstür:*** Drenajı iyi, kumlu topraklarda iyi gelişir (116).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** En iyi gelişmeyi alkali topraklarda yapar (116).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** %3,4-10,7 (127)

***Kireç (%):*** Kireci tolere eder (116, 120).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuzluluğu biraz tolere eder (116, 120).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 2-3 m; (10 m'ye kadar boylanır) (116, 43).

***Yaprak:*** Karşılıklı dizilmiş, bileşik yapraklar, almaçlı dizilen 5-11 parlak yaprakçıktan oluşur ve reçine kokusu verir (116, 43). Yapraklarını döker (120).

***Çiçeklenme:*** Kırmızımsı mor renkli çiçekler, salkım şeklinde kurullar oluşturur mart ve nisan/mayıs-temmuz aylarında görülür (116, 43).

***Tohum -Meyve:*** Yumurtamsı meyve önceleri kırmızı, olgunlaşınca koyu esmerdir (43) Tohumlar eylül-ekim aylarında olgunlaşır (43, 116). Ekim ayında meyve dış kabuğu zeytin gibi yeşil renge döndüğünde toplanır. 1000 dane ağırlığı 38 gramdır (43). Kokulu ve yağlı, eriksi meyveleri kırmızımsı-siyah renkli ve tek tohumlu olup yenebilir (117, 118). Yabani Geçirimsiz ve sert tohum kabuklarına sahiptir, bu yüzden çimlenme için mekanik, kimyasal, sıcak ve soğuk katlama gibi işlemler yapılır (123). Tohum neminin %7.05 olduğu çimlendirme denemesinde tohumun %93 canlılık oranı saptanmıştır (123).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Tohumlar ekilmeden önce 16 saat bazik suda veya 3-4 gün ılık suda bekletilir ve ardından kış sonunda soğuk limonluklara veya sıcak seraya ekilir. 2 ay soğuk katlama çimlenmeyi hızlandırır ya da en iyi sonuç kış başında

yapılan ekimden alınır. 5 C'de 6 hafta katlama ve 21 °C'de çimlendirme; 2-3 saat ılık suda şişirme, +22 °C'de 2 hafta sıcak katlama; gibi farklı yöntemler uygulanabilir. (43). Bunun dışında, katlama ve ekim öncesi tohumların 10000 ppm'lik küllü suda bekletilerek şişirilmesi de uygulanmıştır. Perlit ortamında (1/5), 6-8 °C'de 75-90 günlük soğuk katlama başarılı olmuştur (117).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Eğridir fidanlığında açık alanda uygulanan ekimler sonbahar sonu, kış başı yapılmaktadır. Beşli çizgi ekimi uygulanır ve $m^2$'ye 10-15 g tohum ekilir (43).

***Çimlenme:*** Çimlenme değişken ve yavaştır (43). Gözlemlere göre, toprak sıcaklığı 15 °C'ye ulaştığında, menengiç tohumlarında çimlenmeler başlamaktadır. Eğridir'de 1 Kasım- 15 Kasım tarihlerinde tohum ekimi yapıldığı takdirde, %94,3 ve üzerinde çimlenme elde edilmiştir. Tohum ekimleri kesinlikle mart ayına bırakılmamalıdır (117).

***Fidan Üretimi:*** Fidecikler elle tutulabilecek kadar olduklarında sökülüp kaplara şaşırtılır ve ilk kışı serada geçirmesi sağlanır. Fidanlar yaz başında açık hava koşullarındaki daimî yerlerine dikilir. Açık alanlarda ilk 1 veya 2 yıl kış soğuklarına karşı önlem alınmalıdır (43). Daha sonra serada bunların sulama, gübreleme vb. bakım işlemleri yapılarak aşı kalınlığına (6 mm çap) gelmeleri sağlanmaktadır (127).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Anaçlara aşılanan *P.vera* için yapılan tüplü fidan çalışmasında denenen 2 ortam harcından biri ( örneğin 2/6 torf, 1/6 tüf, 1/6 ahır gübresi, 1/6 bahçe toprağı ve 1/6 kum) kullanılabilir (127, 129).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Antepfıstığı aşılanmış menengiçlerin taban arazilerde ve sulu koşullarda yetiştirilmesi gereği, verim için zorunludur (127).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Güçlü kök sistemiyle erozyon kontrol çalışmaları kapsamında da ümit vaat eder (117). Biyolojik çeşitliliği muhafaza etmek için tohumdan elde edilen fidanlarla ağaçlandırma ve ekolojik restorasyon çalışmalarına konu edilebilir (132). Ülkemizdeki menengiçler (*P.terebinthus*) üzerine aşılanan antep fıstığı (*P.vera*) yetiştiriciliğinin çoğunlukla yapıldığı kuru, kıraç, taşlık ve meyilli olan marjinal alanlarda verim 229 kg/ha iken, sulu koşullarda 1x7 m aralıkla dikilen Siirt çeşidi aşılı tüplü antepfıstığından 2 620 kg/ha verim alınabilmektedir (127). Arazi koşullarında yetiştirilen çöğürlerle yapılan dikimlerde tutma başarısı düşük olmakta, bitkiler aşı kalınlığına 4-5 yılda gelmektedir (127, 128).

***Bakım:*** Aşılı fidanlarda *P. terebinthus* çöğürlerinin kök boğazından dallanarak ocak şeklini aldığı, ilk yıllarda düzenli bir kesim yapıldığında bu problemin de ortadan kalktığı

belirtilmektedir (127).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka türlerde yapılan yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Doğal olarak yetişebilen menengiçler biyolojik çeşitliliğin sürekliliğini sağlamada önemli bir yere sahiptir ve önemli bir gen kaynağıdır (117). Bozuk ve 1 kapalı ormanlarda proje ile uygun görülen yerlerde menengiç fidanlarının dikimi ya da antepfıstığı aşılama ile hem üretim hem de rehabilitasyon tesisi mümkün olabilir (133).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelikle üretimde henüz olgunlaşmış yarı odunsu çelikler temmuz ayında alınarak çoğaltılır (116).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Vejetatif bitki üretiminde aşı altlığı olarak bitki ıslahında kullanılmaktadır. Menengiçlere hâlen kalem aşışı ile Antep fıstığı (*P. vera* L.) aşılanmaktadır (117, 118).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar mümkündür (123).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

Analizlere göre, gelecek yıllarda uygun yayılış alanlarının önemli ölçüde daralacağı ve mevcut alanların %40-50 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Özellikle Ege Bölgesi'nde mevcut varlığını korumakta zorluklar yaşayacağı, Karadeniz Bölgesi'nde ise yayılışında artış göstereceği beklenmektedir. Ancak genel olarak uygun alanlar azalacaktır (339).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Menengiç, Fas ve Portekiz'in batı bölgelerinden Yunanistan'a, Türkiye'nin batı ve güneydoğusuna kadar Akdeniz bölgesine özgü bir ağaç türüdür (116, 120). Dağlık ve iç kesimlerde daha yaygındır (116, 120). Taksonomik açıdan birbirine yakın olan ve Akdeniz havzasının geneline dağılmış olan *P. palaestina* ve *P. terebinthus* türleri birbirlerinin vikaryantı kabul edilir. Bu yüzden Ege, Akdeniz, Marmara, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da (doğal olarak yetişir (125). Doğal *Pistacia* türleri arasında en yaygın olan türdür (131).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Yapılan tespitlere göre, menengiç ağacının genç sürgün, çiçek, ham meyve ve olgun meyvesinde uçucu yağ belirlenmiştir. Yapraklarında, böcekler tarafından meydana getirilen mazılar, ipek kumaşların boyanmasında, şaraba renk vermede ve tütsü maddesi olarak kullanılmaktadır. Meyvelerinin besin kaynağı olma yanında tıbbi, aromatik ve kozmetik kullanımı mevcuttur (117, 118, 119). Ekonomik önemi sebebiyle, bu tür belki gelecekte ormancılık bağlamında hedef türler içerisinde yer alacaktır (122, 123) Işık isteği yüksektir (116). Gelişmiş kök sistemleri vardır (117).

**Bitki adı-8**

***Latince:*** *Phillyrea latifolia* L. *(Phillyrea media* L.).
***Türkçe:*** Akçakesme, geniş yapraklı akçakesme, kesme, akçe, yalancı ıhlamur, taş ıhlamuru (135, 137, 139)

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 10-1350 (137, 138)

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (92)

***Bakı:*** Güneşli yamaçları (G-B) sever (140) ancak çeşitli bakılarda yetişir (92).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (141, 147)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 476,7 (Kilis), 535,2 (Denizli)-1195,9 (Muğla) (92, 148).

***Sıcaklık (°C):*** Ortalama 6,1-9,1 °C (92). 17,1 °C (Kilis). Kışın -15 °C 'ye kadar dayanıklıdır (137).

***Nispi Nem (%):*** %50-78 (92), %46,4 (148)

***İklim:*** Akdeniz iklimine özgün maki bitki örtüsünün karakteristik türlerinden biridir. Genel olarak dona ve kışın soğuğa, ayrıca yaz sıcağına ve kuraklığa tolerans gösterir en, az bakım gerektiren bir bahçe çalısıdır (1, 137, 151).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Daha çok kalker (140, 141) ve silis (144), bunların yanında Ege'de andezit, tüf, serpantin anakayalarda tespit edilmiştir (92). Kayalık bölgelerde ve yamaçlarda görülür (137, 141).

***Tekstür:*** Hafif (kumlu), orta (tınlı) ve ağır (killi) topraklarda yetişir (140, 141,148) Ege'de kumlu balçıkla kil arasında değişim gösterebilir (92).

***Toprak Reaksiyonu (pH):*** Hafif asit, nötr ve bazik (hafif alkali) topraklarda yetişir (140, 141, 148). Ege'de 6,12- 8,23 (92). Kilis'te 7,8 (148).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Orta derecede humuslu, gevşek toprakta gelişimi iyidir (139). Ege'de %0,230-9,808 (92). Kiliste %5, 7 (148).

***Kireç (%):*** Kireçli toprakta çok görülür (139), Ege'de çok düşük kireçli ile çok yüksek kireçli arasında değişim göstermektedir (92). Kilis'te %11,9 (148).

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0,053- 0,811 (92) 0,016 (148). Tuzluluğu tolere edebilir (1, 154).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 3-10 (135)

***Yaprak:*** Herdem yeşil yapraklar yumurtamsı ya da eliptik yumurtamsı ve karşılıklı dizilişli (137), küçük, derimsi, oval ila mızrak şeklinde, 2–6 cm uzunluğunda ve 0,5–2 cm genişliğindedir (135). Kenarları düz ya da testere dişli, kısa saplı ya da sapsızdır (137).

***Çiçeklenme:*** Monoiktir (141). Çiçekler küçük, yeşilimsi beyaz, kısa salkımlar hâlinde üretilir (135). Hoş kokuludur, mayıs-haziran ayında çiçek açar (137).

***Tohum -Meyve:*** Salkım oluşturan mor renkli meyveleri 5 – 6 mm çapında küremsidir (135). Tek tohumludur, 5-8 mm boyutlarında, küremsi, mavi ile siyah renginde görülür (137, 139). Zeytine benzeyen meyvesi yenilebilir (141). 100 tohum için ortalama ağırlık 4,1 g'dır. Ortodoks tohumlar (144).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Potasyum hidroksit (KOH) ve küllü sodalı su ile kimyasal ön işlemler ve 15 °C'de sıcak katlama başarıyla denenmiştir. Bunun dışında su ile muamele ve ılık katlama, 250 mg L-1 Gibberelik asit (GA3) ile muamele +altı aylık

ılık katlama şekilleri uygulanmıştır. Soğuk katlama dormansiyi kırmadı. Çimlenme odasında optimum çimlenme sıcaklığı 15-20 °C iken, 20-30 °C'deki sıcaklık çimlenmeyi engellemiştir (143). Lübnan'da %15 tohum rutubeti ve 4 °C'de birkaç yıl saklanmaktadır (144).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Tohumları olgunlaşır olgunlaşmaz ekilebilir (140). Saklanan tohumlar ise erken ilkbaharda ekilir (140).

***Çimlenme:*** Optimum çimlenme sıcaklığı 15-20 °C'dir (142, 143). Soğuk katlama çimlenmede olumsuz tesir yapmıştır. Endokarpin çıkarılması çimlenmeyi (%81) olumlu etkilemiştir (142). Ayrıca KOH ve küllü sodalı su ile kimyasal ön işlemler ve 15 °C'de sıcak katlama çimlenmeyi %96'ya yükseltmiştir. Bunun yanında su ile muamele ve ılık katlamada %79,250 mg L-1 GA3 ile muamele+altı aylık ılık katlamada %70 çimlenme başarısı elde edilmiştir (143). Ortalama çimleme: %75 (144).

***Fidan Üretimi:*** Fidecikler elle tutulabilecek kadar olduklarında, tek tek kaplara dikilir ve en azından ilk kışları boyunca serada büyür (141). İyi drene edilmiş, humus bakımından zengin toprakta güneş veya çok hafif gölgede büyür (150).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** İtalya'da soğuğa çok iyi dayanabilmelerine rağmen, saksılarda yetiştirilirler (151). Birkaç yaşında kaplı fidan kullanmak avantajlıdır (150).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Orta derece humuslu gevşek yapıdaki kireçli topraklarda iyi gelişir (146). Toprağın iyi işlenmesi gereklidir (151). Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Doğal yaşam alanları dışında da insan eliyle yayılmaktadır (135). Örneğin rüzgâra dayanıklı olduğu için çit teşkilinde kullanılır (140). Ayrıca süs bitkisi olarak bahçe peyzajında kullanılır (135). Beklenen son donlardan sonra (ilkbahar sonu veya yaz başı) hazırlanmış alanlara dikilebilir (141). Akdeniz bitki örtüsüne sahip bölgelerde ağaçlandırma için orman fidanlıklarında kullanılır (151). Kıyı kesimlerinde ve toprak muhafaza amaçlı kullanılabilir (152).

***Bakım:*** İlkbaharda budamaya yatkındır (140, 141). Ekimden sonra sulamaya ihtiyaç duyacaktır, ancak tesisten sonra fazla ihtiyaç duymazlar. Kış için malçlama yapılabilir (150). Az bakım gerektiren bir bahçe çalısıdır (151).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka tür yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16, 52, 53).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Yavaş büyüyen bu tür (137, 141), başka tür doğal gençleştirme çalışmalarında ziynet türü olarak korunmalıdır (16). Rehabilitasyon alanlarında dikimi mümkündür (152).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Yaz sonu yarı olgun çelikle ve sonbaharda daldırma ile üretilebilir (140, 151).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Zeytin için aşı altlığı olarak kullanılmıştır (151). Aşı ile çoğaltılabileceği düşünülmektedir (155).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar mümkündür (153).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)-***

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Maki formasyonunun tipik elemanlarından biridir (Kayacık, 1975) Bitki doğal olarak Akdeniz havzasında, daha çok Güney Avrupa, Suriye ve Filistin'de yayılım gösterir. Türkiye'de Antalya, Aydın, Balıkesir, Çanakkale, Isparta, İstanbul, Muğla, Mersin, Sakarya, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Amasya, Trabzon, Zonguldak yörelerinde görülür (135, 137). Kuzey Anadolu'da geniş bir yayılışı bulunmaktadır (92).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

*Oleaceae* (zeytingiller) familyasından olan bu tür uzun ömürlüdür. Denizli'nin Acıpayam ilçesi-Ören köyünde 1300 yıllık bir örneği bulunmaktadır (135, 136). Meyvesi, tıpta, eczacılıkta kullanılır (137). Ayrıca, yaprakları ve taze dalları kesilerek hayvanlara yedirilir, dalları odun-kömür yapımında kullanılır (135,140). Yavaş büyür, güneşi sevse de yarı gölge (hafif ormanlık) veya gölgesiz ortamlarda büyüyebilir (141).

**Bitki adı-9**

***Latince:*** *Cupressus sempervirens* L. ***Türkçe:*** Adi servi, Akdeniz servisi (88, 157), sütun-kalem servi, kara servi (162) *Cupressus sempervirens* var. horizontalis (dallı servi), *Cupressus sempervirens* var. pyramidalis (piramit servi) (88)

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 50-1200 (156, 158, 164, 167), Manavgat-Akbük (100-200), Karabük (650-1000) (88), Beşkonak (1100-1200) (167).

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (88, 158)

***Bakı:*** G, B (157, 88)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (88, 158).

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 600-900 (164)

***Sıcaklık (°C):*** Sıcaklık isteği fazladır (88).

***Nispi Nem (%):*** Hava nemi bakımından seçici değildir (161).

***İklim:*** Tipik Akdeniz iklimi ağacıdır (160, 164). Dönemsel kuraklığa çok dayanıklıdır (1, 8, 175). Şiddetli kış soğuklarına, dona karşı duyarlı, rüzgâra dayanıklıdır (88, 160).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker, kayalık (8, 88, 156, 158, 160, 164)

***Tekstür:*** Kumlu balçık topraklarda iyi gelişir (8). Gevşek, kumlu ve kireçli topraklarda yetişir (161). İran'da killi balçık toprakta kavakla karışık tesis edilmiştir (164-170).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6-7,5 (8), Nötr ideal olmakla birlikte farklı koşullara uyumlu (Köprülü Kanyon) (4,0-8,3) (164, 168).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** %3-5 (8)

***Kireç (%):*** Kireçli topraklarda yetişir (8, 164).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuzluluğa toleranslı (1), kimi kaynakta orta derecede toleranslı (177).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 15-20m boy, horizontal (6 m) ya da (2 m) piramidal bir tepe yapar (160). Boyu 20-40 m'ye çıkabilir (8, 157, 174).

***Yaprak:*** Herdem yeşil yapraklar koyu yeşil renkli, pullu, 2–5 mm uzunluğunda ve yuvarlak (düzleşmemiş) sürgünler şeklindedir (157).

***Çiçeklenme:*** Şubat/Mart-15 Nisan (8).

***Tohum -Meyve:*** Kozalakların yoğun olarak bulunduğu dal uçları makasla kesilerek yere düşürülür ve elle toplanır. Kozalak toplama zamanı eylül-mart aylarındadır. Kozalaklar, rengi parlak veya grimsi kahverengiden koyu kahverengiye dönüştüğünde toplanır. Üzerindeki çok eski kozalaklar ayrılmalıdır (8, 159). Toplandıktan sonra geniş gözenekli çuvallara yerleştirilmeli ve iyi havalandırılan tesislerde saklanmalıdır; plastik poşetler ve hava geçirmez kaplardan kaçınılmalıdır (159). Tohum verme yaşı 5-10 yıldır. Bol tohum yılı 1-2 yıldır. Güneşte veya kurutma odalarında +35°C sıcaklıkta kurutulduğunda kozalaklar açılır.1000 dane ağırlığı ortalama 8 gr'dır. Kozalak tohum verimi ort. %6'dır. 1kg tohumda ortalama 91000-200000 ad tohum bulunur (8, 159).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Tohuma 1 gün suda bekletme, 30 gün 1-4°C sıcaklıkta soğuk-nemli katlama uygulanır (8, 159). Soğuk katlama yapılmadıysa, tohumların ekimden önce 2-3 gün bekletilmesi iyi bir uygulamadır. Tohumlar hava almayan kaplarda +3°C'de ve %5-6 nem oranında muhafaza edilirlerse canlılıklarını uzun süre (7-20 yıl) korurlar (159). 8-14 pullu kozalakları 2-3 cm çapında ve kısa sürgünlerin ucunda tek tek yer alır (160).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Katlamaya alınmış tohumlar için ilkbahar (159) / kış-erken bahar, uygun ekim zamanıdır. 7 çizgili yastıkta ekim yapılmaktadır. 3-5 mm ekim derinliğinde $m^2$'ye ort. 10 gr tohum ekilerek 250-350 fidan elde edilir. Çimlenene kadar telisle örtülür. Servi türleri, açık alanda tüplü (2-3 mm derinlikte) ve kaplı fidan (1-2 mm derinlikte) üretim yöntemi kullanılarak da üretilebilir. Ekimde her tüpe 5-6 adet tohum kullanılır (8).

***Çimlenme:*** Çimlenme oranı %20-50 (8, 159). Tohumların nispeten düşük çimlenmesi, genellikle türün zayıf üreme etkinliğinden (tozlaşma eksikliği) veya böceklerle sık sık zarar görmesinden kaynaklanır (159).

***Fidan Üretimi:*** Fideler gerekli büyüklüğe ulaştığında, açık havada kaplara veya fidanlıklara nakledilirler. Bazı durumlarda katlanmış tohumlar ön çimlendirmeden sonra doğrudan kaplara ekilir. Gelişimin ilk aşamalarında fideler ağlarla gölgelenir (159). Ağaçlandırmada genel olarak 1+0 yaşlı fidanlar kullanılır (8).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Örnek tüp harcı: %70-75 turba x %25-30 ponza (3-5 mm) karışımından

oluşan 1 metreküp harca: 3-4kg 2.0-1.2-1.6-0.3+ME oranlı yavaş çözünen (8-9 ay) gübre x 0,5 kg kükürt eklenir. Bunun gibi 3 tip daha tüp harcı örneği mevcuttur (8).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** İyi büyüyebilmek için iyi havalanan (167), derin, nemli, toprak daha uygundur, ancak kuraklığa dayanıklıdır (88).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Akdeniz ikliminin egemen olduğu yerlerde fakir ve yarı kurak alanların ağaçlandırmasına uygundur. Bunun yanında rüzgâr perdesi, toz perdesi, yangın şeridi (alevlere dirençli), ses perdesi (gürültü mas etme) tesislerinin de ana ağacıdır. Çok sayıda bireyi peyzaj amaçlı kültüre alınmıştır (8, 163, 164, 167). Türkiye'de *C.sempervirens* var. *pyramidalis* mezarlıklarda, cami ve türbelerde görüldüğünden park ve bahçelerde kullanılmak istenmese de (160) süs bitkisi ve rüzgâr perdesi işlevini daha çok bu varyete görür (164). Doğal yayılış alanlarına yakın, korunaklı yerlerde kızılçamla birlikte, daha çok güney yamaçlarda yangına dirençli karışık ormanların tesis edilmesinde kullanılabilir (164, 171). Son zamanlarda çölleşmeye karşı korunma ve toprak muhafazasında kullanılmaya başlanmıştır (175).

***Bakım:*** Sulama, bahar ve güz döneminde 2-4 günde bir, yaz döneminde 1-2 günde bir 30-35 cm derinlikte yapılır. Ot alma ve çapa ihmal edilmez. Tüplü ve kaplı fidanlarda da benzerdir. Gübreleme yapılacak analize göre yapılabilir (8). Budamaya ihtiyaç göstermez ancak *C.sempervirens* var. *horizontalis* budanarak şekillendirilebilir (160).

***Yapay Gençleştirme:*** Bozuk kuruluşlardaki ormanlarda yapay gençleştirme, doğal gençleştirme ile birlikte kullanılmalıdır (172).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Antalya dolaylarında bazen saf, bazen de kızılçamla karışık olarak bulunur (8). Daha çok serpili yahut kümeler hâlinde dağınık ve çoğunlukla kızılçamla karışık olarak bulunur. Her çeşit arazi şeklinde saf ve meşcere şeklinde de görülebilir (88). Kızılçam dışında *Fraxinus angustifolia*, *Ulmus minor*, *Salix alba*, *Platanus orientalis*, *Alnus orientalis* subsp. *orientalis* ve maki türleri ile görülür (156). Gölgeye dayanıklı olma özelliği nedeniyle servi siper altında bile kolaylıkla doğal yoldan gençleşebilmektedir (164, 165). Ülkemizde doğal olarak orman kuran dallı servidir (164, 166). Erken yaşlarda gevşek bir siper altında gelişiminin sağlanması sıklık çağında kızılçamın siper etkisinden kurtarılması ve karışımın sağlanması önerilmiştir. Saf servi meşcerelerinde grup ve küme hâlindeki gençlikler görülebilir, düzensiz kuruluştaki meşcerelerde kaba temizlik yapılarak grup, küme ya da şeritler hâlinde siper yöntemiyle gençleştirilebilir (164, 167, 172).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelik ile çoğaltılabilir (159, 164) nisan ayında ön işlem yapılmadan köklenmeye alınan çeliklerde %100 başarı sağlanmıştır. IBA hormonu ile ön işlem yapılan çeliklerde de şubat-mayıs aylarında %50-80 başarı sağlanmıştır. Çeliklerin geç fertlerden alınması başarı için önemlidir (164, 173. 174).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Aşı ile çoğaltılabilir (159).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar yapılmaktadır (164, 178).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

Ekolojik özellikleri bu türün iklim değişikliğine adaptasyon yeteneğini artırır (340).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Akdeniz'in doğusundaki Kuzeydoğu Libya, Güneydoğu Yunanistan (Girit ve Rodos), Türkiye'nin güneyi, Kıbrıs, Suriye ve Ürdün'ün batısı ve Lübnan gibi bölgelere özgü bir servi türüdür. İran'da da bulunur (157). Ülkemizde doğal olarak toplu yayılışını Manavgat çayı yukarılarında kuytu bir vadide yapar; dağınık olarak da Silifke'den Antalya'ya kadar uzanır (160). Doğal yetişme ortamı dışında Avrupa'nın hemen hemen her ülkesinde görmek mümkündür (164, 167).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Servide Türkiye'de 4,5 $m^3$/ha (169), Akdeniz Ülkelerinde ise 7,1-11,9 $m^3$/ha (168) yıllık ortalama artım tespit edilmiştir (164). Yarı ışık ağacıdır (88). Çok estetik bir park ve bahçe ağacıdır. Dayanıklı ve güzel kokulu odunu sandık, gemi inşası ve mobilya yapımında kullanılır (8). Çok uzun (1000 yıldan fazla) ömürlü olabilmektedir (157). Çeşitli amaçlara göre Türkiye' de ıslah edilmesi gereken önemli türlerin başında gelir (8, 164). *Seiridium cardinale* mantarının neden olduğu selvi kanserine karşı orta derecede hassastır (157). Ayrıca yaprak biti (*Cinara cupressi*) diğer önemli zararlısıdır (175). Kozalak, yaprak ve dalları geleneksel tıp, farmakoloji-eczacılıkta ve uçucu yağ eldesinde kullanılmaktadır (176, 178). Toprak durumunu göre farklı kök sistemleri geliştirme yeteneğindedir (8).

**Bitki adı-10**

***Latince:*** *Pistacia lentiscus* L. ***Türkçe:*** Sakız (179)

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-800 m (205)

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (92, 127, 199)

***Bakı:*** Sakız adasının güneşli (G) bakılarında yaygındır (183, 202) ancak kuzey bakıda da görülür (92).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (127,199)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 695,2 (İzmir), 1209,2 (Muğla), 594,8 (Balıkesir) (205). Bölgede ortalama 750 (204).

***Sıcaklık (°C):*** Ortalama 17,8 °C (Çeşme) (204). Sakız ağacı, -2, -3 °C derecelik sıcaklıklara dayanabilmektedir (116, 204).

***Nispi Nem (%):*** Kuraklığa dayanıklıdır (195, 196, 201) ancak yayılış alanlarında nispi nem %50'nin üzerindedir (İzmir %63,25; Çeşme %71) (197, 204). Tür en yoğun olarak yarı nemli bölgede yayılış göstermektedir (197).

***İklim:*** Sakız ağaçları Akdeniz ikliminin hâkim olduğu tüm kıyı kesimlerinde, belli bir yüksekliğe kadar iç kesimlerde, orman vejetasyonu içinde, maki formasyonu içinde, tepelerde, boğazlarda, kanyonlarda ve kayalık yamaçlarda bulunur. Ilıman ve şiddetli donlara karşı dayanıklıdır, ancak daha ılıman kışları tercih eder. Tuzluluğa toleranslı olduğundan denize yakın yerlerde daha boldur (179, 183, 184, 196).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kireçtaşı anakaya ya sahip alanlarda daha iyi gelişir. Bulunduğu yere uyum kabiliyeti yüksektir (126, 179). Yetiştiği bölgelerde anakaya mezozoik kireçtaşı, fliş, bazalt ve ofiyolite'dir (92, 198, 205).

***Tekstür:*** Her türlü toprakta yetişir (kumlu-killi-tınlı, killi-tınlı, kumlu-tınlı ve tınlı). (179, 205).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6,98-7,36 (92). Yetişme alanlarında orta ve hafif alkalidir (7,7) (205).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** %5,305-6,946 (92). Düşük fosfor (ort. 0,33) ve potasyum (ort. 1,39) içeriği yeterlidir, yetişme alanlarında farklı düzeylerde azot ölçümü (0,88-1,48) yapılmıştır (205). Düşük organik madde içeriğine toleranslıdır (202).

***Kireç (%):*** %0,83- 1,12 (92). Kireci tolere eder (1, 179), yetişme alanlarında farklı CaCO3 içerikleri ölçülmüştür (205).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuzluluğa toleranslıdır (179). Yetişme alanları tuzlu değildir (0,046) (205) / 0,436-0,411 (92).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** Sakız ağacı, genellikle çalı veya ağaççık formunda gelişen, 1-3 m'ye kadar boylanabilen hatta bazen 6 m yüksekliğinde olabilen bir bitkidir (92, 183.).

***Yaprak:*** Herdem yeşil, karşılıklı dizilmiş, koyu yeşil bileşik yapraklar kösele ve beş veya altı çift yaprakçığa sahip bileşik paripinnattır (terminal yaprakçık yok) (179). Herdem yeşil olmasıyla diğer *Pistacia* türlerinden ayrılır (183).

***Çiçeklenme:*** Dioik bir tür olan sakız ağacında, çiçekler 1 yıllık sürgünlerin yaprak koltuklarında gelişir. Sakız ağacında çiçeklenme çok sayıda ve mart-nisan aylarında gerçekleşmektedir (183, 187). Çok küçük çiçekler oluşturur, erkek beş organlı, dişi ise 3 parçalı bir stile sahiptir (179). Sakız ağacının küçük ve kırmızı renkte çiçekleri bulunur (201).

***Tohum -Meyve:*** 4-7 mm çapında, yuvarlak-basık ve sivri uçlu, başlangıçta kırmızı, olgunlaştığında ise siyah renktedir. Drupa tipi olan meyveler, etli-sulu bir mezokarp ile kemiksi bir endokarpa sahiptir. Siyah meyveler ekim sonu ile aralık ayı ortasına kadar olgunlaşmaktadır ve tohum toplanabilir. Sakız ağacının, çok sayıda çiçek ve meyve üretmesine karşın yaşayan tohum içeren meyve sayısı çok az ya da boş olmaktadır (183, 188, 189). Tohumdan çoğaltımda, değişik genotiplerin gelişmesi ve sakız üretiminde farklılıklar oluşması söz konusudur (183). Meyve sert çekirdekli bir meyvedir, önce kırmızı, sonra olgunlaştığında siyah, yaklaşık 4 mm çapındadır. Meyve, yaygın olarak tüketilmese de yenilebilir ve ekşi, kuru üzüm benzeri bir tada sahiptir (179). Kırmızı renkte olan meyveleri zaman içerisinde siyah renge dönüşmektedir (201).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Çimlenme oranını arttırmak için tohum ekiminden önce bazı ön uygulamalar yapılabilmektedir. Meyve kabuğunun soyulması ve meyvenin çıtlatılması, su içerisinde ıslatma, GA3 ile muamele etme ve katlama gibi ön uygulamalar *Pistacia* tohumlarının çimlenme oranını arttırmaktadır (183, 191, 192, 193). 1 mg/l IBA destekli MS (Murashige ve Skoog) besi ortamında tohumlar 21 gün sonunda çimlendi (194).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Bugün sakız kalitesinin düşüklüğü nedeniyle dişi bitkilerden üretim yapılmamaktadır. Bu nedenle fidan elde etmek amacıyla doğrudan tohumla üretim sakıncalıdır (183). *P. lentiscus* L. genotiplerinden fidan üretimi yapılabilmesi amacıyla daha önce yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar alınamamış ve bitkinin endüstriyel değerinden dolayı vejetatif metotlar kullanılarak çoğaltılmasına yönlendirilmiş (183) olsa da orman alanlarında toprak muhafaza vb. amacıyla in vitro ya da in vivo ortamda çimlendirmeler yapılabilir (200).

***Çimlenme:*** *P. lentiscus* tohumunun çimlenme oranı genellikle düşüktür (183). Gözlemlere göre, toprak sıcaklığı 15 °C'ye ulaştığında, menengiç tohumlarında çimlenmeler başlamaktadır (117).

***Fidan Üretimi:*** Tohumdan fidan üretimi sakızlık kurulması için uygun olmasa da toprak muhafaza, rehabilitasyon vb. amaçlarla orman alanlarının oluşturulmasında, yangından dolayı bozulan ormanlık alanların yeniden ağaçlandırılmasında ve bonsai üretiminde kullanılabilmektedir (200).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Anaçlara aşılanan *P.vera* için yapılan tüplü fidan çalışmasında denenen (1/4 torf, 1/4 toprak, 1/4 kum, 1/4 ahır gübresi) ortam harcı kullanılabilir(127) veya ihtiyaca göre revize edilebilir. Boyutunu sınırlayacak geniş bir kapta yetiştirilebilir (202).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Genel olarak kuru açık ormanlar ve çalılıklarda, kumlu topraklarda ve kuru kayalık yamaçlarda, garigler ve makilerde görülür (205). Plantasyonlarda gün boyu tam güneş alan ve nihai genişliğini alabilecek kadar büyük bir alanda, çok iyi drenajlı bir toprağa yerleştirilir (202). Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Esas türün geniş yayılış alanına karşın, ağacın kültürü sadece Yunanistan'ın sakız adasında ve Türkiye'nin Çeşme kenti çevresinde kültürü yapılır. Yakın geçmişe kadar Çeşme yarımadasının belli yörelerindeki plantasyonlardan sakız üretimi yapıldığı bilinmektedir. Tohumdan gelişen bitkiden ancak 15 yıl sonra sakız alınabilmekte ve bu ağaçlarda sakız verimi, türün dioik olması nedeniyle ağacın geliştiği tohumun genotipik özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (179, 183). *P. lentiscus* L. toprağı erozyondan korur, yangın gibi afetlerden sonra kök ve dip sürgünleri yardımıyla hızlı bir şekilde gelişerek diğer vasküler bitkileri destekleyerek biyoçeşitliliği artırırlar. 2012 yılında başlanan ve OGM-TEMA Vakfı işbirliğiyle oluşturulan klon parkı sakız veren ağaçlardan kurulmuştur (183, 195, 196). İzmir-Çeşme ilçesinde değerlendirmeye alınan sakız ağacı ağaçlandırma alanlarındaki fidanların büyüme ve gelişme durumlarının iyi olduğu, ancak daha uzun vadede fidanların büyüme ve gelişme durumlarının takip edilmesi tavsiye edilmiştir (333).

***Bakım:*** Toprak analizleri yapılmalı ve buna göre gübreye karar verilmelidir. Gübre kullanımı analiz sonuçlarına göre belirlenir. Sulama istemeyen bir ağaç türüdür (201). Bir tesis kurulduktan sonra, sahipleri tatildeyken yılın herhangi bir zamanında bir ay boyunca sulanmadan kalabilir. Ancak yazın su açığının olduğu aylarda 1-4 haftada bir, kışın ise 4 haftada bir sulanırsa faydalı olur (202). Sakız ağacı peyzaj kullanım amacına bağlı olarak birçok farklı şekilde ve titizlikle budanabilir (203). Her fert, ağaç formuna gelene kadar her yıl hafif şiddette budamaya tabi tutulmalıdır. Budamalar kasım ve şubat aylarında yapılabilir (206). Optimim toprak derinliği 51 cm'dir (227).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka türlerde yapılan yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** 2008 yılında, Cadbury ve TEMA Vakfı İzmir Gülbahçe'de, "Bozuk Sakız Ağacı Rehabilitasyonu Projesi" ile sakız ağaçlarının aşılanması yoluyla, damla sakızı üretiminin gerçekleştirilmesi ile ülkemize ekonomik girdi sağlanması hedeflenmiştir. Projede, sahada mevcut 17.867 adet bozuk sakız ağacının rehabilitasyonunun ve aşılanmasının yapılması ve yaklaşık 6.000 adet aşılı sakız fidanı dikimi gerçekleştirilmiştir (183). Kuşlar tarafından yayılan çok dayanıklı öncü bir türdür (179). Menengiçler biyolojik çeşitliliğin sürekliliğini sağlamada önemli bir yere sahiptir ve önemli bir gen kaynağıdır (117).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelik ve daldırma ile üretim mümkündür. Sakız ağacının bir yıllık sürgünlerden hazırlanan çeliklerinde, değişik hormon karışımlarının kullanılması yoluyla zayıf bir köklenme elde edilmiştir ancak hâlen çelikle köklendirme üzerindeki umut verici çalışmalar takip edilmektedir (183, 190, 206). Kasım ayından başlayarak şubat sonuna kadar yapılabilir. Çok yıllık dallardan alınan 50-120 cm uzunluğunda ve 2-10 cm kalınlığındaki dalar kullanılır. Yüksek miktarda sakız veren sakız ağaçlarının (varyete chia) üretimi için en ideal yöntem olarak görülmektedir. Köklenmeyi artırıcı olarak sakız yaprağı çürüntüsü, taze sakız yaprağı, yanmış ahır gübresi, uyarıcı hormonlar kullanılmalı ve çelik uçları yaralanarak ezilmelidir (206). Kökleri 20 metreye kadar inebilir. Toprak üstündeki kökleri zarar görse dâhi toprak altındaki kısmı kısa zamanda yeniden filizlenir (201). Sakız ağacı fidan üretiminde havai ve adi daldırma metotları uygulanarak 8-10 yaşındaki bir klonal nitelikteki ağaçtan 70-80 adet fidan üretilebileceği ifade edilmektedir (206).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Sakız üretiminde aşı yöntemi tutma oranlarının düşük olması nedeni ile henüz verimli bir yöntem olarak kullanılamamaktadır (206, 207). Ancak mikro aşı yöntemiyle diğer menengiç anaçları üzerinde başarıyla aşılanmıştır (134). Menengiçlere hâlen kalem aşışı ile Antep fıstığı (*P. vera* L.) aşılanmaktadır (117, 118). Sakız üretimi için ise öncelikle sakız ağaççıklarının ağaç formuna getirilmesi ve sakız veren varyete ile aşılanması gereklidir (183). Yabani sakızlara

aşılamalarda en başarılı dönem mart ayı son haftası iken, dikim yolu ile oluşturulan ormanlarda altlık ağaçlar 3 ila 4 yaşına geldikten sonra aşı uygulaması yapılmalıdır. Kalem aşısı, T aşısı ve yonga aşısı yapılabilir (206, 207).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar mümkündür (182, 183). ARGE nitelliğinde, olumlu sonuçların alınabileceği düşünülen çalışmalar devam etmekte olup henüz kitle üretimine geçilememiştir (206).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)-***

İklim değişikliği ile Türkiye'de yayılış alanlarında daralmalar ve yer değişimleri olacaktır. Özellikle Ege Bölgesi'nde mevcut varlığını korumakta zorluklar yaşayacağı öngörülmektedir. Karadeniz Bölgesi'nde ise yayılışında artış beklenmektedir, ancak genel olarak uygun alanlar azalacaktır. SPSS 8.5 senaryosuna göre, 2090 yılı itibarıyla uygun habitatların çok az kalacağı tahmin edilmektedir. Bu türün korunması ve kaynak kullanımı için acil çalışmalar yapılması gerekmektedir (341).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Kuzey Afrika ve Akdeniz Avrupa'nın kuru ve kayalık bölgelerinde yetişen ve güçlü bir reçine kokusuna sahip bir bitkidir. *Pistacia lentiscus*, batıda Fas ve İber yarımadasından güney Fransa ve Türkiye'ye, doğuda Irak ve İran'a kadar tüm Akdeniz Bölgesi'nde ve Kanarya Adalarında doğaldır. *Pistacia lentiscus*, temas bölgelerinde sıklıkla melezleştiği *Pistacia terebinthus* ile akrabadır. *Pistacia terebinthus* dağlarda ve iç kesimlerde; sakız, genellikle denizin Akdeniz etkisinin iklimi ılımanlaştırdığı bölgelerde daha sık bulunur. Melezlerin ayırt edilmesi zordur (179). Yabani olarak Muğla, İzmir, Antalya, Mersin ve Hatay'da doğal yayılış göstermektedir (195).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Sakız ağacını ekonomik anlamda önemli kılan, bu bitkinin bir botanik varyetesi olarak kabul edilen *P.lentiscus* var. *Chia Duham*'dan sakız (mastik) elde edilmesidir. Aslında bu varyetenin *P. lentiscus* 'dan tek farkı ağaç formunda olmasıdır. Elde edilen yağı yemeklerde kullanılmaktadır (92, 183, 185). Yapraklarında ve meyvesinde uçucu yağ bulunmaktadır. *P. lentiscus* bitkileri ağaç formuna dönüştükten sonra salgıladığı reçineden de yararlanılabilir. Meyvelerinin besin kaynağı olma yanında tıbbi -aromatik ve kozmetik kullanımı mevcuttur (183). Işık isteği yüksektir (116, 202). Tür üzerindeki bu baskı, bölgede türü temsil eden bireylerin sayısının azalmasına neden olmuştur (205). Ortalama ömrü 100 yıldır (201). Fidanlık ortamında yetiştirilen aşılı fertlerde *Pestalotiopsis* mantarının, yaprak ve uç sürgünü kurumasına sebebiyet verdiği görülmüştür (206). *P. lentiscus* L., genç dönemde kazık kök ve birçok yan kök ile karakteristiktir. Olgun dönemde, yan kökler oldukça genişler ve saçaklar oluşturur (183, 186).

**Bitki adı-11**

***Latince:*** *Sambucus nigra* L. ***Türkçe:*** Mürver, siyah mürver, Avrupa mürver, ağaç mürver, azı otu, yabani mürver, patlangıaç, patlangıç, patlangoz, patlavuç, patlak, şahmelek otu, münber, murdar, mındar ağ, melesir, yalangoz, şişni, mindiraç (208, 214, 219).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-1700 m (214) Avrupa-Alpler'de 1550 m, Atlas-Afrika'da 2200 m, Asya-Pontus Dağları'nda 2300 m yükseklik sınırına sahiptir (228).

***Eğim %:*** 1, 2, 3 (227)

***Bakı:*** Güneşli (G) lokasyonlarda yayılır (208). Kısmi gölgeye dayanabilirse de en iyi tam güneşte çiçek ve meyve verir (217, 227).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3 (222, 228)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 700-800 ideal (219). Daha düşük yağışları da tolere eder (228).

***Sıcaklık (°C):*** (-15) °C kış donlarına dayanabilir (221).

***Nispi Nem (%):*** Hava nemi bakımından seçici değildir (226).

***İklim:*** Ilıman ve subtropikal iklimde yetişmektedir (225). Günlük min. 3 saat gün ışığı alan iklimlerde yetişebilir (220).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker anakaya 'da iyi yetişir (228). Taşlı ve çakıllı topraklarda yetişebilir (227) ancak kayalık, çok eğimli ve aşırı sıcak ve kuru yamaçlarda olumsuz etkilenebilir (227).

***Tekstür:*** Drenajı iyi, nemli, her türlü (killi, kumlu, balçıklı) toprakta yetişir (217).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** Nötr veya hafif asidik (6,5-7,5) (219).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Organik madde içeriği yüksektir (217). 5,6-8'in üzerindeki topraklarda meyve verimi yüksektir (227).

***Kireç (%):*** Kireçli topraklarda yetişmeye uygundur (223).

***EC (Tuzluluk) (%):*** Tuzlu topraklarda zayıf gelişir (227).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** Süs çalısı veya küçük ağaç olarak yetiştirilir. Mürver, 6 m'ye kadar (nadiren 10 m) boylanabilir (208, 209).

***Yaprak:*** Yapraklarını döker. Yapraklar karşılıklı çiftler hâlinde düzenlenmiştir. Kısa saplı, sivri uçlu, eliptik-mızraksı veya eliptik-yumurtamsı ve keskin dişli yaprakçıklar 4–12 cm uzunluğunda ve 3 –5 cm genişliğinde, kötü kokulu ve kenarları tırtıklıdır. Yaprakçık sayısı 3-7 arasında değişirse de genellikle 5 tanedir (208, 210, 211, 214, 215, 216, 220).

***Çiçeklenme:*** Güçlü kokulu ve hermafrodit çiçekler fildişi beyazıdır, çapı 5–6 milimetre, beş yaprakları vardır ve sinekler tarafından tozlaşır, ilkbahar sonlarından yaz ortasına kadar kalır. Çiçeklerden birçoğu bir araya gelerek yayvan şemsiye gibi salkım şeklinde kurullar oluştururlar. Ovaryum genellikle 3 gözlüdür (208, 212, 214, 215, 216). Çiçeklenme zamanı, genelde mayıs sonlarına geldiğinden, dondan etkilenme olasılığı düşüktür (219).

***Tohum -Meyve:*** Tohumlar ağustos ayında olgunlaşır ve ekim ayında dökülür (223). Meyvesi, sonbaharın sonlarında sarkık salkımlar hâlinde üretilen, 3–5 mm çapında, parlak, koyu mor ila siyah renktedir, sulu kısmı kan kırmızısıdır (208, 214, 215, 216, 220). 1 kg meyveden 35-110 g temizlenmiş tohum elde edilebilir (223). Neredeyse her yıl iyi tohum verir ve tohumlar, meyveyi yiyen kuşlar ve diğer hayvanların besinidir (227).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Meyve etlerinin ya elle ovuşturarak ya da makinalar içinde uzaklaştırılması gerekmektedir (223). Tohumlar sert bir tohum kabuğuna ve çimlenmeyi geciktiren hareketsiz embriyolara sahiptir (227). Tohumlar çimlenebilmek için en az 2 aylık soğuklamaya ihtiyaç duyarlar (220). Bir diğer yöntem kompost içinde 10 hafta sıcak ve takiben 12 hafta soğuk katlamadan sonra ilkbaharda ekilmesidir (223).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Üretim yapılacaksa soğuklama ihtiyacından dolayı sonbahardan kış ortasına kadar geçen sürede tohumların ekilmesi gereklidir (220). Katlama yapılmadan doğrudan yaz sonu ekimi de önerilmektedir (223)

***Çimlenme:*** Çimlenme oranı düşüktür (%46) (223).

***Fidan Üretimi:*** Bitki materyali olarak iki yıllık bitkiler tavsiye edilmektedir. En yaygın olanı, 1 metrelik gövde yüksekliğine sahip düşük gövdeli kültürdür (220). Fidanlıklarda kuşlara karşı balık ağlarıyla korumaya alabilir ya da sadece meyve salkımlarına basit yapılı pencere tüllerinden torbacıklar yapıp geçirebilir (221).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Saksı mümkün olduğunca büyük ve geniş olmalıdır. Kapta kara mürver yetiştirmek için ideal toprak karışımı şudur: 3 ölçü humuslu toprak + 1 ölçü dere kumu + 1 ölçü ponza taşı (221).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Nemli, yüksek organik madde içeren, iyi drenajlı, derin topraklara ekilir, ancak ağır kil de dahil olmak üzere çok çeşitli toprakları tolere eder (217). Islak veya kuru, verimli topraklarda yetişir (208) ancak çok kuru, su basması veya yüksek yeraltı suyu seviyeleri olan yerlerde yüksek ölümlerden dolayı yetiştirilmesi sorunludur. Mürver fidanları, yaklaşık 40 – 50 cm derinlikte açılmış çukurlara, aşı yerleri 5–10 cm toprak dışında kalacak ve güneye bakacak şekilde dikilmelidir (219).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Bitkiler kendi kendine tozlaşsa da birden fazla çeşidin bir arada dikilmesiyle meyve verimi artırılabilir (218). Değişik aralık-mesafeler uygulanabilir. Önerilen dikim 3-4 m aralık ve 1,5-2,5 m mesafedir. Fidan dikimi, iklim şartları göz önüne alınarak her mevsim yapılabilir. Bahçe tesis ederken hastalıktan ari ve sertifikalı fidanların tercih edilmesi ve dikim sonrasında mutlaka 20 – 30 litre kadar can suyu verilmesi gerekir (219, 220, 228). Süs bitkisi olması yanında toprak muhafaza amacıyla da dikilmektedir (228). Ticari mürver üretimi ABD'de Oregon'da, Avrupa'da ise Danimarka, İtalya ve Avusturya'da yoğunlaşmıştır (228).

***Bakım:*** Düzenli bir gübreleme programı ve ciddi bir bakım gerektirir. Çok hızlı büyüyen mürver bitkileri her yıl çok sayıda yeni sürgün oluşturur.

Budama seçeneği olarak (a) ölü veya zayıflamış gövdelerin budanması, (b) bir yıllık gövdelerin kısaltılması, (c) canlandırma için dipten kesilmesi yer alır. Her yıl en az 1 adet yeni sürgünün gelişmesine izin verilmelidir. Ayrıca istenmeyen kök sürgünleri budanır (218, 219). Fide dikimlerinden sonra bahar aylarından itibaren 15 günde bir sulama yapılabilir. Yaz aylarında haftalık periyotlarla 3 defa sulama yapılmalıdır. Budama işlemi, kış aylarının sert geçtiği bölgelerde sonbahar sonuna doğru, ilk don olayları başlamadan en az 1 ay önce; ılıman bölgelerde ise kış sonunda budama yapılabilir. Yapılacak tahlillere göre ihtiyaç hâlinde 80-100 kg / ha N (azot) gübresi yeterlidir (219). Çapalamada köklere dikkat edilmelidir (221).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka türlerde yapılan yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalıdır (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Mürver, kendi kendine tohumlama yoluyla kolayca koloniler oluşturur (218). Mürver fideleri, yaygın olarak dallanmış ve yapraklanmış sürgün sistemleri ve geliştirir. Ayrıca tohum yataklarında mavi mürver fidanlarının yetiştirilmesini zorlaştıran geniş kök sistemleri de gelişir. (227). Köklerden çıkan sürgünler hızla büyür (218). Fideler 2. veya 3. yaşlarında çiçek açabilir ve meyve verebilir (227). Mürver, bozulmuş dişbudak/meşe ormanlık alanında veya iğne yapraklı karışık ormanlık alanda yoğun çalı alt katmanının bir unsurudur. Doğal olarak oluşan fidecikler lehine yapılacak müdahaleler ile meşceredeki varlığı devam ettirilebilir (228).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

*Yarı Olgun Dal Çeliği*: Yaklaşık 25 cm uzunluğunda kesilen yarı olgun çelikler, ilkbahar ve yaz aylarında suda bekletilerek ya da toprağa gömülerek köklendirilir. Yaz başında hazırlanan çelikler 5000-8000 ppm IBA VEYA 2500 ppm IBA+ 2500 ppm NNA ile muamele edilir. *Olgun Dal Çeliği*: Yaklaşık 25 cm uzunluğunda kesilen olgun çelikler, sonbahar ve kış direkt olarak toprağa gömülür. Bu işlemde dikkat edilmesi gereken husus, çeliğin 2/3'ünün torak altında kalmasıdır. Çelik ilkbahara doğru köklenerek filizlenmeye başlar (220, 223). *Kök Çeliği ile Üretme*: Kök çelikleri üzerinde 3-5 adet göz bulunacak şekilde 2.5-5,0 cm uzunluğunda hazırlanır. Köklendirme ortamına yatay olarak belli aralıklarla dizilir ve üzerleri 1.0-1,5 cm kalınlıkta kumla örtülür. Üretme ortamı sürekli nemli tutulur. Yeni bitkiler 7,5 cm boya eriştiğinde sonbaharda fidanlıkta şaşırtmava alınır (223).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Yarma aşı uygulanabilir (160, 223).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Doku kültürü ile çoğaltımlar yapılmaktadır (229).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)-***

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Daha çok kuzey yarımkürede yayılır. Avrupa'da Türkiye'ye kadar doğal olarak yayılır. Güney yarımkürede çoğunlukla Avustralya ve Güney Amerika ülkelerinde görülür. Asya ve Kuzey Amerika'da *Sambucus nigra*'nın alt türü olarak kabul edilen S. *nigra* subsp. *canadensis* and *S. nigra* subsp. *cerulea* bulunur. Dünyanın diğer birçok kıtasında tanıtılmıştır. Türkiye'de Istranca, Çatalca-Kocaeli, Ergene, Güney Marmara, Batı, Orta ve Doğu Karadeniz, Asıl Ege, Yukarı Murat-Van alt bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir (208).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Çitler, yol kenarları, dere yamaçları ve ormanlar türün tipik yaşam alanlarıdır. Peyzaj değerinin yanında meyvelerinin insan ve hayvanlar için besin değeri olması, geleneksel tıpta, eczacılıkta kullanımı mevcuttur. Ayrıca meyvesinden yapılan mürver suyu, mavi-mor renklendirici olarak kullanılır. Meyveleri mantar hastalığına maruz kalabilir. Pamukçuklar, yaprak lekesi-dökülme, çürüme ve küllemeye neden olan organizmalar vardır. Dallar rüzgâra ve kışın kar kırılmasına karşı hassastır. Çiçekler ve olgun meyveler (olgun tohumlar dahil) dışında, bitkinin tüm kısımları memeliler için zehirlidir. Çiçek ve meyvelerin zehirli olmasalar da çiğ tüketilmesi önerilmez. Ev eşyası, müzik aleti (sambuca) yapımında kullanılır (208, 212, 213, 217, 218, 219, 227, 228). Biyolojik aktivitesi iyi yetişme ortamını karakterize eden bitkilerden biridir, ışık isteği yüksektir. Kirli hava koşullarına dayanıklıdır (223). Terk edilmiş veya antropolojik olarak değiştirilmiş alanlarda istilacı bir karakter alabilir (228).

**Bitki adı-12**

***Latince:*** *Zelkova abelicea* (Lam.) ***Türkçe:*** Zelkova (230)

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 850 -1800 m (230, 231)

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (231) / 1, 2 (237)

***Bakı:*** Daha çok kuzeye bakan yamaçlarda, fakat üst rakımlarda güneye bakan yamaçlarda da görülür (231, 234).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (231)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 897-1022 (236)

***Sıcaklık (°C):*** 11,6-13,2 °C (236)

***Nispi Nem (%):*** Serin ve çok kurak olmayan bölgelerde yetişir (237).

***İklim:*** Akdeniz iklimine (Girit-Sicilya) özgü bir ağaçtır (230, 233, 235, 238).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kayalık, dağlık alanlarda, kayalık nehir-dere yataklarında, kalker anakaya 'da yetişir (230, 235).

***Tekstür:*** Kumlu balçık, balçık, killi balçık, kil, kumlu-killi balçık, tozlu balçık (237).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6,5-8,3 (237)

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** %1,3-11,3 (237)

***Kireç (%):*** Kireçli topraklarda yetişir (237).

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0,10-0,70 (237)

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 3-5 m olup 15 m'ye kadar boylanabilir (230, 231) Yoğun otlatmadan dolayı yüzlerce yıllık ağaçlar çok gövdeli, çalımsı-cüce bir morfolojiye sahip olabilir (235, 237).

***Yaprak:*** Yapraklarını döker. Genç sürgünler üzerinde düzenlenmiş yaprakların, kenarları tırtıklı, dikdörtgen-oval, 1-4 cm uzunluğunda, 0,5-2,5 cm genişliğinde, 3 mm uzunluğa kadar kısa bir sap ile; üst yüzey genellikle koyu yeşil ve yarı parlak, alt yüzey ise açık yeşil ve çok daha tüylüdür (230, 231). Bazı ağaçların yaprak ve erkek çiçek çiçeklerini taşıyan sürgünlerde gal oluşumu görülür (238).

***Çiçeklenme:*** Nisan-Mayıs aylarında ortaya çıkan küçük ve kokulu hermafrodit çiçekler üretir ve rüzgâr, yerçekimi ve böcekler tarafından sağlanmaktadır (230, 238).

***Tohum -Meyve:*** Tek tohumlu meyve, yaklaşık 5-6 mm çapında, düzensiz ve çıkıntılı ve uzunlamasına oluklu, son derece buruşuktur. Tohumlar ekim sonu-kasım aylarında toplanabilir. Boş tohumlar ayrılır, sağlam tohumların ortalama tohum ağırlığı 15,22 ± 0,21 mg'dır. (231) Toplanan tüm meyvelerin yaklaşık %26'sı sağlam tohumlardır (238). 3 yılda bir bol meyve-tohum verir (239).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** *Z. abelicea*'nın tohumları 'ortodoks' olup 15°C sıcaklık ve %15 nispi rutubet koşullarında iki yıl boyunca muhafaza edilmiştir (231).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Sağlam tohumlar boş tohumlardan ayrıldıktan sonra, aralık ayında "sağlam" tohumlar ekilir. Tohumların bulunduğu kabın 5 °C ortamda bulunması gerekir. 4 ay sonra kap sıcak ve güneşli bir yere aktarılır. 1 ay içerisinde fidanlar çıkmış olacaktır (231).

***Çimlenme:*** Tohumlar inkübatörde 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlıkta, 10°C'de cinlenme sürelerine göre değişik çimlenme oranı göstermiştir (90-180. günler arası %40-100) (231).

***Fidan Üretimi:*** Fidanlık koşullarında dört yıllık yetiştirme deneyimi sonunda *Zelkova abelicea* fidanlarının oldukça iyi büyüdüğü ifade edilmiştir (231). Özellikle fide döneminin birinci ve ikinci yılında çok yavaş büyür (239).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Fidanlıklarda çimlendirme ve büyütmede bitkileri beslemeye çalışmak (kapların içeriği-gübre) önemlidir. Fidanlıkta birkaç yıl kaldıktan sonra ağaçlandırma alanına nakledilir (239).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Toprak derinliği, drenajı ve nemi gelişimi için olumlu etki yapar (231).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Yaklaşık 300 tanesi İsviçre'ye götürüldü; üçte ikisi seraya dikilmek ve üçte biri de laboratuvarda in vitro çoğaltılmak üzere. Sonbaharda yaz kuraklığı ve otlatma nedeniyle fidan bulunamadı. Ancak ormancılık birimlerinin iş

birliği ile yerel olarak yetiştirilecek fidanlarla çalışmalar devam etmelidir (239).

***Bakım:*** Yaz aylarında su temini önemlidir. İlk 2 yıl yavaş büyüdüğü için ot bakımı başarı için çok önemlidir (239).

***Yapay Gençleştirme:*** Mutlaka görüldüğü alanda korunması gereken bir türdür. Yunanistan'da bitkinin klonlanması tavsiye edilmiştir (239).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Bu türde tohumdan ziyade, yeni sürgünlerin mevcut bir kök sisteminden ortaya çıktığı üreme şekli yaygındır. Tohumla doğal gençleşme nadiren görülür (230). Doğal üremesindeki temel sorun, az sayıda tohumun çimlenmesidir. Oluşabilecek fideler ise, sonraki ilk haftalarda zorlu koşullara karşı hassastır. İlk yıllarda yavaş büyür (239).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Kök sürgünleriyle üreme yeteneğine sahiptir. Bu yöntem %50 başarı gösterse de ağustos sonundan itibaren alınan çelikler en iyi sonuçları verir, çelikler genç sürgünlerden alınırsa orta derecede başarılı sonuçlar alınır (230).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Bazı zelkova türleri (*Z.carpinifolia*, *Z.serrata*) karaağaçlar üzerine aşılanmaktadır. *Z.abelicea* için bir denemeye rastlanmamıştır (241).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Laboratuvarda in vitro çoğaltılması başarısızlıkla denendi (239).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

Habitat kaybına değinilmiştir. Bunun yanında kentleşme, aşırı otlatma ve orman yangınları nedeniyle tehdit altındadır (230, 231).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Akdeniz'in Sicilya ve Girit'in dağlık alanlarına özgü Tersiyer kalıntı türüdür. Saf meşcereler oluşturmaz ancak genellikle *Acer sempervirens*, *Cupressus sempervirens* ve *Quercus coccifera* ağaçlarıyla karışır (230, 231 ,232, 233, 235). G. Kıbrıs florasında tanımlanmış ancak ağaçlar bulunamamıştır (239, 240). Bolu-Seben'de bulunan fosil ormanında 18-19 milyon yıl öncesine ait zelkova ağaç fosilleri bulunmuştur (242).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

IUCN'nin kırmızı listesinde hassas grupta sınıflandırılır. In situ ve Ex situ olarak korunan uzun ömürlü bir ağaçtır. Dayanıklı odunu baston yapımında kullanılıyorken şu an toplanması ve ticaretinin yapılması yasaklanmıştır (230, 231).

**Bitki adı-13**

***Latince:*** *Quercus coccifera* L. ***Türkçe:*** Kermes meşesi, pırnal (258, 8), kermez meşesi, kırmız meşesi, taş meşesi, kızıl meşe, çaltı, pıynar, piynar, gökçe ağaç, pinar, bodur ağaç, dikenli pinar, dikenli pınar, dikenli pırnar, dikenli pıynar, pırnar, dikenli pinar, ilme, meşe, pelit, pıynar, pelit, pırnal, pırnal çalısı, bıldırcın, kesme, kesme ağacı, çıtır, meşe, çıtırgı, dikenli çalı, dikenli pınar, kara piynar, pinar, piynar, pelit, pınar, piner, çıtır, deli pinar, kara çıtır, kızıl çıtır, kızıl pıynar, kızıl pinar, kızılca pinar, pelit çıtırı, pinar çalısı, piynar (268).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-1600 m (92, 254, 260, 261) 1.000 m'den itibaren bozulmaya başlar (258).

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (92)

***Bakı:*** K, G, D, B (92, 259, 267)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (272)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 200-1500 (247)

***Sıcaklık (°C):*** Kışın –15°C'ye kadar dayanıklıdır. Yetişme alanında kurak yaz mevsimi 35 °C'nin üzerindedir ve ara sıra 40 °C'nin üzerine çıkar (258).

***Nispi Nem (%):*** Nem isteği bakımından kanaatkardır (267).

***İklim:*** Akdeniz iklim tipinin hâkim olduğu hemen her yerde gelişir. Deniz nemine, tuzlu rüzgârlara, kuraklığa ve yangına karşı çok dayanıklıdır (92, 244, 245). Adaptasyon gücü oldukça yüksek olan *Quercus coccifera* kıyı şeridinden iç kesimlere doğru geniş bir yayılış gösterir. *Q. ilex*, *Juniperus* spp., *Olea europaea*, *Chamaerops humilis* ve *Ceratonia siliqua* ile birlikte büyür (258, 260).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Değişik anakayalarda (andezit, kumtaşı, tüf, şist, gnays, kiltaşı, marn, konglomera, mikaşist, kil şist, çamurtaşı, kalker şist, marn, mermer, şeyl, fillit vb.) yetişir ancak kireçtaşı ağırlıklıdır (92, 247, 248).

***Tekstür:*** Kumlu balçık, balçık, killi balçık, kil, tozlu-killi balçık, tozlu balçık gibi ince, orta ve kaba bünyeli topraklarda yetişebilirler (244). Kilce zengin, kırmızı Akdeniz topraklarında yaygındır (92, 244, 247, 248).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 5,29-8,35 (92)

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Organik madde 0,100-18,054; Azot 0,009-0,967; fosfor orta-çok düşük, potasyum 14-935 ppm, kalsiyum 120-8400 ppm, magnezyum 31-1353 ppm, sodyum eser- 198 ppm. ölçülmüştür (92).

***Kireç (%):*** Eser- 80,24 (92). Kireci tolere eder (92, 244).

***EC (Tuzluluk) (%):*** %0,034-0,646 (92)

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** 2-3 m çalı veya ağaççık şeklinde olup 10 m'ye kadar boylanabilir (92, 244, 245, 249). Yoğun bir taç ile yuvarlak şekillidir (258).

***Yaprak:*** Herdem yeşil yapraklar dalın her tarafına dağılmıştır; oval veya geniş oval yapıdadır. Kenarları keskin testere dişli ve dikenli olup bazen düz bazen de ondülelidir. Boyutları 1.5-5 x 1-3 cm'dir (92).

***Çiçeklenme:*** Çiçeklenme zamanı Nisan- 5 Haziran (8).

***Tohum -Meyve:*** Meyve 2 yılda olgunlaşır, kupula küremsi veya geniş çan şeklinde, 10-20 mm çapındadır. Meyvenin 1/2-2/3 oranındaki kısmı kupuladan dışarı çıkmaktadır (92, 249). 1000 tane ağırlığı ort. 5500 g'dır. 230-350 fidan elde edilir. Tohum toplama zamanı kasım-aralıktır. 20-45 yaşlarında 2-3 (4) yılda bir tohum verir (8).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Kermes meşesinde tohumlar toplanır toplanmaz hemen ekilmeli veya soğuk hava deposunda bırakılmadan önce mutlaka soğuk katlamaya (4 °C) alınmalıdır. Katlama işlemi 120 gün sürebilir. Başarılı ikinci işlem ise, 30+90 gün soğuk saklama işlemidir. 120 günde çimlenme %80, 30+90 günde %60'lar seviyesindedir (264).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Eğridir Orman Fidanlığında çizgi ekimi yöntemi ile, 120 cm genişliğindeki yastıklarda, 5 ekim sırası yapılmış ve örtü materyali olarak 2:1 oranında kum+humus karışımı kullanılmıştır. Ekim derinliği 10-20 mm'dir (264, 8).

***Çimlenme:*** Çimlenme oranı %60-90 (8).

***Fidan Üretimi:*** 1-2 yaşlı fidan üretilerek kullanılabilir (8).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Örnek tüp harcı: %100 turbadan oluşan 1 metreküp harca 3-4 kg 2.0-1.2-1.6-0.3+ME (yaklaşık olarak, 2.00-0.52-1.28-0.24+ME eşdeğer oranlı) yavaş çözünen (8-9 ay) gübre x 0,5 kg kükürt eklenir. Bunun gibi 2 tip daha tüp harcı örneği mevcuttur (8).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Yayılış alanlarında derin ve taşsız topraklarda iyi gelişir (244). Kalker anakayanın büyük oranda yüzeye çıktığı alanlarda kaya çatlaklarında var olan fizyolojik toprak derinliği nedeniyle gelişmeleri için gerekli toprağı bulabilirler (92).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Toprak muhafaza (253,266), rehabilitasyon, yangın şeridi, rüzgâr perdesi amaçlı dikilebilen, aynı zamanda budamaya uygun bir peyzaj bitkisidir (258).

***Bakım:*** Her ne kadar kanaatkâr olsa ada fidanlar fidanlıkta açıkta aşırı sıcaklar ve çok düşük yağışlarda etkilenebilirler. Ot alma, çapa da önemlidir. Ayrıca fidanlara mikoriza aşılaması denenmiş ancak başarı sağlanamamıştır (270).

***Yapay Gençleştirme:*** Başka türlerde yapılan yapay gençleştirmelerde biyolojik çeşitlilik için korunmalı ve geliştirilmelidir (16).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** *Quercus coccifera* L.'nin katıldığı meşcerelerin çoğunluğunda kapalılık düşük (0,2-0,4) olup rehabilitasyona konu edilirler. Bu meşcerelerin rehabilitasyonunda genetik potansiyelinin azalması tehlikesine karşın bazılarının koruma alanı ilan edilmesi gerekmektedir. Genel olarak henüz tür bazında ağaçlandırma programlarına dahil edilmemiştir (278). Türkiye'de türün Denizli-Çameli orman işletmesinde 53,7 ha gen koruma ormanı bulunur (262). Ülkemizde bozuk kermes meşesi alanları içinde boşlukların

ağaçlandırması da dahil olmak üzere rehabilitasyon çalışmalarına konu edilmeye başlanmıştır (271).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Kök sürgünü ile üretilebilir. Açık alanda kurulan denemede; şubat ayında alınacak çeliklere herhangi bir işlem uygulanmadan çelikle üretilebilir (266).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Meşelerde aşı tutma oranının düşük olduğu söylenmektedir (14, 274). Kalem aşısının (İngiliz aşısı) meşe gibi zor aşılanan türlerde başarı ile uygulanabileceği iddia edilmektedir (12). Bu tür için denenmesi gerekir.

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Bazı meşe türlerinde (mantar meşesi, saplı meşe, sapsız meşe ve pırnal meşesi) denemeler yapılsa da (275, 276, 277, 293, 295) bu türde doku kültürüne rastlanmamıştır.

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

*Quercus coccifera* L.'nın mevcut ve gelecekteki yayılma alanlarının daralacağı tahmin edilmektedir. Otlatmanın düzenlenmesi, *Quercus coccifera* L. ormanlarının korunmasına yardımcı olabilir (341).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Akdeniz-Ege ve Marmara'nın maki topluluklarında tespit edilen türlerindendir (9, 243). *Quercus coccifera* L., Batı Akdeniz'deki *Quercus ilex* L.'in Doğu Akdeniz'deki vikaryantıdır. Batı ve Güney Anadolu'nun tamamında, ancak özellikle kıyı kesimlerdeki maki alanlarında ve orman altı örtüde görülen tür, iklimin izin verdiği ölçülerde İç Ege'ye doğru girer ve Türkiye'nin kuzey bölgelerinde de lokal olarak yer alır (92). Ege ve Akdeniz'in hemen her yerinde saf topluluklar oluşturduğu gibi, kızılçam ve fıstıkçamı ile karışık olarak da bulunur. Yunanistan'da çeşitli alanlarda kapsamlı, tam gelişmiş meşçereler mevcuttur. Karadeniz Bölgesi'nde Zonguldak, Giresun ve Tokat'ta lokal olarak bulunur (244, 245, 247, 249, 258).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Peyzaj değeri yanında baskın olduğu maki topluluklarında odun kömürü, yakacak odun fonksiyonları mevcuttur. Makaslanabilir. Odunu çok sert olduğundan "taş meşesi", orta çağda kabuklarına arız olan *Cerme ilicis* kermes böceğinin dişileri toplanarak bir çeşit boya elde edildiğinden "kermes meşesi" adıyla bilinir. Tohumları yenebilir. Tıpta ve kimyada kullanılır. Kuş ve sürüngenlerin önemli habitatlarını oluşturmaktadır. Yarı gölge-ışık ağacı karakteri gösterir ve yavaş büyür. Otlatmaya karşı dayanıklı olsa da Avrupa'nın bazı bölgelerinde insan faaliyetleri nedeniyle tehdit altındadır (243, 244, 245 ,247, 251,

252, 253, 255, 258, 8). Meşelerin bazı hastalık ve zararlılara genel hassasiyeti dışında ciddi bir böcek veya hastalık problemi yoktur (269).

**Bitki adı-14**

***Latince:*** *Quercus ilex* L. ***Türkçe:*** Pırnal meşesi, ak pırnal, karagan, pırnal, meşe, çalı meşesi, pinal, piynar pırnar, çakpelit, kaba piynar, gerpelit, kesme, kırtık, zıbırga, pilit, tavsanak (258, 268, 8).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** Akdeniz Havzası'nda 2000 m'ye kadar çıkabilen bu tür ülkemizde 0-520 m'dir. (Datça Yarımadasının üst kesimlerinde 1050-1120 m'ye çıkar) (288, 290).

***Eğim %:*** 1, 2, 3, 4 (288, 290)

***Bakı:*** K, KD, B, KB, D, az miktarda G (288, 290).

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 1, 2, 3, 4 (288, 290)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** Akdeniz Bölgesi'nde 384-1462 mm olup 250 mm'ye kadar tolere edebilir (280). Türkiye'de 605-1010 mm arasındadır (288).

***Sıcaklık (°C):*** Yöreye göre 14,1-19°C arasında (288). Tür, gölge, soğuk ve sıcak iklimleri tolere eder (280).

***Nispi Nem (%):*** Ortalama %62 (290). Nem isteği bakımından toleranslıdır (288, 289).

***İklim:*** Akdeniz Bölgesinin yaz kuraklığına ve yangına karşı oldukça dayanıklıdır (253, 256, 288). Sıcaklık isteği fazla olan bu tür kurak topraklarda yetişebilir. Soğuğa karşı hassas olduğundan donlardan zarar görür. Hava sirkülasyonu çok fazla olmayan kapalı vadilerde yetişir (244, 245).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Kalker, silis (244, 280).

***Tekstür:*** Kilce zengin, kırmızı Akdeniz topraklarının en yaygın olan türlerindendir. %18 den az kil içeren kumlu balçık topraklarda da yaygındır (244).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 6,79-7,9 (244, 287, 290)

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Organik madde 1.66 ± 0.30, Azot 0.09 ± 0.01, fosfor (ppm) 26.31 ± 7.87, potasyum (ppm) 344.33 ± 109.80 , Kalsiyum (meq/100g) 5.00 ± 0.69 , magnezyum (meq/100g) 1.80 ± 0.53, sodyum (meq/100g) 0.41 ± 0.03 (287).

***Kireç (%):*** Kireçli topraklarda yetişir (244).

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0.15-0.18 (291)

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** Boylu bir çalı veya 12-20 m'ye kadar boylanabilen, yuvarlak geniş tepeli herdem yeşil bir ağaçtır (249, 253, 257). Bazı bireyler 30 m yüksekliğe kadar çıkabilir (280, 292).

***Yaprak:*** Herdem yeşil (92,244, 281) yapraklar deri gibi sert, bazıları tam kenarlı, bazıları batıcı dişlidir. Üst yüzü parlak koyu yeşil, alt yüzü de sarımsı beyaz tüylüdür (281).

***Çiçeklenme:*** Çiçeklenme zamanı Nisan-5 Haziran (8, 280).

***Tohum-Meyve:*** Meyvelerin 2-3 tanesi bir arada, çoğunlukla saplıdır. Palamut dar, yumurta biçiminde ve 2-2,5 cm uzunluğundadır. 1 yılda olgunlaşır. Kadeh palamudun hemen hemen yarısını veya 1/3 oranındaki kısmını içeri almıştır (249). 1000 tane ağırlığı ort. 2500 g'dır. 230-400 fidan elde edilir. Tohum toplama zamanı ekim-aralıktır. 20-45 yaşlarında 2-3 (4) yılda bir tohum verir (8, 280). Tohum rutubetinin %50'den fazla olması önerilmiştir (265, 281).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Meşe tohumları serin, iyi havalanan ve zemini toprak yahut beton olan bodrumlarda ya da palamut barakalarında +6-8°C' yi geçmeyecek şekilde muhafaza edilebilir (263).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Ekim derinliği 10-15 mm'dir (8).

***Çimlenme:*** Çimlenme oranı %70-90 (8). Başka bir çalışmada Quercus ilex palamudu, lokasyonlara göre farklı oranlarda ve dönüşümlü sıcaklıkta (20/10 °C-65%) sabit sıcaklığa göre (20 °C- 60%) kıyasla daha iyi çimlendi. Ayrıca kökçük koparılmasının fiecik boyu, çağı ve kılcal kök sayısı üzerinde olumlu etkileri gözlemlendi (279).

***Fidan Üretimi:*** 1-2 yaşlı fidan kullanılabilir (8). Kök kesimi yapılmış fidanlar yapılmamış olanlara göre yaşama oranlarında bir değişim göstermezken çap-boy ve yan kök sayısı parametrelerinde daha iyi performans sergilemiştir (279).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** Örnek tüp harcı: %60-70 turba x %30-40 (3-5 mm) çam kabuğu karışımından oluşan 1 metreküp harca; 3-4 kg 2.0-1.2-1.6-0.3+ME oranlı yavaş çözünen (8-9 ay) gübre x 0.5 kg kükürt eklenir. Bunun gibi 2 tip daha tüp harcı örneği mevcuttur (8).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Yayılış alanlarında serbest drenajlı, iyi havalanabilen derin, taşsız topraklarda yayılmaktadırlar (244, 246). Derine inen gelişmiş bir kök sistemine sahiptir, toprak suyunu iyi çeker ve uygun koşullarda hızlı büyür ve toprak (244, 245,273). Dolayısıyla çok bariz kuraklık gösteren alanlarda bulunmaz. Killi yapıları dolayısıyla su tutma kapasiteleri iyi olduklarından bitki hayatı için elverişlilik taşır (290).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Kuvvetli rüzgârları ve hava kirliliğini tolere edebildiği için parklarda ve rekreasyon alanlarında genellikle çit olarak kullanılan, yaygın olarak tercih edilen budamaya uygun bir peyzaj bitkisidir (258, 289). Pırnal meşe toprak ve suyun korunmasında hayati bir rol oynar (279, 284, 285, 286). Güney İspanya'da yapılan suni gençleştirmede 1 yaşındaki fidan dikilen alanlar ekim yapılan alanlardan daha yüksek hayatta kalma oranı göstermiştir (287).

***Bakım:*** Ekimlerde tohumların toplandığı popülasyon, tohumların ayıklanması ve yaban hayvanlarından korunması önemlidir. Arazide sahanın korunması, fidanların yabancı ot alımı, çok kurak zamanlarda sulama önerilen bakım tedbirleridir (287).

***Yapay Gençleştirme:*** Güney İspanya'da ekim, 1 ve 3 yaşındaki fidanlar kullanılarak yapay gençleştirme gerçekleştirilmiştir. Ekim yapılanlarda orta düzeyde, 1 yaşındaki fidanlarda en yüksek ve 3 yaşındaki fidanlarda en düşük hayatta kalma oranı görülmüştür (287).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Yetişme alanlarında en savunmasız alanların çitle çevrilmesi ve bu alanlarda tarımsal genişlemenin sınırlandırılması dahil, iklim değişikliği ve diğer nedenlerle bozulmanın hâlihazırda meydana geldiği yerlerde rehabilitasyon uygulanmalıdır (279, 280). Türkiye'de türün gen koruma ormanı bulunmamaktadır (262). Rehabilitasyon hedeflerinin iyi saptanması ve ekimlerde tohumların korunması başarı sağlamada önemlidir (287). İtalya'da yapılan bir denemede kontrol ile tohumdan gençleştirme önemli bir korelasyon gösterdi (297).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

İtalya'da yaz kuraklığı ve kış sıcaklıkları farklı iki bölgede yapılan kesimlerde farklı sürgün gelişimleri gözlemlenmiştir (282), çelikle üretilebilir. İtalya'da yapılan bir denemede kontrole göre baltalık olarak kesim yapılan yerlerin gelişimi 2 yıl boyunca baltalık alanının yapısına göre değişim göstermiştir (297).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Anaç olarak kullanılmıştır (296), meşelerde aşı tutma oranının düşük olsa da (14, 274) denenmesi mümkündür.

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Bu türde, doku kültüründe başarı sağlanmıştır (293, 294).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

*Quercus ilex*'in geç Kuaterner dönemi dağılımı, ekolojik niş modellemesi ile incelenmiş ve gelecekteki dağılımı tahmin edilmiştir. RF algoritması, geçmiş ve gelecekteki dağılımlar için en iyi sonuçları vermiştir. İklim değişikliği senaryoları (RCP 4.5 ve RCP 8.5) altında, türün Akdeniz Havzası'ndaki dağılımında önemli daralmalar öngörülmektedir. Özellikle 2070 yılı için belirlenen bölgelerde uygun alanların azalması beklenirken, Anadolu'nun uzun vadeli sığınak rolü vurgulanmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği ile birlikte toprak tipi ve yükseklik gibi ek çevresel değişkenlerin de dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma, Anadolu'nun *Q. ilex* için kritik bir bölge olduğunu ve daha ayrıntılı moleküler çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır (342).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Akdeniz-Ege ve Marmara'nın maki grubunda yer alan türlerindendir. Türkiye'de daha çok Batı Akdeniz'de yayılış gösterir (9,243, 249). Doğal yayılışı, Portekiz, İspanya, Fas, Fransa, İtalya, Yunanistan, Ege adaları, Korsika, Cezayir ve Türkiye'yi kapsamaktadır. Ayrıca Tunus, İsrail ve Balkanlar'da rastlamaktadır. Batı Akdeniz bölümünde Yunanistan'da Kuzey Peleponez'e kadar *Quercus ilex* geniş yayılışa sahiptir (92, 249, 253, 257).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Işık ağacıdır (244, 245). Ahşap el aletlerinin yapımında, fıçı, mobilya ve inşaatta, yakacak odun, gıda, ecza ve kaliteli odun kömürü üretmek için kullanılır (247, 289, 290). Kuş ve sürüngenlerin önemli habitatlarıdır ve palamutları önemli bir besindır (255, 279). Ev içi kullanımlar, antropojenik arazi kullanımı, yangınlar, ticaret için acımasız toplama, odun kömürü, yakacak odun, aşırı otlatma, mantar enfeksiyonları ve iklim değişikliği vb nedenlerle düşük-orta etki tehdidi altındadır (280). Uzun ömürlü bir türdür, bazı bireylerin 1000 yılı geride bırakmıştır (280, 292).

**Bitki adı-15**

***Latince:*** *Pinus pinea* L. ***Türkçe:*** Fıstık çamı (298, 320), günar, kuner, küna, künar, küner, püste, topçam, şemsiye çamı, çedene (kozalağı) (322, 327, 331).

**Fizyografik Özellikler (Yeryüzü Şekli)**

***Yükseklik (m):*** 0-1000 (298, 316)

***Eğim %:*** 1, 2, 3 (314 ,331)

***Bakı:*** K, G, KD, GB (330,331)

***Arazi Yüzü Şekli (Reliyef):*** 2, 3, 4 (331, 332)

**Klimatik Özellikler (İklim)**

***Yağış (mm):*** 635.7 (Çanakkale)-1288.1 mm (Manavgat) (299)

***Sıcaklık (°C):*** Yıllık ortalama sıcaklık 11.4-18,7 °C'dir (299). Ege'de en düşük ve yüksek sıcaklıklar –17,5 °C (Manisa) ve 44,6 (Aydın ve Akhisar) ölçülmüştür (330).

***Nispi Nem (%):*** Nispi nemi yüksek (%60-80) olup Katrancı, Helvacı'da %58, Bartın'da %80,8 ölçülmüştür. Özellikle temmuz-ağustos aylarında su açığı olmamalıdır (298, 299, 329, 331).

***İklim:*** Tipik Akdeniz ağacı olan fıstıkçamı (322, 324) dona karşı hassastır (16, 298). Karasal iklimlere karşı duyarlı olup ısısı düzenli olan sıcak iklimleri sever (16). Kuraklığa dayanıklıdır (1).

**Edafik Özellikler (Toprak)**

***Anakaya-Ana materyal:*** Granit, gnays, mikaşist, volkan tüfü, kuvarsit, fliş, allüviyal, kum taşı, kum deposu (299, 301, 314). Taşlılık BC horizonunda %0,06-38,4 (Hekimbaşı/Elmalı) bulunmuştur (332).

***Tekstür:*** Kumlu toprakları sever, fazla killi, alt tabakası ıslak veya zaman zaman su altında kalan topraklardan kaçınır (299, 300) Kum, kumlu balçık, balçık, balçıklı kum topraklarda yayılır (314, 331).

***Toprak Reaksiyonu (pH.):*** 5,41-8,30 (314). Hafif asit-nötr (299, 301, 331).

***Organik Madde-Mineral İçerikleri (%):*** Organik madde 0,067-4,355; azot eser-0,23 (314), fosfor (ppm) 1.60- 2.60, potasyum (ppm) 25- 87, Kalsiyum (ppm) 2200-2500, magnezyum (ppm) 415-437, sodyum (ppm) 15-20 (331).

***Kireç (%):*** Eser-38,480 (314).

***EC (Tuzluluk) (%):*** 0,033-0,084 (331). Tuza karşı toleranslıdır (299, 301, 322, 328). Yer altı sularındaki tuzlulaşmaya karşı duyarlıdır (298).

**Biyolojik Özellikler**

***Boy (m):*** Gençken hızlı büyür. 15–30 m boy yapar. Düzgün bir gövdeye ve bu gövdeden dik olarak çıkan yatay duruşlu dallara sahiptir. Gençken yuvarlak, yaşlı hâlde dağınık şemsiye gibi bir yapıya sahiptir (298, 331).

***Yaprak:*** Herdem yeşil iğne yaprakları parlak açık yeşil renkli, 10–20 cm uzunlukta ve uç kısmı sivridir (298).

***Çiçeklenme:*** Bir cinsli ve bir evciklidir, tozlaşma rüzgârla gerçekleşmektedir (299).

***Tohum -Meyve:*** Kozalakları ve tohumu büyük) ve kozalakları kestane renginde, yumurtamsı veya yuvarlak 10–15 cm uzunluğunda, 6–10 cm genişlikte, çok kısa saplı ve genellikle reçinelidir. Tek veya iki tanesi karşılıklı dizilmiştir. Tohumları sert, soluk kırmızı, uzunca ters yumurta biçiminde, oldukça büyüktür ve 3. yılda olgunlaşır. Kozalaklar ocak-haziran arasında toplanır. Bol tohum yılları 3-4 yılda birdir. Üç yıllık kozalaklar aynı anda ağacın üzerinde görülebilir (298). 10 yıl sonra tohum vermeye başlar (331). 80-100 yaşlarına kadar tohum verimi devam etmektedir (299, 304, 305). Bir ağaç üzerinde 3 yıllık ürün bulunur (331). 1000 tane ağırlığı ortalama 750-780 gr'dır (8, 88). Bir adet kozalakta 60-80 adet tohum bulunur (330).

**Generatif üretim**

***Tohum Katlama/Saklama:*** Kabuklu tohumları +4 derece ve %6-8 rutubet ortamında 10 yıla kadar saklanabilmektedir. Kuruyarak açılan kozalaklardan tohumlar elde edilmektedir (299, 306). Genel olarak, tohumlar katlama işlemine tabi tutulmadan çimlenebilmektedir (316, 318).

***Tohum Üretimi ve Ekimi:*** Ekimden önce tohumların 24-48 saat arasında ılık suda bekletilmesi çimlenmeyi hızlandırır. Ekimlerinden önce böcek, kuş, kemiriciler ve mantar hastalıklarına (özellikle damping off) karşı, koruyucu önlemler alınmalıdır. Tohumlar fidan kaplarına veya torbalarına iki adet ekilmektedir. Ekimler mart-nisan ayları içerisinde gerçekleştirilir. 1,5-2 cm derinlikteki ekim derinliği uygundur. Kapatma materyali olarak, büyüme ortamı için kullanılan karışımlar, perlit, kum gibi ortamlar kullanılabilinir (299).

***Çimlenme:*** Ekimden önce tohumlar ön işlem olarak 1 gün suda bekletilir (8). Tohumları 28 günde çimlenmektedir. Tohumları oda sıcaklığında ve kurakça şartları olan ortamda en az iki yıl çimlenme yeteneğini korumaktadır (299, 306). Çimlenme oranı ortalama %80'dir (8).

***Fidan Üretimi:*** Orman fidanlıklarında fıstık çamı yetiştiriciliğinde 10 x 25 cm, 13 x 25 cm ebatlarında polietilen torbalar kullanıldığı gibi farklı ebat ve şekillerde sert plastikten yapılmış fidan kaplarında kullanılmaktadır.1+0 yaşlı fidanlar dikim için uygundur. Çıplak köklü fidan dikilecekse kökü kesinlikle açıkta bırakılmamalıdır (299, 331).

***Tüp Harcı-Gübreleme:*** %50+organik gübre %20 +perlit %20+orman toprağı %10 karışımı, turba (%90)+orman toprağı (%10) karışımı ve toprak %30+humus %25+torf %25+koyun gübresi

%10+volkan curufu %10'nun oluşturduğu karışımlar da gerçekleşmiştir (299, 307).

***Toprak Özellikleri ve Hazırlığı:*** Geçirgen kumlu, gevşek toprakları severler (298, 299). Akdeniz ikliminde yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa iyi adapte olabildiği ifade edillse de yılda 400 mm yağıştan daha az olan yerlerde önerilmemiştir (316, 322, 325). Kum içeriğinin %60-80 olması, strüktür açısından, kök yayılışını engelleyen hava-su-besin dengesini bozan tane dizilişi ve/veya geçirimsiz bir tabakanın olmaması, vejetasyon dönemini de kapsayacak şekilde, etkili kök derinliğinde nem açığının olmaması, mutlak toprak derinliğinin 100 cm'den fazla olması, taban suyunun etkisi altında bulunan sahalarda, taban suyu seviyesinin 150 cm'den yukarıda olmaması önemlidir (16, 331). Bitki besin maddesi bakımından kanaatkardır (1).

***Ağaçlandırma Ekim-Dikim:*** Kumul alanlarının stabilizasyonunda, rüzgâr perdesi tesislerinde ve toprak koruma, ekosistem restorasyonu gibi amaçlarla ağaçlandırmaları yapılmaktadır (299, 302, 303, 322). Özel ağaçlandırmalarda da yaygın olarak kullanılan bir türdür. 8-10 yaşından sonra ekonomik olarak işletilmeye başlanmakta ve 80-100 yaşına kadar fıstık üretimine devam edilmektedir (298). Orijin denemesi çalışmalarına 1996 yılında başlanmıştır. 6 x 6 m aralık ve mesafesi ile çap-boy ve yaşama oranları takip edilmektedir. 10 yıllık verilere göre orjinler arasında farklılıklar tespit edilmiştir (315). Ağaçlandırma çalışmaları ile tesis edilen toplam fıstıkçamı alanı ise yaklaşık 59.150 hektardır (322, 326).

***Bakım:*** Fidanlıklarda sulama işlemi çimlenme gerçekleşene kadar her gün öğle saatlerinde, çimlenmeden sonra ise sabah erken saatlerde veya akşamüstü geç saatlerde fidanların ihtiyacı kadar verilmelidir. Güneşin zararlı etkilerine karşı fidanlar temmuza kadar telislerle gölgelendirilerek siperlenebilir (299). Ağaçlandırma sahalarında kültür bakımı çalışmalarının entansif bir şekilde yapılması önemlidir (322). İster suni yolla ister tabii yolla gelsin meşcerede bakım müdahaleleri sırasında hektarda 100-120 adet gelecek (istikbal) ağacı bırakılması yeterlidir (16). Fıstıkçamında budama sadece kozalak verimi ve çap ve boy gelişimini artırmak için yapılmaktadır (313). Fıstıkçamı 2-2,5 m boya ulaştıktan sonra budama işlemine başlanır. Budamalar "alt dal budaması" veya "taç (tepe) budaması şeklinde yapılır (331).

***Yapay Gençleştirme:*** Yapay gençleştirme (ekim, dikim) metoduyla gençleştirilebilir. Dikimlerde işletme amacına göre tohumdan elde edilen 1+0 yaşlı fidanlar ile 6,00 x 3,00, 6,00 x 6,00 ve 10,00 x 10,00 m aralık-mesafeler kullanılır. 40-50 yaşlarından sonra ağaçlar arasında 10,00 x 10,00 m aralık-mesafe bırakılması uygundur (16, 88). Toprak türüne göre yapılacak iyi bir toprak işleme ile kurulan plantasyonların oldukça iyi gelişme gösterdiği gözlemlenmiştir (316). Don ihtimali yüksek rakımlarda siper altında gençleştirme yoluna gidilir (88).

***Doğal Gençleştirme-Rehabilitasyon:*** Tipik bir ışık ağacı olması dolayısıyla, yan siper bile tepe gelişimi ve kozalak verimini olumsuz etkilenmektedir. Vejetasyon dönemi içindeki donlara hasssastır (16). Fıstıkçamı meşcereleri genel olarak başarılı doğal gençleştirme yapılabilecek özelliklere sahiptir (314). Ancak ülkemizde tohumlarının köylülerce toplanması ve zararlısının çok olması dolayısıyla suni

gençleştirme daha çok uygulanmaktadır (16). Tabii gençleştirme uygulanacak yerlerde kozalak hasadı yapılmaz, toprak işlemesi yapılır, gelen gençliklerin üzerindeki yaşlı meşcere 1- 2 yıl içinde boşaltılarak gençleştirme tamamlanır (16). İspanya'da fıstıkçamlarının gençleştirilmesinde büyük saha siper işletmesi ve grup seçme işletmesi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu türde hazırlama kesimi, tohumlama kesimi yoktur; bir ışık kesimi yapılabilir ya da sadece boşaltma kesimiyle alan boşaltılmış olur. Genç ve orta yaşlı doğal ormanlarda sıklığın fazla olduğu yerlerde bakım çalışması yapılarak tepe çapı geliştirilmelidir (88, 314, 316, 317). Fıstıkçamlarının yangın sonrasında, çok sayıda gençleştirme sürgünü vererek toparlanma ve hayatta kalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (321). Çoğunlukla saf meşcereler kurar, genetik olarak çok üniform ve diğer çam türleriyle hibrit yapmaz (322, 323).

**Auto vegetatif ür.**

***(Çelik-Daldırma, Rizom-Soğan-Yumru, kök sürgünü vb.):***

Çelikle üretim çalışmalarında köklendirme gerçekleştirilememiştir (299, 308). Bitki büyüme düzenleyici kombinasyonları ile sürgün çeliklerinin köklenmesi değişik çalışmalarda farklı sonuçlar alınmıştır (299, 308, 311, 312).

**Hetero vegetatif ür.**

***(Aşı):***

Aşı ile üretim, arazide 5-6 yaşlı ağaçlarda veya fidanlıklarda 2-3 yaşlı fidanlar üzerinde yarma aşı tekniği ile yapılabilmektedir. Aşı kalemi alınacak ağaçların 20-25 yaşında olması gerekmektedir (299, 309, 310). Aşılama yoluyla kızılçam ağaçlarından da fıstık çamı üretilebilir (298). Dikimlerde yarma veya daha başarılı olan yanaştırma aşı yöntemi ile aşılanmış fidan kullanımı, erken yaşta ve bol kozalak üretimi için önerilir (319).

**Micro vegetatif ür.**

***(Doku kültürü):***

Mikro üretim yöntemleri ile yetiştirilmede köklenme sağlanamamıştır (299).

**İklim değişikliği**

***İklim Değişikliğinden Etkilenme Durumu: (Analizler)***

*Pinus pinea* L.'nın iklim değişikliği nedeniyle Türkiye'deki coğrafi dağılımında (özellikle batı ve güney kesimlerinde) ve habitatında kayıplar beklenmektedir. Bu türün korunması için en uygun ağaçlandırma alanlarına öncelik verilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği, ekosistemler üzerindeki olumsuz etkileriyle biyolojik çeşitliliğin kaybına yol açmakta, bu nedenle kapsamlı çalışmaların yapılması önem taşımaktadır (343).

**Yayılışı**

***Yayılış Alanları:***

Ege, Akdeniz sahilleri, Portekiz, İspanya, İtalya, Girit ve Türkiye'de yayılış gösteren çam türüdür. Türkiye'de geniş yayılışını Ege, Marmara ve Akdeniz

bölgelerinde yapar. En yoğun bulunduğu yöreler İzmir-Bergama (Kozak) ve Aydın-Koçarlı ve Muğla dolaylarıdır. Ayrıca Türkiye'nin birkaç ilinde lokal yayılış gösterir. Yaklaşık 100.000 hektar alanda saf ya da kızılçam ile karışık bulunur ve 33742 ha'lık alanı doğaldır (298, 299, 322, 329, 331).

**Notlar**

***İlave Bilgiler:***

Muğla-Yatağan'da 149 ha ve Artvin'de 188 ha olmak üzere 2 adet gen koruma ormanı bulunur (262). Kozalaklarından çıkan çam fıstığı besin olarak tüketilmektedir ve en önemli odun dışı orman ürünlerindendir. Işık ağacıdır. Atmosferik kirliliğe duyarlıdır. Yangın sonrası sürgün verme kapasitesi yüksektir. Fıstıkçamının, tohumundan, odunundan, kabuğundan, reçinesinden gıda ve kimya sanayi yararlanmaktadır. Fıstıkçamı yuvarlak ve estetik tepe tacıyla güzel bir park ve peyzaj ağacıdır (298, 299, 322). Odun, reçine ve tohum (çam fıstığı) üretimi esas alınır. Ülkemizde 90-100 yaşından sonra tohum hasılatı düşmekte ve odun evsafı bozulmakta olduğundan idare müddeti (kesim yaşı) 100 yıl olarak belirlenmiştir (16, 88). Yangın, dikim sahalarında otlatma, bazı mantar ve böcekler bu türde karşılaşılan sorunlardır (331). Derine giden kazık kök sistemine sahiptirler (298, 299).

# Ek Tablo Kaynakları


1. Cnristoforidi, I., Collaros, D., Manios, T., Daliakopoulos, N. I. 2022. Drought and Salt-Tolerant Plants of the Mediterranean and Their Diverse Applications: The Case of Crete. Land 2022, 11, 2038. https:// doi. org/ 10.3390 /land11112038.
2. Wikipedia, 2021. Doğu akçaağacı. *Vikipedi, Özgür Ansiklopedi*. url:https://tr.wikipedia.org/w/index. php?title=Do %C4 %9 Fu ak% C3%A7aa %C4%9Fac%C4%B1&oldid=26388110. Erişim tar ihi: 15.06.2023.
3. Ata, C. 1995. Silvikültür'ün Temel Prensipleri. Bartın Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No:1
4. Öztürk, S. 2016. Türkiye'de doğal yayılış gösteren akçaağaç (*Acer*) türlerinin bazı botanik özellikleri.
5. Yaltırık, 1971. Yerli Akçaağaç (A*cer* L.) Türleri Üzerinde Morfolojik ve Anatomik Araştırmalar. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No:179-1661. İstanbul.
6. Radaiou, P., Daskalakou, D. N., Goudelis, G., Thanos, C. A., 2016. Germination Behaviour Study Of The Natıve, Evergreen Maple (*Acer sempervirens* L.) Seeds. 8. Congress Of The Hellenic Ecological Society. Aristotle University of Thessaloniki.
7. Kösa, S., Karagüzel, O., 2020. *Acer sempervirens*'in Görsel ve Morfolojik Özellikleri ve Bu Özelliklere Ekolojik Faktörlerin Etkileri. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. Eylül, 34 (Özel Sayı/Special Issue), s. 21-44.
8. Gültekin, H. C. 2014. Önemli Orman Ağaçlarının Fidan Üretim Teknikleri. Orman Genel Müdürlüğü, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü. Çeşitli Yayınlar Serisi No: 26-274. ISSN 1300-395X. İzmit.
9. Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı, ISBN: 978-975-93943- 8-7, İstanbul.
10. OGM, 1996. Orman Fidanlıklarında Teknik Çalışma Esasları. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları. Çeşitli Yayınlar Serisi, No:1. Ankara.
11. Anonim, 1994. Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı 10.10.1994 tarih ve E.P.1.07.0/778 sayılı Orman Bakanlığı Oluru ve "Dikimde kullanılacak aralık-mesafeler" cetveli.
12. Anonim, 2023. Kazaz, S. Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Ders Notları. ZBB 306 Kodlu Sunu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
13. Demirhan, İ. 2008. Akçaağaç ve porsuk ağacı üretimi. https ://www.kemankes.com/makaleler/?yazar=ilkaydemirhan&makale=84.Kemankeş Portalı.
14. Anonim, 2011. Süs bitkilerinde aşı-1. https ://bitkitohum. blogspot.com/2011/03/sus-bitkilerinde-as.html. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
15. Güney, D. 2020. Ağaçlandırma Tekniği. KTÜ Sunu. Trabzon.
16. OGM, 2014. Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları. Silvikültür Daire Başkanlığı. 298 No.lu Tebliğ.
17. Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S. 2014. Kuyucak monumental cretan maple (*Acer sempervirens* L.) (Burhaniye-Balıkesir-Turkey) Elseiver.

Procedia- Social and Behavioral Sciences 120. 547 – 556. The 3rd İnternational Geograpy Symposium. GEOMED-2013.

18. Davis, P. H. 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands.Volume 2, Edinburg Univ. Press. Edinburg.
19. Anonim, 2022. Canlıgaste. Laboratuvarda bitki klonlayan akademisyenler, fide üretim sürecini kısalttı. https ://www. canligaste. com /laboratuvarda-bitki-klonlayan-akademisyenler -fide-uretim-surecini-kisaltti /190098/. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
20. Anonim, 2023 Bitki Doku Kültürü A. Ş. biyofidan. https ://www.biyofidan.com.tr/urun-kategori/sus-bitkileri. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
21. Wikipedia, 2022. Koca yemiş. *Vikipedi, Özgür Ansiklopedi*. Erişim Tarihi 10.53, Haziran 18, 2023 urlhttps: //tr.wikipedia.org /w/index. Php?title=-Koca_yemi %C5%9F& oldid= 27936920.
22. Anonim, 2023. Karaca-Tıbbi Bitkiler. Kocayemiş-*Arbutus unedo* L. https://www. Karacatibbibitkiler.com.tr/ kocayemis-67. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
23. Anonim, 2023. Evrim Ağacı. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) https://evrimagaci. org/tur/ arbutus-unedo-1699. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
24. Sakaldaş, A. 2012. Çanakkale doğal florasında bulunan kocayemiş (*Arbutus unedo* L.)' in pomolojik fenolojik ve biyokimyasal özelliklerinin aylık değişimlerinin incelenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, Türkiye, 56s.
25. Pekdemir, M. 2010. Espiye ve Bulancak ilçelerinde (Giresun) yetişen kocayemişlerin (*Arbutus unedo* L.) fenolojik ve pomolojik özellikleri. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ordu, Türkiye, 67s.
26. Anonim, 2023. Evrim Ağacı. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) https:// evrimagaci. org/tur/ arbutus-unedo-1699. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
27. Anonim, 2023. Weeds of Australia. *Arbutus unedo* L. https:// keyserver.lucidcentral.org/weeds/data / media /Html /arbutus_unedo.htm. Erişim Tarihi: 17. 06. 2023.
28. Anonim, 2022. How to grow and care for the Strawberry Tree https: //www. thespruce.com/ strawberry-tree-arbutus-unedo-3269240.Erişim ta rihi: 17. 06. 2023.
29. Raytop, T. 2007. Türkiye Bitki Adları Sözlüğü. Atatürk Kültür Yüksek Kurumu, TDK Yayınları. Ankara.
30. Günal, N. 1997. Türkiye'de Başlıca Ağaç ve Çalı Türlerinin Yöresel Adları. Öneri. C. 2, S.7, ss. 31-41.
31. Christman, S. 2011. *Arbutus unedo*. http://www. Floridata.com/ref/A/arbu_une.cfm. Erişim Tarihi: 19.06.2023.
32. Çelikel, G. 2005. Sinop İli ve Samsun'un Yakakent İlçesinde Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) Seleksiyonu. O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
33. Edward, F. G., Dennis, G.W., 1993. *Arbutus unedo.* http. hort. ifas.ufl.edu˜trees.AR.
34. Köse, H., 1998. Studies on the germination of some woody ornamental plants in the Turkish flora. 1. *Arbutus unedo* L. and *Arbutus andrachne* L. Anadolu. 8(2):55- 65.
35. Tilki, F., 2004. Improvement in seed germination of *Arbutus unedo* L. Pakistan Journal of Biological Sciences. 7(10):1640-1642.

36. Scortichini, M., 1986a. Minor fruits of the Mediterranean ecosystem. Rivista-diFruitticoltura-e-di-Ortofloricultura. 48:6-7.
37. Chıarucci, A., Pacını, E., Loppi, S., 1993. Influence of temperature and rainfall on fruit and seed production of *Arbutus unedo* L. Botanical Journal of the Linnean Society. 111:71-82.
38. Cai-Huang, Cai-H., 1997. The cultural practises for high and top quality production of Arbutus fruit trees. China Fruits. 3:48 [Cab. Abst. 1998, 980301547].
39. Jıhua, H., Zuyou, L., Tıanrong, X., Xıanjun, Z., 1997. Study on the characteristics of flower formation and fruit set of Dongkui arbutus variety in western part of Hubei. South China Fruits. 26(5):33-34.
40. Gucci, R., Massai, R., Casano, S., Gravano, E., Lucchesini, M., 1997. The effect of drought on gas exchange and water potential in leaves of seven Mediterranean woody species. Forestry Sciences. 42: 225-231.
41. Soro, A., Paxton, R. J., 1999. Strawberry Tree: a signifikant source of nectar around the Mediterranean basin. Bee World. 80 (3):140-144.
42. Karam, N. S., Al-Salem, M. M., 2001. Breaking dormancy in *Arbutus andrachne* L. seeds by stratification and gibberellic acid. Seed Science and Technology. 29 (1):51-56.
43. Genç, M. 2020. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Yetiştiriciliği. Musa Genç Kitaplığı. Bilimsel Yayınlar. E- Kitaplar Serisi. No: 7. Giresun.
44. Güler, S., Bozdoğan, E., Burğut, A. 2017. Peyzaj Tasarımında Alternatif Bir Meyve Ağacı: *Arbutus unedo* L. Bahçe 46 (Özel Sayı 1: V. Uluslararası Katılımlı Üzümsü Meyveler Sempozyumu): 215–222.
45. Şenyurt, M., Bak, T., Karadeniz, T. 2011. Kocayemişin (*Arbutus unedo* L.) Çelikle Çoğaltılması. VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Bahçe Bilim Yayın 2 (1):493–496.
46. Sülüsoğlu, M., 2012. Development of a Rooted Cutting Propagation Method for Selected *Arbutus unedo* L. Types and Seasonal Variation in Rooting Capacity. J. of Agr. Science; 4(11): 216–225.
47. Wikipedia, 2023. *Arbutus unedo*. *The Free Encyclopedia*. Retrieved 12:58, June 20, from https://en.wikipedia. org/w/index.php? title= Arbutus_unedo &oldid= 1157618904
48. Durul, M. S., Çavuşoğlu, A., Erkal, S. 2011. *Arbutus unedo* L. (Strawberry tree) selection in Turkey Samanli mountain locations. Journal of Medicinal Plants Research Vol. 5 (15), pp. 3545-3551, 4 August.
49. Memiş, S. 2018. Kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) Genotiplerinin İn Vitro Çoğaltımı. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı ABD Yüksek Lisans Tezi.
50. Wikipedia, 2023. Keçiboynuzu. *Vikipedi, Özgür Ansiklopedi*. https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title =Ke%C3%A7iboynuzu &oldid=297 40443. Erişim Tarihi 21.06.2023.
51. Batlle, I. and Tous, J. 1997. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Rome.
52. Vinterhalter, D., Grubisic, D., Bojovic-Cvetic, D. and Budimir, S. 1992. Lentical hypertrophy in shoot cultures of *Ceratonia siliqua* L. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 31: 111-114.
53. Rankou, H.; M'SOU, S.; Chadburn, H.; Rivers, M.C.; Ouhammou, A.; Martin, G. 2017. *"Ceratonia siliqua"*. he IUCN Red List of Threatened

Species. *doi:10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T202951A11282325 4.en.*

54. Tolay, 1987. Yapraklı Tür Orman Ağaçları Fidanlık Tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı *Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten. No:140. İzmit.*
55. Gültekin, H. C., 2008. Yabanıl meyveli ağaç türlerimiz ve fidan üretim teknikleri. Çevre ve Orman Bakanlığı, AGM, Fidanlık ve Tohum İşleri Daire Başkanlığı Yayınları. ISBN 978-605-393-000-6.
56. *Şahin M., Sabuncu, R., Cengiz, Y.* 2004. Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L.) yetiştirilmesi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten, 0(21), 1- 41.
57. Battle, L., Tous, J. 1997. Carop Tree (*Ceratonia siliqua* L.) Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.17. pp:78 Institute of Plant genetics and Crop plant Research, Gatersleben/ International Plant Genetic resources Institute, Rome, ITALY.
58. Correıa, P.J., Martıns-Loucao, M. A. 1993. Effect of N-Nutrition and Irrigation on Fruit Production of Carob (*Ceratonia siliqua*). Physıologıa Plantarum, Vol:89, Iss:3, pp:669-672.
59. Anonim. 1991. Orman Ağaç, Ağaççık ve Çalı Tohumları Deney Metotları, Standard No: 3404, Ankara.
60. Sebastıan, K. T., McComb, J. A. 1986. A Micropropagation System for Carob (*Ceratonia siliqua* L.). Scientia Horticulturae, Vol:28, Iss:1-2, pp:127-131.
61. Alorda, M., Estades, J., Galmes, J., Medrano, H. 1987. Promotion of Rooting in Carob Cuttings. Gartenbauwıssenschaft, Vol:52, Iss:1, pp:31-34.
62. Yıldız, A. 1995. Keçiboynuzunun (*Ceratonia siliqua* L) Değişik Yöntemlerle Çoğaltılması Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi s:195-197. Adana.
63. El-Shatnawi M. K. J., Eriifej K. I. 2001. Chemical composition of livestock ingestion of carob (*Ceratonia siliqua* L.) seeds. Journal of Range Management. 54: 669–673.
64. Yılmaz, M. Y. 2009. Keçiboynuzu suyu üretim teknolojilerinin geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 70.
65. Battle, I. 1997. Akdeniz Bölgesi'nde Keçiboynuzu Ağacının Günümüzdeki Durumu ve Yayılma Olanakları (T. Yıldırım Çeviri). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi. Sayı:3-096 ISSN:1300-8579.
66. Taşlıgil, N. 2011. Keçiboynuzu'nun Coğrafi Yayılışı ve Ekonomik Özellikleri. ODÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi ISSN: 1309-9302 http://sobiad.odu.edu.tr. Cilt: 2 Sayı: 3.
67. OGM, 2020. Keçiboynuzu Bahçe Tesisi Projesi Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi.
68. Keleş, H.,2015. Mersin Yöresi Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.) Popülasyonlarında Tohum-Meyve Verimi *İle Büyüme Özellikleri Etkileşimi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.*
69. Koçak, Z. 2011. Doğu Akdeniz'de harnup ve zeytin kök bölgesi topraklarının kimi kalite parametrelerinin belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
70. Günal, N. 1999. Keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua* L.)'nun *Türkiye*'deki Coğrafi Yayılışı, Ekolojik ve Floristik Özellikleri, Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 2, s. 60 – 74, 1998 – 1999, İstanbul

71. Wikipedia, 2021. Erguvan. *Vikipedi, Özgür Ansiklopedi*. url:htt ps://tr.wikipedia.org/w/index.php?-title=Erguvan&oldid=26569785. Erişim Tarihi: 23.06.2023.
72. Anonim, 2019a. Erguvan Ağacı. https:// web.archive.org /web/20190217084910 /https://www.agac.gen.tr/erguvan-agaci.html. Erişim Tarihi: 23.06.2023.
73. Anonim, 2019b. Erguvan Bakımı. https: //web.archive.org /web/ 20190217030322 /https://www.cicekal. net/blog /tag/erguvan-agaci-hakkinda-bilgi/. Erişim Tarihi: 23.06.2023.
74. Anonim, 2023. *Ceratonia siliqua*. http: // vanher baryum.yyu. edu.tr /flora/ azortandir /cercissisi/ index.htm Erişim Tarihi: 23.06.2023.
75. Yılmaz, G.; Yıldız, K. 2020. Bazı önemli dış mekân süs bitkilerine ait yeşil çeliklerin köklenme performansı. Akademik Ziraat Dergisi, ISSN: 2147-6403 e-ISSN: 2618-5881 DOI: http://dx.doi.org/10.29278/azd.724665. 9 (2), 373-380.
76. Davis, P. H., (Ed.) 1970. "Flora of Turkey and The East Aegean Islands", Volume: 3, Edinburgh University Press, Edinburgh (1970).
77. Yücel, E, 2005. "Ağaçlar ve Çalılar", ISBN 975-93746-2-5., Eskişehir.
78. *Çolak, A.* M, 2004. "Dış Mekân Süs Bitkileri Yetiştirilmesi, Düzenlemesi ve Bakımı" Ekoloji Magazin (Doğa Çevre ve Kültür Dergisi) 4, 26-30.
79. Baytop, T, 1984. Türkiye'de bitkilerle tedavi, İ.Ü. Yayınları, No: 3255, İstanbul.
80. Yaşar, Ü. 2009. *Cercıs sılıquastrum* L. subsp. sılıquastrum (Fabaceae)' un *Ağır* Metal Kirliliğinde Biomonitor Olarak Kullanımı. M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD. Doktora Tezi.
81. Amer, J., Jaradat, N., Hattab, S., Al-hihi, S., Juma'a, R., 2019. Traditional Palestinian Medicinal Plant *Cercis siliquastrum* (Judas Tree) Inhibits the DNA Cell Cycle of Breast Cancer – Antimicrobial and Antioxidant Characteristics. Eur J Integr Med. 2019, 27, 90–96, doi: 10.1016/j.eujim.2019.03.005.
82. Sönmez, S. 1996. Havran Çayı-Bakırçay Arasındaki Bölgenin Bitki Coğrafyası. İ. *Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türkiye Coğrafyası ABD. Doktora Tezi.*
83. Ellialtıoğlu, Ş. 2019. Bahçe Bitkilerinde Çoğaltma Teknikleri. AÖF Yayınları. Bahçe Tarımı-I, Yayın No: 1369/2372. E-ISBN 978-975-06-3219-8.
84. Anonim, 2023. Çiçeksepeti. https://www.ciceksepeti.com/tuplu-erguvan-agaci-fidani-4-yas-150-200-cm-kc5314871. Erişim Tarihi: 24.06.2023.
85. Wikipedia, 2023. *Juniperus oxycedrus*. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. From https:// en.wikipedia .org/w/ index .php ?title = Juniperus _ oxycedrus&oldid=1157291167. Erişim Tarihi: 25.06.2 023.
86. Anonim, 2023, Flora Anatolica, Katran Ardıcı *Juniperus oxycedrus*. https:// floranatolica.com / eukaria/ gui/species. php? ID=339. Erişim Tarihi: 25.06.2023.
87. Vilar, L., Caudullo, G., de Rigo, D., 2016. *Juniperus oxycedrus* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e013abb+.
88. Ata, C. 1995. Silvikültür Tekniği. Bartın Orman Fakültesi Yayınları. Yayın No: 3-4.
89. Alım, E., Kavgacı, A. 2017. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda diken ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) fidan yetiştirme sıklığının fidan morfolojisine etkileri. Ormancılık Araştırma Dergisi 2017, 4:1, 01-11 DOI: https ://doi. org/10.17568 /ogmoad.309242.

90. Gültekin, H. C., 2007. Türkiye Ardıç (*Juniperus* L.) Türlerinin Ekolojisi ve Silvikültür Teknikleri, TMMOB Orman Mühendisleri Odası, Yayın No: 27.
91. Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E., 1990. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında kalite sınıflarının belirlenmesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 240.
92. Özel, N., Albayrak, A. N., Altun, N., Öner H. H., Akbin, G. 2006. Ege Bölgesi maki alanlarında bitki toplumları ile yetişme ortamları arasındaki ilişkiler. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:31; Bakanlık Yayın No:32; Müdürlü Yayın No:40. ISSN 1300-9508, İzmir.
93. Demirbaş, A. Z. 2010. Süs Bitkileri Yetiştiriciliği. Samsun Valiliği, İl Tarım Müdürlüğü Yayınları. Samsun.
94. Şirin, U., Tekintaş, F. E., 2004. *Juniperus oxycedrus* subsp. macrocarpa Çeliklerinde Adventif Kök Oluşumunun Anatomik ve Histolojik Olarak İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 41- 45, Aydın.
95. Şahin, M. E., 1985. Bazı Ardıç Türlerinin Çelikle Üretim İmkanları Üzerinde Bir Gözlem. Orman Mühendisligi Dergisi, Sayı 5, s. 49-51.
96. Anonim, 2023. Kazaz, S. Tasarım Bitkileri Yetiştiriciliği Ders Notları. ZBB 106 Kodlu Sunu. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Ankara.
97. Anonim, 2017. Defne (*Laurus nobilis* L.) Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, El Kitapları Dizisi. 60 s.
98. Baktır., İ. 1991. Ağaçlar ve Çalılar, Akdeniz Üniversitesi Yayın No: 39, Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya.
99. Kayacık., H. 1963, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü Yayın No: 986, O.F. Yayın No: 93, 152s, İstanbul.
100. Lewis., Y.S. 1984, Spices and Herbs for The Food Industry, Food Trade Press, Orpington, ISBN: 900379, England.
101. Wikipedia, 2023. Akdeniz defnesi. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. Erişim Tarihi 09.01, Temmuz 10, 2023 url: https:// tr. Wikipedia.org/w/index .php?title= Akdeniz defnesi &oldid=29433850.
102. Atalay. İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Orman Bakanlığı Yayın No: 163. İzmir.
103. Chrıstodoulakıs, Ns., Fasseas, C., 1990. Air Pollution Effects on the Leaf Structure of *Laurus nobilis*, An Injury Resistant Species. University of Athens. Institute of General Botany. Athens.
104. Akman. Y. 1995, Türkiye Orman Vejetasyonu, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 346 s, Ankara.
105. İbaoğlu, A. K., 1998. "Defne (*Laurus nobilis* L.) Yaprağından İzole Edilen Yüksek Hidroskopluğa Sahip Pigmentlerin Yaprakta "Hidrosentez" Yapma Olasılığı. XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi. 7-10 Eylül 1998. Samsun. Cilt II, 104-115 s.
106. Hepaksoy, S. Kara, S., 1992. Meyvecilikte Perlit Kullanımı, Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, s. 152-157, İzmir.
107. Tüzel, Y. Eltez, R.Z., 1992. Perlitin Tohum Çimlendirme Ortamı Olarak Sera Sebze Üretiminde Kullanım Olanakları Üzerinde Bir Araştırma, Türkiye 1. Tarımda Perlit Sempozyumu, 29-30 Haziran 1992, E.Ü. Atatürk Kültür Merkezi, İzmir.
108. Anonim, 2008. Batı Anadolu'da Defne (*Laurus nobilis* L.) Yayılış Alanlarının Yetişme Ortamı

Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Teknik Bülten No: 39, Bakanlık Yayın No: 329, Müdürlük Yayın No: 52, Urla- İzmir.

109. Parlak, S. 2009. Defne (*Laurus nobilis* L.)'nin Çelikle Üretilmesi. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, (2009), Teknik Bülten No 42, Bakanlık Yayın No 56, Müdürlük Yayın No 376: Urla- İzmir.
110. Göker., Y. Acar., İ. 1983. Orman Yan Ürünlerinden (*Laurus nobilis* L.) Akdeniz Defnesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 33, Seri: B, Sayı:1, 124-140s, İstanbul.
111. Parlak, S. 2008. Defne (*Laurus nobilis* L.)'nin kaplı fidan üretimi ve arazideki dikim başarısını etkileyen faktörler. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten No: 40, Bakanlık Yayın No: 328, Müdürlük Yayın No: 53, Urla- İzmir.
112. Babaev, M. M., 1969. Time and Depth of Planting *Laurus nobilis* Seedlings in The Caspian Subtropics of The U.S.S.R Subropt Kultury Anaseuli (102-6), Russian.
113. Ebanoidze, N. E., 1997. No-Waste Technology and Equipment for Laurel Production, Traktoryi Sel'skokhozyaistvennye Mashiny (No. 1) :30-32.
114. Boza, A., Altun, G., Z. 2013. Defnenin (*Laurus nobilis* L.) doku kültürü yöntemiyle üretilme olanakları. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayınları, Teknik Bülten No: 53, ISSN 1300-9508, Müdürlük Yayın No: 71, İzmir.
115. OGM, 2016. Defne Eylem Planı (2016-2020)
116. Wikipedia, 2023. Menengiç. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.wikipedia.org/ w/index.php?title= Menengi % C3%A7&oldid=29 596552. Erişim Tarihi 11.08.2023.
117. Gültekin, H. C., Deligöz, A., Yıldız, D., Gültekin, Ü. G., Genç, M. 2007. Ekim Zamanı ve Soğuk Katlamanın Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Tohumlarında Çimlenme Yüzdesine Etkisi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 225-231.
118. Anonim, 1987. Ülkemizde Bazı Önemli Tali Ürünlerin Teşhis ve Tanıtım Kılavuzu. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
119. Couladis, M., Özcan, M., Tzakou, O., Akgül, A. 2004. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Ağacının Değişik Organlarında Uçucu Yağ Bileşimi. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı (XIV. BİHAT), Bildiriler, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.
120. Anonim, 2023. Pistacia terebinthus Encyclopedia, Science News & Research Reviews. https://academic-accelerator. com/encyclopedia/pistacia-terebinthus. Erişim Tarihi: 11.08.2023.
121. Yücel, E., 2005. Ağaçlar ve Çalılar. Eskişehir, 301 s.
122. Baytop, T. 1984. Türkiye'de bitkiler ile tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Eczacılık Fakültesi Yay., No: 40, İstanbul.
123. Hashim İ. F, Aşkın M. A, Yıldırım A. N. 2018. Bazı uygulamaların menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) tohumlarının çimlenmesi ve çıkışı üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (1): 27-39.
124. Ak, B. E. 1988. Bazı *Pistacia* Türleri Tohumlarının Çimlenmeleri Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 110 s. Adana.
125. DKMPGM-FAO, 2021. Türkiye'nin Bozkır Ekosistemlerinin Korunması ve Sürdürülebilir Yönetimi Projesi (2021-2030)-GCP/TUR/061/ GFF.
126. Özuslu, E., İskender, E., Tel, A. Z., İlçim, A. 2009. Taxonomic situations of two subspecies of *Pistacia*

(*P. terebinthus* subsp. *terebinthus* and *P. terebinthus* subsp. *palaestina*) by morphological and area remarks. BioDiCon. 2 (2), 100-109.

127. Acar, İ., Arpacı, S., Sarpkaya, K., Karadağ, S., Akgün, A., Tahtacı, S. A. 2006. Fırat Vadisi ve Gaziantep'te Aşılı, Tüplü Antep Fıstığı Fidan Üretimini Geliştirilmesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Proje Sonuç Raporu.
128. Kuru, C., N. Uygur, H. Tekin, R. Karaca, F. Akkök ve G. Hancı, 1986. Antepfıstığı Yetiştiriciliği ve Mücadelesi. Antepfıstığı Arş. Enst. Müd. Gaziantep.
129. Arpacı, S., D. Dağdeviren, B. E. Ak, H. Tekin, 1999. Sulu Koşullarda Değişik *Pistacia* türlerinin Gövde Gelişimi ve Meyveye Yatma Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 258-262, Ankara.
130. MGM, 2023. İllere Ait Mevsim Normalleri. Gaziantep. https:// www. mgm. gov.tr / veri değerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik .aspx?m=GA ZIANTEP. Erişim Tarihi 11.08.2023.
131. Atlı, H. S., Arpacı, S., Ayanoğlu, H., Ak, B. E. 1999. Comparison of seedling characteristics of some *Pistacia* species. XI GREMPA seminar on pistachios and almonds, Cahiers Options Mediterraneennes (France). 56, 1022-1379.
132. Çetin, R. 2017. Isparta'da son on yılda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
133. OGM, 2016. Adıyaman Tıbbi Bitkiler Proje Sonuç Raporu. Adıyaman Orman İşletme Müdürlüğü. https://www.ika.org.tr/dokuman-merkezi/arastirma-raporlari/adiyaman-tibbi-ve- aromatik-bitkiler-raporu. Erişim Tarihi 11.08.2023.
134. Çalar, N. 2013. Sakız ağacı (*Pistacia lentiscus* L.)'nın Pıstacıa anaçları (*Pistacia vera* L., *Pistacia khinjuk* Stocks, *Pistacia atlantica* Desf., *Pistacia terebinthus* L.) üzerine in vitro mikro aşılanması. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
135. Wikipedia katılımcıları, 2021. Akçakesme. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi.url: https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Ak%C3%A7akesm e&oldid=26235504. Erişim Tarihi 14.08.2023.
136. Hitchcock, A. S., 1923. American Journal of Botany 10: 514.
137. Anonim, 2023. *Pylrea latifolia* (Akçakesme). Dr. Hüseyin Doğan .https://kocaelibitkileri .com/phillyrea-latifolia/. Erişim Tarihi: 14. 08. 2023.
138. TÜBİVES, 2023. *Phillyrea latifolia* L. http://194.27.225.161/ yasin/ tubives/ index.php?sayfa=1&tax_id=6287. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
139. Anonim, 2019. Akçakesme. http://sifalibitkideposu.com/akça kesme/. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
140. Anonim, 2010. Akçakesme (Yalancı Ihlamur, Taş Ihlamuru) htt ps://www.yenimakale.com/akcakesme-yalanci-ihlamur-tas-ihlamuru.html. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
141. PFAF, 2021. *Phillyrea latifolia* L. https:// pfaf.org/user/ Plant. aspx? LatinName =Phillyrea+latifolia. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
142. Mira S, Veiga-Barbosa L, Pérez-García F., 2015. Seed germination characteristics of *Phillyrea angustifolia* L. and *P. latifolia* L. (Oleaceae), two Mediterranean shrub species having lignified endocarp. Ann For Res 58:27–37.
143. Spyroglou, G., Radoglou, C., 2017. Effect of pre-treatments on the germination of jasmin box (*Phillyrea latifolia*) seeds in Greece. Efecto de

tratamientos previos sobre la germinación de semillas de Phillyrea latifolia en Grecia. BOSQUE 38(2): 347-355, 2017 DOI: 10.4067/S0717-9 20020170 00200012.

144. LF, 2023. Lebanon-Flora. *Phillyrea latifolia* L. PDF.
145. Kayacık, H., 1975, Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği III. Cilt Angıospermae (Kapalı Tohumlular) İ. Ü. Yay. No.2080, O. F. Yay. No.219, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
146. Anonim, 2014. TABDER-Tarım Bilincini Geliştirme Derneği https://tabider.org/Bilgi-Bankasi/ Icerik/1932 /Akcakesme-Bitkisi.aspx. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
147. Oğur, E., Ocakverdi, H., 2022. Yayladağı, Kışlak (Hatay) ve Suriye Sınırı Arasındaki Bölgenin Bitki Sosyolojisi ve Ekolojisi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 32(1), 7-27. DOI:10.18615/anadol u.1129735.
148. Dökülgen, H., Temel, S., 2020. Kermes Meşesi, Akçakesme ve Delice Maki Türleri ve Bitki Kısımlarının Mevsimsel Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (4): 986-993. DOI:10.1 8016/ ksutarimdoga.vi.688648.
149. Anonim, 2023. Safro Garden Centre *Phillyrea latifolia* https://www.havlis.cz /karta_en.php?kytka-id=4220. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
150. Anonim, 2023. Un Mondo Eco Sostenıbilite *Phillyrea latifolia* ttps:// antropocene .it/en/2023/01/04/ phillyrea-latifolia-2/. Erişim Tarihi:14. 08.2023.
151. Anonim, 2023. RHS *Phillyrea latifolia* Buxifolia https:// www.rhs.org.uk /plants/12667/ phillyrea-latifolia-buxifolia /details. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
152. Anonim, 2019. Jasmine Grafting, Pruning, Training Methods. https://www. agrifarming.in / jasmine-grafting-pruning-training-methods. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
153. Luchessini, M, Sodi, A, M., 2004. Influence of medium composition and vessel ventilation on in vitro propagation of *Phillyrea latifolia* L. Scientia Hoticulturae. Volume 100, Issues 1–4, Pages 117-125
154. Tattini, M., Traversi, M. L., 2008. Responses to changes in Ca2+ supply in two Mediterranean evergreens, *Phillyrea latifolia* and *Pistacia lentiscus*, during salinity stress and subsequent relief. Ann. Bot. 102, 609–622.
155. Anonim, 2023. Influence of Stock on Scion, and Scion on Stock http:// bulbnrose.x10.mx /KKing/ StockScion.html. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
156. Anonim, 2023. Orman Vejetasyonu I. https:// acikders. ankara. edu.tr/mod /resource/view. php?id=55451. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
157. Wikipedia, 2023. Akdeniz servisi. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.Wikipedia.org/w/index. php? title= Akdeniz_servisi&oldid=29710558. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
158. Tübives, 2023. *Cupressus sempervirens* L. http://194.27.225.161 /yasin /tubives /index.php?sayfa=1&tax_id=117. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
159. APAT, 2003. Seed propagation of mediterranean trees and shrubs. Agency for the protection of the environment and for technical services. ISBN 88-448-0081-0. Roma.
160. Ermeydan, M., Ermeydan, N., Bekaroğlu, G., 2011. Bitki Bilgisi. Bahçıvanlık El Kitabı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yayınları, 890 syf.
161. Anonim, 2023. AOÇ Bitkisel Üretim Kataloğu. Servi. https:// www.aoc.gov.tr /Portal/ Kataloglar. Erişim Tarihi: 14.08.2023.

162. ÇEM, 2013. Kurak ve yarı kurak alanlarda ağaçlandırma ve rehabilitasyon rehberi taslak metin. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü.
163. Erdoğan E, Yazgan, M. E., 2007. Kentlerde trafik gürültüsü sorununu azaltmada peyzaj mimarlığı çalışmaları: Ankara örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 4 (2), 210- 210.
164. Sabuncu, R., Çalışkan, S., 2008. Akdeniz Servisi'nin (*Cupressus sempervirens* L.) Ekolojisi ve Silvikültürü. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 58 (1), 53-72. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/ pub/jffiu/issue/18705/197290.
165. Schopmayer, C. S., 1974. Seeds of Woody Plants in the United States, Forest Servise, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 450, Washington, D. C. U.S.A.
166. Yaltırık, F., 1993. Dendroloji. Gymnospermae (Açık Tohumlular). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
167. Neyişçi, T., 1989. Beşkonak Saf Servi (*Cupressus sempervirens* L.) Ormanında Ekolojik Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Raporlar Serisi, No: 43.
168. Du Cros, E, T., Ducrey, M., Barthelemy, D., Pichot, C., Giannini, R., Raddi, P., Roques, A., Sale Luis, J., Thibaut, B., 1999. Cypress A Pratical Handbook. Studio Leonardo, Florence, Mareh 1999, Italy.
169. Anonim, 1989. The Turkish Forestry, Turkish Ministry of Forestry Publication. Publication number: 673, Ankara.
170. JalaIi, A. G., Hosseini, S. M., Akbarinia, M., 2002. Comparison Pure and Mixed Stands of Cypress (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*). Management of Fast Growing Plantations. International IUFRO Meeting 11-13 September 2002, İzmit-Turkey, Proceedings.
171. Saatçioğlu, 1969. Ağaçlandırma Planlama- Etüt ve Proje Semineri 24 Nisan/18 Mayıs 1968, İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Kürsüsü. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: s. 141, 627, İstanbul.
172. Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, F. H., 2004. Silvikültür Tekniği (Silvikültür ll). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Yayına No: 475, ISBN: 975 -404-702 -2, İstanbul.
173. Dirr, M. A. ve C. W. Heuser, 1987. The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture.
174. Coşgun, S., 1997. A study of expanding the use of Mediterranean *Cupressus* in İreland in Aegean Mediterranean Region, XI World Forestry Congress, Produetive Functions of Forests-D, Volume: 3, Antalya.
175. Caudullo, G., de Rigo, D., 2016. *Cupressus sempervirens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e01afb4+
176. Anonim, 2016. *Cupressus sempervirens* (Mediterranean cypress) https://www.Cabidigitallibrary .org/ doi /10.1079/ cabicompendium.17105#sec-1. Erişim Tarihi: 14.08.2023.
177. Anonim, 2023. *Cupressus sempervirens* (Mediterranean cypress) AUB Landscape Plant Database. https://landscapeplants.aub.edu. lb/Plants/Plant Profile/bb76301c-dc9a-40c5-9866-e8 6342 88 aeef #:~: text = Mediterranean %20Cyprus %20 is %20native %20to, the %20stems%20for% 20long%20time. Erişim Tarihi: 14.08.2023.

178. İbrahim E, A., Desoukey S, Y., Hadad G, M., Randa, A. A. S., Amany, K, I., Safwat, A. A., Mohamed, M, R., Amira, S. W, Mahmoud, A, W. Analysis of cupressuflavone and amentoflavone from *Cupressus sempervirens* L. and its tissue cultured callus using HPLC-dad method. Pharm Pharmacol Int J. 2017;5 (5):174-180 DOI: 10.15406/ppij.2017.05.00134.

179. Wikipedia, 2023. Sakız ağacı. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url: https://tr. Wikipedia.org/ w/index.php?title= Sak% C4%B1za%C4%9 Fac %C4%-B1&oldid=30096016. Erişim Tarihi: 15.08.2023.

180. Anonim, 2019. *Juniperus oxycedrus*-CABI-Compendium. https: cabidigitallibrary.org. Erişim Tarihi: 25.06.2023.

181. Anonim, 2023. Ardıç Ağacı Özellikleri Nelerdir, Nasıl Yetiştirilir? https://www.milliyet.com.tr/pembenar/ardic-agaci-ozellikleri-nelerdir-nasil-yetistirilir-6245924. Erişim Tarihi: 25.06.2023.

182. Kılıç, M. U., 2021. Farklı Sakız Ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) Genotiplerine Ait Sürgün Ucu Eksplantlarında İn Vitro Kültürlerin Başlatılması ve Mikroçoğaltım Olanaklarının Araştırılması. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Yüksek Lisans Tezi.

183. Onay, A., Çiftçi, Y. Ö., Yıldırım H., Tilkat, E. 2014. Sakız Ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) Juvenil ve Olgun Eksplantlarının Mikroçoğaltımı, Kriyoprezervasyonu ve Genetik Kararlılığının Belirlenmesi. TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu. Proje No: 110T941. Diyarbakır.

184. Ak, B. E., Parlakcı, H. 2009. *Pistacia lentiscus* in the Mediterrranean Region in Turkey. in: Özgüven, A. I. (Ed.), Proc. 1st IS on pomegranate, Acta Hort. 818, ISHS 2009, pp:77-82.

185. Le Floc'h E., Nabli M. A. 1983. «Programme flore et végétation Tunisiennes. In: Contribution à une étude ethnobotanique de la flore Tunisienne" Tunis. Ministère de I'enseignement supérieur et de la recherche scientifique, imprimerie officielle de la république Tunisienne, 144–145.

186. Mattia C., Bischetti G. B., Gentile F. 2005. "Biotechnical characteristics of root systems of typical Mediterranean species", Plant Soil., 278, 1-2, 23-32.

187. Palli M. E., Aronne, G. 2000." Reproductive cycle in southern Italy of *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae)", Plant Bıosyst.,134, 3, 365-371.

188. Jordano, P. 1988. "Polinizacion y variabilidad de la produccion de semillas en *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae)" Anales Jará. Bot. Madrid, 45, 1, 213-231.

189. Verdu M., Garcia–Fayos P. 2002. "Ecologia reproductiva de *Pistacia lentiscus* L. (Anacardiaceae): anacronismo evolutivo en el matorral mediterranes", Rev. Chil. Hist. Nat., 75, 1, 57-65.

190. İsfendiyaroğlu M. 2003. "Effects of some physical and biochemical factors on the rooting of mastic tree (*Pistacia lentiscus* var. Chia Duham.) cuttings", Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40, 1, 25-32.

191. Ayfer, M. 1988. "Antepfıstığı ve cevizde aşı teknikleri ve sorunları", Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

192. Crane J. C, Forde H. I. 1974. "Improved Pistacia seed germination", California Agriculture, 28, 9.

193. Kaşka, N, Ak, B. E., Nikpeyma, Y. 1992. "Antep fıstıklarında tüplü fidan üretimi üzerinde bir ön araştırma". Türkiye I. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 13-16 Ekim, İzmir, I, 79-83 (in Turkish).

194. Kocabey, G. 2019. Juvenil Sakız Ağacı (*Pistacia lentiscus* L.) Sürgün Kültürlerinde Bazı Elisitör

Uygulamalarının Triterpenoid Miktarları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. Batman Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Biyoloji A.B.D. Yüksek Lisans Tezi.

195. Kandemir, G., Tayanç, Y, Kaplan, S., Öztürk, H. 2017. Yabani Sakız (*Pistacia lentiscus*) Popülasyonlarında ve Sakız Klon Parkında Genetik Çeşitliliğin Moleküler Belirteçler Yardımı ile Tespiti. OGM-Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Projesi Sonuç Raporu. Proje No: ANK 0421631/2015-2017. Ankara.
196. Mulas, M., Abeltıno, P., Brıgaglıa, N. 1998. Evaluation of *Pistacia lentiscus* L. Genetic recources to select ecotypes having high efficiency in the colonisation of marginal lands. Symposium on Plant Biotechnology as a tool for the Exploitation of Mountain Lands, Torino, ITALY, symposium abstracts.
197. Anonim, 2023. Climate Data. https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/izmir-543/. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
198. Atalay, I., 1994: Vegetation Geography of Turkey. Ege Universitesi Basimevi, Izmir.
199. Anonim, 2021. Doğal Tarım Merkezi. https:// dogal-tarim.org/index.php /2021/03/29/ sakiz-agaci-pistacia-lentiscus/. Erişim tarihi: 15.09.2023.
200. Onay, A., Yıldırım H., Yavuz, M. A. 2016. Sakız Ağacı Yetiştiriciliği ve Reçinesi. Batman Üniversitesi, Yaşam Bilimleri Dergisi. Cilt 6, Sayı 2/2. Batman.
201. Anonim, 2023. Sakız Ağacı Nedir? Nerede ve Nasıl Yetişir? https:// www. hurriyet.com.tr /mahmure/ sakiz-agaci-nedir-nerede-ve-nasil-yet isir-sakiz-agaci-ozellikleri-bakimi-ve-faydalari-hakkinda-bilgi-41777862. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
202. Anonim, 2021. Dorught and Heat Tolerant Gardening. https://gardenoracle.com /images/pistacia-lentiscus.html. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
203. Anonim, 2023. *Pistacia lentiscus* https://www.public.asu.edu /~camartin/plants/Plant%20 html%20files/ pistacia lentiscus.htm. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
204. Keçeci, 2019. Çeşme Yarımadasında Yetişen Yabani (*Pistacia lentiscus* L.) ve Kültür Sakızı (Pistacia lentiscus var. Chia. Duham.) Ağaçlarının Yapraklarındaki Uçucu Yağ Özelliklerinin Belirlenmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri A.B.D. Yüksek Lisans Tezi.
205. Dogan, Y., Baslar, S., Aydin, H., Mert, H., 2003. A studyof the soil-plant interactions of *Pistacia lentiscus* L. distributed in the western Anatolian part of Turkey.Acta Bot Croat, 62: 73-88.
206. OGM, 2014. Sakız Eylem Planı. Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Hizmetler Daire Başkanlığı. Ankara.
207. Parlak S., Albayrak N., 2011., Sakız (*Pistacia lentiscus* var. *chia*)'ın Aşılama Yoluyla Çoğaltılması, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:49.
208. Wikipedia, 2023. Sambucus. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title= Sambucus &oldid=29314484. Erişim Tarihi: 19.09.2023
209. Anonim, 2008. RHS A-Z encyclopedia of garden plants. United Michael and Vikram: Dorling Kindersley. ISBN 978-1405332965.
210. Clapham, A. R., Tutin, T. G., Warburg, E. F. 1968. Excursion Flora of the British Isles Second Edition Cambridge. ISBN 0-521-04656-4.

211. Vedel, H., Lange, J. 1971. Trees and Bushes in Wood and Hedgerow. p. 196. Methuen and Co. Ltd. ISBN 0416 -61780 -8.
212. Parnell, J., Curtis, T. 2012. Webb's An Irish Flora. Cork University Press. ISBN 978-185918-4783.
213. Campa, C., Schmitt-Kopplin, P., Cataldi, T. R., Bufo, S. A., Freitag, D., Kettrup, A. 2000. "Analysis of cyanogenic glycosides by micellar capillary electrophoresis". Journal of Chromatography B. 739 (1): 95–100. doi:10.1016/S0378-4347 (99)00375-8.
214. Anonim, 2023. Kara Mürver. https://www.floranatolica.com/e ukaria /gui/ species. php?ID= Sambucus-nigra. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
215. Kayacık, H. 1982. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistemetiği. III. Cilt. 4. Baskı. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları 3013/321. İstanbul.
216. Chamberlain, D. F. 1972. *Sambucus* L. In: Davis, P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 4, pp. 542-543. University Press, Edinburgh.
217. Anonim, 2023. Sambucus nigra. https://plants. Ces.ncsu.edu/ Plants/sambucus-nigra/#: ~:text=Black %20elder % 20is % 20a%20large,20% 20feet%20tall%20and%20wide. Erişim Tarihi:15.09.2 023.
218. Anonim, 2023. 100 Black Elderberry Seeds-*Sambucus nigra*. https:// oneillseeds. com/products/100-black-elderberry-seeds-sambucus-nigra-common-elder-european-elder. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
219. Anonim, 2021. https://kastamonu.tarimorman. gov.tr/Haber/1557/Kastamonu-Ilinde-Murver-Yetistiriciligi-Icin-Calismalar-Basladi. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
220. Anonim, 2023. Kara Mürver Yetiştiriciliği ve Faydaları. https://yetistir.net/murver-kara-murver-yetistiriciligi-ve-faydalari/ Erişim Tarihi: 15.09.2023.
221. Anonim, 2023. Mürver ağacı (kara mürver- *Sambucus nigra*). https://azbitki.com /murver-agaci-kara-murver-sambucus-nigra. Erişim Tarihi: 15.09.2023.
222. Göldağ, R., Göldağ, Ö. G., Doğan, M. 2022. Beslenme ve Sağlık İçin Kara Mürver'in (*Sambucus nigra* L.) Önemi: Biyolojik Aktiviteleri. Academic Platform Journal of Halal Lifestyle, 4 (1), 10-17. DOI: 10.53569/apjhls.1052398.
223. Genç, M. 2020. Bitki Yetiştirme ve Plantasyon Tekniği. Musa Genç Kitaplığı. Bilimsel Yayınlar. E- Kitaplar Serisi. No: 10. Giresun.
224. Ürgenç, S. 1992. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3676/418, ISBN: 975-404-253-5. İstanbul.
225. Anonim, 2021. Kara Mürver Nedir. Kara Mürver Faydaları. https://www. topraksiz. com /kara-murver-nedir-kara-murver-faydalari/ Erişim Tarihi: 15.09.2023.
226. Anonim, 2021. Kara Mürver Ağacı Nasıl Yetiştirilir, Bakımı Nasıl Yapılır. https: //www. bitkimania. com/kara-murver/ Erişim Tarihi: 15.09.2023.
227. Crane, M. F. 1989. *Sambucus nigra* subsp. cerulea. In: Fire Effects Information System, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. https://www.fs.usda. gov/database /feis/plants /shrub. Erişim Tarihi:15.09.2023.
228. CABİ, 2019. *Sambucus nigra* (elder) https: //www. cabidigitallibrary .org/doi/ 10.1079 /cabicompendium.48259. Erişim Tarihi: 15. 09. 2023
229. Kopper, E., Granilshchikova, M., Leichtfried, Reisenzein, H. 2020. Micropropagation and

pathogen elimination in elderberry (*Sambucus nigra* L.). Plant Cell Tiss Organ Cult 142, 647–652.

230. Wikipedia, 2023, Zelkova abelicea. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. https ://en. Wikipedia .org/w/index. php?title= Zelkova_ abel icea&oldid=1175524286. Erişim Tarihi: 25. 09. 2023.
231. Fournaraki, C., Thanos, C. A. 2006. *Zelkova abelicea*, the unique endemic tree of Crete and its conservation. Ensconews,1, 14–16.
232. Sarlis, G. P. 1987. Zelkova abelicea (Lam.) Boiss., an endemic species of Crete (Greece). Webbia 41, 247-255.
233. Kozlowski, G., Gratzfeld, J. 2013. Zelkova-an ancient tree. Global status and conservation action. Natural History Museum Fribourg, Switzerland.
234. Egli, B. 1995. *Zelkova abelicea* (Lam.) Boiss. The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. WWF, Pages 526-527. Athens.
235. Kozlowski G., Frey, D., Fazan, L., Egli, B., Bétrisey, S., Gratzfeld, J., Garfi, G., Pirintsos, S. 2014. The Tertiary relict tree *Zelkova abelicea* (Ulmaceae): distribution, population structure and conservation status on Crete. Oryx 48, 80–87.
236. Fazan, L., Gwiazdowicz, D. J., Fragnière, Y., Faltynowicz, W., Ghosn, D., Remoundou, I., Rusinska, A., Urbanski, P., Pasta, S., Garfi, G., Kozlowski G. 2022. Factors influencing the diversity and distribution of epiphytic lichens and bryophytes on the relict tree *Zelkova abelicea* (Lam.) Boiss. (Ulmaceae). Lichenologist.
237. Fazan, L., Remoundou, I., Ghosn, D., Nikoli, T., Pasta, S., Garfi, G., Kozlowski, G. 2022. Understanding the factors influencing the growth of *Zelkova abelicea* in browsingexclosures. Global Ecology and Conservation 34, e02031. https:// doi. org/ 10.1016/ j. gecco. 2022.e02031.Fazan, L., Gwiazdowicz.
238. Fazan, L., Certini, D., Pasta, S., Remoundou, I., Ghosn, D., Garfi, G., Kozlowski, G. 2023. Trait variability in diaspores andfruits of *Zelkova abelicea* (ulmaceae) across its distribution range. Acta Oecologica, 118. 103896.
239. Egli, B. 1997. A project for the preservation of *Zelkova abelicea* (Ulmaceae), a threatened endemie tree species from the mountains of Crete. Preservation of *Zelkova abelicea* Bocconea 5 (2).
240. Meikle, R. D. 1977-1985: Flora of Cyprus, 1-2. -Kew.
241. Anonim, 2013. *Zelkova* Spach. https:// www.treesandshrubso nline.org/articles/zelkova/ Erişim Tarihi: 25. 09. 2 0 23.
242. Ural, R. 2021. "Türkiye'deki Fosil Ağaçlar Üzerine" Prof Dr. Ünal Akkemik ile Söyleşi. Güncel Kadın Dergisi, Röportaj.https://www. güncelkadin.com.tr/turkiyedeki-fosil-agaclar-uzerine-prof-dr-unal-akkemik-ile-soylesi-rengi gul-ural/ Erişim Tarihi: 25. 09. 2023.
243. Özel, N., Öner H. H., Akbin, G., Altun, N. 2012. Ege Bölgesi Maki Alanlarında Bitki Toplulukları ve Akdeniz Ekosistemlerindeki Yeri. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu 26-28 Ekim 2011. KSÜ Doğa Bil. Der., Özel Sayı. Kahramanmaraş.
244. Ankaya, Ü. F. 2007. Kaynaklar (Buca/İzmir) Çevresinin Doğal Bitki Örtüsü Dağılımı ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin GIS ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
245. Durmuşkaya, C. 2006. Ege Bölgesinde Doğal Yayılış Gösteren Ağaç ve Çalılar, Ankara.

246. Anonim. 2023. Toprağın Özellikleri-Doğan Kantarcı https:// docplayer.biz.tr /12554872-4-topragin-ozellikleri.html. Erişim Tarihi: 25.09. 2023.
247. Şahin, A., Tandoğan, M., Şahin, N., 2016. Marmara Bölgesi'nde Meşcere Kuruluşu Oluşturan Meşe Türlerinin Biyolojisi, Yayılışı, Yetişme Ortamı Özellikleri, Planlanması ve Bazı Silvikültürel Özellikleri-Poster Sunum-Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı. Demirköy, Kırklareli /Türkiye.
248. Gemici, Y., Seçmen, Ö., Yılmazer, Ç. 1990. Batı Anadolu Orman ve Maki Vejetasyonunun Ekolojik ve Sopsyolojik Özellikleri, X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 1990, Erzurum.
249. Yaltırık, F. 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul.
250. Wikipedia, 2022. Kermes meşesi. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=Kermes_me%C5%9Fesi&oldid=27024838. Erişim Tarihi: 04.10. 2023.
251. Kasaplıgil, B. 1981. Past and present oak of Turkey. Part 1. Phytologia, Vol. 49, No2, 95-146.
252. Menitsky, Y.L., 2005. Oaks of Asia. Science Pub. Inc., 549 s.
253. Şahin, A. 2016. Marmara Bölgesindeki Meşe Ormanlarının Yayılışı, İşletme Amaçları ve Planlanması. Orman Genel Müdürlüğü, Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı Bildiriler Kitabı, S: 27-51, 18-20 Ekim 2016, İğneada- Kırklareli.
254. Hedge, I., Yaltırık, F. 1982. *Quercus* L., 659-683. (Ed. Davis P. H.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, cilt 7, Edinburgh.
255. Jansson, N., Avcı, M., Kayış, T., Coşkun, M., Sarıkaya, O., Öncül Abacıgil, T., Varlı, S.V., Tezcan, S., Türkay, O., Sunnergren, A., Aytar, F., Bergener, A. 2016. Türkiye Meşelerinde (*Quercus* spp.) Kuşların ve Böceklerin Çeşitliliği- Gelecekteki Silvikültürel Planlamaya İlişkin Düşünceler. In, Orman Genel Müdürlüğü Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Uluslararası Katılımlı Meşe Çalıştayı, İğneada, Kırklareli, pp. 95-114.
256. Fotellı, M. N., Radoglou, K. M., Constantınıdou H. I. A. 2015. Water stress responses of seedlings of four Mediterranean oak species. Tree Physiology 20, 1065–1075, 2000 Heron Publishing-Victoria, Canada.
257. Kasaplıgil, B., 1992, Türkiye'nin Geçmişteki ve Bugünkü Meşe Türleri. T.C. Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınlarından, Yayın No: 675, Seri: No: 70, OGM Matbaası, Ankara.
258. Wikipedia, 2022. Kermes meşesi. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url: https://tr.wikipedia. org/w/index.php?title= Kermes_me % C5%9Fesi& oldid=27024838. Erişim Tarihi: 04.10. 2023.
259. Temel, S., Tan, M. 2009. Erdemli (Mersin) Yöresi Makiliklerindeki Çalı Türlerinin Tespiti ve Yoğunlukları Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 40 (1), 81-89, ISSN: 1300-9036.
260. Kaya, B., Aladağ, C. 2009. Maki ve Garig Topluluklarının Türkiye'deki Yayılış Alanları ve Ekolojik Özeliklerinin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22, 67-80.
261. Ünaldı, Ü. 1990. Eğirdir Gölü Doğusunun Fiziki Coğrafyası (Basılmamış Doktora Tezi), İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, s.155–157, İstanbul.
262. OGM, 2023. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. OGM Gen koruma Ormanları Tablosu. https://www.ogm.gov.tr/ortohum. Erişim:04.10.2023.
263. Saatçioğlu, F., 1961. Orman ağacı tohumları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları,

İ.Ü. Yayın No: 895, O.F. Yayın No:66, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

264. Genç, M. Kermes meşesinin (*Quercus coccifera* L.) bazı tohum özellikleri ve soğuk saklama ve katlama koşullarının çimlenme ve fidan özelliklerine etkisi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. ODC: 232.315.3. Sayı: 4.
265. Genç, M. 2020. Süs Bitkisi Yetiştiriciliği. Musa Genç Kitaplığı. Bilimsel Yayınlar. E- Kitaplar Serisi. No: 9. Giresun.
266. Acar, C. F. 1997. Erozyonla mücadelede kullanılabilecek, ekonomik değeri olan bazı bitki türlerinin yetiştirilmesi (sera ve fidanlık aşamaları). Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Proje Sonuç Raporu. İzmir.
267. Özel, N, Kavgacı, A, Öner, H, Akbin, G, Altun, N. 2012. İzmir ve Manisa çevresindeki kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) çalılıklarının sınıflandırılması ve ekolojik gösterge niteliklerinin belirlenmesi (araştırma). Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 1(13), 37- 62.
268. Akkemik, Ü., Sevgi, O., Yılmaz, H., Sevgi, E., Yılmaz, Y. 2019. Herdem Yeşil Meşelerin Türkçe Adları Üzerine Bir Değerlendirme. Avrasya Terim Dergisi, 7 (1), 26-33. DOI: 10.31451/ejatd.640106.
269. Anonim, 2023. Quercus coccifera. http://www.missouribotanicalgarden.org/Plant Finder/PlantFinder Details.aspx? taxonid=280738&isprofile=0&cv=4. Erişim Tarihi: 05.10.2023.
270. Maestre, F.T, Bautista, S., Cortina, J., Díaz, G., Honrubia M., Vallejo, R. 2002. Micrositeand mycorrhizal inoculum efects on the establishment of *Quercus coccifera* in a semi-arid degraded steppe. Elseiver Ecological Engineer. 19 (4):289–295.
271. Karatepe, Y., Gürlevik, N. 2010. Kermes Oak An İmportanrt Tree Species From An Ecological Persvective. Abstact. The Oak – Ecology, History, Management and Planning II 01-03 June 2010, Suleyman Demirel University, Isparta/Türkiye.
272. Lim, A. B. 2021. Torosların İç Kısmında Kermes Meşesi Ağırlıklı Maki Alanların Toprak Üstü Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesi. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Isparta.
273. Rambal, S. 1984. Water balance and pattern of root wa-ter uptake by a *Quercus coccifera* L. evergreen scrub. Oecologia 62;18–25.
274. Aydın, İ., Sarı, M. B., Dağ, M., Torun, M., Baygıner, R. 2013. Tarım alanı, Üretme ve Çoğaltma Teknikleri. Milli Eğitim bakanlığı, Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Ders Kitabı. Yayın No: 8085. ISBN: 978-975-11-6302-8.
275. Romano, A., Noronha, C., Martins-Loução, M. A. 1995. Role of carbohydrates in micropropagation of cork oak. Plant Cell Tiss Organ Cult 40, 159–167.
276. Romano, A., Martins-Loução, M. A. 1992. Micropropagation of mature cork oak (*Quercus suber* L.): Establishment problems. Sci. Genmdensis, 18, 17–27.
277. Valladares, S., Sánchez, C., Martínez, M. T., Ballester, A., Vieitez, A. M. 2006. Plant regeneration through somatic embryogenesis from tissues of mature oak trees: true-to-type conformity of plantlets by RAPD analysis. Plant Cell Rep 25, 879–886.
278. Euforgen, 2000. Mediterranean Oaks Network Report of Fist Meeting. 12-14 October. Antalya.
279. Çalışkan, S., 2014. Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): effects of provenance, temperature, and radicle pruning.

Italian Society of Silviculture and Forest Ecology doi: 10. 3832/ifor0967-007. vol. 7, p. 103-109.

280. Wikipedia, 2022. Pırnal meşe. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.wikipedia.org/w/index.php?title=P%C4%B1rnal_me%C5%9Fe& oldid=27522339. Erişim Tarihi: 05.10.2023.
281. Akkemik, 2007. Dendroloji Ders Notları. İ.Ü. Orman Fakültesi. Orman Botaniği Ana Bilim Dalı.
282. Crescente, M. F., Gratani, L., Larcher, W. 2000. Shoot growth efficiency and production of *Quercus ilex* L. in different climates. Flora- Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 197(1), 2–9. https :// doi.org/10.1078/0367-2530-00007.
283. Tübives, 2023. *Quercus ilex* L. http://194.27.225.161/yasin/t ubives /index.php?sayfa=1&tax_id=8464 Ziyaret Tarihi: 05.10.2023.
284. Shakesby, A. R., Coelho, A. O. C., Schnabel, S., Keizer, J. J., Clarke, A. M., Contador, L. F. J., Walsh, D. P. R., Ferreira, D. J. A., Doerr, H. S. 2002. A ranking methodology for assessing relative erosion risk and its application to dehesas and montados in Spain and Portugal. Land Degradation and Development 13: 129-140- doi: 10.1002/ldr.488
285. Plieninger, T., Pulido, J. F., Konold, W. 2003. Effects of land-use history on size structure of holm oak stands in Spanish dehesas: implications for conservation and restoration. Environmental Conservation 30 (1): 61-70.- doi: 10.1017/S037689290 3000055.
286. Linan, J., Cantos, M., Troncoso, J., Garcia, L. J., Fernandez, A, Troncoso, A. 2011. Some propagation methods for cloning holm oak (*Quercus ilex* L.) plants. Central European Journal of Biology 6 (3): 359-364.- doi: 10.2478/s11535-011-0007-y.
287. Gonzalez-Rodríguez, V., Navarro-Cerrillo, R. M., Villar, R. 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Quercus suber* L. by direct seeding and planting in southernSpain. Ann. For. Sci. 68, 637–646.
288. Akkemik, Ü., Yılmaz, O. Y., Yılmaz, H., Sevgi, O., Sevgi, E., Akarsu, F., Doğan, H. 2000. *Quercus ilex* türünün Türkiye'deki mevcut yayılışı, yeni yayılış alanlarının tespiti ve değerlendirmesi. Eurasian Journal of Forest Science 8(3):195-220. DOİ:10.3195/ejejfs.786041.
289. Fischer, C., Colinas, C., 1996. Methodology for certification of *Quercus ilex* seedlings inoculated with Tuber melanosporum for commercial application. Poster Presentation at the 1st International Conference on Mycorrhizae. Berkeley, California, U.S.A.
290. Günal, N. 2003. Türkiye'de sınırlı yayılışlı bir meşe türü: *Quercus ilex* (Pırnal meşesi). Öneri. 5 (19): 191-197.
291. Olarieta, J. R., Bargués Tobella, A., Rodríguez-Ochoa, R., Antúnez, M. 2017. Soil control over the distribution of Mediterranean oakforests in the Montsec mountains. Geoderma, 291,11–20.
292. De Rigo D, Caudullo, G. 2016. *Quercus ilex* in Europe: Distribution, habitat, usage and threats. European Atlas For Tree Species; p. 152–3.
293. Martínez, M. T., Corredoira, E., Vieitez, A. M., Cernadas, M. J., Montenegro, R., Ballester, A., Vieitez, F. J., San-Jose. M. C. 2017. Micropropagation of mature *Quercus ilex* L. trees by axillary budding. Plant Cell Tiss Organ Cult 131, 499–512.
294. Teresa, M., S. M. 2021. Micropropagation of Holm Oak by Axillary Budding and Somatic

Embryogenesis. İnternational Doctoral School of the USC. Doctora Thesis. Santiago University.

295. Worrel, R. 2016. Vegetative Propagation of Oak –What are the Best Options? A Literature Review and Contacts with Practitioners. Report.

296. Anonim, 2023. *Quercus ilex* Matteini. Skills and Main Features. https://www.matteinitranquillopiante.it/quercus-ilex-matteini/ Erişim Tarihi:05.10.2023.

297. La Marca, O.; Marziliano, P.A.; Moretti, N. Experimental research in ageing holm oak (*Quercus ilex* L.) coppices: Preliminary results. Ann. For. Sci. 1998, 4, 461–476.

298. Wikipedia, 2023. Fıstıkçamı. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. url:https://tr.wikipedia.org/w/index.php? title=F%C4% B1st %C4%B1k%C3 % A7am%C4%B1&oldid=29815502. Erişim Tarihi:05. 10.2023.

299. Bilgin, S. 2012. Fıstıkçamı Yetiştiriciliği. Bahçe Bitkileri Grubu Bölge Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 151. İzmir -10-12 Temmuz.

300. Fırat, F. 1943. Fıstıkçamı Ormanlarımızda Meyve ve Odun Verimi Bakımından Araştırmalar ve Bu Ormanların Amenajman Esasları. Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları, 141, Ankara.

301. Kılcı, M., Sayman, M., Akbin, G. 2000. Batı Anadolu'da Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın Gelişmesini Etkileyen Faktörler. Orman Bakanlığı Yayın No: 115, İzmir Orman Toprak Lab. Müd. Yayın No:9, 130 s., İzmir.

302. Yaltırık, F., 1988. Gymnospermae (Açık Tohumlular). İ.Ü. Yayınları, 3443, (386): 320, İstanbul.

303. Anşin, R., 1994. Tohumlu Bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular). K.T.Ü. Yayınları, Genel Yayın No: 122, Fakülte No: 15, 262 s, Trabzon.

304. Atay, İ., 1982. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I (Doğal Gençleştirmenin Başarısını Etkileyen Hususlar), İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 306, İstanbul.

305. Genç, 2004. Silvikültür Tekniği. S.D.Ü. Yayın No:46, 357 s, Isparta.

306. Saatçioğlu, F. 1971. Orman Ağacı Tohumları. İ.Ü. Orman Fak. Yayını, Yayın no: 173, İstanbul.

307. Bilgin, S. 2008. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın Tohum Fidan İlişkileri ve Fidanlıkta Fidan Yetiştirme Teknikleri. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora tezi, 168, Isparta.

308. Kırdar, E., 1998. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nda Erken Tohum Verimini Sağlamak Amacıyla Fidan Yetiştirme Teknikleri. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi. 162, Trabzon.

309. Charines, J. R. C, Oliet, M. E., Oar, B.A., Sierra, I. B, Porras, I. C, Benavent, J. L., Sanz, J. A. C, Plaza, 2004. Puesta en Valor de Los Recursos Forestales Meditarráneos: El İnjerto de Pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Junta de Andalucía, Manuales de Restauracion Forestales No:9, España.

310. Saatçioğlu, F., 1976. Fidanlık Tekniği. İ. Ü. Orman Fak. Yayını, Yayın no: 2188, 223, İstanbul.

311. Jain, S. M. and Häggman, H., 2007. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits, 33–39, Springer.

312. Cortizo M., Diego de N., Moncalean, P., Ordas, R., J., 2009. Micropropagation of adult Stone Pine (*Pinus pinea* L.). Trees, 23:835–842 DOI 10.1007/s00468-009-0325-0.

313. Kırdar, E., Özel, H. B., Ertekin, M. 2010. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Budama Uygulamasının Boy ve Çap Gelişimi Üzerine Etkileri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 2010,

Cilt: 12, Sayı: 18, 1-10 ISSN: 1302-0943 EISSN: 1308-5875.

314. Akgül, E. M., Yılmaz, A. 1989. Türkiye'de Fıstıkçamının (*Pinus pinea* L.) Ekolojik Özellikleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları. Teknik Bülten No:215. O.D.C. 181.32.
315. Acar, F. C. Bilgin, F., Boza, A., Altun, Z. G., Coşgun, S., Sarıbaşak, H., Gülbaba, G., Tüfekçi, S. 2009. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Orijin Denemesi 10. Yıl Ara Sonuçları. Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü. Teknik Bülten No:45. O.D.C. 232.12. Yayın No:397/60.
316. Yılmaz, M., Tonguç, F., Bozali, N. 2010. Kahramanmaraş-Önsen Doğal Fıstıkçamı Ormanı Üzerine Genel Bir Değerlendirme. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: III Sayfa: 895-904.
317. Montes, F., Hernandez, M. J., Calama, R., Canellas, I. 2006. Extended length rotation to integrate timber and pine nut production with the conservation of structural diversity in a *Pinus pinea* (L.) forest, Ann. For. Sci. 63:773–781.
318. Ürgenç, S. 1998. Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 3395/442, 715 s., İstanbul.
319. Genç, 2013. Silvikültür Tekniği. S.D.Ü. Yayın No:46, 400 s, Isparta.
320. Akkemik, Ü. 2017. Dendroloji Kitaplarında Orman Ağaçlarına Verilen Türkçe Adlara İlişkin Bir Değerlendirme Açıktohumlular (Gymnospermler). Avrasya Terim Dergisi, 5(2), 25- 39.
321. Yılmaz, H., Akkemik, Ü. 2011. Bazı doğal çam (*Pinus* L.) türlerinde anormal sürgün ve yaprak oluşumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 61(2), 95- 104.
322. Ayan, S., Civek, E., Yerçelik, E. N, Gülseven, O., Özel, H. B., Eshaibi, J. A.H., Akın, Ş. S., Yılmaz, E. 2020. Farklı yaşlardaki tüplü Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) fidanlarının morfolojik kalite özellikleri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 22 (2): 633-641
323. Fady, B., Fineschi Vendramin, G. G. 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Italian stone pine (*Pinus pinea*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages. ISBN 92-9043-663-8.
324. Ganatsas, P., Tsakaldimi, M., Thanos, C. 2008. Seed and cone diversity and seed germination of *Pinus pinea* in Strofylia Site of the Natura 2000 Network. Biodivers Conserv,17:2427–2439.
325. Ürgenç, S. 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü Orman Fakültesi Yayını, Üniversite Yayın No: 3314, Fakülte Yayın No: 375, İstanbul.
326. OGM, 2006. Fıstıkçamı Eylem Planı (2006-2010). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
327. Anonim, 2013. Yeşilırmak Havzasında Kırsal Nüfusun Odun Dışı Orman Ürünleri Farkındalığı (KORUP)" Projesi. (Amasya, Çorum, Samsun, Tokat) Odun Dışı Orman Ürünleri Envanteri Kitabı, 168 s. Erişim [http:// www. yesilirmak.org.tr /userfiles/ file/ ODOU_KORUP .pdf]
328. Gilman, E. F., Watson, D. G. 1994. *Pinus pinea*: Stone Pine, Fact Sheet ST-472, October, USDA Forest Services. http://hort. ufl. edu /database/ documents/pdf/tree_fact_sheets/pinpina.pdf.
329. Fırat, F. 1943. Fıstıkçamı ormanlarımızda meyve ve odun verimi bakımından araştırmalar ve bu ormanların amenajman esasları. Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları, 141, Ankara.
330. Çukur, H. 1995. Ege Bölgesi'nde Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) Topluluklarının ekolojisi ve Ekonomiye Olan Katkısı. Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, s. S8.

331. Solbaş, Ş. 2011. Kozak Yaylasında (Bergama) Fıstıkçamı'nın (*Pinus pinea*) Ekolojik Şartları ve Yetiştiriciliği. Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

332. Kambak, A. 1996. Elmalı Barajı Havzasında Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Ormanlarının Toprak Özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

333. Başbayraktar, Ö., Yücedağ, C. 2023. İzmir-Çeşme ilçesindeki Sakız (*Pistacia lentiscus* L.) ağaçlandırmalarının değerlendirilmesi. Teorik ve Uygulamalı Ormancılık.3: 1-4. Araştırma makalesi.

334. Sarikaya, A.G., Uzun, A., Turan, F. D. 2024 Effect of climate change on current and future potential distribution of Strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in Türkiye. Sci Rep 14, 17408. https://doi.org/10.1038/s41598-024-68683-2

335. Kassout, J., Chakkour, S., Ouahrani, A. E., Hmimsa, Y., Fatehi, S. E., Yang, Y., Ater, M. (2024). Effects of climate change on the distribution of the native carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) in morocco. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3910804/v1

336. Poyatos, M.A.N., Gomez, M.A.L., Toro, J.T., Rodriques, G.P., Cerrilo, R.M.M., 2013 Vulnerability Classification of Lebanese Territory in Terms of Species Richness Loss Caused by Climate Change Effects on Main Species Used in Reforestation. Development of Ensemble Projections Under Different Climate Change Scenarios. IDAF Center of Applied Research in Agroforestry Development USA.

337. Elmalki M., Ichen A., Aarab M., Mounir F., El Mderssa M., Oularbi Y., Tajdi A., Moukrim, S., Ouzzaouit L.A. 2022 Impact of climate change on forest resources: Case of *Quercus rotundifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Juniperus phoenicea*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera* and *Pinus halepensis*, Biosystem Diversity, 30(3), 255–262 doi: 10.15421/012227

338. Akyol, A., Örücü, Ö. K., Arslan, E. S., Sarıkaya, A. G. (2023). Predicting of the current and future geographical distribution of *Laurus nobilis* L. under the effects of climate change. Environmental monitoring and assessment, 195(4), 459.

339. Uzun, A., Sarıkaya, A. G. (2023). Random Forest regresyon algoritması ile *Pistacia terebinthus* L.'nin mevcut ve gelecek potansiyel yayılış alanlarının tahmini. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 24(2), 160-169.

340. Caudullo, G., de Rigo, D., 2016. *Cupressus sempervirens* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. E01afb4+.

341. Babalik A. A., Sarikaya Ö., Orucu Ö. K. the current and future compliance areas of kermes oak (*Quercus coccifera* L.) under climate change in Turkey 2021 Fresenius Environmental Bulletin, Volume 30– No. 01/2021 pages 406-413.

342. Suicmez B, Avci M. Distribution patterns of *Quercus ilex* from the last interglacial period to the future by ecological niche modeling. Ecol Evol. 2023 Oct 19;13(10): e10606. doi: 10.1002/ece3.10606. PMID: 37869430; PMCID: PMC10585444.

343. Akyol, A., Örücü, Ö. K., (2020). Investigation and Evaluation Of Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Potential Distribution Under Climate Change in Turkey. Cerne, vol.25, no.4, 415-423.

Değişen dünyada yaşam alanlarımızı ve ekosistemlerimizi koruma ve geliştirme sorumluluğumuz; küresel iklim değişikliği, kuraklık, sel baskınları ile mücadelede yeni anlayışları benimsememizi gerektiriyor. *İklim Değişikliğinde Peyzaj ve Bitkilendirme Stratejileri* adlı bu kitapta insan-doğa etkileşimini yüceltecek ve özellikle kentlerimizde daha dirençli, doğayla barışık ekosistem süreçleri ile insanı ve kenti kucaklayacak peyzaj stratejilerine ait düşünceleri göreceksiniz. Gelecekte kentlerimiz, yapı stokları ile doldurulmuş yerleşimler olmanın ötesine geçmelidir. Bu anlayışla kitap, bitkilerin estetik ve romantik izlerinin yanında mavi-yeşil altyapı ya da peyzaj altyapısı stratejileri ile farklı fonksiyonlardaki kullanımlarını daha iyi anlamamızı sağlayacaktır.

Kitapta, iklim değişikliğinde kentlerin gelişim ritimlerine peyzajın ve bitkisel materyalin tasarım stratejileri nasıl entegre edilebilir, kentlerin ve bitkilerin birlikte yaşam olanakları nasıl uyumlaştırılabilir, belirsiz iklim ve değişen kent ortamlarına uyumlu doğal müttefiklerimiz nelerdir, ülkemizin kentsel ve kırsal mozaiği ve botanik çeşitliliğindeki bitki türlerimize bakış açımız ne olmalıdır, İstanbul ve Anadolu'nun sunduğu iklim bitkileri ne kadar dirençlidir ve hangi yeşil alan politikaları ve yeşil endüstri tekniklerine odaklanmamız ülkemiz gerçeğinde olasıdır sorularının yanıtlarını arayacağız.

İklimle uyumlu kentler için doğanın daha çok evrimleşmesi ve kültürleşmesine izin vermeliyiz. O hâlde bu eserle hep birlikte bir yolculuğa çıkalım, kentlerimizi doğayla evrimleştirelim.

9 786058 554030

**Tanıtım nüshasıdır, para ile satılmaz.**

İSTANBUL
BÜYÜKŞEHİR
BELEDİYESİ