



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü



# Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi







T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü

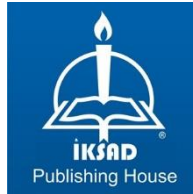


---

# Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi

---

ISBN: 978-625-367-746-6



Copyright © 2024 by İKSAD yayınevi Tüm hakları saklıdır.

Bu yayının hiçbir bölümü herhangi bir biçimde veya herhangi bir yolla çoğaltılamaz, dağıtılamaz veya iletilemez, fotokopi, kayıt veya diğer elektronik veya mekanik yöntemler de dâhil olmak üzere, yayıncının önceden yazılı izni olmadan, eleştirel incelemelerde yer alan kısa alıntılar ve telif hakkı yasasının izin verdiği diğer bazı ticari olmayan kullanımlar hariç. Ancak elektronik olarak belirlenen şartlarda tasarlanan e-kitap Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü internet sitesinde de yayınlanacak olup, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından kitabın baskı halinde çoğaltılmasında her türlü telif hakkı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğüne aittir.

İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü

(Yayıncı Lisans Numarası: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75 ABD: +1 631 685 0 853

E-posta: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

Yayın etiği kurallarına uymak yazarların sorumluluğundadır.

Iksad Yayınevi – 2024©

---

## **Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi**

---

ISBN: 978-625-367-746-6

Kapak Tasarım: İbrahim KAYA

Ağustos, 2024

Ankara / Türkiye

Size: 16x24 cm

Kitap Referans Gösterimi: İnce, K., (Ed.). (2024). Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications

---

# Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi

---

## YAZARLAR

Prof. Dr. Atila GÜL

Prof. Dr. Hasan YILMAZ

Prof. Dr. İbrahim TURNA

Prof. Dr. Gülşen AYTAÇ

Prof. Dr. Mustafa VAR

Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ

Doç. Dr. Doğa Dinemis AMAN

Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER

Öğr. Gör. Şeyma SARIARMAĞAN CEYLAN

Şevval YÜZER

Huriye ÇALIŞKAN MİMARLAR

## EDİTÖR

Kenan İNCE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara/Türkiye. ORCID: 0000-0002-7555-0248, E-Mail: kananince@gmail.com



---

## İÇİNDEKİLER

---

<b>TAKDİM</b> .....	i
<b>ÖNSÖZ</b> .....	iii
<b>HAKKINDA</b> .....	v

### **BÖLÜM 1**

*Deprem Sonrası Kalıcı Konutlarda Peyzaj ile Terapi*

Prof. Dr. Mustafa VAR.....1-29

### **BÖLÜM 2**

*İklim Değişikliğine Uyum Sağlamada Doğal Bitki Türlerinin Önemi ve Kent Kimliğine Etkileri*

Prof. Dr. Mustafa VAR vd.....31-57

### **BÖLÜM 3**

*Kentsel Yeşil Alanlarda Bitkilendirme Teknikleri*

Prof. Dr. İbrahim TURNA.....59-80

### **BÖLÜM 4**

*Kentsel Yeşil Alanlarda Budama*

Prof. Dr. İbrahim TURNA.....81-109

### **BÖLÜM 5**

*Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) Çalışmaları*

Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI ve Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ.....111-173

## **BÖLÜM 6**

*Kent Ağaçları Bilgi Sistemi ve Kent Ağaçları Yönetimi*

Prof. Dr. Atila GÜL.....175-203

## **BÖLÜM 7**

*Karbon Fiyatlama Yaklaşımları ve Yeşil Alan İlişkisi*

Prof. Dr. Atila GÜL.....205-239

## **BÖLÜM 8**

*Kentsel Yeşil Alanların Karbon Tutma Kapasiteleri ve Karbon Stokuna Etkileri*

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER.....241-256

## **BÖLÜM 9**

*Deprem Parkları Yer Seçimi ve Tasarım Kriterleri*

Doç. Dr. Doğa Dinemis AMAN ve Prof. Dr. Gülşen AYTAÇ.....257-272

## **BÖLÜM 10**

*Kentsel Alanlarda Yeşil Altyapılar ve Ekosistem Servisleri Açısından Önemi*

Öğr. Gör. Şeyma S. CEYLAN ve Prof. Dr. Mustafa VAR .....273-295

## **BÖLÜM 11**

*İklim Değişikliğine Karşı Biyoçeşitliliğe Dost Yerleşke Kavramı; Ata Botanik Bahçesi Örneği*

Prof. Dr. Hasan YILMAZ.....297-333

## **BÖLÜM 12**

*Kentsel Biyoçeşitlilik*

Prof. Dr. Hasan YILMAZ.....335-364

## **BÖLÜM 13**

*Kentsel Yeşil Alanların Kent Mikro İklimine Etkileri*

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ.....365-393

## **BÖLÜM 14**

*Kentsel Isı Adası ve Yeşil Alan Planlama Önerileri*

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ.....395-419



---

## TAKDİM

---

Akdeniz Havzası'nda yer alması dolayısıyla cennet vatanımız, iklim krizinin ağır sonuçlarıyla karşı karşıya. Son yıllarda daha sık görmeye başladığımız seller, orman yangınları ve kuraklık, iklim değişikliğinin en somut göstergelerindedir. İklim değişikliğinin en büyük sebebi ise Sanayi Devrimi ile birlikte başlayan yoğun çevre kirliliğidir.

Dünya bir denge üzerine yaratılmıştır. Bu denge bozulduğu zaman felaketler de arka arkaya geliyor. Eğer doğayı tahrip ederseniz, atmosferi kirletirseniz, tabiat sizden intikam almaya başlıyor. İnsan ne zaman tabiatın dostluğunu unutmuş, bu dostluğun hukukuna aykırı davranmışsa; o zaman hava kirliliği, iklim değişikliği, sera gazı birikimi, karbon oranı yüksekliği, biyoçeşitliliğin azalması gibi felaketler meydana gelmiştir.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak iklim değişikliğinin ülkemize etkilerini en aza indirebilmek için çalışmalarımıza durmadan dinlenmeden devam ediyoruz. Şehirlerimizi çevresi ve doğasıyla bir bütün olarak değerlendiriyor, Dünya'nın geleceği ve çocuklarımız için doğasıyla bütünleşen, iklim dostu, çevreye saygılı, Sıfır Atık uyumlu, yeşil koridorlarla bezeli akıllı şehirler inşa ediyoruz. Kentsel dönüşümden millet bahçelerine, çölleşme ve erozyonla mücadelede ekolojik koridorlara, Sıfır Atık'tan iklim değişikliğiyle mücadelede, altyapı yatırımlarından sosyal konutlara kadar yaptığımız tüm çalışmalarla; iklim değişikliğinden en çok etkilenen nüfusun ve ekonomik aktivitelerin yoğunlaştığı şehirlerimizin yeşil dönüşümü için doğa kaynaklı çözümlere odaklanıyoruz.

Bu kararlılığımızın somut nişanesi olarak daha yeşil şehirler vizyonu ile, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ekosistem bütünlüğünün korunması adına, doğa temelli çözümler üretilmesine katkı sağlayacak proje ve etkinliklere imza atıyoruz.

Bu kapsamda, şehirlerimize nefes aldırarak yeşil alanlar ile park ve bahçelerimizi ekolojik, ekonomik ve sosyolojik bakımdan ön plana çıkararak daha yaşanabilir şehirler için çalışmalarımızı kararlılıkla sürdürüyoruz.

Bu maksatla hazırlanan yayın, yerleşim yerlerinde yapılacak yeşil alan çalışmalarında mevcut uygulama pratiklerinin iyileştirilmesine, yeni uygulama pratiklerinin geliştirilmesine ve yapısal önlemler dâhil, konunun sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine katkı sağlayacaktır.

Bu eserde katkı ve emeği geçen başta ülkemizin güzide üniversitelerinde görevli alanlarında uzman akademisyenlerimiz olmak üzere tüm mesai arkadaşlarımı tebrik ediyorum.

**Murat KURUM**  
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanı

---

## ÖNSÖZ

---

İklim değışikliği konusu her geçen gün artan bir Şekilde, ulusal ve uluslararası gündemi meşgul etmeye devam etmekle birlikte, yaşadığımız yüzyılda insanlığın karşı karşıya kaldığı en büyük yaşamsal sorunların başında gelmektedir. Her ne kadar etki ve nedenleri bölgesel manada farklılık gösterse de iklim değışikliği sonuçları itibarıyla tüm insanlığı yakından ilgilendirmektedir.

Ülkemizin içinde bulunduğu coğrafi konum, iklim, topografya ve toprak Şartları lleşme, erozyon ve iklim değışikliğine karşı hassasiyetini artırmaktadır. lke topraklarımızı korumak, tabii kaynaklarımızın sürdürülebilir yönetimini ve iklim değışikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve karbon yutak alanlarını artırmak için topyekn mücadele edilmesi zorunluluktur.

Kentsel yeşil alanların ve doğal kaynakların korunması, Şehirlerimizin sürdürülebilirliği ve vatandaşlarımızın yaşam kalitesi için hayati öneme sahip olmanın yanı sıra kentsel yeşil alanlar, hava kalitesinin iyileştirilmesi, su yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi yerleşim yerlerinde yaşayan vatandaşlarımıza birçok katkı sunmaktadır. Bu alanlar, Şehir içindeki sıcaklık ada etkisini azaltarak, Şehirlerimizi daha yaşanabilir kılmakla birlikte, rekreasyon ve sosyal etkileşim için de önemli katkılar sunmaktadır.

Asli görevleri içerisinde yutak alanların artırılması ve bu kapsamda ulusal düzeyde strateji ve politikalar geliştirmek olan başta Genel Müdürlüğümüz olmak üzere evre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın diğer ilgili birimleri, üniversitelerimizin bu konulardaki yetkin akademisyenlerin desteğiyle Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi isimli bu eser hazırlanmıştır.

İklim değişikliği ile mücadele de anahtar rol üstlenen şehirlerimizde hali hazırda var olan yeşil alanlar ile yeni planlanan yeşil alanların sürdürülebilir yönetimine dair ilkelerin gözden geçirilmesi, uygulamada yapılan yanlışların önüne geçilmesi, su tasarrufuna ilişkin yapılması gerekenlere dair konuların yer aldığı bu eserin toplumumuzun geneli bakımından önemli olduğunu düşünüyorum. Bu doğrultuda; bilimsel veriler ışığında uygulamaya yönelik yapılması gerekenlerin adeta özetini sunan bu çalışma, tüm kamuoyunun bilgisine sunulmak üzere hazırlanmıştır.

Çalışmanın ülkemize ve şehirlerimize çok olumlu katkılar sağlayacağına inanıyor, hazırlanmasında ve her aşamasında katkı ve emek sunan başta akademisyenlerimiz olmak üzere tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Prof. Dr. Kasım YENİGÜN  
Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü

---

## HAKKINDA

---

Küresel ısınma ve beraberinde gelen iklim değışikliği günümüzde kriz mertebesine ulaşmış, ormansızlaşma, çölleşme, gıdaya ve temiz suya erişim, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi çevre sorunları ülke ya da bölge sınırı olmaksızın tüm insanlığı ve dünyanın geleceğini tehdit eder hale gelmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre 2030 yılına kadar dünya nüfusunun yüzde 70’inden fazlasının şehirlerde yaşamayı tercih edeceği tahmin edilmekle birlikte (BM, 2019) ülkemizde var olan nüfusun % 93 hâlihazırda şehirlerde yaşamaktadır (TÜİK, 2020). Şehirler, ekonomik büyümenin itici güçleri olmakla beraber gayri safi milli hasılanın %80’ni üretmektedir. Dünya Bankası’nın en son İklim Değişikliği Eylem Planı (2021–2025), şehir sistemlerini en fazla sera gazı emisyonu üreten ve önemli uyum zorluklarıyla karşı karşıya olan beş ana sistemden biri olarak belirtmektedir (World Bank Group, 2021). Bu bakımdan toplu yerleşim alanları olan şehirler, çevre sorunları ve iklim değışikliğinin hem kaynağı hem de bu sorunların çözümünün merkezi konumundadırlar.

Bu anlamda tüm Dünya’da konunun önemi her geçen gün artmakla birlikte iklim değışikliği ile mücadele kapsamında ekosistem bütünlüğünün korunmasında uygulanacak “doğa kaynaklı çözümler” bugün nerede ise bütün dünyanın sürdürülebilir bir yaşam için takip ettiği çözümlerin başında gelmektedir.

Yerleşim yerleri içerisinde yer alan ağaçlık ve yeşil alanların toplum üzerine olan olumlu ekonomik, ekolojik ve sosyolojik etkilerinin yanı sıra bu alanların CO2 depolama yetenekleri de göz önüne alındığında iklim değışikliği ile mücadeledeki rolü bir kat daha artmaktadır.

Şehir merkezlerinin sera gazı toplamının yaklaşık 4’te 3’ünden sorumlu olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu gazların kaynağına yakın alanda nötrale edilmesi daha da önemli hale gelmektedir.

Küresel iklim değişikliği konusunda gelişmiş ülkelerde de benimsenmiş en önemli eylem adımlarından birisi de CO<sub>2</sub>'in yeşil alan ekosistemi içerisinde (bitki, ölü örtü ve toprakta) depolanmasıdır. Kentsel alanlardaki CO<sub>2</sub> salınımını azaltmak ve karbon depolamayı artırmak amacıyla kent içi yeşil alanlar önemli bir konuma sahiptir. Kentsel alanlardaki ormanlar, sulak alanlar, sazlıklar, kıyı alanları gibi yeşil altyapıların yanı sıra; park alanları, şehir ormanları, diğer açık ve yeşil alanlar, sokak ağaçlandırmaları, yeşil duvar ve yeşil çatı uygulamaları, cep parkları ve spor alanları gibi kentsel unsurların dâhil olduğu karbon yutak alan envanterlerinin hazırlanması çok önemlidir. Temelde insan sağlığı ve şehirlerin sürdürülebilirliğini esas alan, Türkiye Yüzyılımın doğasıyla bütünleşen şehirlerin inşasında bu veriler bizlere ışık tutacaktır.

Yerleşim yerlerinde var olan bu ağaçlar ve ormanlar kentlerin uzun ömürlü doğal elemanları olarak kabul edilmekte bu nedenle bu alanların, bilimsel ve teknik ilkeler kapsamında yönetilmesi gerekmektedir. Kentsel yeşil alanların yönetilmesinde, kurum ve kuruluşlar arası eşgüdüm sağlanmalı, kentlerin yetişme ortamı koşullarına (iklim, toprak, denizden yükseklik, vb.) uygun doğal türler belirlenmeli, belirlenen türlerin dikimi, bakımı ve korunması, bir program dâhilinde gerçekleştirilmelidir. Yeni planlanacak ve uygulanacak kentsel yeşil alanların sürdürülebilirliği konusunda; amaç(lar)ın ortaya konulması, saha hazırlığı ve dikim gibi bir dizi teknik işlemin bütünleşik olarak sorunsuzca yerine getirilmesi ve bakımı gerekmektedir.

Kentin açık ve yeşil alan sistemleri içindeki ağaç, ağaç toplulukları ve ormanların özel ve bütüncül bir yönetimi ve politika oluşturmaya yönelik ilkelerle kent ormancılığı kavramı üzerinden değerlendirilmesi belki de üzerinde durulması gereken bir diğer önemli konu olabilir. Bu anlamda beklenen çok yönlü hizmet ve katkıların sağlanması için, her şeyden önce, birey ve toplumun “Ağaç, Orman, Doğa, Yeşillik ve Yaşam” gibi olguların farkında olması, değer verme ve koruma bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Söz konusu alanların sadece yeşillikten ibaret olmadığını unutmamız gerekir. Ülkemiz için önemli bir diğer konu olan deprem gerçeği “Asrın Felaketi” olarak nitelendirilen Kahramanmaraş depremleri ile bize kendisini bir kez daha acı bir şekilde hatırlatmıştır.

Bu bakımdan kentsel açık ve yeşil alanları, olası deprem sonrasında da insanların binalardan çıktıktan sonra acil olarak toplandığı ve geçici süreliğine barındığı alanlar olarak da değerlendirmemiz gerektiğini zihnimizin bir köşesinde daima tutmalıyız.

Kentsel yeşil alanlar, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmasının yanı sıra deprem gibi doğal afetlerde kent insanına toplanma alanları sağlaması, afet sonrası çok yönlü hizmetler sunması gibi nedenlerle sürdürülebilir, dirençli veya akıllı bir kentleşme için sistemli bir şekilde planlanması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Kentsel yaşam alanları sadece biz insanoğluna ev sahipliği yapmıyor. Bu anlamda özellikle kentsel biyoçeşitlilik; kentsel ekosistemlerde değişik yaşam alanlarındaki flora ve fauna çeşitliliği olarak ifade edilmektedir.

Kentleşme bir taraftan doğal ortamları değiştirirken, kent içinde kalan korunmuş alanların oluşturduğu mikro iklim avantajları, lokal sulamalar ve nemin sürekliliği, bilinçli veya bilinçsiz gıdanın mevcudiyeti bu şartlara adapte olabilen türler için bir avantaj sağlamaktadır.

Bu bakımdan coğrafi, iklimsel, ekonomik, sosyolojik vb. pek çok değişkene bağlı olarak kent içi yeşil alanların kentsel biyoçeşitliliğe olan katkısı ayrıca önem arz etmektedir.

Diğer taraftan küreselleşen Dünya’da iklim değişikliğinin ekonomik olarak değerlendirilmesinde sera gazlarını azaltma çalışmalarına yönelik çok yönlü eylemlerin karbon maliyetinin belirlenmesi, uygulanması, izlenmesi, yaptırımlar ve cezaların artmasının işletmeye olası mali sonuçları, emisyon azaltımlarına yönelik kredi ve sertifikalara ilişkin alım ve satım işlemleri, karbon vergilendirme kayıtları vb. durumlar çevrenin fiyatlandırmasını ve bir alt birim olarak da karbon fiyatlandırması ihtiyacını gündeme zorunlu kılmaya doğru yol almaktadır.

Akademik araştırmalar, kentsel mekânların planlama ve tasarımında alanın doğal kaynak değerlerinin doğru analiz edilerek çalışmalara aktarıldığında, sürdürülebilir kentleşme koşullarının sağlandığını bizlere göstermektedir. Bu çalışmalardan biri de her kent için planlanacak dönüşüm ve yenileme alanlarında, uygulamaya geçmeden önce mutlaka iklime duyarlı farklı kentsel tasarım senaryolarının üretilmesi olacaktır. Bunun için öncelikle dış mekân termal konfor koşullarının iyileştirilmesi adına kentsel mekân içinden alınacak mikro-iklim verilerinin, oluşturulacak simülasyonlarda güncel yazılımlar ile analiz edilmesi gerekmektedir. Böylece ekstrem iklim şartlarına sahip olan kentler dahil kentsel yaşanabilirlik şartlarının iyileştirilmesine yönelik standartlar elde edilebilecektir.

Bahsedilen tüm bu konular dikkate alındığında Türkiye’de son dönemlerde ekonomik büyüme hızı karşısında ekolojik koruma ile denge için ekolojik araç arayışlarının ön plana çıktığı açıkça görülmektedir.

Bu maksatla yapılacak çalışmalarda yeşil altyapı yaklaşımının kavramsal, kuramsal ve mevzuat açısından tüm yönleriyle ortaya konulması bir ihtiyaç olarak değerlendirilmeli.

Yukarıda bahsedilen konulara ilişkin çok daha detaylı bilgilerin yer aldığı bu yayının başta yerel yönetimlerde konu ile ilgili planlayıcı ve uygulayıcılar olmak üzere tüm kamuoyuna faydalı olmasını temenni ederim.

EDİTÖR





---

**Deprem Sonrası Kalıcı Konutlarda  
PEYZAJ İLE TERAPİ**

---

**Prof. Dr. Mustafa VAR** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama  
Bölümü, Yıldız Yerleşkesi, Beşiktaş, İstanbul/Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-3996-2608  
E-mail: mvar@yildiz.edu.tr

## 1. Giriş

İnsanoğlu yeryüzündeki ilk yerleşimlerinden günümüze kadar kuraklık, sel, deprem, heyelan, fırtına, volkanik aktiviteler başta olmak üzere pek çok doğa olayı ile karşı karşıya kalmış, bunların bir kısmı afet seviyesinde etkili olmuştur. Bunlardan özellikle depremler büyük magnitudlü depremleri üretebilen fay hatlarına sahip aktif bir deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde tarihi süreç içerisinde ve özellikle son yıllarda büyük yıkımlara neden olmuş, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar meydana getirmiş ve yaşamı durdurarak veya kesintiye uğratarak telafisi güç problemlere yol açmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığının son 100 yıl içinde yaşanan depremlerde can kaybı ve ağır hasarlı mal kaybı bakımından en büyük depremleri sırasıyla 2023 Kahramanmaraş, 1939 Erzincan ve 1999 Gölcük merkezli Marmara Depremleri olduğu, 2023 de meydana gelen son depremde 48 binden fazla kişi hayatını kaybettiği, yarım milyondan fazla bina hasar gördüğü belirtilmektedir. Etkilenen kişi sayısı ülke nüfusunun %16.4 karşılık geldiğini ilgili raporda yer almaktadır (2023 Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Raporu). Ayrıca, toplam nüfusun içinde de genç nüfusun %16,7 olduğu belirtilmektedir (Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2022).

Depremler çok kısa süre içerisinde oluşan ve çok büyük etkiler bırakan doğal afetlerdir. Bu afetler sonrasında problemin ne kadar büyük olabileceği ve etkilenen halkın ne kadar büyük travma yaşayacağı yukarıda verilen rakamlardan anlaşılmaktadır.

Deprem sonrası yapılan yardımlar, ilk günlerde yaşam kurtarılması, fiziksel yaralanmaların tedavisi, geçici barınak sağlanması, psikolojik destek ve zamanla da alt yapı hizmetlerinin düzeltilmesine ile kalıcı konutların yapımına yöneliktir. Ülkemizde başta AFAD olmak üzere tüm kamu ve gönüllü kuruluşlar bu hizmetleri yeterince yapmaktadırlar. Alt yapının eski haline getirilmesi geçici ve kalıcı konutlar ile çalışmalar da belki de başka ülkelerde örneği görülmeyecek teknik ve hızda yapılmaktadır. Barınma sağlansa bile insanlarda hala iç mekanlarda kalma korkusunun devam ettiği göz ardı edilmemelidir. 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinden sonra yaptığımız gözlemlerde depremin çok küçük şiddetlerde tekrarlanması

durumunda bile insanlar yaşadıkları felaketi ve korkuları hatırlayarak kendilerini dış ortamlara attığı görülmüştür. O halde her ne kadar asıl travmanın yaşandığı ilk aylarda acil ihtiyaçlar karşılanırsa da; depremden sonra insanların en önemli ihtiyaçlarından bir de kapalılık korkusuna karşı güvenle kullanabilecekleri açık ve yeşil alanlardır.

Bu çalışmanın amacı; deprem sonrası yapılan kalıcı konutların çevreleri ile birlikte bir bütün olarak ele alınarak çözümler üretmektir. Bu çözümlerin çevrede yaşayacak halkın yeşil alanlar ve diğer donatılarla göz estetiğinin sağlanmasının yanı sıra bitki materyali başta olmak üzere kullanılacak diğer donatıların çevresel psikoloji ilkeleri doğrultusunda seçilerek ve kompozisyonlarının yapılması sonucunda depremdedeler üzerinde belki uzun yıllar sürecek psikolojik rehabilitasyonu sağlayacak huzur veren çevreler oluşturulmanın önemini vurgulamaktır.

## **2. Deprem Sonrası Yaşam ve Çevresel Psikoloji**

Doğal afetler arkalarında birçok sorun bırakır. Afetzedelerin çok ciddi duygusal ve bilişsel problemler yaşadıkları, yoğun strese maruz kaldıkları bilinen bir gerçektir.

Psikolojik etkilenme sürecinin saptanma ve tedavisinin daha karmaşık ve uzun süreli olması, bu alandaki hasarın, çoğu kez kendi haline bırakılmasıyla sonuçlanmaktadır (Nakajima, 2012). Afetzedelerin kontrol duygusu, özgüven kaybı veya kişisel mal kaybı gibi olası sorunların yanı sıra korku, öfke, kaygı gibi spesifik olmayan stres tepkileri ve ayrıca depresyon ve anksiyete gibi çeşitli psikopatolojik bozukluklar da yaşayabilecekleri kabul edilmektedir (İkizer ve Gül, 2017). Ülkemizde 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremi'nden altı yıl sonra Sapanca İlçesi'nde yaşayan 18-65 yaşlar erişkinlerde travma sonrası stres ve anksiyete belirtilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada araştırmaya katılanların %64.5'inde hafif veya minimal anksiyete, %35.5'inde de orta veya şiddetli anksiyete görülmüştür (Önsüz ve diğ., 2009)

Depremin insanlar üzerinde bırakacağı etkiler ilk hafta, ilk 3 ay, ilk bir yıl ve uzun vadede olan etkilerdir. İlk haftalarda daha çok; Korku, endişe, suçluluk, pişmanlık, öfke, karamsarlık, panik, çaresizlik, birliktelik duygusu ve komşulara yardım etme isteği gibi duygular ön

plana çıkar. Depremzedelerde en sık gözlenen duygu ise her an, tekrar deprem olacakmış gibi hissedip korkmalarıdır. Bu korku ve kaygı duygusu yetişkinler kadar çocuklar üzerinde de çok etkili olur. Sözü edilen yoğun duygusal baskı altında huzursuzluk ve güvensizlik, korku, kuşku hissi, içine kapanma ile sonuçlanabilir (Var ve diğ., 2001). İkinci hafta ile birkaç ay süren dönemde; yorgunluk, kızgınlık ve ilgisizlik gibi şikayetler artar. Bir yıla kadar devam eden dönemde ise bireysel sorunlar ortaya çıkar. Birlik duygusu zayıflayabilir (Deprem Ve Peyzaj Paneli Sonuç Bildirgesi, 2023).

Bu sorunlar ilk dönemlerde psikiyatristler, psikologlar ve sosyal hizmet uzmanlarının desteğinde çözülebilir. İlk hafta ve ilk 3 ayda peyzaj mimarlarının yapabileceği etkili bir çalışma olamayabilir. Ancak, ilk 1 yıl ve uzun vadede yapılacak çevresel psikolojiye bağlı uygun düzenlemeler ile fizyolojik ihtiyaçların karşılanması yanında farklı peyzaj önerileri ile zarar gören kişileri olumsuz etkileri en az indirmek mümkündür.

Depremzedelerin pek çoğunda açık mekanlar kapalı mekanlara tercih edilir. Açık mekanlarda kendilerini daha rahat ve huzurlu hissederler. Bu nedenle açık alanlarda bile yapılsa bazı yarı kapalı mekanlara sınırlı yer verilmesi düşünülmelidir. Tasarımcı olağan zamanlarda yaptığı genel çevre tasarımlarındaki temel yaklaşımların dışında, buradaki kullanıcıların depremden zarar görmüş kişiler oldukları dikkate alınarak onların yaşadığı ve uzun yıllar yaşayacağı travmayı azaltacak tedavi edici, rahatlatıcı, sakinleştirici, neşe verici olacak teknikleri kullanması, hüznendiren, kasvet verici düzenlemelerden kaçınılması temel ilkesi olmalıdır. Bu nedenlerle ilk dönemden itibaren ‘Peyzaj ile Terapi’ devreye girmelidir.

### **3.Peyzaj ile Terapi**

Peyzaj ile terapi tasarıma katılan tüm peyzaj bileşenlerinin (Donatılar ve bitkiler ile bunlara ilişkin tasarım teknikleri, su, koku, ışık-gölge ve ses vd.) ile yapılan terapileri içerir. Peyzaj ile terapi aslında yeni bir kavram değildir. Örneğin özellikle peyzaj’da sesin terapi ve şifa amacıyla kullanılışı Somakçı (2003)’e göre ilkel toplumlardan başlayıp, çok eski çağlardan ve özellikle ortaçağdan itibaren Selçuklu ve Osmanlı Dönemi’nde de sıklıkla başvurulmuştur.

Son yıllarda ruh hekimleri, klinik psikologlar ve müzikle tedavi uzmanlarının çok kez ortak araştırmaları ve çalışmaları müziğın hastalara ve hastalıklara göre ayrıca yerine göre de yardımcı bir tedavi niteliği olduğunu ortaya koymuşlardır (Karahana, 2006).

Fiziksel evre, her ne kadar hastanın iyileşmesinde önemli bir etkiye sahip olsa da, bir tasarımın sahip olması gereken tek odak noktası değil, aynı zamanda sosyal ve etkileşimsel yönleri, psikolojik veya ruhsal çıkarımları, dolayısıyla son kullanıcının ihtiyaç duyduğu ihtiyaçların keşfedilmesi ve anlaşılmasıdır (Abbas ve Ghazali, 2011; Abbas ve Ghazali 2012).

2000'e kadar daha çok sağlık tesislerinin peyzajı nasıl olmalı, hangi psikolojik ilkelerle bitki kompozisyonları yapılmalı tartılışırken son 20 yılda artık sağlık tesisleri; ocuk hastanelerinde, cerrahi hastalıkların tedavi edildiği hastanelerde, ruh ve sinir hastalıkları hastanesi bahçeleri ezeline hatta daha da ileri gidilerek bu hastaneler içinde alzheimer ve demans hastaları için bahçeler, kanser hastaları için bahçeler, gaziler için bahçeler, yaşlılar için bahçelerin tasarlanması detayına inilmiştir (Marcus ve Sachs, 2013). Bitkilerin değişik özellikleri kullanılarak, renk, koku, bazen ses (müzik) ve suyun rehabilite edici özellikleri tedavi etme amaçları ile kullanıldığını biliyoruz.

1999 Marmara depremi sonrasında yapılan kalıcı konutların (Düzce, Adapazarı, Yalova, Kocaeli'ye bağlı 41 bölgede) evre düzenleme projelerini hazırlarken yaptığımız araştırma ve gözlemlerimizde; böyle bir felaketi yaşayan insanlar sıkça başka insanlarla birlikte olma, konuşma ihtiyacı hissettiği anlaşılımiştir. Gözlemler sonucunda sosyalleşmeyi gerçekleştiren insanların afetin olumsuz etkilerini daha kısa zamanda üzerlerinden atmayı ve olayları kabullenmeyi başardıkları tespit edilmiştir. Sosyal bir varlık olan insanın bu etkinlikler çerçevesinde diğer insanlarla mümkün olduğunca fazla birlikte olabilmesini sağlamak amaçlanmalıdır. Bu da dış mekanda;

- a) Sosyal etkileşime olanak sağlayan çözüm arayışlarına gidilmelidir: Meydanlar, oturma alanları, oturma basamakları,

anfiler, kameryeler (mümkün olduğu kadar ana dikmeleri güçlü çatısı hafif, açıklıkları fazla), pergolalar tasarlanmalıdır. Böylece depremedelerin diğer insanlarla birlikte olma, konuşma, derdini anlatma, başkalarını dinleme, acıların ortak paylaşımı, ihtiyacı hissetmektedirler.

Mekanlar tasarlanırken keskin köşeli (Şekil 1a, 1b), tehlike arzeden ve korku verecek kotlar, kaba dokulu malzemeler, parlak ve rahatsızlık verecek ışık, dinlendirici olmayan müziklerden kaçınılmalıdır.



1.a

1.b.

1.c

Şekil 1. a.b. Keskin köşeleri olan anfi ve oturma tasarımı yerine 1c.'deki organik çim anfi tercih edilmeli (Var, 2000)

- b) Doğayla başbaşa zaman geçirebilecekleri mekanlar, manzara seyir terasları, su yüzeyleri ve çevresinde yürüyüş alanları gibi karmaşık olmayan pasif rekreasyon alanlarına yer verilmelidir. (Şekil 2).



Şekil 2. Doğayla baş başa zaman geçirebilecek pasif rekreasyon alanları (Var, 2005)

- c) Çocukların olumsuz etkilenmesini giderici çözüm arayışları: Çocuklar depremden yetişkinlere göre daha fazla etkilenmektedir. Bu nedenle çocukları kaygılarından ve korkularından uzaklaştıracak, paylaşma ve güven duygusunu tekrar kazandıracak nitelikte etkinlikler için mekanlar tasarlanmalıdır.
- d) Oyun donatıları ve spor alanları yeterince olmalıdır; özellikle çocukların bir arada olup paylaşım ve güven duygularını geliştirebilecekleri her yaş grubu için farklı oyun donatıları tasarlanmalıdır.
- e) Huzur ve sakinleştirici bitki kompozisyonları ; Deprem sonrası yapılan kalıcı konutlarda tasarım ve donatı seçiminden sonra en önemli özelliklerden biri bitki seçimi ve kompozisyonudur. Bitkiler seçilirken form/biçim, renk, ölçü, doku kişilerin algılamaları üzerinde çok etkili olduğu, psikolojik durumlarını iyi yada kötü yönde çok etkilediği ve özellikle uzun vadede travmanın atlatılmasında çok etkili olabileceği bilinmektedir. Bu nedenle bu çalışmanın asıl odağını bu maddede yer alan detay gibi görünen hassasiyetler oluşturmaktadır.

Biçim, renk, doku gibi tasarım öğelerinin insan algısında bıraktığı etkiler genelde benzer olmakla birlikte yorumlama şekilleri yaşadıkları coğrafyaya, gelenek–görenek, inanışlara göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, tüm dünya da insanların deve görünce çölü, ördek görünce su/göl aklına gelebilir (Şekil 3,4).



Şekil 3. 4 .Deve-Çöl, Ördek-Göl çağrıştırması (Var, 2014)

Aynı durum bitkilerde karşımıza çıkmaktadır. Peyzaj mimarlığında *Carex* ( Şekil 5) ya da *Typha* denilince herkese sulak bir alan aklına gelirken tüm kaktüsler kurak ortamları çağrıştırır (Şekil 6) .



**Şekil 5-6.** Peyzaj'da Carex 'ler suyu, Kaktüstürleri kurak ortamları çağrıştırır (Var, 2018)

Bu genel algıların dışında ülkeden ülkeye, bölgeden bölgeye değişen bitki ve oluşturduğu algılar değişiklik gösterebilir. Örneğin ülkemizde herkes Sütun Servi ya da Süsen/Mezarlık Zambağı denilen *Iris*'ler 'mezarlığı-ölümü' çağrıştırır (Şekil 7-8). Bu nedenle deprem sonrasında yapılacak peyzaj tasarımlarında bu bitkilere nasıl yaklaşımda bulunulacağı detaylı olarak ele alınacaktır.



**Şekil 7.8.** Ülkemizde Sütun Servi ve Irisler Mezarlığı çağrıştırır (Var, 2022)

### **e.1.Form/Biçim:**

Biçim, bir boşluğu çevreleyen farklı yönde ve farklı ölçüde çizgiler tarafından oluşan iki boyutlu bir elemandır. Form ise o biçimin üç



boyutlu kütlesi ve renk, doku gibi tasarım elemanları ile güçlendirilmiş anlatımdır. Bitkilerde form doğal olabileceği gibi budama ve şekil vermek gibi insan müdahalesi, rüzgar, kar vb. çevresel koşullara göre ya da yaşa bağlı olarak da değişebilir. Bitkilerde sütun, piramidal, ters piramidal, yuvarlak, oval, sütun, dağınık, sarkık ve sürünücü gibi form çeşitliliği görülür.

Sütun ve piramit formlar peyzajda güçlü bir vurgu oluştururlar. Bitki rengi koyulaştıkça bu etki çok daha vurgulu olur. Örneğin *Cupressus sempervirens* var. *pyramidalis*, *Cupressus govverniana*, *Taxus baccata* 'Fastigiata' gibi bitkilerde vurgu etkisi *Populus nigra* 'Pyramidalis' e göre daha fazladır. Tasarımda özellikle yuvarlak veya yayılıcı bitkilerle oluşturdukları kompozisyonlarda çok dikkat çekici elemanlar haline gelirler (Şekil 9,10,11). Tasarımda dikkati belli bir yöne çekmede veya uyarıcı etki yaratmada örneğin, karayollarında kavşakları, yerleşim alanlarını, rekreasyon alanlarını vb. haber vermek ve sürücüyü uyarmak için bu form özelliklerinden yararlanılabilir.



Şekil 9, 10,11. Sütun formu bitkiler ve vurgu etkisi (Var, 2005)

Ancak, bu tip bitkilerin toplumda karşığı genelde mezarlık servileri ile özleştığı için Ardıç, Porsuk ya da diğer serviler de olsa hep mezarlık servisi algısı olması nedeniyle afetzedelere ölüm ve kaybettiklerini hatırlatabilirler. Bu nedenle özellikle sütun ve koyu renkli sütun bitkilerden kaçınmak gerekir. Aslında genel olarak da bu tür formu bitkileri kullanırken çok dikkatli olunmalıdır. Sütun ve dik formu birçok bitkinin bir arada ve özellikle küçük mekanlarda kullanılmaları, kompozisyonun bütününde aşırı derecede vurgu veya odak noktası oluşturacağından, insanda gerginlik ve heyecan duyguları en yüksek seviyeye çıkabilir. Bu durum da depremzedeleri olumsuz yönde etkileyecektir.

Hüzün ve melankoli duygularını oluşturacak peyzajlardan kaçınılmalıdır. İnsanları hüznendiren, koyu yeşil renkli kasvet verici sütun formu servi benzeri bitkiler kullanılmamalıdır.

Tüm bunlara rağmen 2023 deprem bölgelerinde yapılan peyzaj düzenlemelerinden buna dikkat edilmediğini üzülmekteyiz (Şekil 12,13). Bu tip uygulamaların süratle durdurulması gerekmektedir.



Şekil 12,13. Antakya Gülderen TOKİ Konutları (URL2.)

Piramit ve konik formlu büyük ağaçlar psikolojik olarak, kullanım biçimlerine bağlı olmak üzere yalnızlık ve hüzn etkisi yaratırlar. Bu tip formlara sahip bitkilerde görsel algıya bağlı olarak yukarı doğru vertikal çizgilerin izlenmesi insanda mağrur, ciddi duygulara neden olur. Bitki rengi koyulaştıkça bu etki daha da artar (Şekil 14,15,16,17,18,19) (Var,1997).





Şekil 14,15,16,17,18,19. Piramit/konik formlu bitkilerde form etkileri (Var, 2010)

Bu nedenle özelliği ve hassasiyeti olan deprem bölgesinde sütun formlar kadar etkili olmasalar da bu formlardan kaçınmak ya da az kullanılması gerekmektedir.

Salkım formlu bitkilere doğada çok sık rastlanmamaktadır. Bu formlar, görsel açıdan dikkati aşağıya doğru yönlendirmekte bu nedenle eğer zeminde dikkat çekilmek istenen objeler varsa ya da su yüzeylerine yakın planda kullanılır; psikolojik olarak ise sakinleşme, yumuşama, içe kapanma, hüznün ve teslimiyet duygusu uyandırmaktadırlar (Var,1997) (Şekil,20,21,22,23).



Şekil 20,21,22,23. Sarkık formlu bitkiler (Var, 2003)

Bu gibi bitkiler büyük kitleler halinde kullanıldıklarında simgesel ve anlama yönelik etkilerini yitirirler ve buldukları alanlarda aşırı monotonluk ve melankoli duygularını arttırmaları. Bu nedenle aşırı ve yoğun kullanımlarda halkta içe kapanma, hüzün ve melankolik duyguları arttıracak için dikkatli kullanmak gerekir.

Doğada da sıkça rastlanan bu tip bitkilerde, çarpıcı, dikkat çekici özelliğindeki dik ve sütun formlu bitkilerin aksine belirli bir yön belirlemeyip, bakış yönünü belirleme yeteneği nötr olan yatay formlu ve yayılıcı bitkiler genellikle boyundan çok genişliğine ölçü kazanırlar; durgunluk, durağanlık ve dinlenme hissi verirler. Sakin ve pasif karakterdedirler. Peyzaj ile terapide sakinleştirme ve dinlenme amacıyla önemli görevler üstlenirler ( Şekil 24,25,26,27).



Şekil 24,25,26,27. Yayılıcı ve Sürünücü Bitkiler (Var, 2008)

Yuvarlak formlu bitkiler kontrast biçimler ve materyallerle kullanılarak kompozisyonda monotonluğu önlemede değerlendirilirler, mekanda kitle etkisi elde etmek için kullanılır ve vurgu sağlarlar. Dairesel formlar; dinlendirici, rahatlatıcı ve dengeyi ifade eden bir etki uyandırır (Şekil 28,29,30). Bu formdaki bitkiler peyzaj ile terapide oldukça etkili bir şekilde kullanılabilir.



**Şekil 28,29,30.** Yuvarlak Formlu Bitkiler (Var, 2014)

Manzara formlu bitkiler tepe taşları herhangi bir geometrik biçime benzemeyen, düzensiz, asimetrik, dış çizgiler dağınık, gelişigüzel büyüme ve dallanma özelliği gösteren bitkilerdir. Genellikle, bitkilerin çoğu bu forma sahiptir. Bu bitkilerin sere serpe büyümeleri, insanda coşkunluk, hürriyet duyguları canlandırmaktadır (Şekil 31,32). Bu nedenle bu formdaki bitkiler de deprem bölgesindeki yeşil alanlarda değerlendirilmesi gerekir.



Şekil 31,32. Manzara Formlu Bitkiler (Var, 2014)

Bitki formlarının insan psikolojisi üzerinde etkisi daima önemsizdir. Genellikle, geometrik formda olan objeler insanları disipline davet ederlerken, irregüler olanlar aksine insanı rahatlığa, serbestliğe ve harekete sevk ederler.

### **e.2.Renk:**

Peyzajda bitkilerin en önemli ve çarpıcı etkileri renk özellikleridir. Renkler, her kişinin duygusal durumumuzda değişiklik oluşturma özelliğine sahiptir. Aynen doku, renk, form'da ülkeden ülkeye ya da, dini inanışlar, kültürel alt yapı ve yaşa göre değişiyorsa bireylerdeki çağrışımları da farklı uyarılma durumu oluşturduğu bilinmektedir. Bireyler arasında renklerin tercihi değişse bile çoğu insan için psikolojik etkileri benzerlikler gösterir. Örneğin:

- Sıcak Renkler (kırmızı, sarı ve turuncu) canlandırıcı, neşe verici ve heyecana yol açan, teşvik eden, sıcak atmosferler oluşturma etkileri görülürken;
- Soğuk Renkler (mavi, yeşil) daha çok sakinleştirici, rahatlatıcı, huzur verici ve dinlendirici etkileri vardır (Var,1997).

#### • Kırmızı:

Kırmızı enerji ve gücü ifade eder. Kullanıldığı mekanda heyecandırıcı, uyarıcı bir etki yaratır. Aslında mücadele ve canlılığı temsil eder. Ancak, uzun süre seyredildiğinde korku ve endişe verici olabilmektedir. Bu nedenle hem deprem bölgesindeki yeşil alanlarda hem de özellikle hastane bahçelerinde büyük gruplar halinde alandaki hakim renk olarak kullanmak doğru olmayacaktır (Şekil 33,34).

Kırmızı bilinç altında kanı simgelediğinden kırmızı ve tonlarının hakim olduğu alanlarda kişilerin daha sınırlı olma ihtimali düşünülerek sınırlı bir yoğunlukta kullanılmalıdır.



Şekil 33,34. Kırmızı renkli *Acer* ve *Enkianthus*'un yoğun kullanımı (Var, 2018)

- Turuncu

Hareket ve canlılık doğurur. Yaşama şevkini ve kudretini artırır. Uzun süre seyredildiğinde sıkıntı verir (Var,1997) (Şekil.35,36). Bu renk bitkileri sürekli oturulup seyredilecek oturma mekanları yerine giriş, yol güzergahlarındaki geçiş alanlarında kullanılması rengin olumsuzluklarını yaşamamak için daha uygun olacaktır.



Şekil 35,36. Turuncu renk uzun süre seyredildiğinde sıkıntı verebilir (Var, 2018)

- Sarı

Neşe ve canlılık uyandırıcı bir renktir. Dikkat çekmek için sarı tercih edilir. Ferahlatıcı, rahatlatıcı bir renktir. Sürekli seyredildiğinde insanda olumlu etkiler bırakabilir. (Şekil 37,38,39). Genişlemeyi, iletişimi ifade etmektedir. Parlak sarı ışık, kan dolaşımı üzerinde olumlu etki yapar. Koyu sarı renklerde hastalık, kıskançlık ve güvensizlik duygusu artar. Gri ile birlikte kullanılırsa etkisini kaybeder ve zayıflar (Var,1997).



Şekil 37,38,39. Neşe ve canlılık veren sarı renk kompozisyonları (Var, 2017)

- Mavi:

Tüm soğuk renklerde (mavi, mor, yeşil) olduğu gibi daha çok sakinleştirici, rahatlatıcı, huzur verici ve dinlendirici bir etkisi vardı (Ataç, 2016). Sınırsızlığın ve sonsuzluğun simgesi bir renktir (Şekil 40,41). Samimiyet ve ümit çağrışımı yapar. Düşünme, karar verme kabiliyetini artırır.

Sinir sistemlerini kuvvetli olur. İnanma duygusunu doğuran ve kuvvetlendiren bir renktir ve mutluluk verir (Var,1997). Koyu tonlarda ya da yoğun olarak kullanıldığında moral bozan, kasvet veren, açık tonlarda ya da beyazla karışık kullanıldığında, yatıştırıcı ve güven veren bir etki yaratır. Bu nedenle Depremden sonra yapılacak kalıcı tesislerin yeşil alanlarında sarı renkte olduğu gibi açık mavi rengin de kullanılması öncelikli olmalıdır.





**Şekil 40,41.** Sakinleştirici, huzur verici rahatlatıcı mavi renk uygulamaları (Var, 2019)

- Pembe

Pembe renk, sevgiyi temsil eden bir renktir Aynı zamanda ferahlık hissede oluşturmaktadır. Sınırları yatıştırıcı etkisi vardır. (Causse, 2019) (Şekil 42,43). Küçük alanlarda kullanıldığında zenginliği ve önemi vurgular. Uyumun, sevimliliğin, sakinliğin, sevginin simgesi, soğuk renklerde kadar olmasa da huzur verir. Bu özellikleri ile uygulamalarda terapi amacıyla kullanılabilir.



**Şekil 42,43.** Japon Kayısının yoğun pembe renk gösterisi (Var, 2015)

- Yeşil

Yeşil renk, huzur veren dinlendirici bir etkiye sahiptir. Doğadaki renklilik faktörü genellikle yeşil ve bunun sınırsız varyasyonlarıdır. Soğuk renk grubunda yer almaktadır. Umudu temsil eden, motivasyonu arttıran bir renktir. Kullanıldığı mekanda sakin, barışçıl, hassas, yumuşak bir etki yaratmaktadır. Neşe ve sükuneti ifade etmektedir (Var,1994).

Hayatı ve canlılığı ifade eder. Ölmezlik ve ümit çağrışımları yapar. Ferahlık verici bir renktir. Bu nedenle yeşil ve tonları terapi de kullanılabilir başlıca renlerden biridir.

- Mor

Önemli psikolojik etkiye sahip olan ve psikiyatri amacıyla kullanılan renktir (Akkın, vd., 2004: 276). Bu nedenle birçok sinir hastasını yatıştırma amacıyla kullanılır. Fakat bazı kaynaklarda ise tam tersi olacak şekilde yani mor rengin bireydeki duygusal sorunların,

korkularının ortaya çıkmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Çalışkan vd., 2010; Çalışkan ve Kılıç,2014). Gerçekleşmesi zor olan sabit fikirler ve hüzün hissi doğuran, düşündürücü bir renktir. Geniş bir yüzey halinde kullanılırsa korku hissi verir. Pişmanlık hissi veren bir renktir (Var,1997). Mor diğer renklerde olduğu gibi kesin sınırları olmayan bu nedenle ısrarla kullanılması ya da kullanılmaması istenen bir renk değildir. Terapi amacıyla yoğun kullanılmamak şartıyla peyzajda değerlendirilmesi gerekir (Şekil 44,45).



Şekil 44,45. Yoğun kullanılmadan mor rengin peyzajda kullanımı (Var, 2015)

- Gri

Gri rengin tonları farklı erkiler yaratmaktadır. Örneğin; maviye yakın bir ton kasvetli biretki yaratırken, beyaza yakın tonu ise huzuru çağrıştırır (Çalışkan vd., 2010: 103). Sükunet, tevazu ve temkin çağrışımı yapar. Havanın sisli-puslu bulutlu, donuk ve kasvetli olduğu bölgelerde sarı, gümüşü alacalı bitkiler, aydınlatıcı bir etki yaratırlar. Ancak sarı veya beyazla birleştirildiğinde dinlendirici ve rahatlatıcı bir etki yaratmaktadır (Var,1997).

Tasarımda bitki rengine karar verirken, doğal yeşil tonun diğer tüm renklere baskın durumda olması sağlanmalıdır. Yeşil renk, birleştirici olarak diğer tüm renkleri birbirine bağlayan geçişleri sağlayan bir renktir.

### **e.3. Doku:**

Dokuların bireyler üzerindeki görsel etkisi, yüzey gözden uzaklaştıkça hafifler, bu nedenle aynı uzaklıkta fakat farklı dokuda iki nesneden kaba dokulu olan ince dokulu olana göre daha yakında algılanacaktır.

Dokular aynı zamanda renklerine ve parlaklıklarına göre bireyler üzerinde farklı etkiler bırakır.

Bitkilerde doku; onun kabuk, yaprak, dal, çiçek gibi organlarının oluşturduğu biçim, ölçü, rengi, kabuk, yaprak çiçeğinin tekstür özelliklerinin tümünün birden meydana getirdiği bir yapıdır.

Uzaklık ve yakınlık, parlaklık ya da matlık dokunun özellikleri üzerinde etkisi olabilir. Bitkilerde yaprak büyüdükçe kaba dokulu özellik ön plana çıkar, eğer yaprağın yüzeyi pürüzlü, dikenli, tüylü ise bu özellik daha da baskın hale gelir. Bu özellikteki bitkiler enerjik, dinamik ve heyecan verici bir etki yaparlar.

Kaba dokulu, dikenli, koyu renki bitkilerin rahatlık ve huzur verme gibi özellikleri hafif dokulu, açık renkli, dikensiz bitkilere daha azdır. Özellikle gövdesi, yaprakları, sürgünleri dışı ve dikenli kaba dokulu bitkiler korku ve endişe verir, strese sebep olabilir. Bu nedenle özellikle yoğun kullanılan yerlerde peyzaj ile terapide bu tür bitkilerin kullanılması uygun düşmeyecektir (Şekil 46).



Şekil 46. Kaba dokulu, gövdesi yaprakları dikenli bitkiler (Var, 2015)

f) Ses-Müzik ile terapi:

Depremden sonra yapılan kalıcı konutlarda yapılacak peyzaj tasarımı, her zaman yaptığımız standart bir yeşil alan tasarımı gibi görülmemesi gerekir. Tasarımcı alanın ekolojik koşullarına uygun bir tasarımın yanı sıra kullanıcının ihtiyaç ve isteklerini çok iyi etüd ederek başlamalıdır. Burada kişisel psikoloji ve çevresel psikolojiye başvurulmalıdır.

Bitkilerin değişik özellikleri kullanılarak, renk, koku, bazen ses (müzik) ve suyun rehabilite edici özellikleri tedavi etme amaçları ile kullanıldığını biliyoruz.

Avrupa'da akıl hastaları, doktorların bilgisizliği ve toplumda görmüş oldukları izole edilme, taşlanma gibi kötü muameleler sebebiyle acı çekerken, Türkler, akıl hastalarını ilaçla, müzikle, su sesi ile tedavi ederek bu hastalar için darüşşifalar imar etmişlerdir.

Müzikle ruhi tedavi yöntemi çok eski dönemlerde Orta Asya Türk Kültürü içerisinde başlamış, çok yönlü görevleri olan kişiler tarafından uygulanmış, günümüzde de uygulanmasına rastlanmaktadır (Somakçı,2003)..

İslam Medeniyet tarihinde özellikle tasavvuf ekolü mensupları (sufiler) müzikle uğraşmış, kullanmış ve yararlarını savunmuşlardır. Sufiler, akli ve asabi hastalıkların müzik ile tedavi edildiğinden bahsetmişlerdir. Bu dönemde yaşamış büyük Türk-İslam alimleri ve hekimleri Zekeriya ErRazi (854-932), Ebu-Bekir Razi (865-925), Hasan Şuuri (17. yy), Hekimbaşı Gevrekzade Hafız Hasan Efendi (1727-1801)Farabi (870-950) ve İbn Sina (980-1037) müzikle tedavinin bilhassa müziğin psişik hastalıkların tedavisinde etkilerini ortaya koymuşlardır (Somakçı,2003).

Farabi Türk Müziği Makamlarının ruha olan etkileri şöyle sınıflandırılmıştır (Yığıtbaş,1972) :

Rast Makamı Sefa (neşe-huzur) verirken, Saba Makamı Cesaret ve kuvvet verir.

Buselik Makamı Kuvvet verirken, Hüseyni Makamı Sükunet, rahatlık verdiğini belirtmiştir. Oysa; Kuçek Makamı Hüzün ve elem, Büzürk Makamı Havf (korku) vermektedir. Dolayısıyla peyzajda yapılacak yeşil alanlarda olumlu görülen makamlarda müziğin kullanılması korku, hüzün ve elem veren makamlardan kaçınılması kullanıcıların psikolojileri üzerinde istenilen sonuçları doğuracaktır.

Farabi sadece makamların kişiler üzerinde Huzur, Cesaret, Korku, hüzün gibi nasıl bir etki oluşturduğunu değil bu makamlarının zamana göre psikolojik etkilerini de şu şekilde ortaya koymuştur (Yiğitbaş,1972) :

1. Rehavi Makamı: Yalancı sabah vaktinde etkili
2. Hüseyni Makamı: Sabahleyin etkili
3. Rast Makamı: Güneş iki mızrak boyu etkili
4. Buselik Makamı: Kuşluk vaktinde etkili
5. Zirgüle Makamı: Öğleye doğru etkili
6. Uşşak Makamı: Öğle vakti etkili
7. Hicaz Makamı: İkinci vakti etkili
8. Irak Makamı: Akşam üstü etkili
9. Isfahan Makamı: Gün batarken etkili
10. Neva Makamı: Akşam vakti etkili

Makam ve fasılların çeşitli uluslar üzerindeki etkileri olduğunu kabul eden eski Türk hekimlerine göre:

Hüseyni Makamı Araplara, Irak Makamı Acemlere, Uşşak Makamı Türklere, Buselik Makamı Rumlara daha çok dinletilmiştir (Yiğitbaş, 1972) .

Yapılan yeşil alanlarda artık kamera ve ses sistemlerin kurulması elzem hale gelmiştir. Bu nedenle yukarıda verildiği üzere Rast, Huseyni, Saba gibi makamları etkili olduğu zamanlarda planlama ünitelerine verilmesi ile problem yaşayan kullanıcılara yapılan peyzaj alanlarındaki bitkisel terapinin yanında müzik ile de katkı sağlanabilir.

Tasarıma su elemanlarının dahil edilmesi, kullanıcıların duyuşsal deneyimini ve mekanın tedavi edici niteliklerini geliştirebilir. Ayrıca, yapılacak su yüzeyleri durgun olmalı, yüksek olmayan İslam bahçelerindeki sisteme benzer musikili fiskiyeler kullanılabilir.

Ancak, çok hareketli, gürültülü yüksek fiskiyelele dinlendirici olmadığı için yer verilmemelidir.

#### g)Peyzaj Tasarımında Sadelik

Terapi sağlamak amacıyla tasarlanan doğal alanların monotonluktan uzak, çoklu duyuusal uyarım sağlayan alanlar olması gerekir. Doğayla baş başa geçirilecek zamanların artmasını sağlamak, böylece yeşilin sakinleştirici, huzur verici etkisini hissettirmek amaçlanmalıdır. Tasarımda sadeliğe dikkat edilmeli, kitle boşluk ilişkileri uyulmalı, dinlendirici mekanlar olmalıdır (Şekil 47). Böyle bir alanda kullanıcıların iyi bir ruh haline büründükleri sağlıklı insanlarla yapılan çalışmalarda ise doğal alan ya da doğal alan simülasyonlarının görsel açıdan 3-5 dk gibi kısa bir sürede dahi önemli psikolojik onarım etkilerinin olduğu ortaya çıkmıştır.



Şekil 47. Sakinleştirici, huzur verici tasarım örneği (Var, 2012)

Yol sistemi, aşırı etkinlik ve yoğun bitkilendirme ile kişilere huzur vermeyen, tanımlı olmayan, yorucu ve karmaşık düzenlemelerden kaçınılmalıdır (Şekil 48).



Şekil 48. Tanımsız, dinlendirici olmayan tasarım örnekleri (Var, 2022)

Tüm bunları tasarlarken kentin kimliği de unutulmamalı yapısal ve bitkisel tüm objelerde yörenin ekolojik şartlarına uyum sağlayacak, kent kimliğini yansıtacak doğal türlere yer verilmelidir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Kişisel ve çevresel psikolojide alınacak kararlar kişilerin, toplumların, ülkenin koşullarına, gelenek görenek, kültür ve dini inanışlara göre de şekilleneceği için tam kesin bulgu ve önerilerde bulunmak güç olmaktadır. Ancak hem genel kuralları hem de ülkemize özgün sonuçları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- Sosyal etkileşime olanak sağlayan çözüm arayışlarına (toplanma alanları, oturma alanları) tasarımda sık sık yer verilerek depremzedelerin diğer insanlarla birlikte olma, konuşma, derdini anlatma, başkalarını dinleme, acıların ortak paylaşımı, ihtiyacı karşılanmalıdır. Bu mekanlarda mümkün olduğunca organik çizgiler, yumuşak dokulu malzemeler kullanılmalıdır.
- Çocukları kaygılarından ve korkularından uzaklaştıracak, paylaşma ve güven duygusunu tekrar kazandıracak nitelikte etkinlikler için mekanlar tasarlanmalıdır.

- Çocukların bir arada olup paylaşım ve güven duygularını geliştirebilecekleri oyun donatıları ve spor alanları yeterince olmalıdır.
- Huzur veren ve sakinleştirici bitkiler seçilmeli ve kompozisyonları yapılmalıdır:

Bu amaçla Form açısından:

\*Toplumumuzda mezarlıklarda çok sık kullanılmaları nedeniyle mezarlıkları ve ölümü hatırlatacak aynı zamanda yalnızlık, hüznün ve melankoli duygularını oluşturacak Servi, Süsen vb. bitkilerden, formları sütun serviler benzeyen diğer iğne yapraklı taksonlardan kaçınmak gerekir,

\*Piramit ve konik formlu bitkilerde sütun formlular kadar olmasa da hüznün etkisi yaratacakları için bu formların da projeye mührünü basacak yoğunlukta kullanılmaması gerekir.

\*Salkım formlu bitkilerin az kullanılması olumlu, yoğun kullanılması halkta içe kapanma, hüznün ve melankolik duyguları arttıracığı için kaçınılması gerekir.

\*Yatay formlu ve sürünücü bitkiler peyzaj ile terapide sakinleştirme ve dinlenme amacıyla önemli olup değerlendirilmez.

\*Yuvarlak formlu bitkiler dinlendirici, rahatlatıcı ve dengeyi ifade eden bir etki uyandıracakları için peyzaj ile terapide oldukça etkili bir şekilde kullanılabilir.

\*Manzara formlu bitkiler coşkunluk, hürriyet duyguları canlandırmakta, yeşil alanlarda değerlendirilmesi gerekir.

\* Renk bakımından;

\*Kırmızı aslında mücadele ve canlılığı temsil etmekle birlikte bilinç altında kanı simgelediğinden uzun süre seyredildiğinde korku-endişe verme ve sinirlenmeyi arttırma ihtimali vardır. Bu nedenle hem deprem



bölgesindeki yeşil alanlarda hem de özellikle hastane bahçelerinde büyük gruplar halinde alandaki hakim renk olarak kullanmak doğru olmayacaktır.

\*Turuncu rengi sürekli oturulup seyredilecek oturma mekanları yerine giriş, yol güzergahlarındaki geçiş alanlarında kullanılması rengin olumsuzluklarını yaşamamak için daha uygun olacaktır.

\*Sarı neşe ve canlılık uyandırıcı, ferahlatıcı, rahatlatıcı bir renk olması nedeniyle özellikle tavsiye edilmektedir. Ancak, koyu sarı renklerde hastalık, kıskançlık ve güvensizlik duygusu verebileceği için daha dikkatli kullanılması önerilmektedir.

\*Mavi renk sakinleştirici, rahatlatıcı, huzur verici ve dinlendirici, inanma duygusunu doğuran ve kuvvetlendiren ve mutluluk veren bir renk etkisi olduğu için açık tonlarının kullanılması tavsiye edilmektedir.

\*Pembe ferahlık hissi oluşturmakta ve sinirleri yatıştırıcı etkisi olduğundan kullanılmalıdır.

\*Yeşil renk, huzur veren dinlendirici, umudu temsil eden, motivasyonu arttıran bir renk olup, hayatı ve canlılığı ifade eder. Bizim kültürümüzde ölmezlik ve ümit çağrışımları yapar bu nedenle mutlaka kullanılması gerekir.

\*Mor diğer renklerde olduğu gibi kesin sınırları olmayan bu nedenle ısrarla kullanılması ya da kullanılmaması istenen bir renk değildir. Terapi amacıyla yoğun kullanılmamak şartıyla peyzajda değerlendirilmesi gerekir.

\*Gri renk daha çok sükunet,tevazu ve temkin çağrışımı yapar. Aşırı kaçılınca pasifliği destekleyebilir. Bu nedenle sınırlı kullanmak gerekir.

\* Doku bakımından;

\*Kaba dokulu, dikenli, koyu renki bitkilerin rahatlık ve huzur verme gibi özellikleri hafif dokulu, açık renkli , dikensiz bitkilere daha az olması nedeniyle özellikle gövdesi, yaprakları, sürgünleri dikenli kaba dokulu bitkilerden kaçınmak hafif dokulu bitkileri kullanmak gerekir.

\*Ses-Müzik ile terapi

Kalıcı konutlarda yapılacak peyzaj tasarımında , aşırıya kaçmayan tonlarda su sesi ile müzikle terapi özellikle tavsiye edilmektedir. Rast, Huseyni, Saba Buselik gibi makamların tercih edilmesi korku ve hüznü veren Kuçuk ve Büzürk makamlarından kaçınılması gerekir. Bu makamların da zamanlamasında en etkili olabilecek aralıkta verilmesi tavsiye edilmektedir.

\*Tasarıma aşırı gürültü oluşturmamaya su elemanlarına yer verilmeli, çok hareketli, gürültülü yüksek fışkiyelere dinlendirici olmadığı için yer verilmemelidir.

\*Peyzaj tasarımında sadelik ön planda olmalı, aşırı etkinlik ve yoğun bitkilendirme karmaşadan kaçınılarak kitle boşluk ilişkileri uyulmalıdır.

## Kaynaklar

- Abbas, M. Y., Ghazali, R. (2011). Physical Environment: The major determinant towards the creation of a healing environment?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 1951-1958.
- Abbas, M. Y., Ghazali, R. (2012). Healing environment: paediatric wards–status and design trend. *Procedia-Social and behavioral sciences*, 49, 28-38.
- Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr>, (Erişim tarihi: 27.05.2024)
- Akkın, C., Eğrilmez, S., Afrashi, F. (2004). “Renklerin İnsan Davranış ve Fizyolojisine Etkileri”, (33), s: 274-282.
- Ataç, F. (2016). “Renk”. Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, s: 1-41.
- Causse, G.,J. (2019). Renklerin şaşırtıcı gücü. Pegasus Yayınları, İstanbul
- Çalışkan, N., .Karadağ, E. ve Çalışkan, F. (2010). Eğitim, iletişim ve öğretmenin beden dili. Ankara: Kök Yayıncılık.
- Çalışkan ,N.,Kılıç E.,(2014) Farklı Kültürlerde ve Eğitimsel Süreçte Renklerin Dili, Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD). Cilt 15, Sayı 3, Sayfa:69-85
- Deprem Ve Peyzaj Paneli Sonuç Bildirgesi (2023). Peyzaj Mimarları Odası İstanbul Şubesi Deprem ve Peyzaj Paneli Sonuç Bildirgesi. TMMOB. <https://www.peyzaj.org.tr>. (Erişim tarihi 26.05.2024).
- İkizer, G., Gül, E. (2017) Afetlerin Yetişkinler Üzerindeki Psikososyal Etkileri. *Türkiye Klinikleri JPsychol-Special Topics*, 2(3):172-9.
- Karahan, S. (2006). Tarihsel Süreç İçerisinde Türklerde Müzikle Terapi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Müzik Anasanat Dalı Yüksek Lisans Tezi. İstanbul,

- Marcus, C. C., ve Sachs, N. A. (2013). Therapeutic landscapes: An evidence-based approach to designing healing gardens and restorative outdoor spaces. John Wiley & Sons.
- Nakajima, Ş. (2012). Deprem ve Sonrası Psikolojisi. Okmeydanı Tıp Dergisi, 28(2), 150-155.
- Önsüz M.F., Topuzoğlu A., İkişik H., Karavuş M. (2009). Marmara Depreminden Altı Yıl Sonra Sapanca'da Travma Sonrası Stres ve Anksiyete Bozukluklarının Değerlendirilmesi. New Symposium Journal. Cilt 47, Sayı 4, S: 164-177, www.yenisymposium.net, (Erişim tarihi: 28.05.2024).
- Somakçı P. (2003). Türklerde Müzikle Terapi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Cilt 1, Sayı:15, s:131-140.
- Var, M. (1997). Bitkilendirme Tasarımı Ders Notları, 140 S. (Basılmamış).
- Var, M., Özbilen A., Gedik T., Civelek S., Kalın A., Günay K., Pulatkan N., Yavuz A. (2001) Düzce I.Bölge Deprem Kalıcı Konutları Peyzaj Projeleri teknik Raporu.
- Yiğitbaş S.(1972). Musiki İle Tedavi, Yelken Matbaa, İstanbul
- URL:1. <https://www.csb.gov.tr/bakan-ozhaseki-deprem-bolgesinde-yilsonuna-kadar-319-bin-konut-tamamlanacak-bakanlik-faaliyetleri-38719>. (Erişim tarihi: 15.05.2024)
- URL.2. Antakya Gülderen TOKİ Konutları. <https://www.instagram.com/reel/C2HvppCszcG/> (Erişim tarihi: 16.05.2024)

**Prof. Dr. Mustafa VAR**

E-mail: mvar@yildiz.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği

Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Planlama.

Doktora: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Mimarlığı.

Mesleki deneyim: Akademisyen



---

**İklim Değişikliğine Uyum Sağlamada Doğal Bitki Türlerinin Önemi ve Kent Kimliğine Etkileri**

---

**Prof. Dr. Mustafa VAR<sup>1</sup>  Öğr. Gör. Şeyma SARIARMAĞAN CEYLAN<sup>2</sup>  Şevval YÜZER<sup>3</sup>  Huriye ÇALIŞKAN MİMARLAR<sup>4</sup> **

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yıldız Yerleşkesi, Beşiktaş, İstanbul/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-3996-2608

E-mail: [mvar@yildiz.edu.tr](mailto:mvar@yildiz.edu.tr)

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Akıllı Şehirler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Davutpaşa Yerleşkesi, Esenler, İstanbul/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-0421-8459

E-mail: [seymas@yildiz.edu.tr](mailto:seymas@yildiz.edu.tr)

<sup>3</sup> ORCID: 0009-0002-3058-9787

E-mail: [sevvalyuzer1@gmail.com](mailto:sevvalyuzer1@gmail.com).

<sup>4</sup> ORCID: 0000-0002-5759-0799

E-mail: [huriyecaliskanmimarlar@gmail.com](mailto:huriyecaliskanmimarlar@gmail.com).

---

**Citation:** Var. M., Sariarmağan Ceylan Ş., Yüzer Ş., Çalışkan Mimarlar, H. (2024). İklim Değişikliğine Uyum Sağlamada Doğal Bitki Türlerinin Önemi ve Kent Kimliğine etkileri. İnce K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 2, 31-57. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698268>

---

## 1. Giriş

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde “*iklim değişikliği*” ifadesi “doğrudan veya dolaylı olarak insan faaliyetleri sonucu küresel atmosferin bileşimini değiştiren ve karşılaştırılabilir sürelerde gözlemlenen doğal iklimde görülen değişkenlik” şeklinde tanımlanmıştır (URL 1).

Türkiye, Uluslararası İklim Değişikliği Paneli tarafından, iklim değişikliğinin sıcak noktası olarak belirlenen Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. İklim değişikliğinin bölge üzerindeki etkisinin '*sıcaklık ve kuraklık*' olması beklenmektedir (URL 2). Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) İklim Komisyonu tarafından önerilen 27 iklim indisine göre Türkiye'de ekstrem iklim koşullarını incelendiğinde, birçoğu %5 düzeyinde anlamlı olmak üzere yaz, sıcak gün ve gece ile tropikal gece sayılarının 1960-2010 döneminde artışı, don olaylı gün, serin gün ve serin gece sayılarının ise azalma eğilimi gösterdiği görülmüştür (Türkeş, 2018).

Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 2022 yılında yayınladığı 6.Değerlendirme Raporu'na göre insan faaliyetleri sonucunda yüzey sıcaklıklarının 1,5-2 eşik derecesini de aşacağı belirtilmiştir. Özellikle bu artışların ortalama sıcaklık, yağış, hidrolojik ve ekolojik bazı değişimleri tetikleyerek aşırı sıcaklar, ekstrem yağışlar, taşkınlar, seller, kuraklıklar, orman yangınları, erozyonların artışı ve çölleşme beklenen olasılıklar dahilindedir (URL 3).

Yukarıda yer alan tüm bu durumların ekosistemi etkileyerek bozacağı aşikardır. Örneğin aşırı sıcaklık ve ekstrem yağışlar, tüm sistemi direkt etkileyerek bazen sel, taşkınlar ve erozyon problemlerine, bazen kuraklık ve orman yangınlarına sebep olmaktadır.

Dünya üzerinde gözlenen toplam 28 çeşit meteorolojik afet türü arasında en önemli olanlardan biri kuraklıktır (Kadıoğlu, 2001'e atfen Partigöç ve Soğancı, 2019). Tüm dünyayı etkileyen bu afet başta gıdaya erişimi sekteye uğratarak tarihi süreç içerisinde gördüğümüz göçlerle karşı karşıya getirmiştir. Ülkemizin büyük bölümünde yağışların azalmasına karşılık kısa süreli şiddetli yağışlarla hemen hemen her bölge ve ilde problemlerle karşılaşmaktadır.

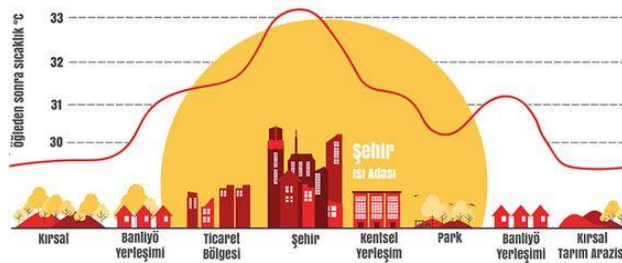


Türkiye'nin genel konumu ve bulunduğu enlem ve boylam dereceleri, Avrupa ve Asya kıtalarının birleşme noktasında olması, İran-Turan, Akdeniz ve Avrupa Sibiryası gibi üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişim yerinde bulunması, çok farklı topoğrafik, jeolojik, jeomorfolojik yapıya sahip olması ve buna bağlı olarak iklim, toprak değerlerinin değişiklik göstermesi sonucunda biyoçeşitlilik bakımından yakın coğrafyalarda olan ülkelere göre oldukça zengin bir yapıda olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmanın asıl amacı, Türkiye'nin sahip olduğu bu ekolojik altyapı ve bitki çeşitliliğine rağmen kentsel yeşil alanlara doğal bitki taksonlarının yansımadığını vurgulayarak yaşadığımız ve ileride etkilerini daha çok hissedeceğimiz küresel iklim değişikliğine dirençli kentler oluşturmada hangi bitki materyallerinin öne çıkacağını ve kent kimliği üzerinde olumlu etkilerini vurgulamaktır.

## 2. Doğal Bitki Materyali ve Kent Kimliği

Türkiye'nin, Akdeniz Havzası'nda bulunması nedeniyle küresel iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek ülkeler arasında olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz ve Ege kıyılarının daha kurak zaman dilimleri yaşanması mümkün olabileceği (Tayanç vd., 2009), hatta Antalya'nın Kahire gibi sıcaklıklara sahip olacağı (URL 4) dile getirilmektedir. Yirminci yüzyılın başlangıcından beri, Dünya'nın iklimi, Avrupa'da 0.95 C°'lik bir artış ve ortalama olarak 0.7 C°'lik hızlı bir ısınma yaşamıştır. Söz konusu ısınma, son bin yılda yaşanan bütün iklim değişimlerinin çok ötesindedir (Türkeş, 2008). İklim değişikliğinde kentler hem bu olayın faili hem de mağdurudur. Kentler iklim değişikliği karşısında oldukça kırılabilir ve zayıf alanlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Kentsel ısı adaları (URL 5)

Dünyadaki toplam karbon salımının %75'inin kent kaynaklı olduğu, küresel düzeydeki karbon salımının %18-20'sinden dünya genelinde en fazla karbon ayak izine sahip 100 kentin sorumlu olduğu belirtilmektedir. Bu sıralamada, Türkiye'den İstanbul 26., Ankara ise 80. sırada yer almaktadır (URL 6).

Doğal peyzajı oluşturan ağaçlar, çalılar, çok yıllık ve yıllık otsu bitkiler, kendi ekolojik isteklerine ve biyolojilerine uygun bölgelerde yayılış göstermektedir. Böylece dünya üzerinde her bitkinin doğal olarak bulunduğu bitki birlikleri ortaya çıkmaktadır. Tüm ekolojik faktörler bu birliklerin yayılışı ve kompozisyonunda sınırlayıcı olmaktadır. Bu bitki birliktelikleri ve kompozisyonları orman mühendisleri için yeni ormanların tesisinde, peyzaj mimarları için yeni yeşil alanların yapımında önemli göstergeler olmaktadır.

Türkiye'nin biyoçeşitliği üzerinde tüm ekolojik faktörler etkili olmakta ve sistemi etkilemekle birlikte özellikle 0-5137 m gibi değişik yüksekliklere sahip olunması, farklı rölyefler ve buna bağlı olarak çok değişken yağış (220 mm- 2400 mm) ve sıcaklık değerleri (-46.4°C ile +49,5) (URL 7) başta olmak üzere değişen diğer iklim değerleri, farklı ana kayalar üzerinde oluşan çeşitli toprak özellikleri bugün sayısı takson olarak 12.111 olan (Terzioğlu vd., 2021) bir bitki zenginliğini oluşturmuştur. Bu sayı her geçen gün değişmektedir. Ancak, önemli olan diğer ülkelerden farklı ekolojik koşulları bünyesinde bulunduran Türkiye'nin, sahip olduğu bitki taksonlarının peyzaj mimarlığında sürdürülebilir peyzajlar için nasıl değerlendirildiğidir.

Sürdürülebilir peyzaj; iklim, su, toprak ve topoğrafyayı kapsayan doğal çevre alanlarıyla uyumlu sağlıklı ve güçlü bir peyzajdır. Pitman ve diğ. (2009) sürdürülebilir peyzajı, iklim, su, toprak ve topografyayı içeren doğal çevre ortamlarıyla uyum içinde olan sağlıklı ve güçlü bir peyzaj olarak tanımlamaktadır.

Peyzaj mimarlığında bitki türleri seçilirken ekolojik, ekonomik ve tasarıma yönelik estetik kriterlere dikkate edilmektedir. Bitki materyalinin kullanılacağı mekânda estetik etkileri kadar ekolojik istekleri ve olası iklim ekstremlerine uyumu dikkate alınmazsa, fazla yağıştan ya da kuraklıktan, aşırı sıcak ve soğuktan zarar görmesi olasıdır. Sürdürülebilir peyzajlar ancak uzun yıllar bu bölge ya da

ülkede yetişmiş başta iklim ve edafik faktörlere iyi uyum sağlamış doğal bitkilerin kullanılması ile gerçekleştirilir.

Türkiye’de iklimde meydana gelecek değişiklikler için yapılan çalışmalarda sıcaklıklarda artış, yağışlarda ise azalmalar öngörülmektedir. Fakat bu durum ülke genelinde farklılıklar gösterebilmektedir. Sıcaklık artışlarının en yüksek Akdeniz, en düşük Karadeniz Bölgesi’nde olacağı, yağışta ise; Akdeniz Bölgesi ve iç kesimlerde şiddetli azalmalar olacağı hatta kuraklığın artacağı, Karadeniz Bölgesi’nde ise diğer bölgelerin aksine yağışta artışlar olacağı öngörülmektedir (URL 8).

Görüldüğü üzere sadece sıcaklık ve yağış değerlerinde bile bölgelere göre bazı değerlerde artış, bazılarında azalış görülmektedir. O halde, ülkemizin tamamında kentsel peyzaj çalışmalarında kullanılacak bitki materyalinin tek yönlü direnç göstermesi mevcut yapının sürdürülebilir olması için yetersiz kalabilecektir. Bu nedenle doğal türlerin tercih edilmesi riski en aza indirecektir.

Eğer peyzaj tasarımlarında yöreye uygun doğal türleri tercih edersek sunacağı bazı faydalar aşağıda verilmiştir.

- Abiotik ortamlara daha iyi uyum sağlarlar. Güneşe, gölgeye, sıcak ve soğuk ortamlara daha uyumlu olup daha az su kullanırlar (Crewe, 2013).
- Lokal çevre koşullarına en iyi uyumu sağlaması sonucu olası iklim değişikliklerine daha uyumlu peyzajları oluştururlar.
- Daha az su ve bakım ihtiyacı olduğu için gerek ilk dikimlerinde gerekse sonradan daha az masraflıdır.
- Uzun yıllar bölgenin ekolojik koşullarına uyum sağladığı için özellikle böcek, mantar vd. zararlılara karşı daha dayanıklı olup, daha az gübre ilaç ve kimyasal maddeye ihtiyaç duyarlar (Var,2019).
- Doğal bitki türlerinin kullanılması sağlıklı bir ekosistemin oluşturulmasına ya da onarılmasına katkıda bulunur.
- Kentsel yerleşimlerde doğal dokunun bozulması sonucunda doğal bitki türleri kullanılarak yapılan plantasyon çalışmaları alanın eski peyzaj karakterinin yeniden kazandırılmasına yardımcı olur (Var, 2019).

- Doğal bitkilerin kullanımı aynı zamanda doğal ekosistem sağlığını koruyarak ülkenin ulusal mirasını korumaya katkı sağlar (Bhat vd., 2009).
- Kentsel çevrede biyolojik çeşitliliği artırma ve ekosistem servisi ürünleri ve hizmetlerini artıracak ortamların oluşturulmasına yardım eder (Martinson, 2020).
- Estetik açıdan çekici, kurak ve sıcak iklimlere uyumunun yüksek olması ve doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar (Hopkins ve Al-Yahyai, 2015).

12.000 'in üzerinde taksonu barındıran ülkemizde kurak, sulak ya da kıyusal alanlarla yüksek dağ zonunda kullanılabilir, gölge ya da güneşli alanlarda, sıg veya derin topraklarda özetle tüm şartlara uygun ideal ve estetik bitkiler bulmak mümkündür. Bu nedenle - ekstremlerle (sıcaklık, nem, yağış, rüzgar vb) + ekstremlere en çok uyum sağlayabilecek örneğin + - 40 C ° dayanabilen *Hippophae rhamnoides*-Yalancı İğde gibi (Şekil 2) bitkilere ihtiyaç duyulmaktadır (Var, 1993).



Şekil 2. Her türlü koşullara uyum sağlayabilecek *Hippophae rhamnoides* bitkisi (URL 9 ve URL 10)

Bu bitki kumsal ve kurak alanlarda yetişebildiği gibi aynı bitkiyi dere kenarlarında, göl kenarlarında kısmı ıslak alanlarda, sahilde ya da 1000 metrenin üzerinde ülkemizde görmek mümkündür.

Yine ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren karaçam deniz kenarındaki kumsal alanlardan Orta Anadolu'da step koşullara kadar yetişebilen çok kanaatkâr ve gelecekteki iklim değişikliğine en iyi uyum sağlayacak bitkilerin başında gelmektedir. Bu türün 4 varyetesi bulunmaktadır (Var, 2003);

*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pallasiana* (Anadolu Karaçamı)

*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pyramidalis* (Ehrami Karaçamı)

*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *Seneriana* (Ebe Karaçamı)

*Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *yaltırıkiana* (Büyük Kozalaklı)

Bu varyetelerden özellikle Ehrami Karaçam dik ve sık dallı formu ile Sütun Servilere benzer (Şekil 3) yapıdadır. Peyzaj mimarlığında çok tercih edilen özel bir formu olan bu bitki maalesef ülkemizde yeterince değer görememektedir. *Pinus nigra pallasiana* var *pyramidata* / Ehrami Karaçam, Ege Bölgesi'nin İç Batı Anadolu Bölümü'nde Kütahya ilinin Tavşanlı ilçesine bağlı Vakıfköy'ün güneydoğusunda doğal olarak yaklaşık 300 ha.lık bir alan kaplamasına rağmen yeterince değer verilmemiştir. Aynı durum Sarıçamalarda (Şekil 4) ve Karadeniz Bölgesi'nde gördüğümüz *Picea orientalis* var *fastigiata* taksonlarında (Şekil 5, Şekil 6) karşımıza çıkmakta iken yurt dışından fidan üreticilerinin ülkemizde küçük meşçere ya da küme bile oluşturamayacak sayıda olan türlerden çoğaltmak suretiyle ticarileştirdikleri ve pek çok taksonu peyzaja kattıklarını görüyoruz (Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12, Şekil 13).



**Şekil 3.** *Pinus nigra* subsp. var. *pallasiana. pyramidalis* (Ehrami Karaçamı) (Var, 2021)

**Şekil 4.** *Pinus sylvestris* 'Fastigiata' (Var, 2020)



Şekil 5. *Picea orientalis* var *fastigiata* (Rize-Ayder) (Var, 2014)

Şekil 6. *Picea orientalis* var *fastigiata* (Rize-Ayder) (Var, 2021)



Şekil 7. *Abies nordmanniana* “Barabis Compact” (Var, 2021)

Şekil 8. *Abies nordmanniana* “Golden Spreader” (Var, 2021)



Şekil 9. *Cedrus libani* “Hom Park” (Var, 2021)



Şekil 10. *Pinus sylvestris* “Pasfield” (Var, 2021)

Şekil 11. *Pinus sylvestris* “Gold Coin” (Var, 2021)



Şekil 12 *Pinus sylvestris* “Watereri” (Var, 2023)

Şekil 13. *Pinus nigra* ‘Helga’ (Var, 2021)

Doğal bitkilerimizden yukarıdaki örneklerde görüldüğü gibi ender olarak arazide yayılış gösteren türleri üretip peyzajda kullanılmaması bir tarafa Ehrami Karaçam örneğinde olduğu gibi ülkemizde yaygın olarak Akdeniz Bölgesi’nde yer alan ve renk olarak Mavi Atlas Sediri (*Cedrus atlantica* var *glauca*)ni aratmayacak *Cedrus libani* var *glauca*’ya (Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16, Şekil 17) Antalya Orman Bölge Müdürlüğü’nün sınırları içinde sıklıkla rastlanmasına rağmen gerek kamu gerekse özel sektörde bu bitkinin üretilmediği bilinmektedir. Ayrıca, soğuk hava ve don nedeniyle Türkiye’nin ılıman ve sıcak bölgelerinde yeşil alanlarda kullanılan *Phoenix* türlerinde ciddi sıkıntılar hatta kurumalar oluşabilmektedir. Çünkü Türkiye’de yıllardır dünyada en yaygın olan egzotik *Phoenix canariensis* kullanılmaktadır. Oysa aynı görsel etkiye sahip (Şekil 18, Şekil 19) ve daha dirençli doğal türümüz *Phoenix theophrasti* türü kullanılmamaktadır. Türkiye’nin güneyinde doğal olarak yetiştirilen ve dünya üzerinde soğuğa en dayanıklı (Var vd., 2010) bu taksonun (*Phoenix theophrasti* Greuter subsp. *golkoyana* Boydak) yapılan

araştırmalarda (Doedens, 2021) *Phoenix canariensis* ‘den daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir.



Şekil 14- 15. *Cedrus libani* var *glauca* Antalya-Elmalı (Var, 2017)



Şekil 16- 17. *Cedrus libani* var *glauca* Antalya -Tahtalı (Var, 2024)



Şekil 18- 19. *Phoenix theophrasti* Greuter Datça Hurması–Antalya Kumluca (Var, 2010)



Aynı durum Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yayılış gösteren ormanlar içinde yaşlı anıt niteliğinde örnekleri olan ve Dünya'da Türk Fındığı olarak bilimsel kaynaklarda geçen *Corylus colurna*'da görülmektedir. 23-30 m'ye kadar büyüeyebilen tek gövdeli bu ağaç başta Avrupa'nın pek çok parkında ve yollarında sıklıkla yer alırken (Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22, Şekil 23, Şekil 24) ülkemizde son 20 yıldır her bilimsel platformda dile getirmemize rağmen yeterince



Şekil 20- 21- 22. *Corylus colurna* L. Türk Fındığı-Amsterdam (Var, 2018)

kullanılmamaktadır. Hatta, kentlerimizde yerel idareler fındığın anavatanı, merkezi vb. ifadelerle sahip çıkmaya çalışırken bunun en büyük ispatı olabilecek Türk Fındığı bitkisini kentsel yeşil alanda kullanmamaları neye bağlanabilir?



Şekil 23- 24. *Corylus colurna* L. Türk Fındığı-Viyana (Var, 2016)

Bu örneklerle başta meyve, sonbahar renklenmesi ve çiçek güzellikleri ile önemli peyzaj elemanları olan *Sorbus aucuparia* (Şekil 25, Şekil

26), *Sorbus torminalis* (Şekil 27, Şekil 28), *Crateagus*, sp. ya da ılıman



Şekil 25- 26 *Sorbus aucuparia* L. Kuş Üvezi- Liverpool (Var, 2004)

yerlerde ve Karadeniz Bölgesi'nde yapraklarını dökmesi ile yapraklanması birbirine çok yakın olan ve neredeyse herdem yeşil gibi davranan endemik türümüz Anadolu Sığıla Ağacı (*Liquidambar orientalis*) (Şekil 29, Şekil 30) olmak üzere onlarca örnek verebiliriz.



Şekil 27- 28 *Sorbus torminalis* (L) Cranntz- Çiçek ve meyve kurulları (Var, 2003)



Şekil 29. *Liquidambar orientalis* Mill. (Var, 2008)

Şekil 30. Yaprğını henüz dökmemiş *Liquidambar orientalis* Mill- Anadolu Sığla Ağacı (Var, 2006)

## 2.1.Maki, Step ve Garig Vegetasyonuna Ait Bitkilerinin Önemi

Akdeniz bölgelerinin doğal florası, Akdeniz ikliminin sıcak ve az yağışla karakterize edilen uzun ve kurak bir yazına, stresli bir iklim koşuluna maruz kalmaktadır. Akdeniz iklimin kuraklık stresi karşısında bazı türler stresi tolere etme veya strese karşı savunma mekanizması geliştirebilme olup bu bitkilerin de analiz edilerek kentsel alanlarda kullanılması büyük önem taşımaktadır (Leotta vd., 2023). İklim değişikliğinin etkilerine karşı dayanıklı türlerin analizi (Filella vd., 1998; Toscano vd., 2014 ; Saunier vd., 2022; Kumar vd., 2017 vb.); kendiliğinden yetişen ve yerel odunsu süs bitkilerinden (özellikle çalı türlerinden) uygun türlerin seçimi (Leotta vd., 2023) iklim değişikliğine adaptasyonda önemli yol göstermektedir. Çalılar üreme kabiliyeti ve fizyolojik özellikleri ile genellikle yüksek stresli ortamlarda ayakta kalabilir ve kurak/yarı kurak alanlarda dayanıklıdır (Wilson, 1995). Çok yıllık bitkilerin çeşitli morfolojik (kök, yaprak, gövde vd.) adaptasyonu ile kuraklık toleransının yüksek olduğu görülmektedir (Kozłowski ve Pallardy, 2002). Abiyotik strese dayanıklı süs bitkilerinin belirlenmesi ve kullanılması, kentsel yeşil alanların ekosistem servis değerlerini artırmaktadır (Francini vd., 2022).

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'nin daha güneyinde bulunan Mısır, Libya gibi ülkelere, Marmara ve Karadeniz'in de Antalya'ya benzer iklime sahip olacağı senaryolarını dikkate aldığımızda ülkemizin

Akdeniz ve Ege sahillerinde yer alan vejetasyon tiplerinin yakın gelecekte, hatta günümüzde çok önemli olacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de bulunduğu enlem ve boylam dereceleri nedeniyle orman, maki, garig, step, alpin gibi çeşitli ana ve alt vejetasyon tipleri görülür. Bu vejetasyon tipleri eski işletmecilik amaçlarına göre çok değerli ya da önemsiz gibi değerlendirilebilirken, örneğin, amacımız ekonomik/kerestelik odun hammaddesi üretmek ise maki, garig hatta step vejetasyonundaki onlarca tür önemli görülmeyebilir. Ancak günümüzde ekosistem tabanlı fonksiyonel planlamada sadece ekonomik değil sosyal, toprak ve su koruma amaçlı ekolojik, estetik gibi amaçlar nedeniyle orman vejetasyonunu oluşturan ağaç türleri kadar, eskiden çok değer verilmeyen makiler, step ya da çok sığ ve kurak, verimsiz alanlardaki garig vejetasyon bile çok önem arz etmektedir. Zira estetik güzelliklerinin yanı sıra küresel iklim değişikliğinde Türkiye gibi ortalama sıcaklıklarının 0°C ve üzerinde olan, genellikle 6-10 °C seviyelerinde olan bölgelerde, küresel ısınmanın etkilerinin görüldüğü şehirlerde maki vejetasyonuna ait elementlerin her birinin (Şekil 31, Şekil 32, Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35) kurtarıcı seviyesinde önemli olacağı göstergelerden anlaşılmaktadır.



**Şekil 31.** *Laurus nobilis* L. Akdeniz defnesi (Var, 2010)

**Şekil 32.** *Ceratonia siliqua* L. Keçiboynuzu (Var, 2014)

**Şekil 33.** *Nerium oleander* L. Zakkum (Var, 2021)



Şekil 34 . *Pistacia terebinthus* L.Menengiç (Var, 2010)

Şekil 35. *Rosmarinus officinalis* L.Biberiye (Var, 2014)

Şekil 36. *Cotinus coggygia* Scop.. Peruke Çalısı (Var, 2021)

Maki vejetasyonuna ait bitkiler ister primer isterse sekonder olsunlar gelecek kentlerinde en önemli bitkiler ya da kurtarıcı bitkileri olacaktır. Maki örtüsünü oluşturan bitkilerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

- a) Kışların ılık geçtiği bölgelerde yetiştiği için yapraklarını dökmezler. Bu durum da peyzajda sürekli yeşil rengin görülmesine, gürültü, toz, erozyon kontrol için ya da estetik amaçlı kullanılıyorsa etkisini sürekli göstermesine katkı sağlar.
- b) Kök sistemlerinin çok güçlü olması derinlere kadar gitmesi, en kurak zamanlarda bile suya ulaşabilmesi, maki türlerinin çoğunun yaprakları sert, kalın ve parlak olması, çoğunun yaprak yüzeyleri mumsu ya da tüysü bir tabakayla kaplı olması kuraklığa dayanımını artırmaktadır. Atalay (1994)'e göre "Yaz kuraklığı nedeniyle, birçok maki bitki türü, Mayıs- Haziran ayından sonra büyümesini durdurur. Sonbahar yağmurlarının hemen arkasından, vejetasyonda tekrar bir uyanış görülür. Pek çok maki bitki türü kış mevsimi boyunca bile büyümesini sürdürebilir." Bu yüzden maki türleri kuraklığa dayanıklı ve erozyon kontrolünde önemli görevler üstlenirler.
- c) Makilikler, birçok bitki ve hayvan türünün yaşamı için çok uygun (güvenli/korunaklı) ortamlar oluşturur. Meyveleri, yaprakları ile yaban hayatı için önemli gıda oluşturur.
- d) Makilikler biyolojik çeşitliliğin temeli olup endemik türler bakımından da zengindir.
- e) Makilik alanlar buldukları bölge nedeniyle Kızılçam ormanlarının en yoğun olduğu en sık yangına maruz kalan

bölgeler olup, türleri yangına uyum sağlamışlardır. Örtü yangını şeklinde yangınlarda yaprakları ve gövdeleri zarar görse bile kökleri zarar görmeyerek önceden dökülen ve latent halde olan tohumları, yangın bittikten/söndürüldükten sonra tekrar çimlenerek ekosistemin rehabilitasyonunda önemli rol üstlenir.

- f) Makilikler, biyolojik çeşitliliğin temelidir. Makiliklerde; toprak derinliği, toprak nemi ve toprak besin elementleri bakımından çok farklı ortamlara uyum sağlamış yüzlerce çeşit bitki türü bulunur (Atalay, 1994). Maki vejetasyonunu oluşturan bitkilerin bazılarının ekonomik getirileri (tıbbi değeri olan, meyve, yağ, içecek, sabun, endüstriyel ürünler, arıcılık, vb.) bulunmaktadır. Makilikler; aromatik (hoş kokulu) pek çok bitki türü bakımından da oldukça zengindir.

Bu nedenle makilikler ve tek tek maki vejetasyonuna ait bireyler gelecekte başta ülkemiz olmak üzere Akdeniz ve diğer ılıman iklim coğrafyalarında büyük önem taşıyacaklardır (Tablo 1).

Marmara ile Karadeniz bölgesinin gerek doğu gerekse batı kesiminde yer alan makilikler Akdeniz ve Ege bölgesindeki makiliklere benzemekle birlikte örneğin hem Öksin ya da Kolşik hem de Akdenizli elementlerden oluşur. Bu nedenle iki ayrı kökenli bitkilerden gerçek anlamda bir sosyolojik birlik oluşturması beklenemez (Anşin, 1980 atfen Var, 1992). Bu nedenle bu bitkiler Yaltırık (1966) ve Anşin (1980)'de olduğu gibi pseudomaki/ yalancı maki olarak adlandırılır. Ayrıca, makiler buldukları doğal ortamlarda kış ayları ılık geçtiği için yaprak dökmez. Ancak psödomaki kış aylarında yaprak dökmetedir. Bu sebeple de yalancı maki ismi verilmektedir. Bu bölgelerdeki pseudomaki elemanları da kurakçıl peyzaj çalışmalarına en iyi uyum sağlayabilecek türleri içermektedir.

Maki ve pseudomaki dışında, yağışların çok daha az olduğu, toprak derinliğinin daha da sığ olduğu, insan müdahalesi ve hayvan otlatmanın daha yoğun coğrafyalarda, verimsiz ve taşlı ortamlar gibi oldukça güç alanlarda yayılış gösteren bir vejetasyon tipi daha vardır. Boyları 50 cm altında (nadiren 1 m'ye kadar ulaşan) Fransızcadan (Garigue) Türkçe'ye de Garig/Garik olarak geçen bir vejetasyon bölgeye göre değişmekle birlikte *Cistus*, *Erica*, *Euphorbia*, *Genista*,

*Lavandula* gibi cinslere ait türlerden oluşur. Garig vejetasyona ait türler de gelecekte çok ihtiyaç duyulacak bitkilerden oluşmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 1.** Maki Vejetasyonunu oluşturan peyzajda değerlendirilebilecek bitkilere bazı örnekler (Yaltrık vd.,1989; Var, 1993; Kaya ve Aladağ, 2009; Kavgacı, 2020)

Anagyris foetida Kokar çalı	Erica manipulifloara Pembe çiçekli funda	Pistacia lentiscus Sakız ağacı
Arbutus andrachne Sandal	Euphorbia dendroides Sütleyen	Pistacia terebinthus Menengiç
Arbutus unedo Kocayemiş	Fontenesia phillyreoides Çılbırtı	Prasium majus Çalibaba
Calluna vulgaris Süpürge çalısı	Genista acanthoclada Çoban yastığı	Punica granatum Nar
Calycotome villosa Karaazgan/Keçiboğan	Genista lydia Katır tırnağı	Pyrus salicifolia Yabani armut
Capparis spinosa/Kapari/Gebre	Jasminum fruticans Yasemin	Rhamnus oleoides Çehri
Ceratonia siliqua Keçiboynuzu	Juniperus drupacea Andız	Rhus coriaria Dericı sumağı
Cercis siliquastrum Erguvan	Juniperus oxycedrus Katran ardıcı	Rosmarinus officinalis Biberiye
Cistus creticus Tüylü laden	Juniperus phoenica Finike ardıcı	Ruscus aculeatus Tavşan Memesi
Cistus salviifolius Adaçayı yap. laden	Laurus nobilis Defne	Sarcopoterium spinosum Çetir dikenli/Abdestbozan
Cistus villosus Tüylü laden	Lavandula angustifolia	Smilax aspera Akdeniz Saparnası
Clematis cirrhosa Akasma Kalker	Lavandula stoechas Lavanta	Spartium junceum Katırtırnağı
Clematis flammula Yakıcı orman asması	Myrtus communis Mersin	Styrax officinalis Tesbih
Colutea melanocalyx Patlangaç	Nerium oleander Zakkum	Quercus auceci Boz pırnal meşesi
Cotinus coggygria Peruke çalısı	Olea europaea Delice	Quercus coccifera Kermes meşesi
Daphne gnidioides Serçe dili	Osyris alba Morcak/ Keçi öldüren	Quercus infectoria Mazı meşesi
Daphne sericea Dafne	Paliurus spina-christi Karaçalı	Quercus ilex Pırnal meşesi
Dorystoechas hastata	Phillyrea latifolia Akça kesme	Ulex europaeus Dikenli katırtırnağı
Erica arborea Ağaç fundası	Pholomis fruticosa Küdüs Adaçayı/Şalba /Çalba	Vitex-agnus castus Hayıt

**Tablo 2.** Garig Vejetasyonunu oluşturan peyzajda değerlendirilebilecek bitkilere bazı örnekler (Yaltrık vd.,1989; Kaya ve Aladağ, 2009)

Calycotome villosa Keçi boğan	Euphorbia hierosolymitana Sütleyen	Rosmarinus officinalis Biberiye
Cistus creticus Tüylü laden	Fumana arabica Kır gülü Serpantin	Salvia fruticosa Ada çayı Kalker
Cistus parviflorus Küçük yap. laden	Fumana thymifolia Kır gülü	Sarcopoterium spinosum Abdest bozan
Cistus salviifolius Ada çayı yap. laden	Genista acanthocloa Boyacı katır tırnağı	Satureja thymbra Güzel nane
Corydthymus capitatus Beyaz kekik	Lavandula stoechas Karabaş otu	Teucrium creticum Yer meşesi
Erica manipuliflora Funda Şist	Micromeria nervosa Güvercin otu	Teucrium divaricatum Acı yavşan
Euphorbia acanthothamnus Sütleyen	Pholomis viscosa Şalba	

İç Anadolu, Doğu Anadolu'da ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin daha çok İran-Turan Flora alanında ve haricen Toroslara kadar uzanan çok düşük kış sıcaklığı ve düşük yaz nemine uyum sağlayan, çoğunlukla derine giden kök yapısına sahip step vejetasyonu ile karşılaşmaktadır. Bu vejetasyonu oluşturan bitkiler de Maki ve Garig vejetasyonunu oluşturan bitkiler gibi çok önemli işlevlere sahiptir. Genel olarak *Astragalus*, *Thymus*, *Artemisia*, *Dianthus*, *Teucrium*, gibi derin köklü, çok yıllık bitkilerden oluşmaktadır. Ayrıca kısımlara ayrılırsa,

Kuzey ve Kuzeybatı Anadolu'da yüksek dağlık alanlarında (Özdeniz, 2017);

*Festuca sp*, *Daphne oleoides*, *Aubrieta deltoidea* , *Iberis sempervirens*, *Berberis cretica*, *Astragalus angustifolius*, *Astragalus aquilonius*, *Acantholimon ulicinum*, *Acantholimon androsaceum*, *Thymus roegneri*, *Cerastium purpurascens*, *Genista tinctoria*, *Hypericum linarioides* , *Juniperus communis* subsp. *Nana*, *Sideritis libanotica*,

Toros Dağları ve Ege Anadolu Platosu boyunca tüm dağlık bölgelerde (Astragalo-Brometea; Özdeniz, 2017);

*Daphne oleoides*, *Draba bruniifolia*, *Senecio pseudo-orientalis*, *Helianthemum nummularium*, *Astragalus sp*, *Campanula stricta*, *Veronica multifida*, *Sideritis libanotica*, *Linum tenuifolium*, *Acantholimon sp.*, *Teucrium chamaedrys*, *Hypericum origanifolium*, *Iberis simplex*, *Euphorbia myrsinites*, *Rosa vanheurckiana* var.



*Vanheurckiana*, *Thymus sp*, *Alyssum sp* , *Euphorbia anacampseros*,  
*Verbascum vulcanicum var. vulcanicum*, *Centaurea paphlagonica*,  
*Sedum magellense*,

Kuzeydoğu Anadolu ve Kafkasya'nın Euxin ve Hyrcano-Euxin elementlerini içeren alpin çayırlarını içeren bölgelerde (*Alchemillo-Campanuletea Tridentata*; Özdeniz, 2017);

*Alchemilla caucasica*, *Campanula tridentata*, *Ranunculus brachylobus*, *Thymus nummularius*, *Primula algida*, *Erigeron caucasicus* subsp. *venustus*, *Astragalus viridissimus* ,*Cerastium gnaphalodes*,

Toros'larda Kireç ana taşı üzerinde yayılan Kozmofit bitkiler içinde (*Kasplenieta Trichomanis*; Özdeniz, 2017);

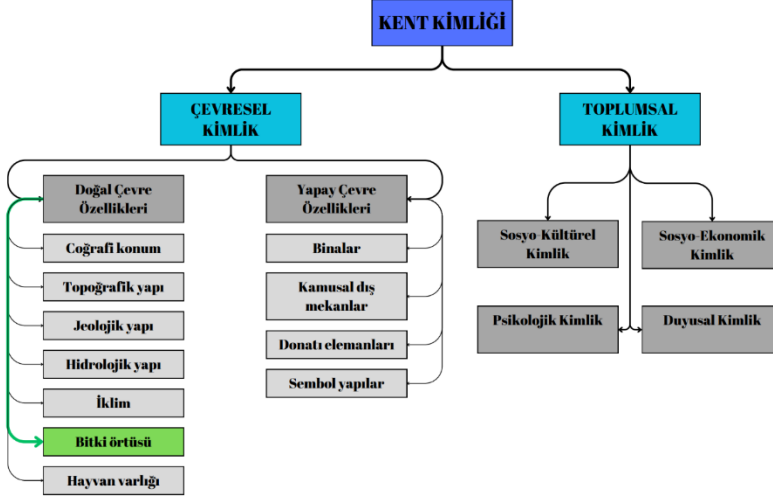
*Asplenium sp.* *Arenaria sp.*, *Potentilla kotschyana*, *Salvia caespitosa*,  
*Silene odontopetala*, *Dianthus sp.* *Actinopetalus*, *Hypericum organifolium*, *Campanula sp.**Tanacetum sp.*, *Hypericum organifolium*  
var. *Depilatum*, *Veronica macrostachya* subsp. *Sorgherae*, *Thymus leucotrichus*, *Alchemilla ellenbergiana*, *Ajuga chamaepitys* subsp. *glareosa*, *Alyssum argyrophyllum*, *Arabis alpina* subsp. *Brevifolia*,  
*Euphorbia sp.* gibi bitki taksonları bulunur.

## **2.2.Kent Kimliği ve Bitki Materyali**

Bir kentin, diğer kentlerden farklılaşmasına ve ayırt edilmesine yarayan unsurlar ve kente özgü öğeler, kent kimliğini oluşturur (Lynch, 1960). Kent kimliği, kısaca bir kenti diğer kentlerden farklılaştıran, kente özgü niteliklerin tamamı olarak tanımlanabilir. Kentin doğal nitelikleri (topografya, iklim, bitki örtüsü, jeolojik yapı) ile yapay nitelikleri (mimarlık, meydan, sokak, kent mobilyaları) kent kimliğini oluşturan fiziksel etmenlerdir. Coğrafi konum, topoğrafik yapı, jeolojik yapı, hidrolojik unsurlar ve bitki örtüsü kente kimlik katan doğal yapı elemanları olup bu unsurların farklılaşması kentleri birbirinden ayırarak kente özgü kimliği belirlemede rol oynamaktadır. (Noberg-Schulz, 1980; Anico ve Peralta, 2009). Mekansal öğeler dışında toplumun mekana yüklediği anlamlar, istekler ve davranışlar şeklinde ortaya çıkan sosyal ve kültürel ilişkiler ile toplumun, tarihsel süreç

içerisindeki siyasi, ekonomik, ideolojik, dinsel özellikleri de sosyal kimliği oluşturmakta ve dolayısıyla kent kimliğini belirlemektedir (Tablo 3)

**Tablo 3.** Kent kimliğini Oluşturan Faktörler (Gemici, 2023; Ocakçı, 1995; Arabulan, 2015)



Kent kimliğini oluşturan çevresel kimlik bileşenlerinden mimari, meydan, sokak gibi yapısal öğelerin yanı sıra, insanların hafızalarında en çok kalan öğelerden biri de ihlamurlu cadde, çınarlı meydan, mor salkımlı sokak gibi kent imajını büyük ölçüde etkileyen faktörlerin başında gelen bitkilerdir.

Eskiden şehirlerimiz mimari kimliklerinin yanı sıra, çınarları, ihlamurları, erguvanları, narenciye ağaçları, manolyaları, palmiye ağaçları, gülleri gibi bitkisel kimlikleri ile anılırken günümüz şehirleri özellikle son 50 yılda bu özelliklerini kaybetmişlerdir. Kentlerimiz sıradanlaşmış ve değişik yıllarda moda göre hemen hemen her bölgede özellikle Top Akasya, Melez Servi (xCupressocyparis leylandii), Pittosporum/çıtıkırdım çalısı, Alev Çalısı, Altuni Taflan vd. egzotik bitkilerle adeta tür kirliliğine gidilmiştir.

Topoğrafyası, yükselti ve bakıları, toprak yapısı, iklim değerleri başta olmak üzere her yönüyle farklılık arz eden kentlerimizin bitki dokusu bakımından tek düzelik göstermesi sonucunda günümüzde yaşanan ve gelecekte daha da etkisini gösterecek iklim değişikliğinden çok olumsuz etkileneceği aşikardır. Oysa yukarıda detaylı şekilde de anlatıldığı üzere Türkiye doğal bitkisel tür çeşitliliği ile çok zengin bir alt yapıya sahip iken neden doğal türleri kullanmadığımızı kısaca özetlediğimizde 3 başlık altında toplamak mümkündür (Var, 2021);

\*Tasarımcıdan kaynaklanan nedenler

- a) Egzotik türlere hayranlık
- b) Bilgi yetersizliği
- c) Piyasada bulunma kolaylığı
- d) Sorunlu alanlarda daha dayanıklı egzotik taksonların olması
- e) Daha etkili renk, form vb. özelliklere sahip takson zenginliği

\*Üreticiden Kaynaklanan nedeler

- a) Piyasa talebi
- b) Doğal Taksonlar ile ilgili bilgi yetersizliği
- c) Doğal türlerde üretim materyali (tohum, çelik vb. elde etme güçlükleri)

\*Proje Sahibinden kaynaklanan nedenler

## **Sonuç ve Öneriler**

Türkiye coğrafi konumunun ortaya koyduğu avantajlar başta olmak üzere birbirini etkileyen bir dizi ekolojik faktörlerin sonucunda çok önemli bir biyoçeşitliliğe sahip ender ülkelerden biridir. Bu çeşitliliğin sürekliliğinin sağlanması ve kentsel dokuya yansımaları beklenmektedir. Zira Türkiye florasını oluşturan bitkilerle oluşturulacak peyzajlar hem ekolojik koşullara uyum sağlayacak hem de estetik bakımından çok beğenilen kompozisyonları oluşturabilecektir.

Step, maki, garig gibi çeşitli vejetasyon tiplerine sahip bir coğrafya, şu anda yaşanan ve gelecekte çok daha etkisini artıracak küresel ısınma ve onun olumsuz etkilerini en aza indirmek ve dirençli kentler oluşturmak için önemli avantajlar sunmaktadır. Bu avantajı kullanarak geleceğin kentlerine şimdiden zor şartlara dayanıklı bu maki, garig ve step bitkilerinden katmak ileride yaşanabilecek olası kuruma ve

ölümlerin yeşil alanlarda oluşturacağı çöküntü alanlarını aza indirecektir.

Eğer aynı planlama anlayışı ile yeşil alanlarımızı tesis etmeye devam edersek çok yakın gelecekte, kentlerimiz daha da sıradanlaşarak mimari de olduğu gibi bitkisel dokuda da monoton bir hal alacaktır. Kentlerimizin ekolojik şartlarına en iyi uyum sağlayacak doğal bitkileri kentlerimize kazandırmak suretiyle kent kimliğinin de sürekliliğini sağlamamız her kentin yöresel bitkilerle anılmasını sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Anşın, R. (1980). Doğu Karadeniz Bölgesi Florası ve asal Vegetasyon Tiplerinin Floristik İçerikleri, Doçentlik Tezi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon.
- Anico, M., ve Peralta, E. (Eds.). (2008). Heritage and identity: Engagement and demission in the contemporary world. Routledge.
- Arabulan, S. (2015). Kentsel Dönüşüm Kapsamında Kimliğin Yeniden Kazanımı: Edirne-Karaağaç Örneği. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, 241s).
- Atalay, İ. (1994). Türkiye Vegetasyon Coğrafyası, Ege Üniversitesi Yayını. İzmir.
- Bhat, N., Suleiman, M., Abdal. M. (2009). Selection of crops for sustainable utilization of land and water resources in Kuwait. World Journal of Agricultural Sciences. 5 (2). 201-206.
- Crewe, K. (2013). Arizona native plants and the urban challenge. Landscape Journal. 32 (2), 215-229.
- Doedens, T. (2021). Cold Tolerance In Palms (Jubaea Vs Phoenix) Logo Coldpalm, September 21,
- Francini, A., Romano, D., Toscano, S. ve Ferrante, A. (2022). The Contribution of Ornamental Plants to Urban Ecosystem Services. Earth (Switzerland), 3, 1258–1274.
- Filella, I., Llusia, J., Pinol, J. ve Peñuelas, J. (1998). Leaf gas exchange and fluorescence of Phillyrea latifolia, Pistacia lentiscus and Quercus ilex saplings in severe drought and high temperature conditions. Environmental and Experimental Botany, 39, 213–220.
- Gemici, R. Ö. (2023). Kent Kimliğinin Kentsel Peyzaj Tasarımı Üzerine Etkisinin Göz İzleme Tekniği ile Konya Kenti Örneğinde İncelenmesi.
- Hopkins E., Al-Yahyai R. (2015). Landscaping With Native Plants In Oman. VIII International Symposium on New Ornamental Crops and XII International Protea Research Symposium.

- Kozłowski, T. T. ve Pallardy, S. G. (2002). Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. *Botanical Review*.
- Kumar, D., Al Hassan, M., Naranjo, M. A., Agrawal, V., Boscaiu, M. ve Vicente, O. (2017). Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). *PLoS ONE*.
- Leotta, L., Toscano, S., Ferrante, A., Romano, D. ve Francini, A. (2023). New Strategies to Increase the Abiotic Stress Tolerance in Woody Ornamental Plants in Mediterranean Climate. *Plants*, 12.
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*, The MIT Press.
- Martinson, R. (2020). Native plants in urban landscapes: a biological imperative. *Native Plants Journal*. 21 (3). 275-280.
- Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci: Toward a Phenomenology of Architecture*. London: Rizzoli.
- Ocakçı, M. (1995). Şehir Kimliği ve Çevre İlişkileri, Kent ve Çevre Planlamaya Ekolojik Yaklaşım. 17. Dünya Şehircilik Günü Kolokyumu, 163-170.
- Özdeniz, E.V. (2017). Syntaxonomical Synopsis of the Steppe Vegetation of Turkey. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 5(2), 29-49
- Partigöç, N.S., Soğancı S. (2019). Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonu: Kuraklık Partigöç, *Resilience*, 3(2), ss.287-299.
- Pitman, K., McDonnell, R., ve Dawoud, M. (2009). *Abu Dhabi Water Resources Master Plan*. Environment Agency Abu Dhabi, Abu Dhabi.
- Saunier, A., Ormeño, E., Moja, S., Fernandez, C., Robert, E., Dupouyet, S., ... Bousquet-Mélou, A. (2022). Lavender sensitivity to water stress: Comparison between eleven varieties across two phenological stages. *Industrial Crops and Products*, 177.
- Toscano, S., Scuderi, D., Giuffrida, F. ve Romano, D. (2014).

- Responses of Mediterranean ornamental shrubs to drought stress and recovery. *Scientia Horticulturae*, 178, 145–153.
- Tayanç, M., İm, U., Doğruel, M., ve Karaca, M. (2009). Climate change in Turkey for the last half century. *Climatic Change*, 94(3–4), 483–502.
- Terzioğlu, S., Akbulut, S., Özkan, Z.C., Serdar, B., Öztürk, M. (2021). Türkiye'nin Bitkisel Biyoçeşitliliği ve Odun Dışı Bitkisel Ürünler, Ekoloji Ve Ekonomi Ekseninde Türkiye'de Orman Ve Ormancılık. Sonçağ Akademi. Temmuz, 2021. Ankara.
- Türkeş, M. (2008). İklim Değişikliğiyle Savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye, *Mülkiyeliler Dergisi*, cilt 32, sayı 259, s.101-131.
- Türkeş, M. (2018). Küresel ve Bölgesel İklim Değişikliğinin Anadolu Coğrafyasına Etkileri. *Bilim ve Ütopya Sayı*. 292. ss.1-44.
- Var, M. (1993). Bitki Tanıma ve Değerlendirme 1. Ders Notları. 197 s. Trabzon (Basılmamış).
- Var, M. (2003). Bitki Tanıma ve Değerlendirme Ders Notları, 167 s. Trabzon (Basılmamış).
- Var M., Yalçınalp E., Pulatkan M., Koyun D. (2010). Native Palms of Turkey, which might be Endangered in the Future Symbambalm - 1st International Symposium on Genetic Resources of Bamboos and Palms and 3rd International Symposium on Ornamental Palms, Campinas, Brezilya, Campinas, Brezilya, 21 - 25 Kasım 2010, ss.92
- Var, M. (2021). Doğal Bitki Materyalinin Kent Peyzajı ve Millet Bahçeleri İçin Önemi, Millet Bahçeleri Eğitimi.24-27 Mayıs 2021 Yıldız Teknik Üniv.
- Wilson, B. F. (1995). Shrub Stems: Form and Function. *Plant Stems içinde* (ss. 91–102). Gartner, B.L., Ed.; Academic Press: Cambridge, MA, USA.
- Yaltırık, F. (1966). Belgrad Orman Vejetasyonunun Floristik Analizi ve Ana Meşcere Tiplerinin Kompozisyonu Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, O.G.M. Yayınları, Sıra No:436. Seri:6, İstanbul.
- URL 1. Glossaries of the contributions of Working Groups I, II and III

- to the IPCC Fourth Assessment Report.2007.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr>. Erişim tarihi: 11.06.2024.
- URL 2. The Intergovernmental Panel on Climate Change  
. <https://www.ipcc.ch>, Erişim tarihi:04.06.2024.
- URL 3. Hükûmetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)'nin 2022 yılında yayınladığı 6. Değerlendirme Raporu.  
<https://www.birbucukderece.com>, Erişim tarihi: 11.06.2024.
- URL 4. <https://www.gazetebir.com.tr/antalya-kahire-olacak/3255/>,  
Erişim tarihi:04.06.2024.
- URL 5. <https://www.cevremuhendisligi.org>, Erişim tarihi: 04.06.2024.
- URL 6. Türkiye, “Dünyanın büyük şehirleri fosil-yakıtları durdurmanın anahtarını ellerinde tutuyor”. <https://350turkiye.org>,  
Erişim tarihi: 11.06.2024.
- URL 7. <https://www.mgm.gov.tr>, Erişim tarihi: 04.06.2024.
- URL 8. Türkiye’de İklim Değişikliği ve Tarımda Sürdürülebilirlik.  
<https://www.tgdf.org.tr>, Erişim tarihi: 11.06.2024.
- URL 9. <https://botsocscot.wordpress.com/2020/12/13/plant-of-the-week-hippophae-rhamnoides-l-sea-buckthorn-14th-december-2020>, Erişim tarihi: 11.06.2024.
- URL 10  
. [https://agroAtlas.ru/en/content/cultural/Hippophae\\_rhamnoides\\_K/index.html](https://agroAtlas.ru/en/content/cultural/Hippophae_rhamnoides_K/index.html), Erişim tarihi :11.06.2024.



### **Prof. Dr. Mustafa VAR**

E-mail: mvar@yildiz.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği

Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Planlama

Doktora: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Mimarlığı

Mesleki deneyim: Akademisyen

### **Öğr. Gör. Şeyma SARIARMAĞAN CEYLAN**

E-mail: seymas@yildiz.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora devam ediyor

Lisans: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi, Peyzaj Mimarlığı

Yüksek Lisans: Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafi  
Bilgi Sistemleri

Doktora: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir  
Planlama

Mesleki deneyim: Akademisyen

### **Şevval YÜZER**

E-mail: sevvalyuzer1@gmail.com.tr

Eğitim Durumu: Yüksek Lisans

Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakóltesi, Şehir ve Bölge  
Planlama

Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakóltesi, Şehir  
ve Bölge Planlama, Peyzaj Planlama Programı

### **Huriye ÇALIŞKAN MİMARLAR**

E-mail: huriyecaliskanmimarlar@gmail.com.tr

Eğitim Durumu: Doktora devam ediyor

Lisans: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Peyzaj Mimarlığı

Yüksek Lisans: Uludađ Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi, Peyzaj  
Mimarlığı

Doktora: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir  
Planlama



---

## Kentsel Yeşil Alanlarda Bitkilendirme Teknikleri

---

Prof. Dr. İbrahim TURNA <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği  
Bölümü, Kanuni Yerleşkesi, Trabzon/Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-4408-1327  
E-mail: turna@ktu.edu.tr

## 1. Giriş

Kentsel yeşil alanların bitkilendirilmesinde plan içeriğine göre hareket edilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Zira yeşil alanların yeterli düzeyde bitkisel varlığa sahip olması ekolojik koşullar çerçevesinde her türlü yetiştirme tekniği (dikim, bakım ve koruma) çalışmalarının sürekli ve dikkatli uygulanması ile sağlanır. Kentlerde yeşil alanların bitkilendirilmesinde hangi amaçla olursa olsun yapılması gereken teknik işlemler genelde birbirine benzerdir. Öncelikle projelerin hazırlanmasında etüt aşaması, çalışmaların en önemli bölümüdür. Etüt çalışmasına başlamadan önce çalışmaların yapılacağı saha ile ilgili ön bilgilerin de toplanmış olması esastır. Ana hatları itibariyle bu çalışmalar; etüt öncesi büro çalışmaları, plantasyon alanında etüt çalışmaları, etüt sonrası büro çalışmaları (projelendirme) olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır (Turna vd., 2002).

Büro çalışmalarında projeye konu saha hakkında bugünkü arazi kullanım durumu, kullanım amacı ve kullanıcıların beklentileri, sosyo-ekonomik durum analizi vb. bilgi ve belgeler elde edilir. Sahanın etüdü aşamasında, dikim ya da ekim yapılacak sahanın fizyografik (topografik), klimatik (iklim), edafik (toprak) ve biyolojik (vejetasyonun=bitki örtüsü) faktörler bakımından analizi ve hazırlanması, materyallerin seçimi, bitkilendirme yöntemi, bakım ve koruma çalışmaları belirlenir (Turna vd. 2021, Güney vd., 2014).

Kentsel yeşil alanların çok yönlü faydaları düşünüldüğünde öncelikle amaç ya da amaçların belirlenmesi, sonra saha hazırlığı ve devamında dikim yöntemleri gibi bir dizi teknik işlemlerin yerine getirilmesi gerekir. Amaç tespitinde ekolojik, sosyo-ekonomik, sağlık ve kent peyzajını düzenleme gibi çeşitli faktörler etkilidir

Açık yeşil alanların gerek mevcut ekolojik koşullara gerekse değişen iklim koşullarına uyum ve karbon yutak alanlarına katkı vermesi bakımından da mühendislik hizmetleri gerektirdiği unutulmamalıdır. Öncelikle arazi hazırlığının yeşil alan miktarı ve yöreye göre farklılıklar göstereceği, alanda mevcut bitki örtüsünün türü, konumu, boyutları, yaşı ve yaşam süresi, sağlık durumu, formu, korunmaya, nakledilmeye uygun olup olmadığı, bakım ve koruma gerekip gerekmediği gibi özelliklerin incelenmesi gerekir (Turna vd., 2005).

Mevcut bitki örtüsünün değerlendirilmesinde, türlerin sağlık ve gelişim durumu, kıymetli bir tür olup olmadığı (endemik, relikt, anıt vb.), yaşı ve olası ömrü, şimdi ya da gelecekteki görevi (gölgeleme, estetik vb.), bir başka yere nakledilmeye uygunluğu, bakım ve koruma önlemleri gibi kıstaslar dikkate alınır. Buna yeni yapılacak yolların, çim ve çayır alanlarının, çiçek partner ve tarhları, yeşil çitler, münferit, küme ve grup halinde düşünülen boylu bitki örtüsü vb. etkinlik alanları da katılarak birlikte değerlendirmeleri yapılır. Ayrıca, sahada mevcut bitkilerin, arazi hazırlığı aşamasında köklerinin sıkışacağı, bitkinin zarar göreceği hatta ölebileceği unutulmamalıdır.

Korunması gerekli olan ağaçların çevrelerinin kazılması ya da doldurulması durumunda da bazı önlemlerin alınması gerekir. Tepe izdüşümü dışında kalan toprak kazılıp seviye düşürülecekse herhangi bir işlem yapılmasına gerek yoktur. Zira mevcut köklerin %10'undan az bir kısmı kesilmiş olacağından ağaç normal yaşantısına devam eder. Ancak tepe iz düşüm hattı ile gövde arasındaki uzaklığın yarısına kadar kazılacaksa bu durumda köklerin %30'u kesilmiş olacaktır. Böyle durumlarda ağacın (yapraklı türlerde) tepe tacında kuvvetli budamalar yapılarak kök/gövde dengesi sağlanır ve ağaca bol su ve azot gübresi verilir. Ağaç gövdesine daha fazla yaklaşılmaması (en az 1 m mesafe olmalı) halinde ya çevrenin kuru taş duvarla çevrilmesi ve boşluğun organik gübre+kompost karışımı bahçe toprağı ile doldurulması ya da kazıyı ağaç dibine doğru hafif bir eğimle azaltarak kök yapısının doğal durumunun korunması sağlanmalıdır (Ürgenç, 1998).

Binaların temel kazılarında köklere zarar vermemesi için ağacın 2-3 m uzağında duvar örülmesi, duvarla ağaç arasında kalan 40-50 cm'lik alanda ise organik maddece zengin tarla toprağı konulması gerekir. Benzer şekilde ağaç köklerinin yoğun olduğu alanlardan elektrik, telefon, havagazı vb. tesislerin geçirilmesi durumunda ise hattın geçirileceği güzergâh boyunca yapılacak kazının, ağaca 1 m kadar yaklaşıldığında hattı taşıyan boru toprağı delerek geçirilmeli ve böylece kök kayıpları azaltılmalıdır (Ürgenç, 1998; Dirik, 2008).

Alanda yapılması gerekli olan sert donatı elemanları ile bitki dikim alanlarının önceden hazırlanması gerekir. Kazı işlemlerinin ağaçların kök yayılış alanına tek taraflı kazılması durumunda taç iz düşümünün yay şeklinde kuru taş duvarla örülmesi düşünülmelidir.

Ağaçların olduğu mekânlarda yol ve inşaat alanlarının toprak seviyesini yükseltmek gayesiyle inşa edilen dolgularda gövdenin bir kısmı toprak altında kalacağından ölümler görülecektir. Bu şartlarda bitkinin boyutlarına, türüne ve yatay kök gelişimine bağlı olarak ya gövdeden 50-100 cm mesafede dolgu seviyesi yüksekliğinde kuru taş duvar tesis edilerek duvarla gövde arasına çakıl koyulur. Veya ağacın tepe iz düşüm alanı toprak seviyesi gövdenin kök boğazı seviyesinden hafif eğimle doldurularak istenen seviye sağlanmış olur. Her iki durumda da suyun ağaç dibinde birikmesini önlemek için orijinal zemin kotunda PVC drenaj borusu döşenerek suyun akışı sağlanır. Toprak işleme ve kök sökümü bakımından ağaçların toprak seviyesinde bir miktar yuksekten kesilmesi sökümü kolaylaştırır (Dirik, 2008).

Toprak analizlerine (edafik etüt) bağlı olarak drenajın yapılması, diri örtü ile mücadele, kök sökümü, toprak işleme, ıslah ve gübreleme gibi işlemler ile alanda mevcut ya da yeniden kurulacak elektrik, telefon, kanalizasyon, sulama gibi alt yapı hizmetlerinin yapılması önemlidir.

*Toprak işlemede amaç*, toprağın strüktürünü iyileştirme, havalanma ve su tutma kapasitesini artırma, bitki besin elementlerinin bitki tarafından kolay alınmasına katkı verme şeklinde özetlenebilir.

Sahanın hazırlanması insan gücü ve el aletleri ile yapılabileceği gibi tamamen mekanizasyonla da yapılabilir. Kullanılan ekipmanlar ile toprak işleme şekli de buna göre değişir.

Toprak işleme için en doğru zaman, uygun bir nem oranına, yani toprağın tarla kapasitesi nem derecesine sahip olduğu zamandır. Toprak işleme derinliği genelde ağaç türleri için 50-60 cm, çalı türleri için 30-40 cm, çim ve yer örtücü türleri için ise 20 cm olarak verilmektedir (Dirik, 2008).

**Drenaj**, ekim ya da dikime konu sahada hedeflenen başarının sağlanması önemlidir. Bu durum çoğunlukla ihmal edilmektedir. Oysa drenaj sorunu bakım harcamalarını en fazla etkileyecektir.

Toprak seviyesi doğru ekipmanlarca tesviye edilmeli, projelere göre ek yükseklik, kaya bahçesi, seyir yerleri gibi tesisler konumlandırılmalıdır. Sahada yer alan taşlar, diri örtü elemanları, her türlü yağlar ve yağlı maddeler, moloz ve inşaat artıkları gibi arzu edilmeyen maddelerin temizlenmesi, çim tesisinde, çimlenme ve bakım gibi özelliklerde biçme

sırasında, küçük ebatlardaki fidanların çapalanması sırasında sorunlar yaşanmaması adına önemlidir.

Islah, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile birlikte düşünülür ve uygulanır. Toprağın asitlik durumu da (pH) bitkilendirmede önemlidir. Ekim veya dikim yapılacak toprağın çok kumlu veya killi olmaması, yeterli organik madde içermesi ve besin maddesince zengin olması gerekir. Bunun içinde gerekli analizlere göre ilave kum, kil, organik gübre (yanmış sığır, koyun, keçi, kuş gübrelere ya da çürümüş ot, yaprak, ağaç kabuğu vb.) verilmesi zorunlu olabilir. Bu çalışmalar toprak hazırlığı aşamasında özellikle üst toprağın iyileştirilmesi açısından önemlidir.

İyileştirmede kullanılacak mil ve torf (turba) özellikleri arasında, mevcut toprak özelliklerine göre değişmekle birlikte, milin içinde en az %50 kum, en fazla %40 toz bulunmalı, kil içeriği ise %10'u geçmemelidir. Kum, dere kumu olmalı, deniz kumu kesinlikle kullanılmamalıdır. Turba örneğinin içinde toprak miktarı %10'dan çok olmamalı, organik madde miktarı en az %55, inorganik madde miktarı ise toprak dâhil %45'i geçmemelidir (Ürgenç, 1998).

Saha hazırlama çalışmalarından birisi de sulama şebekesinin kurulmasıdır. Suyun amaca uygun bir şekilde kaliteli ve tasarruflu bir şekilde kullanılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

## **2. Bitkilendirme Teknikleri**

Bitkisel materyallerin tesis tekniği genel olarak ekim ve dikim yoluyla gerçekleştirilir. Ayrıca vejetatif yöntemlerle de bitkilendirme yapılabilir. Gerek ekim gerekse vejetatif yollarla bitkilendirme çalışmaları kentsel alanların yeşillendirilmesinde çok yaygın olarak kullanılmadığı için kısa açıklanacaktır.

### **2.1. Dikim Yoluyla Bitkilendirme**

Kentsel yeşil alanların tesisinde en fazla kullanılan yöntem olduğu için dikimin temel esasları, dikim öncesi yapılması gerekli işlemler, dikim zamanı, dikim şekilleri, dikim yöntemleri ile bakım ve koruma çalışmalarının iyi bilinmesi gerekir.

#### **2.1.1. Dikimin Temel Esasları**

Herhangi bir alanın bitkilendirilmesinde kullanılacak dikim yöntemlerinde, yöntem seçimi kadar, seçilen yöntemin aplikasyonunda

uyulması zorunlu kuralların yerine getirilmesi gereklidir. Bunlar arasında (Turna, 2017);

- ✓ *Bitkisel materyalin proje sahasının ekolojik koşullarına uygun türlerden seçilmesi (gerek doğal yerli gerekse yabancı türler),*
- ✓ *Bitkilendirme alanının türlerin istekleri dikkate alınarak tekniğine uygun olarak hazırlanması,*
- ✓ *Amaca uygun sağlıklı ve standart bitki (uygun orijin ve kaliteli fidan) materyalinin kullanılması,*
- ✓ *Dikim öncesi işlemlerin dikkatli yapılması,*
- ✓ *Dikimin zamanında gerçekleştirilmesi,*
- ✓ *Türlerin yetiştirme ortamı özelliklerine uygun olarak dikim yöntemlerinin seçilmesi,*
- ✓ *Dikim hatalarının olmaması için dikimlerin deneyimli elemanlarca gerçekleştirilmesi,*
- ✓ *Dikim şekline bağlı olarak bitki türlerinin karşılıklı büyüme özelliklerinin dikkate alınması,*
- ✓ *Dikim sonrası bakım ve koruma çalışmaları.*

### **2.1.2. Dikim Öncesi İşlemler**

Fidanlıklardan standartlara uygun fidanların alınarak hatasız dikimler yapılmış olsa da, fidanların nakli, dikim zamanı gelene kadar bekletilmeleri ve dikimden önce kök-gövde budamaları gibi işlemlerde yapılacak hatalar başarı oranını düşürecektir (Turna vd., 2016).

Taşıma sırasında, bitkilerin hasar görmemesi, dal ve özellikle uç sürgünlerinin kırılması, tepe tomurcuğunun kopması, süs ve salon bitkilerinde çiçek ve yaprakların ezilmesi, kopması, topraklı ve kaplı fidanlarda köklerle toprak arasındaki bağın kesilmesi, kap boyutlarının fidan ebatlarıyla ahenk içinde olmaması, kök deformasyonları, fidanların güneşte ve açık havada bırakılması ve tazeliğinin bozulması gibi sakıncalara dikkat edilmelidir.

**Fidanların sevki;** fidan türü, boyu ve sayısı gibi özelliklere bağlı olarak uygun araçlarla yapılmalıdır. Fidanların, üstü açık kasalı araçlarla taşınması, özellikle uzun mesafelerde yüksek sıcaklık, don, rüzgâr, güçlü hava akımları vb. etkilerden zarar görmesine neden olabilir. Boylu fidan nakil işlemlerinde, fidan boyutları bakımından sevkisyata uygun olup olmadıkları, boylu bireylerde nakil öncesi hazırlık çalışmaları, morfolojik karakterlerin ve özellikle dallanma şeklinin



taşımaya değip değmediği, nakil zamanı, süresi ve metodunun belirlenmesi ve buna göre taşınması gerekir (Turna vd., 2006; Turna, 2010).

Boylu fidanların sökümünden 1-2 yıl önce ilkbaharda kök budamasına alınması gerekir. Bu işlem iki şekilde yapılır. Bunlardan biri yan köklerin bel kürekle kesilerek 1-2 yıl içerisinde yeni kılcal kök sürgünleri oluşturması sağlanır. İkincisinde ise, genç ya da küçük ağaçlarda 1-2 yıl öncesinden, daire şeklinde hendekler kazılır. Hendeğin derinliği yan köklerin derinliğine bağlıdır. Daha büyük ağaçlarda ise 1-2 yıllık süre yeterli olmayabilir. Kök kesiminin yapılacağı dairenin genişliği gövde çapının 4-5 katı mesafe olarak hesaplanır (Ürgeç, 1998; Dirik, 2008). Açılan hendeklere kompost+torf karışımı organik maddece zengin toprak doldurulur. Böylece küçük boylu fidanlar 2. yıl, daha boylu olanlar ise 3. yılda söküm için hazır hale gelmiş olur.

Boylu fidanların nakilleri, fidanların çıplak, topraklı ya da kaplı oluşlarına göre farklılıklar gösterecektir. Çıplak köklü fidanlar çapı 5 cm'den küçük ve yaprağını döken bitkiler için kullanılmakta olup daha çok kısa mesafeli taşımalarda tercih edilir. Topraklı fidanların naklinde toprağın dağılması için fidanın kök çevresinin toprağı ile birlikte sarılması, balyalanması ve böylece nakli mümkün hale getirilmesi gerekir (Ürgeç, 1998).

Fidanların taşınma zamanına; yetiştirme ortamı koşulları, nakil öncesi hazırlıkların tamamlanması, nakil mesafesi, ekipman, kullanıcı istekleri ve proje ekibinin çalışma düzeni etki eder. Materyal boyutuna bağlı olarak fidanlar, kasalarla, makinelerle vb. araçlarla taşınabilir. Son zamanlarda kentsel yeşil alanlarda çok sık kullanılmakta olan boylu fidanların naklinin söküm aşaması, balyalanması ve taşımaya hazır hale getirilmesi Şekil 1'de verilmiştir (URL-1, URL-2).



**Şekil 1.** Fidanların insan gücü ve makine ile sökülmesi ve taşımaya hazırlanması (URL-1; URL-2)

**Gömü:** Dikim işlemleri uzun zamana (3-4 günü aşan bir süre) yayılacaksa, fidanların güvenli bir şekilde, serin ve gölgeli bir yerde bekletilmelidir. Gerek çıplak köklü gerekse topraklı ve kaplı fidanların da yüksek sıcaklık ve soğuk hava koşullarından etkilenmemeleri için gömüye alınmalarında yarar vardır.

**Fidanların budanması;** Budama, kök ve gövde (tepe ve yan dallar) budaması şeklinde olur. İbrelili türlerde kök budaması, yapraklı türlerde ise kök ve gövde budaması yapılır. Budamalarda fidanların kök/gövde dengesinin sağlanması yanında form durumu da dikkate alınır. Budama kazık köklü türlerde “*yelpaze budama*”, sığ köklü türlerde “*çevre budama*” şeklinde yapılmaktadır. Yapraklı türlerde boylu fidanların kullanılması durumunda kök/gövde dengesi için gövdelerde de “*piramidal tepe budaması*” veya “*sütunvari tepe budaması*” gibi budamalar yapılır (Ürgenç, 1998; Turna, 2017).

### 2.1.3. Dikim Zamanı

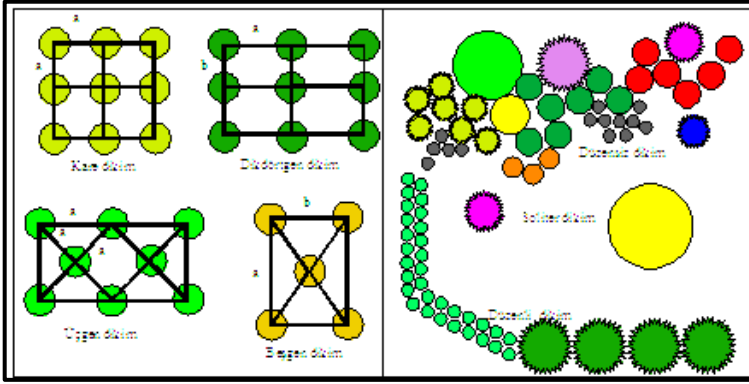
Dikim zamanı genel olarak benzer olup fidan tipine (çıplak, topraklı veya kaplı fidan) bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Büyüme sezonu dışındaki (sonbahardan ilkbahara kadar) dönem dikimler için en ideal dönemdir. Topraksız fidanların dikiminde yaprağını döken türler için sonbahar, iğne yapraklı ve herdem yeşil yapraklı türler için ise erken sonbahar veya geç ilkbahar dikimleri en uygun zamandır. Kaplı fidanların her mevsim dikilebilmeleri mümkündür. Buna rağmen kaplı fidanların aşırı sıcak, donlu, fırtınalı ve yağışlı günlerde

dikilmeleri sakıncalıdır. Bu durum topraklı fidanlar için de geçerli kabul edilebilir.

#### 2.1.4. Dikim Şekilleri

Dikimler düzensiz, düzenli ve karışık dikim (katlı dikim) şeklinde gerçekleştirilir. Düzensiz dikimlerde belirli bir aralık mesafe söz konusu değildir. Estetik amaçlı bitkilendirmelerde genellikle bu dikim şekli tercih edilir. Ancak düzensiz dikim rastgele dikim anlamına gelmemeli, çok çeşitli bitki türlerinin münferit, grup ya da sıralı ancak düzensiz olarak birlikte değerlendirilmesidir.

Dikim şekilleri bitkilerden amaçlanan görevlere, proje tasarım gagesine ve tercih edilecek taksonların gelişme durumları ve silvikültürel özelliklerine bağlıdır. Örneğin alle şekline güzergah boyunca yapılacak bitkilendirmelerde düzenli dikimler tercih edilirken, tabakalı bir görünüm için kullanılan bitkisel materyaller karışık dikimler şeklinde kullanılır. Aralık-mesafeyi etkileyen en önemli husus, bitkiler arası büyüme ilişkileridir. Estetik ve fonksiyonel hedeflere göre üçgen, kare, dikdörtgen ve beşgen şeklinde uygulanabilirler (Şekil 2).



Şekil 2. Düzenli ve düzensiz dikim şekilleri (Dirik, 2008)

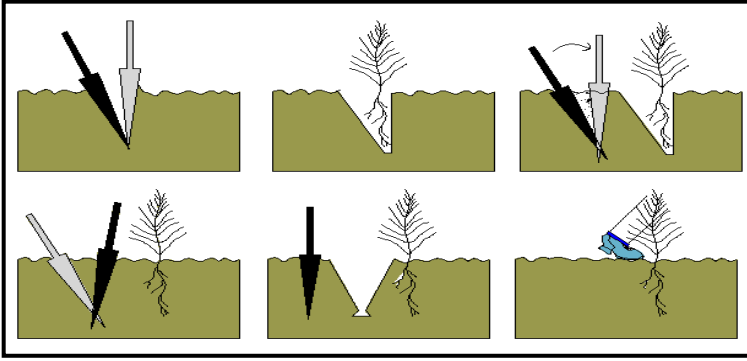
Düzenli dikimler geometrik şekillere bağlı olarak gerçekleştirilen dikimlerdir. Peyzaj uygulamalarında her üç dikim şekli kullanılabilir.

Peyzaja yönelik bitkilendirmelerde ekim ya da dikim yöntemi kadar bitkisel materyali kullanım şekli de önemlidir. Kentsel yeşil alanlarda en uygun ve modern bitki kullanma metodu grup şeklidir.

### 2.1.5. Dikim Yöntemleri

Kentsel yeşil alanlardaki dikim yöntemleri genelde **yarma** ve **çukur dikimi** olarak ikiye ayrılır. Her bir yöntem kendi içerisinde dikim yeri, fidan özellikleri ve dikim amacı gibi faktörlere göre çeşitlenmektedir.

**Yarma dikimi**, yağışların yeterli olduğu alanlarda ayak ve el plantuvarları ile kurak ve yarı kurak mntikalarda ise çapa ile yapılır. Yöntem daha çok 10-20 cm ebatlarındaki küçük fidanların dikiminde tercih edilir. Mevsimlik süs bitkilerinin ekimi ya da dikiminde çok fazla uygulanır. Çapa ile yapılan dikimler ise yeşil alan düzenleme amaçlı mevsimlik çiçeklerin, çok yıllık otsu bitkiler ile ve soğan-yumrulu türlerin plantasyonunda tercih edilir. Hem plantuvar hem de çapa dikimleri iyi işlenmiş, gevşek, organik maddece zengin ve nemli topraklarda uygulanır (Şekil 3).



Şekil 3. Plantuvar ile yarma dikim yöntemi (Ürgenç, 1998)

Fidan materyali olarak düşünüldüğünde yarma dikim yöntemleri daha çok çıplak köklü (topraksız) ve küçük boyutlu (10-20 cm) fidanların dikiminde kullanılır.

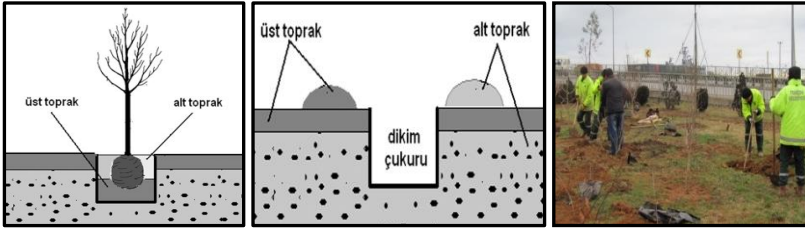
Açık yeşil alanlarda tercih edilen en önemli ve yaygın plantasyon metodu çukur dikimidir. Bu metotla her türlü (yaş ve boy bakımından çıplak, topraklı ve kaplı) bitkisel materyaller dikilebilir. Çukur dikim yöntemleri, bitki türlerine ve sahanın özelliklerine göre de adi çukur, çukurda tepe, çukurda derin, çukurda çukurlu tepe, tepe dikimi gibi çeşitli şekillerde tatbik edilebilir.

Topraklı fidanların dikiminde, çukur boyutları bitkinin kökü saran toprak kitlesini alacak ve kenarlarda ve çukur dibinde bir miktar (min. 15 cm) boşluk kalacak şekilde olmalıdır. Kökleri örten saz,

plastik örtü veya çuval tamamen çıkarılır ve kök boğazındaki sıkıştırma teli uzaklaştırılır. Kaplı veya tüplü fidanlarda da benzer şekilde sert plastik kaplarla ruberoit veya polietilen malzemeler dikim öncesinde mutlaka uzaklaştırılmalıdır.

**Çukur dikim yöntemi** 3 aşama uygulamaya aktarılır. Bunlar;

*Dikim çukuru açılırken* dikim yerindeki toprağın doğal durumunun korunmuş olduğu, alt ve üst toprak tabakası arasında humus ve besin maddeleri yönünden belirgin farklılıkların olduğu şartlarda, çukurdan çıkarılan alt toprak ile üst toprak ayrı ayrı konulmalıdır (Şekil 4). Çukurun doldurulması aşamasında ise mineral madde ve besin değeri fazla olan üst toprağın kök gelişim bölgesine, alttan çıkan toprağın ise çukurun üst kısmına koyulması şeklindedir. Aksi durumlarda bu kural geçerli değildir.



**Şekil 4.** Dikim çukurunun açılması ve fidan dikimi

Çukur ebatları fidan köklerinin tabii durumunda tutacak ve kökleri sıkıştırmayacak büyüklükte olmalıdır. Ancak bu kural kentsel alanlarda biraz daha hassas olup dikkatli uygulanmalıdır. Zira şehirlerde bitkilendirilecek sahadaki toprağın yapısı ve niteliğinin genellikle değiştiği bilinmektedir. Dolayısıyla kazı veya dolgular ile istenmeyen materyallerle (moloz, inşaat atıkları vb.) tabii özelliklerinden koparılmış alanlarda toprağın ıslah edilmesi, dikime hazır hale getirilmesi çok daha büyük önem arz eder. Dikim çukuru, fidanın mevcut kütesinden daha derin ve daha geniş açılmalıdır. Çukurun genişliği, dikim başarısında çukur derinliğinden daha önemlidir.

Dikim çukurunun normal şartlarda bitki kök sistemi çapının 2 katı genişlikte ve kök sistemin derinliğinin 1,5 katı derinlikte açılması uygundur (Dirik, 2008). Dikim çukurunda geçirimsiz bir tabakanın olması durumunda mutlaka yok edilmesi, drenaj sorununun

giderilmesi, çukur dibine çakıl vb. koyulması veya yüksek dikim gibi özel dikim yöntemlerinden yararlanılması gerekir.

*Fidanların çukura yerleştirilmesi aşamasında;* öncelikli olarak çıplak köklü fidanlarda köklerin dikim öncesinde temiz suda bekletilmesi, çukur içerisinde taze toprak üzerine düzenli yerleştirilmesi gerekir. Topraklı fidanlarda, kök balyasının dağılmadan dikilmesi önemlidir. Benzer şekilde kaplı fidanlarda kap, kök-toprak ilişkisi dağılmayacak şekilde çıkartılmalı, kök kırıklığı varsa keskin bir makasla kesilmeli, kap dibinde yoğun köklenmeden dolayı yumak oluşumu varsa değişik yerlerden çizilmeli ya da ortadan yarılmalıdır.

Fidanların çukura yerleştirilmesinden sonra toprak analizlerine bağlı olarak çukur içerisine kompost, torf, yanmış ahır gübresi gibi organik maddece zengin toprak doldurulur.

Fidan dibinin düzenlenme ve çanak şeklini almasından sonra sulama yapılması, fidan kökleri ile toprağın havalanmasını sağlamak amacıyla doldurma aşamasında havalandırma borularının yerleştirilmesi düşünülmelidir. Bu durum gerek kaplı, gerekse çıplak köklü fidan dikimleri için geçerlidir.

Dikim sonrasında fidanların mutlaka korumaya alınması, rüzgâr ve fırtına etkilerine karşı desteklenmesi, fidan kök yayılış alanlarının yoğun kullanımı durumunda kök boğazı çevresindeki toprak sıkışmalarını önlemek, hava ve nem alışverişini sağlamak amaçlı malçlama ya da ızgara gibi sistemlerin kullanılması gerekir.

Kentsel alanların yeşillendirilmesinde kullanılacak dikim yöntemleri materyal tipine (ağaç, ağaççık, çalı, yer örtücü vb.) göre değişebileceği gibi kullanım yerleri ve amacına göre de değişiklikler gösterecektir. Zira kent içi park, korular, mesire yerleri, yol-cadde bitkilendirmeleri, konut çevresi, orta refüjler, otoparklar ile eğimli alanlar gibi farklı kullanım alanlarında boylu fidan kullanımı esas olduğundan hâkim dikim yöntemi çukur dikimi olacaktır. Bununla birlikte otsu süs bitkilerinin dikiminde çapa dikim yöntemleri, çim alanlarında ise ekim yöntemi esastır. Ayrıca temalı alanların bitkilendirmesi ve materyal seçimi ise daha farklı bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Zira bu çeşit alanlarda görselliğin yanında ana temanın öne çıkarılması esas olmalıdır.

Yerleşim yerlerindeki parklar, mesire yerleri ve koruluklar da tercih edilecek bitkilendirme yöntemleri geniş sahalarda ağaçlandırılmasında kullanılan dikim yöntemlerinin aynıdır. Tercih edilen yöntem esas itibarıyla çukur dikimi yöntemleri olup fidan materyaline, dikim aralık ve mesafe değerlerine, dikim şekilleri ve tasarım durumlarına (soliter, grup, kitlesel etki, çit, perdeleme, alle veya kuşatma vb.) göre kombine yöntemler de kullanılabilir.

Kent içi cadde, refüj ve yollarda kullanılacak dikim yöntemleri temelde yarma ve çukur dikim yöntemleri şeklindedir. Allelerde aynı tür, form, düzgün sıra ve yön, eşit aralık ve obje ile başlayıp obje ile bitirme gibi teknikler dikkate alınmalıdır.

Kent içi yol ağaçlandırmalarında, yol ve caddenin durumu ve ağaçlandırılmaya uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Zira yol ve caddeler çevresindeki yapılar, trafik işaretleri, aydınlatma elemanları, alt yapı donatımları ile trafikteki taşıtlar gibi tesisler ile estetiklik, güvenlik, vb. etkileşimlerin fonksiyonelliği esas alınarak dikimlerin yapılması icap eder. Bitkilerin nihai çap ve boy ölçüleri yol güvenliği, yol kenarındaki binalara mesafesi, alt yapı tesisleri yönünden önemlidir.

Genel olarak yol bitkilendirmelerinde yolun genişliği min. 5 m, kaldırım genişliği de min. 4 m olmalıdır. Bitkiler yol ile yaya bandını ayıran trettuvardan 1-1,5 m içeride konumlanmalıdır. Ayrıca, ağaçların gelişmiş çağdaki tepe tacı gelişim sınırları ile yolu çevreleyen binalar arasında 2 m'lik mesafe ya da boşluk öngörülmelidir. Kaldırıma dikilen her bitkinin dibinde min. 3 m<sup>2</sup>'lik bir açık alan bırakılarak bodur veya yer örtücü karakterli türlerle bitkilendirilmeli ya da yaya sirkülasyonunun yoğunlaştığı yerlerde malçlama ve geçirimli ızgaralarla kaplanmalıdır (Dirik, 2008; Turna ve Güney, 2021).

Toprak altındaki alt yapı tesislerinin ağaçlardan 2,5-3,0 m kadar uzaklıkta kalması istenir. Kök yayılış alanı olarak küçük boyutlu ağaçlarda her ağaca 2 m<sup>2</sup>, normal boyutlu ağaçlara da 3 m<sup>2</sup>'lik bir yayılış alanı ayrılmalıdır. Bu alan kare veya daire şeklinde düşünülmelidir (Ürgeç, 1998).

Orta refüjler 4 m'den daha dar ise ağaçlarla değil çalı türleri ile 10 m<sup>2</sup>'den daha küçük trafik adalarında ise grup halinde

ağaçlandırmalarla değil görüşü engellemeyecek şekilde tek ağaç dikimi ile yapılması gerekir (Dirik, 2008, Turna, 2017).

**Yeterince geniş olmayan cadde ve yollarda** küçük hacimli tepe tacına sahip bitkilerle yapılan dikimlerde minimum, geniş cadde ve bulvarlarda ise geniş hacimli tepe tacına sahip bitkilerle yapılan dikimlerde de maksimum değerleri esas almak gerekir. Esas olan tepe taç gelişimi olup buna göre 6-10 m aralıklarla dikim yapılabilir. Dikimler karşılıklı ve tek sıralı ağaç dikimi veya çift sıralı yol ağaçlandırmaları şeklindedir (Turna vd., 2006).

**Geniş cadde ve bulvarlarda** büyük tepe tacına sahip bitkilerle yapılan dikimlerde, geniş aralık mesafeler tercih edilir. Bu aşamada bitkiler arasına öncü nitelikte bitki dikimler yapılabilir ve bunların asli bitkilere zarar vermemesi için sürekli bakım budamaları ile kontrol edilmeleri gerekir. Kalıcı bitkiler yeterli büyümeyi ve hedeflenen amaca ulaştıklarında öncü türler alandan sökülerek atılır ya da başka yerlerde kullanılmak üzere taşınabilirler.

**Konutlar etrafındaki yeşil alanlarda;** yaşam kalitesinin artması esas alındığından bitkilerden estetik ve sosyal görevleri yerine getirmesi beklenir. Nitekim 1985 yılında çıkarılan İmar Yönetmeliğinde binaların yapıldığı sahanın dışında kalan alanın asgari %30 yeşil alan olma zorunluluğu bulunmaktadır (Anonim, 1993). Konutların çevresindeki bitkilendirmelerde, yapıların durumuna, ön bahçelerle olan ilişkilerine, otopark yerlerine ve estetik düşüncelere göre farklı aralıklarla dikilebilir (Şekil 5).

**Yaya yolları ve şehir meydanları:** Bu alanlar daha çok taşıt trafiğinin olmadığı, yayalara, kısmen de park eden araçlara hizmet etmek amacıyla ayrılmış yerlerdir. Şehirde yaşayan insanların gereksinimlerine; büfe, çay ocağı, dinlenme-oturma bankları, WC vb. fizyolojik, toplanma, bir araya gelme ve iletişim merkezleri gibi sosyolojik ve ekonomik yönden (alışveriş) hizmet ederler. Bundan dolayı özel tasarımı gerektirirler. Mekânsal olarak güvenilir, çekici, davetkâr olmaları istenir. Sahaların cazibesi, bitkiler, kaplar-saksılar içerisinde çiçekler, sulak alanlar, su oyunları, oturma elemanları ve plastik elemanların görsel ve fonksiyonel bir düzen içerisinde yerleştirilmesiyle sağlanır (Turna vd, 2021).





Şekil 5. Kent içi yollarda ve meydanlarda bitkilerin kullanımı

Toprağın sıg olduğu, metro, yer altı garajı, çarşısı vb. yapılar üzerindeki yaya geçişlerindeki bitkiler, büyük kaplarda (saksı vb.), etraflarında çeşitli oturma elemanlarıyla birlikte çeşitli materyaller içerisinde dikilebilirler.

Otoparklar ve çevresinde yer alan bitkiler taşıtları gölgeler, park yerlerinin düzenlenmesine katkıda bulunur. Yolların estetik değerini artırır. Dikim yerleri, park alanlarının yerlerine (yola dik, paralel ya da eğimli) göre belirlenir. Bu sahalara dikilen bitkilere araçların zarar vermesini önlemek için koruyucu önlemler alınmalıdır. Otopark alanlarındaki bitkilerin kök boğazı çevresi ağaç kabuğu, vb. malçlama materyali ile kapatılmalıdır. Yol ve caddelerde yapılacak bitkilendirmelerde çok yönlü kullanım amaçları olduğu unutulmamalıdır.

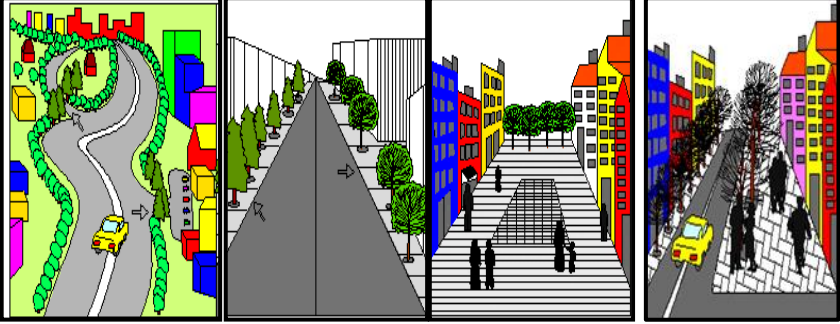
**Kent içi yol-cadde ağaçlarının kullanımı**, rastgele değil belirli plan ve programlara dayalı olarak yürütülmekte, çok yönlü kullanım amaçları dikkate alınmalıdır. Bunlar arasında (Aslanboğa, 2002);

-*Trafik tekniği bakımından*; yönlendirme, kimi noktaların vurgulanması, sürücünün ilgi alanının sınırlanması, trafiğin gölgelenmesi ve yayaların güvenliği gelmektedir.

-*Kent peyzajını düzenleme bakımından*, yol boyunca mekânlar dizisi oluşturma, yapıları ve mekânları bağlama/ayırma, dikey ve yatay yöndeki olumsuz görünümleri önleme, kent-kırsal alan bağını kurma ve insan doğa ilişkisini geliştirme amacı düşünülmelidir. Burada türlerin görüş alanı içerisindeki diğer objelerin boyut ve mesafelerine, yolun ve yol üzerindeki araçların istikametlerine,

hızlarına ait verilerin doğruya yakın algılanmasına ve yön bulmaya yardımcı olurlar.

Şehirlerdeki görsel kirliliğe sebep olan ve sürücülerin ilgisini çeken ilan tabelaları, ışıklı reklâmlar, vitrinler vb. elemanları engelleyerek sürücülerin dikkatlerini yola vermeleri sağlanabilir (Şekil 6).

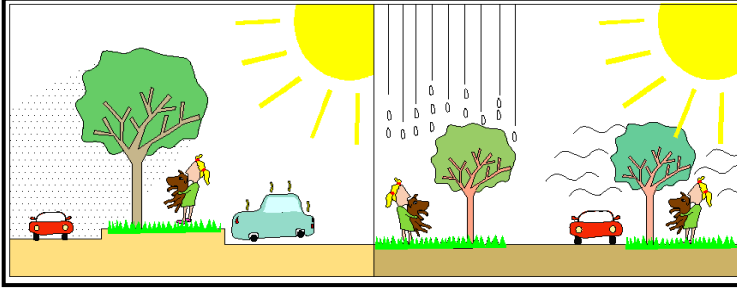


Şekil 6. Türlerin levha vb. elemanları maskeleyerek kullanılması

Ağaçlar yüksek binalarla yükseltilmiş yol mekânlarını insan ölçeğine indirgerler. Böylece kişi kendini daha huzurlu hisseder. Kent meydanına çok sık dikilmiş bitkiler tavan etkisi yaparlar. Bitik tepe taşlarının dokusu (kapalılık) mekânı sınırlayan hatlara netlik kazandırır ya da çizgileri yumuşatır. Belirli bir sıklıkta ve eşit aralık mesafelerle tesis edilmiş bitkiler mekân etkisini kuvvetlendirir. Herdem yeşil bitkilerde bu etki sürekli iken yaprağını döken bitkilerde ise kışın mekân genişler, aydınlanır.

Çıkma sokakların, kavşakların, yol ayırımlarının ve yaya geçitlerinin bitkilerle ayrılması, tanınması imkânı vardır. Bitkiler yaya ve taşıt trafiğini kısıtlayan ağaç, ağaççık, çalı gibi bitkilerle kazalar gibi yoldan çıkan taşıtların hızını keserek ya da durdurarak can ve mal kayıplarını önler. Canlı çit benzeri perdelerin mevcut olması varlığı, yol kenarlarında yürüyen yayaların otoyol dışında kendilerini daha güvenli hissetmelerini sağlar. Sürücüler için yönlendirme ve monotonluğu giderme, yayalar içinde sağlıklı, temiz ve emniyetli yürüyüş imkânı sağlayan bitkilerin doğru yerlerde ve uygun tekniklerle tesisi gerekir. Yazın sıcak günlerinde yoğun güneş ışınları altında rahatsızlık hisseden, hem araç sürücüleri hem de yayalar, otopark ve dinlenme bankalarının uygun bitkilerle ağaçlandırılması durumunda hem gölgelenmekte, hem de çevrelerine

verdikleri diğer etkilerden faydalanmaktadır. Benzer şekilde yağmur ve kar yağışlarında da benzer etkiler söz konusudur (Şekil 7).



Şekil 7. Türlerin perdeleme ve gölgeleme olarak kullanımı

Yol bitkilendirme çalışmalarında yapılan genel ağaçlandırma hataları (tür seçimi, dikim yeri ve teknikleri vb.) dışında şev stabilizasyonu yapılmadan ileri yıllarda ağaç ya da ağaççık olabilecek bitkilerin yol kazı şevlerine dikilmeleridir. Böyle durumlarda yapılacak en önemli bitkilendirme tekniği bu sahaların çim-çayırlandırılması ve süs bitikleri ile plantasyonudur. Ayrıca kentsel yeşil alanlarda suyun kullanılması son derece önemlidir. Gerek doğal gerekse yapay su kaynaklarının kullanımında planlama ve bitkilendirme teknikleri görsel etki bakımından iyi değerlendirilmelidir. Yeşil alanlarda çim ve suyun kullanımı Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. Kentsel alanlarda çim ve suyun kullanımı

Yol ağaçlandırmalarında bitkilerden beklenen görsel ve işlevsel etkilerin sağlanabilmesi için; ölçüsü, taç formu, yaprak yoğunluğu, gelişim oranı, mevsimsel özellikleri, tekstürü, özgün karakterleri, kent ortamına toleransı, zararlılara dayanıklılıkları, gelişim istekleri, transplantasyona hassasiyetleri, gerekli dikim alanının sağlanabilmesi gibi özelliklerin dikkate alınması ve karşılanması gerekir (Çelem ve Şahin, 1997).

Ekim yoluyla bitkilendirme (tohum ekimi), temelde çim alanları ve çiçek tarhları için söz konusudur. Çim ve çayırılık alanlar, yeşil alanlarda yatay yapı elemanları olarak bilinir.

Çim alanları, parlaklık ve göz alıcı noktalar olması yanında dinlendirme, huzur verme, güneşlenme, spor yapma gibi çok amaçlı görevleri karşılarlar. Bu sebeple çim ya da çimenlik alanların yeşil alanlar içerisindeki miktarının artırılması ve yerlerinin iyi belirlenmesi önemlidir. Nitekim Pamay (1971), çimenlik ve çayırılık sahaların büyüklüğü hakkında ölçü olarak; tüm park sahasının 2/5'ini ağaç ve ağaççıklarla, çiçek ve yollara tahsis ederken, 3/5'inin de çayır ve çimenliklere ayırmak gerektiği belirtilmektedir.

Çim alanlarının ekim işlemine başlamadan önce tüm bitkilendirme tekniklerinde olduğu gibi yetiştirme ortamı özelliklerine göre çim bitkilerinin seçimi ve karışım oranlarının tespitinin önemli olduğu unutulmamalıdır. Çim ekiminde tür seçimi ve buna bağlı çim tohumunun kalitesi önemli olup sertifikalı tohum kullanımı önerilir. Tohum özelliklerinden sonra karışım oranlarının tespiti belirlenmelidir. Çim ekiminde; ekim zamanı, ekim derinliği, ekim sıklığı ve ekim şekli çok önemlidir. Ayrıca ekim sonrası özellikle sulama, çimlenme, büyüme ve biçme işleri tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmelidir.

Ekim, toprağın rutubetli ve tavrda olduğu zamanda yapılmış olacağından, ekimin ardından birkaç gün sulama yapılmaz. Çimler genel olarak 12 günde toprak yüzeyine çıkar. Hava durumuna bağlı olarak toprağın sürekli rutubetli olmasını sağlamak amacıyla ekimden birkaç gün sonrası, sabah ve akşam olmak üzere, çok ince ve hafif sulamaların yapılması gerekir. Sulama işlemi çimler 4-5 cm oluncaya kadar devam eder.

Çimlerin ilk kesimi, 5-10 cm boya ulaştınca yapılmalıdır. İlk kesimin keskin ağızlı tırpanlarla yapılması, daha sonraki kesimlerde çim

makinelerinin kullanımı önerilmektedir. Kesim öncesi ve sonrasında genel bir silindiraj yapılması, toprağın yerine oturması ve sıkıştırılması bakımından önemlidir.

### 2.3. Vejetatif Yollarla Bitkilendirme

Vejetatif olarak yeşil alanların tesisinde, bitkinin dal, sürgün, gövde, yaprak, kök, yumru gibi çok farklı bölümleri direkt olarak kullanılır. Açık ve kapalı yeşil alanlarda sümbül, zambak, lale, nergis vb. soğanlı ve yumrulu bitkilerle yapılan bitkilendirme çalışmaları (Şekil 9) ile ortanca, gül, vb. bazı süs bitkilerinin çelikler halinde dikimi de vejetatif yollarla bitkilendirme kapsamı içerisinde kullanılmaktadır.



Şekil 9. Yeşil alanlarda soğanlı ve yumrulu bitkilerin kullanımı

Soğanlı ve yumrulu bitkiler için toprak işleminin 30-40 cm derinlikte yapılır ve dikim tekniği olarak yarma dikim yöntemi tercih edilir. Dikim derinliği soğan ya da yumru boyutunun (çapın) en fazla 2-3 katı derinlikte olması idealdir. Aralık-mesafe ise amaca, tasarıma (sıra, küme, grup vb.) bağlı olarak değişir. Genel olarak 10-20 cm'lik aralık-mesafeler uygundur. Dikim mevsimi ise soğanın cinsine göre değişir. Bilindiği gibi sonbaharda dikilen ve ilkbaharda çiçeklenenlere güz soğanları (lale, safran, sümbül gibi), ilkbaharda dikilip yaz boyunca çiçek açarlara ise bahar soğanları (begonya, zambak, glayöl vb.) adı verilir (Dirik, 2008).

### 3. Kaynaklar

- Anonim, (1993). T.C. Bayındırlık İskân Bakanlığı, 3194 Sayılı İmar Kanunu ve Yönetmelikleri, Yayın No: 58, Ankara.
- Aslanboğa, İ. (2002). Odunsu Bitkilerle Bitkilendirmenin İşleve Uygun Tasarımının ve Bakımının Planlanması İlkeleri. Orman Bakanlığı Ege Orm. Araş. Müd. Yayını, İzmir.
- Çelem, H. ve Şahin, Ş. (1997). Kent İçi Yol Ağaçlarının Görsel ve İşlevsel Etkileri. Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu, İÜ. Orman Fakültesi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İsfalt Yayını:3, İstanbul, s: 41-54.
- Dirik, H. (2008). Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 490. ISBN 978-975-404-800-1. İstanbul.
- Güney, D., Atar, F., Turna, İ., Atar, E., Kulaç, Ş. (2014). Gelibolu Tarihi Milli Parkı İçindeki Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Aiton) Ağaçlandırmalarında Bakım Çalışmalarının Artıma Etkisi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Isparta, 714-720.
- Lerner, B.R. and Dana, M.N. (2001). Growing cucumbers, melons, squash, pumpkins and gourds. Revised ed. Department of Horticulture, Purdue Univ. Coop. Extension Service, West Lafayette, USA.
- Pamay, B. (1971). Park-Bahçe ve Peyzaj Mimarisi İ.Ü Orman Fakültesi Yayın No: 164 Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Turna, İ., Acar, C., Eroğlu, E., Güney, D., Doğu Ladini'nin Dallanma Geometrisi ve Form Gelişimi Üzerine Bir Araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ladin Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, I. Cilt, 20-22 Ekim 2005, Trabzon.
- Turna, İ., Acar, C., Güney, D., Kulaç, Ş., Eroğlu, E., Sarıçam'ın (*Pinus sylvestris* L.) Dallanma Geometrisi ve Form Gelişimi Üzerine Bir Araştırma, 18. Ulusal Biyoloji Kongresi, Adnan Menderes Üniversitesi, Nobel Yayın No: 959, Fen ve Biyoloji Dizisi :35, 26-30 Haziran 2006, Kuşadası/Aydın.

- Turna İ., Güney D., Atar F., Yazıcı F., "Kent Ağaçlarında Budama Çalışmalarının Değerlendirilmesi: İstanbul İli Örneği", VI. Süs Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye, 19-22 Nisan 2016, ss.27-27.
- Turna, İ., Turna, H., Güney, D., ve Tonguç, F., Gümüşhane Yöresi Ağaçlandırma Çalışmalarında Etüd ve Projelendirilmenin Yeri ve Önemi, Gümüşhane ve Yöresinin Kalkınması Sempozyumu, KTÜ Gümüşhane Müh. Fak. 23-25 Ekim, Gümüşhane, 2002.
- Turna, İ., Güney, D., Eroğlu, E., Maçka-Zigana Karayolu Güzergâhi Ağaçlandırma Çalışmalarının Başarısı Üzerine Bir Araştırma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:2, 2006.
- Turna, İ. (2010). Kent Ormancılığı, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 90. S:161, Trabzon.
- Turna, İ. (2017). Kent Ormancılığı (Kentsel Yeşil Alanlar), KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 245. Trabzon.
- Turna, İ. Genç, M. Güney, D. (2021). Doğa Koruma Odaklı Ağaçlandırma. Ekoloji ve Ekonomi Ekseninde Türkiye’de Orman ve Ormancılık, Sonçağ Akademi, Ankara, s.119-160,
- Turna, İ. ve Güney, D. (2021). Kent İçi Yol Ağaçlandırmaları. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler II, Gece Kitaplığı, Ankara, s.363-390.
- URL-1. <https://gavinslandscaping.wordpress.com/large-plants->
- URL-2. <http://www.extension.umn.edu/garden/landscaping/>
- Ürgeç, S. (1990). Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği (Arborikültür). İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:3644/407, İstanbul.
- Ürgeç, S. (1998). Genel Plantasyon ve Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3997/444, İstanbul.

**Prof. Dr. İbrahim TURNA**

Email: turna@ktu.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği Bölümü (1986)

Yüksek Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE Orman Müh. Silvikültür Programı (1991)

Doktora: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE Orman Müh. Silvikültür Programı (1996)

Mesleki Deneyim:

- Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakóltesi Orman Mühendisliği Bölümü (1989-...)
- Orman Genel Müdürlüğü taşra teşkilatında Mühendis (1986-989)



---

**Kentsel Yeşil Alanlarda Budama**

---

**Prof. Dr. İbrahim TURNA** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği  
Bölümü, Kanuni Yerleşkesi, Trabzon/Türkiye.

ORCID: 0000-0003-4408-1327

E-mail: turna@ktu.edu.tr

## 1. Giriş

Kentsel yeşil alanlar otsu ve odunsu çok sayıdaki bitkisel taksondan oluştuğu için her canlı gibi tesis edildikten sonra bakımlarının yapılması ve korunmaları gerekir.

Bakım çalışmaları, bitkisel materyaller için farklı olacağı gibi tesis şekli ve amaçlarına göre de değişiklik gösterir. Bu çalışmalar, eksik yerlerin tamamlanması, sulama ve gübreleme, diri örtü ile mücadele, çapalama, gövdeleri koruma, destekleme, budama ve hastalıkların iyileştirilmesini kapsar. Bu bölümde budama konusu işlenecektir.

## 2. Kentsel Yeşil Alanlarda Budama

### 2.1. Budamanın Tanımı ve Amacı

Kentsel yeşil alanlarda kullanılan bitkisel materyallerin büyük bir kısmı uzun ömürlü oldukları için hayatları süresince sürekli bir gelişim ve değişim içindedirler. Süreç kentsel yeşil alanlarda fonksiyonlara göre farklı aşamalardan oluşacağı gibi bitkisel materyale göre de değişiklik gösterir (Turna ve Güney, 2021).

Bitkilerde budama çalışmaları çok eski tarihlere kadar uzanmakta, teknolojik yeniliklere bağlı olarak öncelikle meyve ağaçları ve süs bitkileri başta olmak üzere bütün bitki türlerinde budamalar yapılmakta olup bazı uygulamalarda budama tekniklerine uyulmakta, bazılarında ise geleneksel yöntemlerle devam edilmektedir.

Budamada amaçlanan hedeflere ulaşabilmek için, bitkinin **fizyolojik, biyolojik, ekolojik ve fonksiyonel** özellikleri yanında budama tekniklerinin de iyi bilinmesi gerekir. Budamanın amacı, zamanı, şekli, nasıl ve kimler tarafından yapılacağı önemlidir. Buna uyulmaması durumunda biyotik ve abiyotik zararlılara davetiye çıkarılmakta, budamalar bitkinin kalitesini, gelişim seyrini, estetik görünümünü ve hastalıklara karşı direncini etkilemektedir.

Tüm canlılarda olduğu gibi bitkilerde çimlenme, büyüme ve yaşlanma gibi doğal süreçlerden geçerler. Bitkiler oluşum şekilleri ve tabii hayat şartları gereği kendi gereksinimlerini karşılayacak durumdadırlar. Bununla birlikte doğal yaşam koşullarının buna uygun olması, gerekli bakım ve koruma uygulamalarının yapılmasına da ihtiyaç duyarlar. Özellikle kentsel yeşil alanlarda doğal yaşam şartlarından uzaklaştırılan bitkiler için bakım ve koruma daha fazla hassasiyet

ister. Giderek artan kentsel nüfus ve sanayileşme, iklim değişikliğindeki anormallikler bu duruma eklendiğinde işin ciddiyeti daha da önem kazanmaktadır (Turna vd., 2007). Örneğin, doğal ekosistemlerin olduğu ortamlarda bitkiler birbirlerine rüzgâr vb. zararlara karşı destek verir, yaprakları ile birbirini gölgeleyerek aşırı sıcaklardan korunurlar. Dökülen yaprak, kabuk ve meyveler ile hem üremeleri hem de beslenmelerine katkı sağlarlar. Kentsel ortamlarda bu işlemi doğal yapıyla birlikte yapay olarak gerçekleştirmek gerekir. Birlikte yaşadığımız şehirlerimizde, bitkilerden beklenen faydaların sağlanabilmesi, bitkilerin sağlıklı büyümesi için bakım ve korunmalarına dikkat edilmelidir. Bu çalışmalar içerisinde yer alan bakım müdahalelerinden en önemlisi budamalardır.

Budama çalışmalarında, bitkisel materyalin budamaya ihtiyacı olup olmadığı iyi analiz edilmeli ve sürekli kontrol edilmelidir. Budama hataları ile budamaların zamanında yapılmaması veya ihmal edilmesi durumunda bitkiler istenmeyen şekillere, çeşitli hastalıklara maruz kalarak hem sağlıksız görünüm sergilemekte hem de çevrelerine maddi ve manevi zararlar vermektedirler.

Tekniğini uygun budamalar, bitkilerin hedeflenen formu yakalamasına ve tepe gelişimine katkı sağlamaktadır. Bazı durumlarda budama tek başına yeterli olmayabilir. Budamalarla beraber kovuk, yarık, çatlak vb. istenmeyen durumların tedavisi de gerekebilir. Budama ve yaraların tedavisi konuları birbirini tamamlayan bakım tedbirleri olmakla birlikte uygulama şekli, zamanı ve yerleri bakımından farklılıklar göstermektedir.

**Budama;** ağaç, ağaççık ve çalıları içeren odunsu taksonlarda gelişmeyi kuvvetlendirip hızlandırarak, bitkiyi sağlıklı hale getirmek, amaçlanan şekli vermek, çiçeklenme miktarını ve kalitesini arttırmak gayesiyle bitkide bulunan kuru ve kısmen de yaşayan dalların teknik kriterlere göre, doğru ekipman kullanılarak uzaklaştırılmasıdır. Özetle, budama; bitki habitusu üzerinde arzu edilmeyen kuru veya yeşil dalların belirli esaslar dikkate alınarak uzaklaştırılması şeklinde ifade edilebilir (Dirik, 2008; Turna, 2011; Turna, 2017).

Tanımdan da anlaşılacağı gibi budamalarla; bitkilerin doğal şeklinin sağlıklı kılınması, çiçek ve meyve miktar ve kalitesinin artırılması, hızlı büyümlerin sınırlandırılarak bitkilere istenilen formun verilmesi ve bitkilerden beklenen fonksiyonların (gölgeleme, estetik, temiz

hava, yönlendirme vb.) karşılanması sağlanmış olacaktır. Ayrıca bitkinin ömrüne, estetiğine ve her türlü hastalıklara karşı direncine olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Buna göre budamaları amaçlarına göre aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Turna, 2011; Turna, 2017);

✓ **Bakım Budamaları:** Bitkinin sağlıklı bir gelişim göstermesine yönelik yapılan budamalardır. Bu budamalar sağlık budamaları olarak da isimlendirilir.

✓ **Form Verme Budamaları:** Bitkinin estetik bir görünümde olması ve görsel kalitesini yükseltmeye yönelik şekli budamalarıdır. Estetik değer ilk sıradadır (Şekil 1).



Şekil 1. Estetik amaçlı budamalar

✓ **Çiçek verimini ve meyve kalitesine ilişkin budamalar:** Çiçek ve meyve estetiği amaçlı dikilen türlerde budamalar tamamen estetik amaçlı olup çiçek ve sürgün tomurcuklarının tanınması ve buna göre budamaların yapılması gerekir.

✓ **Güvenlik amacıyla yapılan budamalar:** Bitkinin kendi yerleşim alanı içinde veya bu alan dışına uzanması, normal gelişimine biyotik ve abiyotik etkilerle zarar verilmesi, sıkışık dallanmalar nedeniyle kuru dalların ortaya çıkması vb. durumlarda bitkiler insanlar için yarar

yerine zararlı olabilirler. Bu zararları ortadan kaldırmaya yönelik budamalar güvenlik amaçlıdır.

**Metotlarına göre budamalar;** canlandırma, temizleme, dengeleme, sürgünlerin seyreltilmesi, kısaltılması amaçlı budamaları şeklinde sınıflandırılır.

Diğer taraftan budamalar;

- Odun kalitesine yönelik (üretim amaçlı) budamalar,
- Çiçek ve meyve verimine yönelik budamalar (bahçe bitkileri),
- Park ve bahçe amaçlı budamalar (kentsel yeşil alanlar için) ve
- Rehabilitasyon (iyileştirme) amaçlı budamalar.

Budamalar, budamaya konu materyalin ölü ya da diri olup olmamasına ve bu dalların bitki üzerindeki konumuna göre de; **kuru** (kuru-ölmüş dallar) ve **yeşil budama** (canlı dallar) olarak ikiye ayrılır.

Budanacak bitkisel materyalin bitki üzerinde bulunduğu yere göre de **alçak** ve **yüksek budama** ayırımı yapılır. Ağaç yüksekliğinin 1/3 ünün alttan yukarı budanması **alçak budama**, tepe tacı gibi bitkinin üst kısımlarında yapılan budamalar ise **yüksek budama** adlandırılır.

## 2.2. Budama Çeşitleri

Genel olarak bitkisel taksonlarda yapılacak budamalar yöntem ve amaçlarına göre değişiklik gösterir. Bakım budamaları kapsamında; düzeltme, temizleme, seyreltme, kısaltma ve canlandırma budamaları yapılırken, şekil vermeye yönelik budamalarda; ferahlandırma, yenileme, seyreltme, taç yükseltme ve taç azaltma budamaları söz konusudur. Çiçek verimine yönelik budamalar ise düzeltme, temizleme ve seyreltme budamalarını kapsamaktadır. Netice itibarıyla amaç ne olursa olsun bitki budamalarının çoğu benzer karakterler taşımaktadır.

### 2.2.1. Düzeltme Budamaları

Daha çok plantasyon sonrası ilk yıllarda görülebilecek anormal gelişimleri düzelterek fidanları normal formlarına dönüştürmek amacıyla uygulanan budamalardır. Düzeltmeye konu olan anormal gelişimler ışık alımındaki dengesizlik, kitle içindeki bazı dalların diğerlerine göre daha kuvvetli gelişim göstermesi gibi nedenlerle ilerleyen yıllarda da ortaya çıkabilmektedir (Turna, 2012).

### 2.2.2. Temizleme Budamaları

Dikimi takip eden her dönemde uygulanan daha çok kurumuş, ölmüş gövde ve dalları ayıklamak, çatal dal ve gövdeleri teklemek ya da tamamen çıkartmak, direnci zayıf olan gövde ve dalların yükünü hafifletmeyi amaçlayan müdahalelerdir. Ölü bitki parçaları hem estetik değeri azaltmakta ve biyotik ve abiyotik zararlılara imkan tanımakta, hem de güvenlik sorunlarına neden olmaktadır.

### 2.2.3. Seyreltme Budamaları

Birbirine baskı yapan ve sıkıştıran bitki kısımlarının selekte edilmesi şeklinde yapılır. Zamanla kök üzerindeki çoklu gövdelerin sayısı ve yoğunluğuyla beraber bitkisel materyale göre 1–3 yıllık tekerrürlerle *kış sonunda* uygulanır. Seyreltme işleme taksonlara göre değişmekle birlikte, ortalama çapları 3–5 cm'den kalın gövdelerin uzaklaştırılmasıdır. Gaye, bitkide mevcut gövde gelişim seyrini yönlendirmek, gövde ve dallar arasında denge ve simetrik dağılım sağlamak, kendini yenileyemeyen dal ve gövdeleri uzaklaştırarak taze ve genç sürgünler uygun yaşama koşulları oluşturmaktır. Budamalar esasen bir kantitatif düzenleme işlemi olup, aktif dallanmaların 1/3 – ¼' ünü uzaklaştırmayı öngörür.

Seyreltme budamaları ile son taç yükseltme işlemleri tamamlanarak, ağacın taslağını oluşturan ana çatallar belirgin hale getirilir (Dirik, 2008). Bu uygulama ile yıllık büyüme artmakta, gelişme yukarı yönelimli gerçekleşmekte, dallar üzerindeki uyuyan gözlerden yeni sürgün oluşumları gerçekleşmektedir.

### 2.2.4. Canlandırma Budamaları

Ağaç, ağaççık ve çalı türlerinde yaşlanan ve/veya formundan uzaklaşan gövdelerin kök boğazından (toprak seviyesinden 5–10 cm üstünden) kesilmesi ve yeniden canlı sürgün oluşumunun sağlanması amaçlı uygulamalardır. Yaşlı ağaçlarda uygulanan canlandırma budamalarının ana gayesi, ağacın canlı olan bölümlerinin gelişmesini uygun hale getirerek yaşamının devamını sağlamaktır. Bu ise; ölmüş ve zayıflamış kısımları uzaklaştırmak, sürgünleri selekte etmek ve yenilenmelerini sağlamaktan ibarettir (Dirik, 2008). Seyreltme ve yaşlı ağaçlarda canlandırma budaması örneği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Seyreltme ve canlandırma budamaları

### 2.2.5. Yenileme Budamaları

Hedef, tepe tacı hacminin muhafazasını sağlamak ve ana dallar üzerindeki dalların yenilenmesini sağlamaktır. Bu nedenle budamalar; çökme aşamasındaki dalları azaltmak, alt dallanmalarda uç çatallanmaları tekleme ve en sağlıklıları seçmeyi içermektedir.

### 2.2.6. Taç Azaltma ve Yükseltme Budamaları

Tepe tacının yükseltilmesi veya azaltılmasına yönelik budamalarda, tepe tacının yaklaşık % 67'si kalacak, % 33'ü ise çıkarılarak tepe tacının küçültülmesi sağlanır. Taç azaltma budamaları, tepe tacının üst kısmındaki, taç yükseltme budamaları ise tepenin alt kısmındaki dalların çıkarılması şeklindedir. Amaç; ağacın şekil alması yanında yaya geçişlerini kolaylaştırmak, her türlü işaret vb. levhaların görünmesine imkan vermek, trafik akışını engelleyen görüntülerden uzaklaşmayı hedefler. Budama sonrası yaşayan tepe taç uzunluğunun ağaç boyuna oranı min. 2/3 olmalıdır (Bedker, vd., 1995).

Taç azaltma budamaları daha çok yaşlı ağaçlarda çökmenin başladığı dönemde yapılacak budamalar olup, ağaçların hayatlarını kabul edilebilir güvenlik şartları altında uzatabilmek ya da tepe tacının çok geniş olduğu ve geniş kapalılık oluşturduğu alanlarda alt tabakada daha fazla açık alan oluşturmak amacıyla taç azaltmalarını öngörür (Şekil 3). Ayrıca tepe tacının çok yüksek olması ve/veya yayvanlaşması durumlarında güvenlik (elektrik, telefon vb. tellerine değmesi vb.) sorunlarının giderilmesi amacıyla da tepe azaltma budamaları kaçınılmaz Hale gelir.



Şekil 3. Taç yükseltme ve seyreltme budamaları

### 2.2.7. Çiçek ve Meyve Verimine Yönelik Budamalar

Bitkisel taksonların önemli bir bölümü yaprak, çiçek ve meyve özellikleri nedeniyle süs bitkisi amaçlı dikilirler. Bu türlerde düzeltme, temizleme, seyreltme budamaları ile birlikte çiçek verimi ve kalitesinin artırılması, gerekli ise meyve veriminin yükseltilmesi amaçlı budamaların yapılması gerekir.

Bu çeşit budamalarda bitkisel taksonların çiçeklenme zamanının yıllık gelişim seyrinin bilinmesine gerekir. Zira bazı türlerde çiçeklenme eski sürgün üzerindeki çiçek tomurcuklarından oluşurken bazı türlerde o yılın sürgünü üzerinde yazın ya da ilkbaharda çiçeklenme görülmektedir. Türlerin çiçeklenme zamanları ve çiçek tomurcukları iyi bilinirse buna göre budama zamanlarına ve budama yerlerine müdahale edilir. Aksi takdirde zamansız budamalarla çiçek tomurcuklarına sahip sürgünler ile çiçekli dalların kesilmesi sonucunda çiçek yerine yeni sürgünlerin oluşması teşvik edilmiş, sonuçta çiçekli bitki yerine bol sürgün geliştirmiş bireyler elde edilmiş olur.

Budama yapılan çiçekli bitkiler budama sonrası daha sağlıklı ve gür gelişir. Daha fazla ışık ve hava sirkülasyonu nedeniyle daha güzel ve sağlıklı çiçekler oluşur. Budamalar çiçek ve tomurcuk durumuna göre genelde zayıf dozlarda gerçekleştirilir. Kural olarak çiçeklenme sonrasında yapılması önerilir.

### 2.3. Budama Zamanı

Budamalarda en fazla dikkat gerektiren konuların başında budamanın ne zaman yapılacağı sorusu gelir. Herkes bitkilerin vejetasyon sonunda budanmasının en doğru zaman olduğu konusunda birleşmektedir. Kuru-ölü dalların budanması yıl boyunca, her zaman



yapılabilirken, canlı-yeşil dalların budaması taksonlara göre değişmekle birlikte genellikle büyüme sezonu dışında, yani sonbahar veya kışın yapılmalıdır. Bu genellemeler dışında her bitkinin kendine özgü özelliklerine göre de budama zamanları değişebilir. Zira iğne yapraklı taksonlar ile yaprağını döken türlerde budama zamanları değişmektedir. Benzer şekilde çiçekli türlerde çiçek verimi ve kalitesini arttırmaya yönelik budama zamanı, amaca ve çiçeklenme zamanlarına göre değişmektedir. Çit bitkileri ile sarılıcı ve tırmanıcı türlerde de budama zamanı yaprak ve çiçeklenme durumuna göre değişir.

Budamaların zamanını belirlemede etkili olan faktörler arasında; çalışmaların kolay yapılabilirliği, yara yüzeylerinin kapanabilme hızı, öz suyu basıncı, kabuğun yapışma gücü, hastalık riski ve su sürgünleri oluşturma potansiyeli sayılabilir (Dirik, 2014).

### **2.3.1. Yapraklı Türlerde Budama Zamanı**

Kışın yaprağını döken taksonlarda, esas budama zamanı büyüme dönemi dışıdır (sonbahar-kış veya erken ilkbahar). Bu sezon hem bitkinin iskeletinin daha iyi görünebilmesi, hem de budama sonrası yara yerinin kapanması için önemlidir. Böylece budamalarla yara yüzeylerinde oluşan özsu çıkışı azaltılmış ve yüzeylerin enfeksiyon riski düşürülmüş olacaktır.

Herdem yeşil yapraklı türlerde ise ilkbahar veya yazın, büyümenin ortasında bitkinin aktif olduğu ve yapraklı bulunduğu zamanda da yapılabilir. Zamanında budanmamış boylu ağaçlarda (genellikle dağınık şekil almış) kış budaması tercih edilir. Uzun dallar kesilerek vejetasyon dönemine önceden hazırlanmış olunur.

Genel olarak geçen yılın sürgünleri üzerinde çiçek tomurcuğu taşıyan türlerin çiçeklenme sonrasında aynı yılın sürgünleri üzerinde çiçek tomurcuğu geliştiren türlerin kış sonunda budanmaları önerilir. Zira çiçekli türlerde çiçek verimi ve kalitesinin artırılmasında budama zamanının önemi büyüktür (Turna, 2017).

Genelleme yapılacak olursa, bitkiler çiçeklenme zamanı bakımından ilkbahar ve yaz mevsiminde çiçek açan taksonlar diye iki gruba ayrılır. Başka bir sınıflandırma ise yapraklanmadan önce, çiçekleri genç ve önceki yıllara ait sürgünler üzerinde gerçekleşen türler

şeklinde de ayrılabilir. Dolayısıyla bu gruplara bağlı olarak bitki türlerinde budama zamanları değişmektedir.

İlkbaharda çiçek açan bitki türlerinin, bir kısmında çiçeklenme yapraklanmadan önce, bir kısmında ise yapraklanma ile birlikte görülmektedir. Genel olarak budama faaliyetlerinin bir önceki yılda, yani büyüme dönemi sonu sonbahar-kış mevsiminde bitirilmesi gerekir.

İlkbaharda çiçeklenen türlerde çiçeklenme bittikten sonra budamalar yapılmalıdır. Çiçeklerini döken sürgünler 1/3 oranında kısaltılır. Amaç, çiçeklenmeden sonra gereksiz meyve ve tohum oluşumunun engellenmesi, ertesi yıl oluşacak çiçek verimine bitkinin hazırlanmasının sağlanmasıdır. Dolayısıyla tohum veya meyve oluşumundan önce yapılacak budamalarla bu enerji bitkilerde depolanır ve gelecek yılki çiçek tomurcuklarının sayısına ve kaliteli olmasına harcanır (Dirik, 2014).

Çiçekleri önceki yıllara ait sürgünler üzerinde oluşan türlerde; budama Mayısın ikinci yarısı veya Haziran ayında yapılmalıdır. Yukarıda verilen genel bilgiler ışığında; ilkbaharda çiçek açan türlerde budama çiçeklenmeden sonra yazın yapılmalıdır. *Amelanchier* sp., *Berberis* sp., *Cercis* sp., *Cornus* sp., *Cotinus coggygria*, *Cotoneaster* sp., *Crataegus* sp. *Forsythia* sp., *Liburnum* sp., *Lonicera* sp., *Magnolia* sp., *Malus* sp., *Prunus* sp., *Pyracantha* sp., *Rosa* sp., *Sorbus* sp., *Spiraea* sp. *Syringa* sp., *Viburnum* sp., *Weigela* sp. gibi türler örnek olarak verilebilir (Dana ve Carpenter, 2001).

Yazın çiçek açan bitki türlerinde, çiçeklenme o yıl bitki üzerinde bulunan çiçek tomurcuklarında oluşacağından ki bu tomurcuklar önceki yıllarda oluşmuş ve muhafaza edilmiş sürgünler üzerinde olup budamalar vejetasyon dönemi başlamadan önce (kış sonu-erken ilkbahar) bitirilmelidir. Budamalarda sürgün büyümeyi sağlayan tomurcuklu dalların kesilmesi, böylece çiçek verimine yönelik tomurcuk sayısının artması ve gelişiminin teşvik edilmesi sağlanmış olacaktır. Dallardaki budama ½'den fazla olur (Turna, 2017).

Yazın çiçeklenen bitki türlerine; *Abelia x grandiflora* *Albizia julibrissin* *Buddleia davidii*, *Hibiscus syriacus*, *Hydrangea* sp., *Hypericum* sp., *Koelreuteria paniculata*, *Magnolia virginiana*, *Rhus* sp., *Rosa* cv. örnek verilebilir (Dana ve Carpenter, 2001). Bu türlere

*Fuchsia* sp., *Genista tinctoria*, *Lagerstroemia indica*, *Punica* sp., *Potentilla* sp., *Tamarix* sp. gibi türlerde eklenebilir.

Tomurcuk faaliyeti başlamadan önce veya başladıktan sonra budama yapılabilecek taksonlarda (*Cotoneaster* sp., *Mahonia aquifolium*, *Spiraea x bumalda*, *Weigela* sp.), budama kış veya erken ilkbaharda yapılmalıdır.

Güllerde çiçeğin altındaki, üç ya da beşinci yaprağın hemen üstünden, dışa bakan gözler üzerinden kesim işlemi gerçekleştirilir. Çiçekli türlerin genelinde olduğu gibi özellikle güllerde yapılan hatalardan biri de dökülmüş veya solmuş çiçeklerin bitki üzerinde bırakılmasıdır. Bu durum bitkide yeni çiçeklerin meydana gelmesini engellediği gibi mevcut çiçeklerinde zayıf kalmasına neden olur. Bu nedenle solmaya başlayan çiçeğin, çiçek sapının alt kısmında iki adet yaprak bırakacak şekilde uzaklaştırılması gerekir.

Genel olarak vejetasyon döneminde çiçeklenen türlerde *Prunus* sp., *Malus* sp., *Robinia* sp., *Acacia* sp., *Cercis* sp., *Eleagnus* sp., *Fraxinus ornus*, vb. çiçeklerin solduğu geç ilkbahar veya yaz başında budama yapılmalıdır. Reçine vb. akıntısı olan *Acer* sp., *Juglans* sp., *Ulmus* sp., *Betula* sp., *Fagus* sp. gibi türlerde ise öz suyu basıncının daha az görüldüğü sonbahar veya kış budamaların yapılması tavsiye edilmektedir. *Ginkgo biloba* ve *Quercus* sp. Türlerinde ise budama kış sonuna kadar yapılabilir (Dirik, 2008).

### **2.3.2. İbrelili Türlerde Budama Zamanı**

İbrelili türlerde kesilen dallar o vejetasyon döneminde yeniden sürmediği için budamalar her mevsim yapılabilir. Budamalardan sonra daha gür, canlı ve zengin bir görünüm elde edebilmek için budamalarının vejetasyon dönemi öncesinde (*kış sonu*) yapılması daha doğru olacaktır.

*Pinus* sp., *Picea* sp., *Abies* sp. gibi bitkiler mevsime bağlı olarak büyümenin başladığı ve sürgünlerinin henüz yumuşak olduğu geç ilkbahar ve erken yaz aylarında budanmalıdır (Dirik, 2008).

*Juniperus* sp., *Taxus* sp., *Cupressus* sp., *Thuja* sp. gibi herdem yeşil ibrelili türler büyüme mevsimi (yaz) boyunca iki kere kırılarak daha sık dallanma ve ibrelenme sağlanabilir. Şekil verme amaçlı budamaların kış sonunda yapılması, büyüme döneminde yeni

sürgünlerle hızlı bir şekilde istenen formu yakalaması bakımından önemlidir. Bu tür bitkilerde kontrol amaçlı budamalar ise Mayıs ve Temmuz ortası olmak üzere 2 kez yapılmalıdır. Bilindiği gibi bu türlerde büyüme vejetasyon dönemi boyunca devam eder (Şekil 4) (Turna, 2012; Dirik, 2008).



Şekil 4. İbrelili türlerde şekil budamaları (Viyana)

### 2.3.3. Çalı Türlerinde Budama Zamanı

Genel olarak form verme amaçlı budamaları, erken ilkbaharda büyüme sezonu başlamadan önce, bakım budamaları, çiçeklenmeden sonra, yenileme budamaları ise vejetasyon dönemi haricinde sonbahar veya ilkbaharda yapılır. Sarılıcı ve tırmanıcı türlerden vejetasyon dönemi içinde bir kez çiçeklenen taksonlarda eski dallarla birlikte üzerinde çiçek oluşturmuş yeni dallar budanmalı, büyüme dönemi boyunca birçok kez çiçek açan taksonlarda ise zayıf gelişen ve yaşlı dalların uzaklaştırılmasını esas alan ferahlandırmalar yapılmalı, yan dallar üzerinde 2-3 göz bırakılacak şekilde kısaltılmalıdır. (Turna, 2011; Dirik, 2008).

*Hedera* sp. ve *Jasminum* sp. gibi bazı sarılıcı türler yer örtücü şeklinde kullanılabilirler. Bu tür sarılıcıların kontrolü ve gelişimlerinin düzenlenmesi için büyüme dönemi boyunca 2-3 kez budanması gerekli olabilmektedir (Dirik, 2008).

### 2.4. Budama Teknikleri

Bitki türlerinin budanması, amaca göre farklılıklar göstereceği gibi, aynı gayelere yönelik olması halinde dahi, iğne yapraklı ve yaprağını döken ağaç, ağaççık ve çalı türlerine göre bazı uygulama farklılıkları gösterir.

Genel kapsamda geniş yapraklı taksonlar sürgün geliştirme yeteneğine sahip oldukları için iğne yapraklı türlere göre budama uygulamalarına daha olumlu cevap verirler. Ne amaçla olursa olsun budama tekniği denilince belirli kuralların yerine getirilmesi gerekir. Budama yapılan gövde üzerinde dirsek bırakılmaması gibi gövdeye girecek şekilde derin budamadan da kaçınılmalıdır. Budama, dalın gövdeye birleştiği koruyucu kısımda yapılmalıdır.

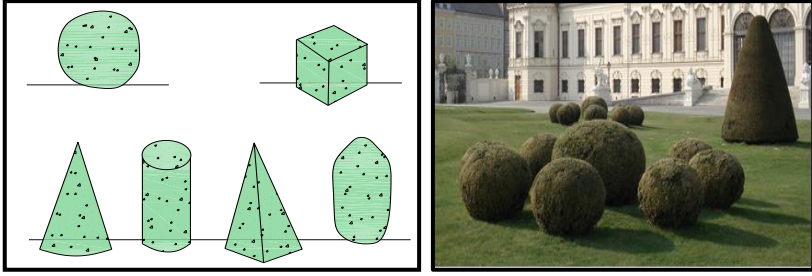
İnce dalların kesiminde, dalın boğum (birleşme şişkinliği) noktasından kesime başlanmalıdır. Bu boğum, çürümenin gövde içine doğru yayılmasını yavaşlatan koruma zonunu içermektedir. Böylece budamadan bir yıl sonra kallus oluşumu ile kesim yarası kapanmaya başlar.

Kalın çaplı dalların budanmasında budama üç aşamada gerçekleştirilir. Dalların gövdeyle yaptığı açığa bağlı olarak ya yukarıdan aşağıya (geniş açıyla bağlanan dallar), ya da aşağıdan yukarıya (dar açıyla bağlananlar) doğru kesilir.

#### **2.4.1. İbrelili Ağaç Türlerinde Budama**

İbrelili türlerde canlı taç yoğunluğunun %25-30'u oranında azaltılmasına yönelik budamalar, büyüme duraklamaları yaşamadan karşılayabilmektedir. Bu türlerde reçine akıntılarının yara yüzeylerini kapatması nedeniyle yaprağını döken türler gibi budama yüzeylerinin yara macunları ile kapatılmasına genellikle gerek görülmemektedir. Benzer şekilde ibrelili türlerinin budanmaları, yapraklı türlere göre daha kolaydır. Bu türler, morfolojik açıdan çoğunlukla güçlü bir merkezi aksa sahip olup, budama uygulamaları açısından türlere göre dallanma tipi ve büyüme modelleri belirleyici rol oynamaktadır (Dirik, 2008).

Budamalarda dallanma şekli önemli bir yol göstericidir. Zira düzensiz dallanma gösteren türlerde şekil-form verme amaçlı budamalar rahatlıkla yapılabilir. Bunlar arasında koni, küre, piramidal, dikdörtgen, kare ve sütun şekli gibi istenilen formlar sayılabilir. Bunlardan bazıları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Bitkilerde budama sanatı oluşturulmuş değişik formlar

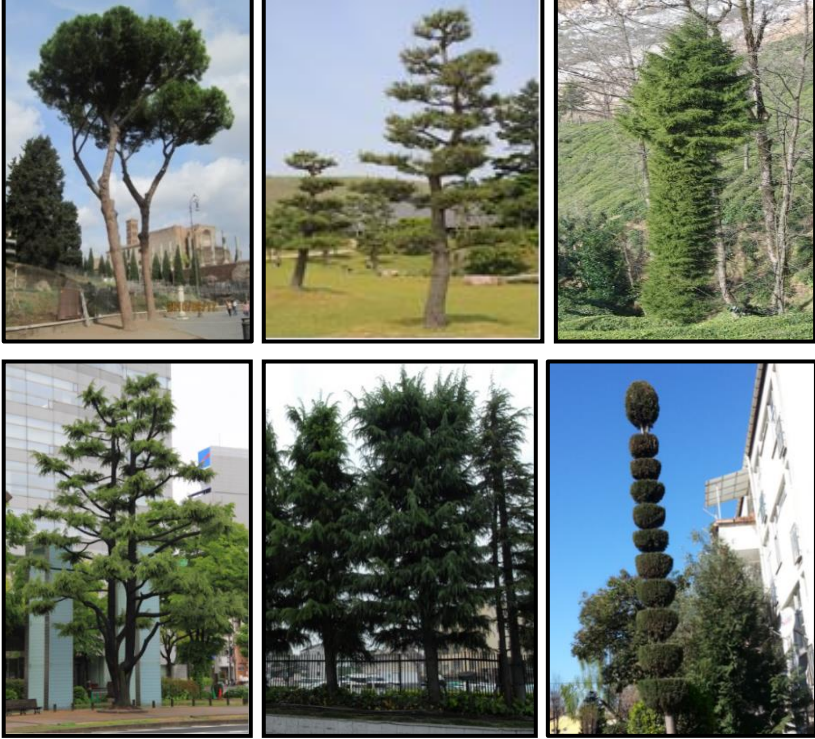
İbrelili taksonlar dallanma şekli bakımından düzenli ve düzensiz dallanma gösteren taksonlar olarak 2 gruba ayrılırlar.

**Düzenli dallanma** özelliğinde olan *Pinus* sp., *Abies* sp., *Picea* sp., *Pseudotsuga* sp. vb. türlerde yapılacak budamalarla; terminal sürgünde biyotik ve abiyotik kökenli zararlılardan kaynaklanan çatallanmalar, merkezi aksın üstünlüğüne zarar veren ve gelecekte gövde çatallanmasına yol açabilecek dallar, genç bireyin doğal formundan uzaklaşmasına neden olan anormal gelişen dallar, sıkışık dallar ve sürgünler ile hastalıklı ve kuru dallar düzenli olarak uzaklaştırılmalıdır (Dirik, 2008). Düzenli dallanma gösteren *Pinus* sp. ve *Picea orientalis* türlerinde yapılan budama örnekleri Şekil 6'da verilmiştir.

**Düzensiz dallanma** gösteren *Cedrus* sp., *Cupressus* sp., *Cryptomeria* sp., *Chamaecyparis* sp., *Larix* sp., *Taxodium* sp., *Sequoia* sp., *Sequoiadendron* sp., *Thuja* sp., *Taxus* sp. ve *Juniperus* sp. gibi (Harris vd., 2004; Dirik, 2008) türlerde dikimi izleyen ilk dönemlerde türlerin tabii şekline göre, anormal gelişim gösteren, hasta, yaralı, ölmüş ve ölmemiş ağacın alt kısımlarında yer alan dallar, büyüme durumuna göre 2-3 yılda bir budanmalıdır. Budama, türün dış görünümüne ve beklenen fonksiyona bağlı olarak hedeflenen dalsız gövde elde edilinceye kadar devam ettirilir.

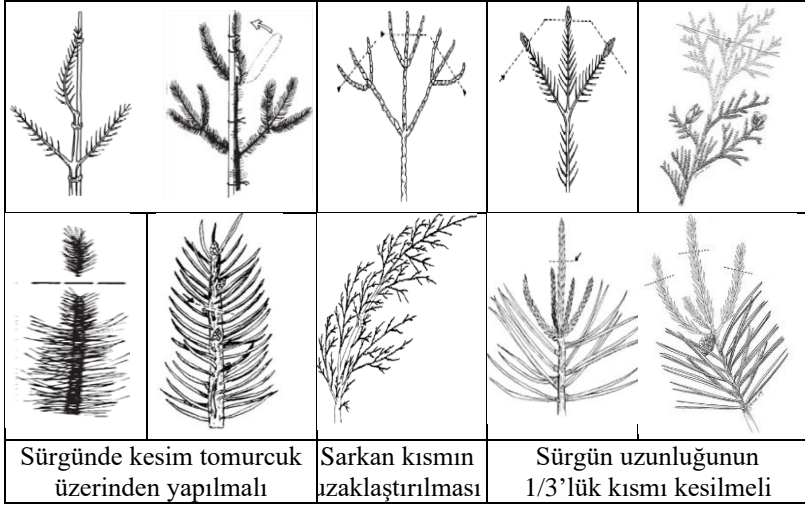
Düzensiz dallanan ibrelili türlerde yapılacak budamalarda, düzenli dallanan türlerdeki budamalara ilave olarak dallanmanın kontrol altında tutulmasına yönelik müdahaleler söz konusudur. Örnek olarak, *Cedrus* sp. ve *Larix* sp. türlerinin budanma gereksinimleri oldukça azdır. Bu gibi türlerde genç yaşlarda periyodik olarak en alttaki dalların uzaklaştırılması yeterlidir. *Taxodium* sp. ve *Sequoiadendron* sp. türlerinde zaman zaman uç sürgündeki çatallanmaları tekleme

amaçlı budamalar gerekli olabilmektedir. *Taxus* sp., *Cupressus* sp., *Chamaecyparis* sp., *Thuja* sp., *Juniperus* sp. gibi türlerde ise her çeşit (form verme, taç azaltma, yükseltme vb.) budamalar rahatlıkla yapılabilir (Dirik, 2008) (Şekil 6).



**Şekil 6.** Düzenli (üst resimler) ve düzensiz (alt resimler) dallanma gösteren türlerde yapılan budamalar

Gerek düzenli gerekse düzensiz dallanma özelliğine sahip iğne yapraklı türlerde gerekli görülmesi halinde şekil ve form verme amaçlı budamalar yapılabilir. Terminal sürgünün iyi şekillendirilmesi için lider sürgünün kesimi, terminal ve sub-terminal (lateral) sürgünlerin 1/3'lük kısmın kesilmesi ile şekillendirme budamaları yapılabilir. Kesimler tomurcukların hemen üzerinde yapılmalı ve dallanmanın yönüne göre hangi tomurcuk üzerinde kesileceğine karar verilmelidir. İbrelili türlerde yapılacak budamaların gençlik yıllarından başlanılarak yapılması istenen sonucun alınması bakımından önemlidir (Şekil 7) (Feucht, 1992).



**Şekil 7.** Terminal sürgünün şekillendirilmesi (Dana & Carpenter, 2001; Feucht, 1992)

**İbrelili türlerde yapılacak bakım budamaları**, genellikle kurumuş, kırılmış veya zarar görmüş dalların uzaklaştırılması şeklinde olup bitkiye istenen formun verilmesi de sağlanmış olunur. Yapılacak ilk budamalardan boy ve tepe genişliği çok sınırlandırılmadan, sadece istenen formdan uzaklaşan dal ve sürgünlerin kesilmesi, büyüme boyunca da bu yapının devamı için düzenli olarak budamaların yapılması gerekir (Dirik, 2008).

İğne yapraklıların ve özellikle de çamların güzel bir form alması için yapılacak müdahaleler, tomurcuk seçme, mum çimdikleme, sürgün budama ve ibre koparma şeklinde olabilir (Şekil 8). Tomurcuk seçmede ana kural bu sarmallar arasından çatal şeklinde 2 dal oluşturacak şekilde ikisini seçmek ve geri kalanları budamak ya da uzaklaştırmaktır (Feucht, 1992).

İbre seyreltme veya koparma, çamların form amaçlı bakımı için faydalıdır. Özellikle bol ışığın bitkinin dış taraftan iç kısımlara kadar girmesini sağlar. Böylece iç kısımların daha canlı görünümü ve iyi gelişmesine yardımcı olur. İbre koparmanın ana amacı; aşırı büyüme yapan yerlerdeki ibreleri kopartarak zayıf olanların büyümesini tetiklemek ve ağacı daha düzgün ve sağlıklı bir duruma sokmaktır. Sürgün budama veya geri sürgün oluşumu, çamlarda özellikle iç kısımlardan sürgün çıkarmak zordur. Bunun yerine uç sürgünleri



budayarak geri filizlenme denen iç kısımlarda dâhil olmak üzere yeni sürgünlerin oluşumunu sağlayabiliriz.



Şekil 8. Şekillendirme amaçlı budamalarda tomurcuk ve ibre budaması (Tokyo)

#### 2.4.2. Yapraklı Ağaç Türlerinde Budama

Herdem yeşil olmaya taksonların budanmasında; kuruyan, kırılan, yaralanan veya anormal gelişim gösteren dalların çıkarılması şeklinde olan bakım budamaları esastır. Budamada temel kriter bitkinin hedeflenen forma kavuşmasıdır. Bu nedenle budamalar, büyümenin yönlendirilmesi ve şekillendirilmesi amaçlı olup form verme budamaları olarak adlandırılır.

Form verme budamalarında, genç bireylerde ana gövdeyi tesis etmek ve dallar arasında yapılacak seçimlerle tepe şeklini oluşturacak ana yönleri belirginleştirmek ve sonunda bitkiyi istenen forma sokmaktır. Bu hedefe yönelik müdahaleler; ana aksı belirginleştirerek güçlendirmek, tepe tacını ayarlamak (alçaltma-yükseltme), yan dallara gelişme imkânı ve üstünlüğü vererek dallanmaları dengelemektir.

Şekillendirme aşamasında öncelikle fidanın ana sürgünleri güçlendirilmeli, budamalarla buna katkı verilmelidir. Şayet budanarak uzaklaştırılırsa, fizyolojik olarak fidanın büyümesindeki yan dal önceliği geçici veya kalıcı düzeyde yok olmakta ve bunun sonucunda türlere göre değişen şekillerde istenmeyen çatallanmalar ortaya çıkmaktadır (Dirik, 1997).

Gövde üzerinde yapılacak müdahalelerin amacı, dalsız gövdenin oluşturulması ve tepe tacının yükseltilmesidir. Bu dallanmaların istenen şekle dönüştürülmesi için başlangıçtan itibaren düzenli olarak alttan yukarıya doğru budanmaları gerekir.

Gövde ve dallarda yapılan budamaları; ferahlandırma ya da seyreltme, düzeltme, temizleme, canlandırma, yaşlı ağaçlarda yeniden yapılandırma, yenileme, taç azaltma ve yükseltme budamaları şeklinde sınıflandırmak da mümkündür (Şekil 9).



Şekil 9. Ağaç türlerinde şekillendirme budama örnekleri

Yaşlanmaya başlayan yapraklı türlerde yapılacak budamalar, öncelikle bakım budamaları ile çiçek ve meyve verimine yönelik olacaktır. Ayrıca şekil vermeye yönelik yaprağını döken türler içinde geçerlidir.

### 2.4.3. Ağaççık ve Çalı Türlerinde Budama

Yaprağını döken bitki taksonlarında gerçekleştirilecek budamalar bakım, form ve çiçek verimine yönelik budamalardır. İbrelili türlerde yapılacak budamalar ise genellikle form vermeye yöneliktir. Çalı türlerinde yapılacak yenileme budamaları çoklu gövdeye sahip bitkilerde (*Forsythia* sp., *Corylus* sp. gibi) kullanılır. Budamalar dikimden sonraki yıllarda başlar ve düzenli olarak yapılır. Kontrol ve

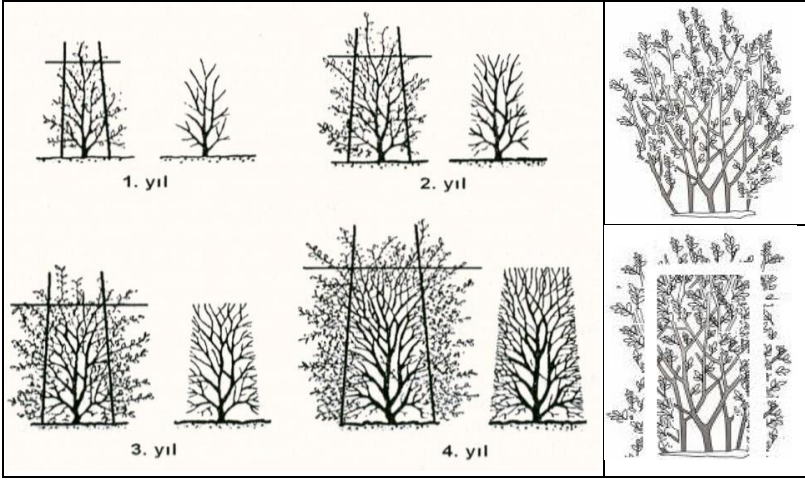
bakımlar her yıl tekrarlanır. Böylece bitki aynı zamanda arzulanan form verilebilir. Çoğu herdem yeşil yapraklı türler form budamalarına yoğun ve simetrik bir morfolojik yapı oluştururlar. Bu yüzden bu çeşit türlerin (*Viburnum tinus*, *Camellia* sp., *Gardenia* sp, *Photinia* sp. vb.) tesisi aşamasında uygun aralık-mesafelerle dikilmeleri gerekir. Dikim sonrası uzun sürgünlerde genellikle kısaltma ve dengeleme budamaları yapılır. Benzer şekilde herdem yeşil yapraklı türlerden bazılarında zaman zaman ana dallarda seyreltmelere gidilir.

İster herdem yeşil isterse yaprağını döken ağaççık ve çalılarda yapılacak budamalar esasta şekil budamaları kapsamında yer alır. Budamalarla; bitki içindeki iyi ve sağlıklı dalların seçilerek doğal şeklin verilmesi, ölmüş ve hastalıklı dalların uzaklaştırılması, çalıların merkezinde sağlıklı en genç bireyin bırakılması, birbirini sıkıştıran, zarar verebilecek olanların alınması, hava ve ışık sirkülasyonunun sağlanması için iç kısımlardaki dalların çıkarılması, yaşlı sürgünlerin yerini alacak genç sürgünlerin seçilmesi, sürgün uçlarının tomurcuk üzerinden kesilmesi, tohum bağlamadan önce solmuş çiçeklerin kesilmesi gibi işlemler yapılır (Dirik, 2008).

*Çalılarda yapılacak budamalarda;* budama bakımları dikimle başlamalı ve bitki arzulanan boyuta ulaşmadan önce yapılmalı, yavaş büyüyen türlerde dallanma çok iyi yönlendirilebilmeli, aşırı makaslamadan kaçınılmalı, genellikle çok sayıda sürgün veren hızlı büyüyen çalılarda düzenli budama yapılmalı, yaşlı dalların %25-30'dan fazlası yıllık olarak uzaklaştırılmamalıdır (Dirik, 2008).

#### **2.4.4. Çit Bitkilerinde Budama**

Yeni plante edilen ve büyüme aşamasında form verilmesi hedeflenen genç bireylerdeki budamalarda, bitki boyu ve tepe tacı genişliği sınırlandırılmadan, sadece belirlenen formdan uzaklaşan dal ve sürgünler kesilir. Alttan itibaren dolgun bir forma gelmesi istenen fidanlarda ise büyümenin alttan gelişecek dal ve sürgünlere yönlendirilmesi için dikey gelişen sürgünler kısaltılır (Şekil 10).



**Şekil 10.** Çitlerde gelişme evrelerine göre budama uygulamaları (Dirik, 2008)

Ekseriyette ilk yılın bitiminde ilkbaharda ilk şekil verme budaması yapılır. Sonraki budamalar özellikle hızlı büyüyen türlerde yılda 2-3 kez yapılmalıdır. Porsuk, Mazı ve Hatmi gibi türlerde yeni sürgünler başlamadan önce ilkbaharda yılda bir defa budanması (kırılması) yeterlidir. Leylaklar genelde haziran ayında budanır. Şimşir ise yavaş büyüdüğünden ve kendiliğinden yuvarlak bir şekil aldığından zorunlu olmadıkça budanmaz. *Berberis* sp., *Cydonia* sp., *Rhododendron* sp. gibi gevşek dallanma yapan cinslerin oluşturduğu çitler ise fazla budanmamalı, fazla yayılmaları durumunda uçları kesilmelidir (Dirik, 2008).

Çitlere verilecek şekil budamalarında, çitin güneş ışınlarını daha iyi alması için üst kısmı daha dar ve alt kısmı daha geniş tutulmalıdır. Özellikle ibrelili türlerde veya herdem yeşil yapraklı türler ile boylu çit bitkilerinde çok daha önemlidir. Bitkilere verilecek formlar kubbemsi, konik, dikdörtgen, üçgen, vb. şekillerde olabilir.

Kontrol budamaları, biri mayıs, diğeri de temmuz ortasında olmak üzere hafif dozlarla, bitki büyümesini yavaşlatan yaz budamaları şeklinde uygulanmalıdır. İstenen şekle ulaşan ya da şekillendirme işlemleri tamamlanmış olarak dikilen fidanların budanması da, mevcut formun korunması ve sürdürülmesine yönelik kontrol kesimlerinden ibarettir.

### 2.4.5. Sarılıcı ve Tırmanıcı Türlerde Budama

Sarılıcı ve tırmanıcı türler, bitkisel tasarımlara farklı bir boyut ve ilgi çekici bir özellik kazandıran bitkilerdir. Bu türler genellikle pergola, duvar, parmaklık, eşik, tünel gibi çok çeşitli yapıları canlı bitkilerle süslemek, istenmeyen yüzeyleri ve cepheleri de örtmek amacıyla kullanılan dikey yeşillendirme elemanlarıdır (Şekil 11).



Şekil 11. Sarılıcı ve tırmanıcı bitkilerin duvarlarda kullanılması

Sarılıcı ve tırmanıcı türler özellikle çevre düzenleme çalışmalarında tamamlayıcı fonksiyonları ile de önemlidirler. Zamana bağlı değişen yaprak renklenmeleri, farklı çiçeklenmeleri ve hızlı gelişim göstermeleriyle yoğun olarak kullanılırlar. Bu bitkilerin sarılma ya da tutunma mekanizmalarıyla istenen amaca hizmet edebilmeleri için destek elemanlarına gereksinim duyarlar. Örneğin *Wisteria* sp., *Lonicera* sp. gibi türlerin dikiminde ahşap, metal gibi desteğe ihtiyaçları vardır. Benzer şekilde bir duvar ya da gövdeye sarılan ve geliştirdikleri havai köklerle (*Hedera* sp.) veya vantuzlarla (*Ampelopsis* sp.) yapışarak tırmanan türlerin uygun yerlerde kullanılması gerekir. Yine sarılmayan, ancak merdiven, pergola, revak ahşap ya da metal örgülü cephe gibi bir destek üzerinde dallarını yayarak gelişen türler (*Begonvil* sp., *Rosa* sp., *Jasminum* sp. vb.) ilave materyallerle birlikte kullanılması düşünülmelidir.

Sarılıcı ve tırmanıcı türlerde yapılan yönlendirme amaçlı budamalarla çok değişik formlar elde edilebilmektedir. İstenen sonucun alınabilmesi için bitkinin genç yaşlardan itibaren kontrol altına alınması, ana dal veya çatal dalların bağlanması, dalların bükülmesi gibi özel tekniklerden yararlanılmalıdır.

Sarılcı ve tırmanıcı türlerde amaçlarına göre değişmekle birlikte yapılacak budamalarda; bitki stabilitesini bozan dallar ve sürgünler, anormal gelişimlerle bitkinin ayrılmasına ve istenen formundan uzaklaşmasına neden olan dallar ve sürgünler, bitkinin istenen yöne yayılmasına engel oluşturan sürgünler, sıkışık gelişen sürgünler, yaşlanmış ve kurumuş dallar düzenli olarak uzaklaştırılmalıdır (Dirik, 2008).

Sarılcı-tırmanıcı güller dikimden sonraki iki-üç yıl genellikle budanmaz, vejetasyon dönemi dışında sadece temizleme ve düzeltme amaçlı cansız, kuru, kırık vb. dallar uzaklaştırılır. İleri yaşlarda ise çiçeklenmiş dalların kesilmesi ile hem gençleştirme yapılır hem de yeni sürgünlerde seyreltme ve kısaltma yapılarak çiçek verimi teşvik edilir.

#### **2.4.6. Yer Örtücü Türlerin Budanması**

İşlevsel ve estetik amaçlı kullanımlar için uygun yer örtücü bitkilerin (Altan, 1989); renk ve form özelliği, ısının absorbe edilmesi, boylanma farklılıkları, yaban yaşamı için ortam yaratma, atıkları tutma özelliği, kolay üretim ve hızlı gelişme vb. özellikleri nedeniyle çok geniş kullanım alanlarına sahiptirler. Bu türlerin bakımı ve özellikle budanması konusu türlerin yaşam formları ile ilişkilidir. Tek yıllıklar bir vejetasyon dönemi hizmet verdiklerinden herhangi bir budama söz konusu değildir. Çok yıllık olanlar ise vejetasyon dönemi dışında gövdelerinde kesilmeli, bazılarında yeni dönemde daha güçlü gelişimleri için malçlama yapılmalıdır.

#### **2.4.7. Dar Mekân Bitkilerinin Budanması**

Orta refüj, binaya yakın ya da dar sert donatı elemanları arasında kalmış dar mekanlarda kullanılan türlerin mekan etkisi ve estetik değerini yükseltmek amaçlı şekil budamaları önemlidir. Böyle mekanlarda tercih edilecek bitkisel materyallerin alanda sıkışıklığa sebep olmayacak, aksine alanı ferahlandıracak, aynı zamanda estetik değeri yükseltecek şekilde yönlendirme budamalarına tabii tutulurlar (Şekil 12).



Şekil 12. Dar mekânlarda bitkilerin budamalarla kullanımı

## 2.5. Budama Hataları ve Çözüm Yolları

Budama hatalarının onarılması güç, hatta imkânsız olup alınacak en önemli tedbir, budamalardaki yanlış uygulamaları bilmek ve bunlardan kaçınmaktır. Budama hatalarından önce yeşil alanlarda yapılan hataların başında tür seçimi, dikim yeri ve aralık mesafe değerlerinde yapılan yanlışlıklar gelmektedir (Turna vd., 2016).

Esas itibarıyla budamalarda karşılaşılan hatalar; kesim sırasında, budama yeri seçiminde, budama zamanında, budama alet ve ekipmanların seçiminde ve kullanım tekniğinden kaynaklanmaktadır.

Budamalar, bitki kabuğuna zarar vermeden, gövdeye yakın ve düzgün bir kesim yüzeyi bırakılarak yapılmalıdır. Tekniğine uygun budamalarla, kesim yerlerindeki yaralar kısa zamanda iyileşecektir. En sık karşılaşılan yanlışlıklardan arasında yer alan kesim yerinin uzun bırakılması durumunda, ilerleyen dönemlerde gövde içerisine doğru hastalıklar ve çürümeler devam edecektir. Kesimin derin yapılması halinde ise budak yerinin iyileşmesini sağlayacak kallus dokusuna zarar verileceğinden yara kolay iyileşmeyecektir. Bu nedenle budamalarda fazla gecikilmemeli; müdahale, dallar fazla kalınlaşmadan gerçekleştirilmelidir.

Budamalarda karşılaşılan yanlışlıklardan biri de hatalı kesim tekniği uygulamalarıdır. Bu durum; derin kesim, ölü dalların bırakılması, ana gövdede kabuk yaralarının oluşumu, sarmal dal yapısı yerine tek yönlü üst üste dallarla ağacın ekolojik dengesinin bozulması, aşırı budamalarla adventif sürgün oluşumunun teşvik edilmesi, kalın dalların kesimi sonucu oluşan büyük yaraların açılması ve çürümeye neden olması sayılabilir.

Ayrıca budama yerinin doğru tespit edilmesi önemli bir konudur. Zira budama yerinde dal yakası ve dal kabuk sırtı iyi belirlenmeli ve buna göre doğru budama kesimi yapılmalıdır. Özellikle çift gövdeli

oluşumlarda birleşim içinde kalan kabuk bir çatlak gibi gövdelerin birbirlerine iyi bağlanmasını engeller. Bu durumdaki çatallarda yarılma/kırılma riski fazla olur. Bunun giderilmesi için gençlikten itibaren bakım budamalarının iyi takip edilmesi ve böyle oluşumlara meydan verilmemesi gerekir.

Budama zamanında yapılan hataları, mevsimsel ve budama yaşı-boyu olmak üzere ikiye ayırmak gerekir. Budamalarda yıl içerisindeki mevsimsel zaman, bitki türlerine ve amaca göre değişmekle birlikte, uygun olmayan zamanlarda yapılan budamalar böcek ve mantar zararlarını arttırmaktadır.

Budamalarda kullanılan alet ve ekipmanların, tekniğine uygun seçilmemesi durumunda kesim yüzeyleri düzgün olmamakta, gövdede kabuk soyulmaları ve kambiyumun zedelenmesi söz konusu olabilmektedir.

Budamalarda yapılacak olan en büyük bakım önlemi budama sonrasında yara yerlerinin macunla kapatılmasıdır. Bu durum ağaç türlerine göre değişmekle birlikte bitkilerin mantar ve bakterilere karşı direnç göstermelerinde etkilidir. Aksi durumlarda bakteri ve mantarlar bitkilere nüfuz ederek onların gövdelerinin çürümesine, tepelerinin kısmen veya tamamıyla kurumasına ve sonuç olarak ölmelerine neden olabilir.

İyi büyüme eğiliminde olan bitkilerdeki küçük küçük budak yaraları kısa zamanda iyileşme gösterir. Yara dokusunun iyileştirme süreci, bitki türüne, tipine, beslenme koşullarına, yaş ve genetik yapısına bağlı olarak değişir. Yaranın şekli, boyutu (budamada kullanılan ekipman, budama şekli, zamanı) kallus oluşumunda etkilidir. Budak yerleri büyük olursa, mutlaka yara yüzeylerine koruyucu macun sürülmelidir. Macunlar yara yüzeyini dış etkilere 2-3 yıl kadar koruduğu gibi bu süre içerisinde yaraların iyileşmesine de yardımcı olur. Reçine salınımı olan türlerde (ibrelili türler) koruyucu macun kullanılmayabilir.

Budama çalışmalarında karşılaşılan ciddi bir sorun da budamadan sonra meydana gelebilecek gövde ve kök sürgünlerinin kontrol edilmesi ve bitkiden uzaklaştırılmasıdır. Böylece bitkinin su ve besin elementlerinin yeni sürgünlere (su sürgünü) değil yara dokusunun iyileştirilmesine harcanması sağlanır.



## 2.6. Budamalarda Kullanılan Alet ve Ekipmanlar

Amacına uygun başarılı bir budamanın yapılabilmesi için uygun ekipmanların-aletlerin kullanılması çok önemlidir. Budamalarda ne tür alet ve malzemelerin kullanılacağı amacın yanında budanacak dalların boyutuna ve yapılacak budamanın dozuna bağlıdır.

Budamalarda kullanılacak alet ve makinelerin temiz, bakımlı ve keskinliğinin iyi olmasına dikkat edilmelidir. Özellikle hastalıklı dalların kesilmesi durumunda ekipmanın mutlaka steril bir ortama alındıktan sonra tekrar kullanılması gerekir. Bir ölçü vermek gerekirse, budama ekipmanlarınının 1:9 oranında alkol veya klor ile suyun karışımına batırılması gerekir. Aksi halde hastalık, sağlıklı bireylere de budamalarla bulaştırılmış olur.

Genel olarak budama işiyle uğraşan bir ekipte bulunması gerekli araç ve gereçler; sepetli araç, kamyon/kamyonet, motorlu testere, kalın halat, emniyet kemeri, iskele/merdiven, trafik işaretleri, koruyucu elbise ve takımı (eldiven, baret vb.), balta vb. ile ilk yardım çantası sayılabilir (Dedeoğlu vd., 2011).

## 3. Sonuç ve Öneriler

Genel olarak her çeşit bitki (ağaç, ağaççık, çalı, süs bitkisi, çiçek ve bazı sebzeler) için yapılan bakım müdahaleleri arasında budama çok önemli bir yer kaplamaktadır.

Budama uygulamaları her şeyden önce bitkinin genetik yapısı, fizyolojisi ve yetiştirme ortamı isteklerine uygun olarak yapılmalıdır. Bu nedenle her bitki türü ve yetiştirme ortamı koşullarına göre *farklı budama şekil ve teknikleri* uygulamak gerekecektir.

Budama ile bitkiler daha sağlıklı, daha uzun ömürlü olabilir ve uzun süre genç kalabilirler. Ancak doğru zamanda, tekniğine uygun yapılan budamalarla bu mümkün olacaktır. Aksi durumda tekniğine uygun olmayan, bilinçsizce yapılan budamalarla bitkiler zarar görür. Zira hatalı kesilen her dal, bitkinin doğal dengesinin bozulmasına, şeklinin değişmesine neden olabileceği gibi çeşitli hastalıklara karşı direncinin düşmesine, rüzgâr, fırtına gibi abiyotik etmenlere maruz kalmasına sebep olunacaktır.

Özetle;

- Budamalarda bitkilerin çiçeklenme zamanı, şekli, çiçek kısmının yaşı ve sürgün gözleri incelenmeli,
- Budama sürgün gözünün hemen üzerinden tekniğine uygun olarak yapılmalı,
- Kullanılacak ekipmanlar temiz ve amacına uygun olmalı,
- Budamaların gayesi doğru tespit edilmeli, zamanı, şekli ve tekniği iyi analiz edilerek uygulanmalı,
- Kuru, kırık, birbirini sıkıştıran, hastalıklı dallar-sürgünler mevsime bağlı olmadan uzaklaştırılmalı,
- Budama sonrası kesim yüzeylerinde oluşacak yaralar (3 cm'den kalın dallar) kesinlikle macunla kapatılmalı,
- Örnek olarak meyve ağaçlarını süs bitkisi gibi budayamazsınız, benzer şekilde orman ağaçlarını da meyve ağacı veya süs bitkisi gibi budayamazsınız. Hatta bu türler kendi içerisinde de farklı budama teknikleri ile budanması gerekmektedir.
- Bundan dolayı; budama yapacak kişinin, budamalarla ilgili gerekli bilgilere sahip olması ve neden budama yaptığını bilmesi gerekmektedir. Çiçek (meyve) tomurcuğunu (gözü), yaprak gözünü bilemeyen, tanıyamayan birinin doğru budama yapması mümkün değildir. Meyve ve çiçek verimine yönelik budamalarda bu konu çok daha önem taşımaktadır.
- Genel olarak budama, her yıl düşünölmeli, az ya da çok mutlaka elden geçirilmeli ve gerekli budamalar zamanında yapılmalıdır. Budamalarla ağaç kontrol altına alınarak, istenmeyen şekilde boylanması, dallanması önlenerek dengede kalması sağlanmalıdır.

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Makale ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uygundur.

Çalışma için Etik Kurul onayı gerekmemiştir.

Makale tek yazarlı olup herhangi çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

- Altan, S. 1989. Yer Örtücüler, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ders Kitabı, No:103, Adana.
- Anonim, 1999. Resmi Gazete. 1999 tarih 23804 Sayılı İmar Yönetmeliği, Ankara.
- Atay, İ. 1988. Kent Ormancılığı, İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 393. İstanbul.
- Bedker, P.J., O'Brien, J.G. ve Mielke, M.M. 1995. How to Prune Trees. USDA Forest Service (NA-FR-01-95), 12 p.
- Dana, M. ve Carpenter, P. 2001. Pruning Ornamental Trees and Shrubs. Landscape Hort.(<https://www.hort.purdue.edu/ext/HO-4>)
- Dedeoğlu, İ., Altın, N. E., Çeribaş, L., Özdingiş, N., Bekin, E. ve Ayaz, B. 2011. Kent Ağaçları, Süs Bitkileri ve Meyve Ağaçlarında bakım ve Budama Esasları. Bahçivanlık El Kitabı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, s: 525-635. İstanbul.
- Dirik, H. 1997. Kent Ağaçlarının Yönetimi. Kent Ağaçlandırmaları ve İstanbul 96 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSFALT Genel Müdürlüğü, Yayın No:3, s: 29-40. İstanbul.
- Dirik, H. 2006. Süs Bitkilerinde Budama İlkeleri ve Uygulama Teknikleri. "Kent Ağaçları ve Süs Bitkilerinde Bakım ve Budama Esasları", İBB, Park ve Bahçeler Müdürlüğü, s. 79-113. İstanbul.
- Dirik, H. 2008. Plantasyon (Bitkilendirme ve Dikim) Teknikleri. İ. Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 490. ISBN 978-975-404-800-1. İstanbul.
- Dirik, H. 2014. Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü) İ.Ü Yayın No: 5200, Orman Fak. Yayın No:509.
- Feuchth, J.R. 1992. Pruning Evergreens Trees & Shrubs, Colorado State University Cooperative Extension. 9/92.
- Harris, R.W. Clark, J.R. ve Nelda, P.M. 2004. Arboriculture. Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs and Wines.

Fourth Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, ISBN:0-13-08882-6.

- Turna, İ., Güney, D., Kulaç, Ş. 2007. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Kentsel Yapılaşmanın Doğal Vejetasyon Üzerine Etkileri, Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler, 17-19 Ekim, Harbiye, İstanbul.
- Turna, İ. 2011. Trabzon'da Yeşil Alan Olgusu ve Yeşil Alanlar, TMMOB Trabzon Kent Sempozyumu, Eylül 2011. Trabzon.
- Turna, İ. 2011. Ağaç, Ağaççık ve Çalı Türlerinde Budama Teknikleri Eğitimi Notları, KTÜ Sürekli Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, s:34. Trabzon.
- Turna, İ. 2012. Kent Ormancılığı (Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı), KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 92. S:199. Trabzon.
- Turna İ., Güney D., Atar F., Yazıcı F. 2016."Kent Ağaçlarında Budama Çalışmalarının Değerlendirilmesi: İstanbul İli Örneği", VI. Süs Bitkileri Kongresi, Antalya, Türkiye, ss.27-27.
- Turna, İ. 2017. Kent Ormancılığı (Kentsel Yeşil Alanlar), KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 245. Trabzon.
- Turna İ., Güney D. 2021. Kent içi Yol Ağaçlandırmaları, Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler - II, Editör, Gece Kitaplığı, Ankara, ss.363-390.
- URL-1. [http://www.fidan.web.tr/fidan\\_yetistiriciligi/fidan](http://www.fidan.web.tr/fidan_yetistiriciligi/fidan)
- URL-2. <https://tr.pinterest.com/pin>

**Prof. Dr. İbrahim TURNA**

Email: turna@ktu.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği Bölümü (1986)

Yüksek Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE Orman Müh. Silvikültür Programı (1991)

Doktora: Karadeniz Teknik Üniversitesi FBE Orman Müh. Silvikültür Programı (1996)

Mesleki Deneyim:

- Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakóltesi Orman Mühendisliği Bölümü (1989-...)
- Orman Genel Müdürlüğü taşra teşkilatında Mühendis (1986-989)



---

**Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Kurakçıl Peyzaj  
(Xeriscape) Çalışmaları**

---

**Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi  
Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Zihni Derin Yerleşkesi, Rize/Türkiye.  
ORCID: 0000-0002-8763-3163  
E-mail: omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr

**Prof. Dr. Murat ÖZYAVUZ** <sup>2</sup> 

<sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık  
Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Tekirdağ/Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-3418-9713  
E-mail: mozyavuz@nku.edu.tr

## 1. Giriş

Peyzaj mimarlarını diğer tasarım meslek disiplinlerinden (mimarlık, iç mimarlık, endüstriyel tasarım vb.) ayıran en önemli materyal canlı varlık olan bitkilerdir. Bitkiler de her canlı varlık gibi yaşamlarını sürdürebilmek için suya ihtiyaç duymaktadırlar. Günümüzde yaşanan kuraklık, küresel ısınma, iklimsel değişikliğin neden olduğu susuzluk, nüfus artışı, suyun bilinçsiz kullanımı vb. birçok nedenin birleşmesi sonucu doğal su kaynaklarının azalmasına hatta bazılarının yok olmasına neden olmuştur. Bu bağlamda her meslek dalından uzman kişiler su sorununa kendi alanlarında çözüm bulmak için arayışa girmişlerdir. Doğal su kaynaklarının sürdürülebilir, akılcı ve verimli kullanımı konusunda planlama ve tasarım meslek dalındaki uzmanlar da bu konuda çalışmalar başlatmıştır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinin artarak devam edeceği düşünüldüğünde, Türkiye'nin birçok şehrinde su sıkıntısının yaşanması öngörüldüğünden, kentsel açık yeşil alanlardaki bitkilerin su ihtiyacının karşılanması için şebeke suyu kullanımının terkedilmesi gerektiği kaçınılmaz bir gerçek olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda yağmur suyunun toplanması, atık suların yeniden değerlendirilmesi, su kaynaklarının korunması ve kurakçıl peyzaj uygulamaları ile birlikte sudan tasarruf elde edilmesi gündeme getirmiştir.

Kurakçıl peyzajın amacı, kurak veya yarı kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda doğa ile uyumlu peyzaj mekânları sağlamaktır. Fakat günümüzde kurakçıl peyzaj sadece kurak iklimli ve su kaynaklarının sınırlı olduğu alanlarda değil, tüm yaşam alanlarında suyun efektif kullanıldığı peyzajlar olarak yerini almaktadır. Suyun insan hayatı için önemi dikkate alındığında, kurakçıl peyzaj yaklaşımı çevreyi koruyan, suyun etkin, verimli ve sürdürülebilir kullanıldığı peyzaj uygulamalarını içermektedir. Asıl amaç yeşil alanlarda su kullanımını en aza indirmek ve bu alanlarda ortama en uygun bitki taksonlarının kullanımını sağlamaktır.

Bu çalışma, 'Kurakçıl Peyzaj' kavramının açıklanması, önemini, temel ilkelerini, su isteklerine göre bitki taksonlarının sınıflandırılmasını ve toplumun bilinçlendirilmesi konularını içermektedir. İleriki aşamalarda ve öneriler doğrultusunda geliştirilebilecek, kurakçıl peyzaj konusunda



çalışma yapan uzmanlar, öğrenciler ve doğaseverler için bir rehber olacaktır.

## 2. Kurakçık Peyzaj (Xeriscape) Kavramı

İlk kez 1978 yılında ABD'nin Colorado eyaletinde kullanılmaya başlanan Xeriscape kelimesi, Yunanca “kuru-kurak” anlamına gelen “xeros” kelimesinden türetilmiştir. Xeriscape suyu etkin kullanan peyzaj çalışmaları şeklinde tarif edilebilir. Daha detaylı bir tarifte ise Xeriscape çevreyi koruyan ve su tüketimini etkin kullanarak minimuma indiren kaliteli peyzajlar yaratma tekniği olarak tanımlanmıştır. Bu doğrultuda ‘Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi’ genel başlığı altında ‘Suyun Akılcı Kullanımı’, ‘Az Su Kullanımı’ vb. alt başlıklarda ele alınmıştır. ‘Doğal Peyzaj Düzenleme’ gibi geleneksel peyzaj düzenleme anlayışlarından farklı yeni peyzaj düzenleme kavramları geliştirilmiştir. Türkiye için henüz yeni bir kavram olan kurakçıl peyzaj, günümüz koşullarında önemli bir uygulama konusu olmuştur (Wade et al, 2002; Anonymous, 2004; Çorbacı vd., 2011a; Çorbacı vd., 2011b; Çorbacı vd., 2017).

Colorado’da yarı kurak bir bölgede bulunan Su Kontrol Merkezi (Water Control Center)’nin etrafını çevreleyen bahçenin; çok az sulamayla ya da belli bir süre hiç sulama yapmaksızın en iyi gelişme gösterecek bitkilerin sergilendiği bir mekâna dönüştürülmesi düşüncesinden ortaya çıkmıştır. Bu bahçenin tasarımında, birbirine benzeyen malzeme ve ekolojik isteklere sahip bitkilerin geleneksel bir peyzaj planı ile değil, suyun daha etkin kullanılarak korunmasını sağlayacak kurakçıl peyzaj çalışmaları ile yapılması öngörülmüştür (Çorbacı vd., 2017).

1980 yılında açılışı yapılan bahçe, yarıdan fazlası Colorado’nun doğal bitkilerinden oluşan 90 farklı taksonu temsil eden 5000 üzerinde bitkiden oluşmaktadır. Bahçe amacına tam olarak hizmet etmekte, çok az hatta hiç sulamayı gerektirmeyen bitkilerin kullanımını teşvik etmektedir. Colorado’da bulunan ve bugünkü kurakçıl peyzaj tarzın prensiplerini tamamen içeren “Xeriscape Demonstration Garden”, ilk bahçenin üzerine ilaveten kurulmuş, Xeriscape’in temel yedi ilkesini gösteren, farklı sulama zonlarına ayrılmış, çekici özellikte yaban görünümlü peyzajlara sahip, park alanları genişletilmiş, ulaşımı kolay olacak şekilde planlanmıştır. Xeriscape Demonstration Garden binayı çevreleyen 13395,57 m<sup>2</sup>’lik alanın 7041,78 m<sup>2</sup>’si üzerinde; 64 ağaç, 126 çalı, 340 mevsimlik çiçek, yer örtücü, sarmaşık, 12 çim türü, 71

takson Colorado'ya özgü doğal bitki, 185 ton iri kaya parçası kullanılmıştır (Çorbacı vd., 2017).

### 3. Su ve Kurakçıl Peyzajın Önemi

Dünyanın mavi gezegen olarak bilinmesinin asıl nedeni %80'inin sulardan meydana gelmesidir. Yaşamın tüm bileşenleri suya bağlıdır. Okyanuslar, denizler, buzullar ve kalıcı karlar, göller, nehirler, yeraltı suları, çöllerdeki sular, bataklıklar vd. dünyadaki tüm su kaynaklarını oluşturmaktadırlar. Fakat bu su kaynaklarının büyük bir kısmı yerin çok altında ve insanoğlu için kullanışlı olmayan sulardır.

Su; sürdürülebilir bir yaşam için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Yeryüzünde mevcut tatlı su kaynakları artık insan ihtiyacını yeterince karşılamamaktadır. Dünyadaki toplam su miktarının 1,4 milyar km<sup>3</sup> olmakla birlikte, bu suyun %97,5'inin tuzlu su, insanların kullanabileceği tatlı su miktarı ise yalnızca %2,5'tir. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da %90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunması insanoğlunun kullanabileceği tatlı su miktarının ne kadar az olduğu anlaşılması açısından önemlidir (Muluk vd., 2013; Bayramoğlu ve Ertek 2013; Sevim, 2023). Dünya üzerindeki suları bir litrelik bir cam şişeye koyduğunuzda, insanların kullanabileceği tatlı su miktarı bir çay kaşığına denk gelmektedir.

Türkiye'de su rezervinin toplamının 3.000.000 ha olduğu bilinmektedir (Demirel, 2022). Bir ülkedeki su kaynaklarının yetebilir nitelikte olduğunu gösteren parametrelerden biri, ülkede kişi başına düşen su miktarıdır. Falkenmark et.al., (1989)'a göre nüfus ve toplam su kaynağı miktarını hesaba katarak; tarım, sanayi, evsel vb. su kullanımlarını ve çevresel ihtiyaçlara ilişkin tahminleri dikkate alarak, nüfusun su kaynakları üzerindeki baskısını göz önünde bulundurarak bir indeks değeri hazırlamıştır. Yıllık kişi başına 1.700 m<sup>3</sup> yenilenebilir su kaynağını eşik değeri olarak kabul etmişlerdir. Falkenmark İndeks Değerlerine göre;

- 1700 m<sup>3</sup> ve daha fazla - Su sorunu olmayan stressiz alanlar.
- 1700-1000 m<sup>3</sup> - Su stresinin olduğu alanlar.
- 1000-500 m<sup>3</sup> - Su kıtlığı yaşanan alanlar.
- 500 m<sup>3</sup> ve daha az - Kesin su kıtlığı olan alanlar olarak gösterilmiştir.

Yılda kişi başına düşen su miktarı 1700 m<sup>3</sup>'ten az olan ülkeler su fakiri olarak değerlendirilirken, Türkiye'de kişi başına düşen kullanılabilir yıllık su miktarı; 2000 yılında 1 652 m<sup>3</sup>, 2009 yılında 1 544 m<sup>3</sup>, 2013 yılında 1500 m<sup>3</sup> ve 2020 yılında ise 1 346 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Güvenç ve Demiroğlu, 2016; Anonim, 2024a). Türkiye İstatistik Enstitüsü 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1120 m<sup>3</sup> /yıl civarında olacağı ve Türkiye'nin pek çok noktasında su kıtlığı ile karşılaşılacağı tahmin edilmektedir (Akın ve Akın, 2007; Sevim, 2023). Türkiye'de 2023 yılı güncel nüfus verilerine göre kişi başına 1313 lt/ kişi su düşmektedir (Sevim, 2023). Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su stresi yaşayan ülkeler arasında bulunmaktadır (Anonim, 2024a).

Birleşmiş Milletler verilerine göre dünyadaki nüfus 1980 yılında 1,73 milyar (%39), 2015 yılında 3,96 milyar (%54), 2050 yılında 6,42 milyar (%66) olacağı ve nüfusun yaklaşık %70'i kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir. Türkiye'de ise 2023 yılında 85,2 milyon olan nüfusun 2030 yılında 93,3 milyon olacağı ön görüldüğünde, 2023'de 112 milyar m<sup>3</sup> olan su varlığının 2030'da 91 milyar m<sup>3</sup> seviyelerine düşeceği ve su potansiyelinde %20 azalış görüleceği tahmin edilmektedir. Türkiye'de nüfusun %49'unun ve sulü tarım alanlarının %78'inin 2030 yılında su yetersizliği ile karşılaşacağı öngörülmektedir (Anonim, 2024b).

Türkiye'de hızla azalan su kaynaklarının %12'si evlerde, %11'i sanayi alanlarında, %77'si ise tarım alanlarında, dünya genelinde ise %12'si evlerde, %19'u sanayi alanlarında, %69'u ise tarım alanlarında kullanılmaktadır (Anonim, 2024b). Türkiye'de son 170 yılın en sıcak 5 yılı geçirilirken, yıllık toplam yağışta %4 azalış, ardışık kurak günlerde 9 gün artış, sıcak hava dalgalarında 50 gün artış ve ortalama sıcaklıklarda 1.4-2.5 °C artış tespit edilmiştir (Anonim, 2024b).

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında her bir aşaması iyi ve kaliteli bir yeşil alan oluşturmak için oldukça önemlidir. Kurakçıl peyzaj temel prensipleri ile oluşturulmuş yeşil alanlar, estetik ve fonksiyonelliğinin yanında suyun yaklaşık olarak %30-%60 arasında daha az kullanıldığı alanlardır. Burada önemli olan suyun etkin ve verimli kullanımı için neler yapılması gerektiğidir. Yani mevcut alanlarda yapılacak küçük değişikliklerle bile suyun etkin kullanımını olanak sunacaktır. Doğru tasarım teknikleriyle çevreye faydalı, su tasarrufu sağlayan kaliteli

peyzaj alanları meydana getirilebilir. Kurakçıl peyzaj çalışmasının birçok ekonomik, fonksiyonel, estetik ve çevresel faydalar bulunmaktadır. Bunlar (Cerny, et al., 2002; Wade et al, 2002; Anonymous, 2004; Çorbacı vd., 2011a; Çorbacı vd., 2017);

- Su tasarrufu sağlayarak su israfına engel olur.
- Suyun verimli ve etkin kullanımını sağlar.
- Zaman tasarrufu sağlar. Su ihtiyacı az olan bitkilerin kullanarak sulama, gübreleme, bakım vb. işçilikte kullanılacak süreden kazanım yapılır.
- İş gücünü azaltır, zaman ve ekonomik yönden kazanç sağlar.
- Para tasarrufu sağlar. Su kullanımını azaltarak su faturasını düşürür.
- Suyun az kullanılması ile özellikle sucul ekosistemde yer alan balık ve yaban hayatı için daha fazla su bırakılmasına olanak sağlar.
- Doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlar. Bitki ve hayvanlar için daha fazla yaşam alanı oluşmasına fırsat verir.
- Doğal bitki taksonlarının tanınmasına yardımcı olur.
- Suyun efektif kullanımının insanlar için ne kadar önemli olduğunu ortaya koyar.
- Estetik yönden hoş tasarımlar sunar.
- Yağmur suyu, kar suyu, termal sular ve atık suların verimli kullanımını sağlar.
- Doğru gübreleme teknikleri ile çim alanların fazla büyümesi düzenlenebildiğinden bu alanlarının biçim sıklığının azaltılması sağlar.
- Toprak hazırlığı doğru yapıldığından dolayı daha az gübre kullanımı sağlar.
- Doğru bitki taksonu seçimi ile az budamanın yapılmasını sağlar.
- Bitki kayıplarının azalması sağlayarak yeni bitki temininin önüne geçilmesini sağlar.
- Malçlama ile yabancı otların azalmasını, buharlaşmanın önüne geçilmesi ve toprağın nemini korumasını sağlar.
- Hastalık ve zararlıların azaltılmasından dolayı daha az ilaç kullanımı sağlar.
- Sağlıklı kök oluşumundan dolayı kullanılan su miktarının azaltılması sağlar.

- Az su isteyen bitkilerin yapı çevresinde kullanılması ile birlikte sulamadan dolayı yapıya ve temeline vereceği zararın azaltılması sağlar.

#### **4. Kurakçıl Peyzajın Temel İlkeleri**

Kurakçıl peyzaj düzenlemenin temel prensipleri genel olarak tüm geleneksel peyzaj çalışmalarında da kullanılan süreçleri içermekle birlikte, bu süreçler içerisinde su ile ilgili tüm detaylar daha fazla dikkate alınmaktadır. Kurakçıl peyzaj düzenleme suyun daha az ve verimli kullanılmasını sağlayan yedi temel ilkesi vardır. Başarılı bir kurakçıl peyzaj düzenleme tüm bu yedi ilkenin eksiksiz bir şekilde uygulanması ile meydana gelebilir. Bu temel prensipler ve açıklamaları sırasıyla aşağıda verilmiştir;

- 1) Planlama ve tasarım
- 2) Toprak hazırlığı
- 3) Uygun bitki seçimi
- 4) Çim alanların oluşturulması
- 5) Etkin sulama
- 6) Malç kullanımı
- 7) Bakım ve Budama

##### **4.1. Planlama ve Tasarım**

Etkin ve verimli bir kurakçıl peyzaj çalışması için planlama ve tasarım süreçlerinin iyi hazırlanması gerekmektedir. Planlamanın doğru yapılması, zamandan, paradan tasarruf sağlarken bir işin ikinci defa yapılmasının önüne geçmektedir. Planlama ve tasarım yapmak için iki yöntem vardır. Birincisi tamamen yeni bir alan oluşturmak ikincisi ise mevcut alanı iyileştirmektir. Kurakçıl peyzaj düzenlemesi konut, toplu konut, kent parkı, millet bahçesi, botanik bahçesi, tatil köyü, köprüyol altı vb. her türlü peyzaj alanında uygulanması mümkündür.

Kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde üst ölçekten alt ölçeğe doğru bir yol izlenmelidir. Planlama boyutundan başlayarak tasarım boyutuna geçilmelidir. Bu süreçte, şehir bölge planlama, peyzaj mimarı, inşaat mühendisi, çevre mühendisi, mimar, elektrik elektronik mühendisi,

jeoloji mühendisi, harita mühendisi, hidrojeoloji mühendisi vb. her türlü disiplin dalından uzman kişilerle birlikte çalışılmalıdır.

Literatür çalışması, verilerin toplanması, sörvey çalışması, analiz çalışması, ihtiyaç listesinin oluşturulması, ilişki diyagramı, leke çalışması, avan proje, kesin proje, detay proje, kesit görünüş, drenaj projesi, sulama projesi, aydınlatma projesi, keşif metraj, üç boyut görselleştirme, maket vb. tüm tasarım süreçleri kurakçıl peyzaj çalışmalarında da yerine getirilmelidir.

**Veri toplama:** Türkiye'deki en büyük problemlerden bir tanesi yeşil alanlardaki veri (envanter) eksikliğidir. Gerek kamu kurum ve kuruluşlarına gerekse özel sektöre ait yeşil alanların birçoğunda yeşil alanlara ait veriler tespit edilmemiş ya da tam olarak çıkarılmamıştır. Kentsel açık yeşil alanların ne zaman yapıldıkları, ne kadar yeşil alan içerdikleri, hangi bitki taksonlarını barındırdıkları, hastalanan, kuruyan ya da ölen bitki taksonları var mı?, değiştirilen bitki taksonları var mı?, var olan bitkilerin doğal (yerli) mı ya da egzotik (yabancı yurtlu) mi? vb. birçok veri konusunda bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bu kapsamda yapılacak en önemli işlerin başında, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde kurulan, Bulut Kent Bilgi Sistemi altındaki Kentsel Yeşil Alt Yapı Bilgi Sistemine tüm veri girişlerinin yapılmasının sağlanması gerekliliğidir. Bu kapsamda Gül vd., (2015) İsparta ilindeki ağaçların veri girişlerinin yaptıkları, Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Modeli (KABSİS)'nin de incelenmesi, kullanılması ve geliştirilmesi gerekmektedir.

**Sörvey:** Öncelikle alanın mevcut durumunun ortaya konması için sörvey çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapılacak sörvey çalışması ile alan ile ilgili aşağıdaki özellikler ortaya konulmalıdır;

- Mevcut alt ve üst yapının ortaya konması gerekmektedir. Üst yapı gözle görülebildiği için detaylı bir şekilde çıkarılabilirken, mevcut alt yapının çıkarılmasında büyük sorunlar ile karşılaşmaktadır. Alanda daha önceden yapılmış bir altyapı sistemi var olup, projelere işlenmemiş ise yapılacak olan uygulama çalışmalarında büyük sorunlara neden olabilmektedir. Örneğin bitki dikimleri sırasında, kazı işlemleri yapılırken sulama borularının patlamasına sebep olunabilmektedir. Bu durumun önüne geçebilmek için alt yapı

sistemlerinin (drenaj, kanalizasyon, doğal gaz, elektrik, sulama, internet vb.) mutlaka projelere işlenmiş olması gerekmektedir.

- İklimsel verilerin (sıcaklık, yağış, nem, güneşlenme vb.) detaylı bir şekilde çıkarılması ve daha sonrada analizlerinin yapılması gerekmektedir. Türkiye'nin farklı iklimsel özellikler göstermesinden dolayı her bölge için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir. Yıllık yağış miktarı ve aylık yağış miktarlarının mutlaka belirlenmesi gerekmektedir. Tek yıllık verilere değil de uzun yıllık verilerle bağlı kalarak analizlerin yapılması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerinin de düşünülmesi gerekmektedir. Güneşin konumu ve yer değiştirmesi ile ilgili detaylara dikkat edilmelidir. Uygun bitki taksonu seçimleri için alandaki mevcut yapıların göz önüne alınması, güneş ve gölge durumlarının belirlenmesi gerekmektedir. Alan çalışmaları ve sörvey sürecinde, iklimsel verileri alanda gözlemlenmek büyük önem taşımaktadır. Literatürdeki iklimsel veriler ile alanda gözlemlenen iklimsel veriler bazen çelişkiler göstermektedir. Bu yüzden alanda belli bir süre gözlem yapmak önemlidir. Hakim rüzgar yönü, güneşin etkili olduğu saatler, yağış şiddeti vb. alanda yapılacak gözlemlerle literatür verileri kıyaslanarak yol haritası çizilmelidir. Alandaki soğuk veya sıcak bölgeler belirlenmelidir.
- Alanın eğim, bakı, yükseklik ve toprak grupları vb. verilerin elde edilmesi gerekmektedir.
- Bitkilerin uygun yetiştirme koşullarının belirlenmesi için toprak analizlerinin yapılması gerekmektedir.
- Alan içindeki yapıların yerleşim planının, genel projeyi nasıl etkileyeceğini göz önüne alınmalıdır. Görsel analiz ile alan içinde veya çevresinde korunması veya perdelenmesi gereken görünümler belirlenmelidir. Güzel manzara, kötü görünümler, gürültü zonları vb. alanın göstermiş olduğu peyzaj tasarımını etkileyen etmenler ortaya konmalıdır. Bunlara yönelik tasarımlar geliştirilmelidir.
- Yapısal ve bitkisel verilerin çıkarılmalı, alandaki gelişmiş ve sağlıklı bitki taksonları belirlenmeli, bitki sayıları ve kapladıkları alan hesaplanmalıdır.

- Yapısal, bitkisel ve alanda var ise su kaynaklı buharlaşma miktarlarının hesaplanması gerekmektedir.
- Suyun drene olduğu veya gölet oluşturduğu bölgeler belirlenmelidir.
- Mevcut ve yakındaki su kaynakları belirlenmelidir.

**Sörvey Analizi:** Tüm veriler toplandıktan sonra yapı, ulaşım, eğim, baki, toprak, bitki, su erişim vb. analizlerin yapılması gerekmektedir. Mevcut bitki analizi yaparken bitkileri su isteklerine göre sınıflandırmak gerekmektedir. Bitkiye verilecek mevcut su kaynakları ve kullanılabilir su kaynaklarının analizleri yapılmalıdır.

**İhtiyaç Listesi:** Tasarım aşamasında ihtiyaçlar doğrultusunda amaçlar belirlenmeli ve alan özelliklerine uygun planlama ile tasarımın yapılması gerekmektedir. Ancak öncelikle alana ait fiziksel ve çevresel problemler çözümlenmelidir.

Alan ve kullanıcı istekleri göz önüne alınarak;

- yapılması düşünülen ihtiyaçlar ile bu ihtiyaçlar için nerede ve ne kadar alan ayrılacağı,
- aktiviteler için gerekli yapıların neler olacağı,
- drenaj ve sulama sistemleri,
- su ihtiyaçlarına göre bitki taksonları,
- güvenlik, sınır elemanları, spor alanları, çocuk oyun alanları, oturma dinlenme alanları, kentsel donatı elemanları vb. diğer genel ihtiyaçlar belirlenmelidir.

**Drenaj Sistemi:** Kurakçıl peyzaj tasarım süreçlerinde doğal suyun yönetimi büyük önem taşımaktadır. Altyapı çalışmaları kapsamında sulama sistemi ile birlikte drenaj sisteminin de oluşturulması gerekmektedir. Bu sistem; arazi tesviyenin yapılması, alandaki mevcut toprağın kullanılması, üst toprağın alana getirilmesi ve/veya alandan uzaklaştırılması gibi işlemleri kapsamaktadır. Drenaj sistemi ile toplanan suyun yeniden değerlendirilmesi için uygun sistemlerin kurulması gerekmektedir.

**Su hasadı:** Kurakçıl peyzaj çalışmalarının teşvik ettiği en önemli konulardan biriside, şebeke suyu kullanımı yerine yağmur suyu, gri su,



arıtılmış diğer suların kullanılması sağlanmalıdır. Yağmur veya kar suyunun tekrar kullanılmasını sağlayacak tasarımlar geliştirilmelidir. Yağmur suyu hasadı sistemlerinin planlanması ve tasarlanmasında yağışın alansal dağılımı ile miktarı büyük önem taşımaktadır. Hasat edilebilecek toplam yağmur suyu miktarının hesaplanmasında yapının bulunduğu bölgedeki Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait en yakın meteoroloji gözlem istasyonu seçilerek çok yıllık, yıllık ve aylık ortalama yağış verileri dikkate alınmalıdır. Mutlaka yağmur suyu hasadı sisteminin fayda-maliyet analizi yapılarak sistemin karlılığı analiz edilmelidir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca 2021 yılında hazırlanan Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği'nde değişiklik yapılmasına dair yönetmelikle kuraklık sorununun giderek artması da dikkate alınarak “*Birinci Bölüm, Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar a) (Ek:RG-23/1/2021-31373) (Değişik:RG-11/7/2021-31538) 2000 m<sup>2</sup>'den büyük parsellerde yapılacak yapıların mekanik tesisat projelerinin; çatı yüzeyinden toplanacak yağmur sularının gerekmesi halinde filtre edilerek bir tankta toplanması ve bina tuvalet sifonlarında kullanılması amacıyla yağmur suyu toplama sistemi içermesi zorunludur. Toplama tankının hacmi; yapının bulunduğu ilin aylık m<sup>2</sup>'ye düşen en fazla ortalama yağış miktarı ile binanın çatı alanı esas alınarak hesaplanır.....*”. hükmü getirilmiştir (Anonim, 2024c). Türkiye'de suyun etkin ve verimli kullanımı adına atılmış önemli bir karardır.

Peyzaj alanlarında yağmur suyunun kullanımı, depolama şeklinde mi? yoksa direk yüzey akışından gelen suyun kullanımı şeklinde mi? olacağı önem arz etmektedir. Su ihtiyaç çok olan bitki taksonları veya gruplarının bulunduğu bölgeye bu yağmur suları yönlendirilmelidir. Yağmur sonrası toplanan su ise ilerleyen süreçlerde yeşil alanların sulanmasında kullanılmalıdır. Bu bağlamda yağmur suyunu toplamak için gerekli tasarımların yapılması, gerek toprak altı gerekse toprak üstü yapılara yer verilmelidir. Tasarım alanının büyüklüğüne göre sarnıç kullanımlarının artırılması gerekmektedir. Her damla suyun kıymetini bilmek için kentsel açık yeşil alanlarda kullanılan örtü elemanlarının (kameriye, gazebo, pavilon, çadır vb.), sert zemin döşemelerinin, istinat duvarlarının olduğu bölgelerde barbakanlardan çıkan vb. yağmur sularını toplayacak şekilde tasarlanması da önem arz etmektedir.

**Atık Sular:** Evsel atık sular gri su ve siyah su olmak üzere iki şekilde değerlendirilmektedir. Genellikle duştan, banyodan, lavabodan, çamaşır ve bulaşık makinelerinden gelen sular gri su olarak tanımlanırken geriye kalan tuvalet suları ise siyah su olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2024d). Kurakçıl peyzaj çalışmalarında ve yeşil alan sulamalarında gri suyu uygun olan biyolojik, fiziksel ya da kimyasal arıtma teknolojileri kullanarak arıtıldıktan sonra kullanmak gerekmektedir. Peyzaj alanlarının sulaması için çok iyi bir su kaynağıdır, kimyasal madde, çözülmüş tuz ve tüm minerallerden arınmıştır. Bu yüzden tasarım süreçlerinde yer alan yapılarda gri su arıtma tesislerine yer vermek gerekmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yapmış olduğu bir araştırmada atık suların %44'ü, tarımdan dönen suların %66'sı ile yaklaşık 3.100 ha peyzaj alanının sulanmasını yapacağı öngörülmektedir (Anonim, 2024d).

**Yağmur Bahçesi:** Yağmur sularının direkt olarak yönlendirildiği ve üzerinde doğal ve egzotik bitkilerin yetiştirilebildiği çok derin olmayan alanlara denir (Demir, 2012). Yağmur bahçelerinin amacı doğal su kaynaklarının toplayarak yüzey akışını iyileştirmek ve su kalitesini artırmaktır (Jaber et al., 2012). Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modelleri kapsamında kentsel yeşil alanlarda; yağmur bahçesi, geçirimli döşemeler, kuru kuyular, yağmur hendekleri, sızma çukurları, çatı bahçeleri, yağmur varilleri ve sarnıçlar en çok kullanılan yöntemlerdir (Müftüoğlu ve Perçim 2015).

Yapısal yüzeylerden, sert zemin yüzeyleri, atık suların arıtılmasından elde edilen su vb. gibi su kaynaklarının efektif olarak kullanılabilceği en iyi çözüm yollarından biriside kurakçıl peyzajın su yönetiminin önemli parçalarından biri olan yağmur bahçeleridir.

**Yer döşemeleri:** Yapısal peyzaj tasarımlarının önemli bileşenlerinden ve tasarımda çim alanlarla birlikte en çok yer kaplayan elemanlardan biriside yer döşemeleridir. Yer döşemeleri, mekân algısının anlaşılması ve peyzaj sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Akaydın ve Ak 2022). Kentleşme süreci ile birlikte yeşil alanların azalması, Yapıların ve geçirimsiz yüzeylerin artması, hidroloji üzerinde olumsuz etkilere neden olmuştur. Bunun sonucunda yağmur suları toprağa sızmamakta, bu yüzden yeraltı suyu beslenememektedir. Buna alternatif bir çözüm olarak kentsel peyzaj tasarımlarında, yeşil alan sisteminin bileşenlerinden geçirimli yüzey kullanımları, su çayırları, yağmur

bahçeleri, su tutma bahçeleri vb. özel tasarım uygulamaları yer almaktadır (Çorbacı vd., 2011b; Oğuztürk ve Bayramoğlu 2020).

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında, suyun buharlaşma oranını azaltmak için projelerdeki sert zemin miktarını en az düzeyde kullanmak, sert zemin seçiminde ise suyu geçiren materyallerin kullanılması gerekmektedir. Kayrak taşı, çim plak taşı, kilit taş, poroz asfalt kaplama vb. geçirimli döşeme tipleri seçilmelidir.

Poroz asfalt kaplama, yüzeyi ve alt temeli asfalt, çakıl ve kırılmış agregadan oluşan, yüksek boşluk oranına sahip, yol yüzeyine gelen kar ve yağmur sularını kaplama içerisine alıp, uygun drenaj sistemlerine aktaran geçirimli bir kaplama çeşididir. Asfalt kaplama serildikten ve sıkıştırıldıktan sonra %15-20 oranında boşluk içerir. (Yılmaz, 2008; Onur ve Öztürk 2013). Suyu geçirme özelliği ile kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılması önerilmektedir.

**Kentsel Isı Adası:** Kentsel açık yeşil alanlar, bitki taksonuna ve alandaki kullanım yoğunluğuna göre buldukları alanın evapotranspirasyon ve gölge etkileri sayesinde hem sıcaklığını düşürmekte hem de serinletici bir etki oluşturarak termal anlamda daha konforlu alanların meydana gelmesine neden olmaktadır (Rui ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda, genel olarak yeşil alanların diğer alanlara oranla daha soğuk olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmalarda, kentsel yeşil alanların kentsel ısı adası etkilerini özellikle de yaz aylarında soğutma enerji tüketimini azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir. Bitkilerin taç yapıları yaya bölgelerinde, otopark alanlarında ve sert zeminlerde gölge sağlayan bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Jaganmohan vd., 2016; Broadbent vd., 2018; Antoszewski vd., 2020; Filho vd., 2021). Yapılan bir çalışmada 50-100 m<sup>2</sup>'lik bitkili bir yeşil alanın kentte hava sıcaklığını 3.5°C'ye kadar azalttığı tespit edilmiştir (Barış, 2014). Sert zeminde yer alan bir kişi, nemli toprakta yer alan bir kişiden yaklaşık 5 kat daha fazla, kuru toprakta yer alan bir kişiden ise yaklaşık 1.6 katı daha fazla sıcaklığı algılamaktadır (Çorbacı vd., 2017). Yapılar ve bitkilerin oluşturduğu bu gölge alanlar peyzajın soğumasını ve su kaybının önlenmesine neden olmaktadır.

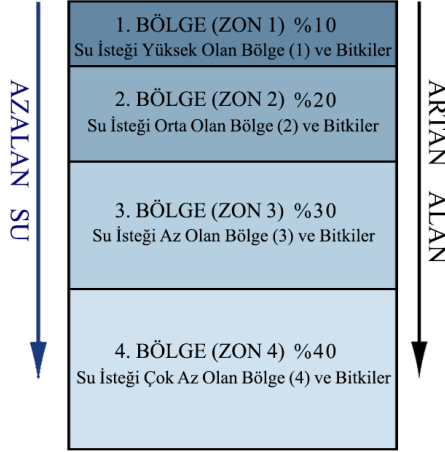
Türkiye'deki en büyük sorunlardan biriside, kentsel yeşil alanlarda kullanılan açık otopark tasarımındaki eksikliklerdir. Yeşil alanın olmadığı, bir tek gölge yapan ağacın kullanılmadığı, sert zemin kullanımı ile kentin sıcaklığını artırdığı, geçirimsiz asfalttan oluşan

yüzeyleri ile yağmur sularının toprakla buluşmadığı otopark alanları tasarlamaktan vazgeçilmelidir. Yeşil alan miktarının çok olduğu, geçirgen yüzeyli sert zeminlerin kullanıldığı sünger otoparkların yapılmasıdır.

**Kaya Bahçesi:** Kentsel açık yeşil alanlardaki geniş çim yüzeyler yerine su tüketiminin azaltmak, bakım kolaylığının sağlamak, topraktan su kaybının önlemek, alanı vurgulamak ve estetik özelliklerinden dolayı kaya bahçeleri tasarlamak önemlidir. Farklı renk ve formlardaki doğal taşların değişik şekillerde tasarlanması ile oluşturulan kaya bahçeleri kurakçıl peyzajın önemli karakterleridir. Kaya bahçelerinde; çakıl taşları, dere taşları, deniz kenarı taşları, kayrak taşları, kum taşları, volkanik taşlar, mermer, granit, andezit, bazalt, kalker, dolomit, traverten doğal küp taş, kayrak taşı vb. farklı boyuttaki taşlar kullanılabilir.

**Su kullanım bölgeleri (zonları):** Peyzajın, kullanım alanlarına ayrılması ile birlikte kurakçıl peyzaj tasarımı kapsamında su kullanımı bakımından zonlara ayrılması en önemli aşamadır. Bu aşama, kurakçıl peyzaj çalışmalarının farklı olarak geleneksel peyzaj çalışmalarından ayrıldığı aşamadır. Peyzaj alanları kendi içerisinde su kullanım yoğunluğuna uygun olarak bölgelere ayrılmalıdır. Bu kapsamda alanda kullanılacak bitki taksonlarının su isteklerinin bilinmesi de ayrıca önem arz etmektedir. Bitkiler su isteklerine göre yüksek, orta, az ve çok az olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Büyüme mevsimindeki toplam su isteklerine göre; 350 mm'den az olanlar (çok az/çok düşük), 350-400 mm olanlar (az/düşük), 350-450 mm olanlar (orta) ve 500 mm fazla olanlar (yüksek) su isteği olan bitkiler olarak sınıflandırılabilir (Anonymous, 2024). Peyzaj alanlarındaki su kullanımlarında bölgelere göre değişiklik göstermelidir. Su kullanımının en yoğun olduğu 1. Bölge en az alana sahip olmalı (%10) ve su isteği yüksek bitkiler (500 mm'den fazla) meydana gelmelidir. Sonraki her bölge diğer alandan daha büyük olmalı ve her alanda daha az su isteği olan bitki taksonları kullanılmalıdır. 2. Bölge'de alan (%20) su isteği orta bitkiler (350-450 mm), 3. Bölge'de alan (%30) su isteği az bitkiler (350-400), 4. Bölge'de alan (%40) su isteği çok az bitkiler (3500 mm'den az) yaklaşık alan kaplamalıdır (Şekil 1). Çalışma alanının su kullanım yoğunluğuna göre su isteği uygun bitkinin seçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda alanda kullanılacak bitkilerin su istekleri de göz önüne alınarak, alan su kullanımı isteklerine göre dörde ayrılmaktadır (Burada verilen değerler

ortalama değerlerdir. Bu değerler bölge, iklim koşulları, toprak tipi vb. ekolojik özelliklere göre değişebilmektedir.)



Şekil 1. Su kullanım ihtiyaçlarına göre bitki bölgeleri (zonları)

Bunlar;

- 1) Su kullanımı yüksek bölgeler (1. Bölge/Zon I),
- 2) Su kullanımı orta bölgeler (2. Bölge/Zon II),
- 3) Su kullanımı az olan bölgeler (3. Bölge/Zon III);
- 4) Su kullanımı çok az olan bölgeler (4. Bölge/Zon IV)'dir.

Fakat çalışma alanı ve bölge koşullarında az su isteği olan bitkilerin bulunmadığı veya yetişmesine uygun ekolojik koşullar olmadığı durumda bölge sayısı azaltılabilir.

- 1) Su kullanımı yüksek bölgeler (1. Bölge/Zon I): Bu alanlar, özellikle su kullanımların fazla olacağı düşünölen alanlardır. Su isteği yüksek bitkilerin tercih edileceği bölgedir. Bölgelemede zorunluluk olmamakla birlikte, yapının bulunduğu alanlar su toplama ve bulundurma açısından önem arz ettiği için genellikle merkez alınmalı ve bölgeleme merkezden dışa doğru yapılmalıdır. Bu alanlar genellikle yapının merkez alındığı ya da yapıya yakın alanda bulunan, insan ulaşımının çok kolay olduğu, yapıdan görüşün net olarak algılandığı alanlar olarak değerlendirilebilir. Örneğin konut bahçelerinde, avlu ve bu alanlara giriş yolları, verandalar vb. kullanımı fazla ve görüş olanağı olan bölgelerdir. Kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde

şebeke suyu yerine doğal su kaynaklarının kullanılması en büyük amaçlardan bir tanesi olmalıdır. Bu yüzden çalışma alanında yağmur ya da kar hasadının yapılabileceği yüzey alanların (çatı, geçirimsiz sert zemin vb.) bulunduğu kısımların bu bölgede yer alması tercih edilmelidir. Yani yağmur bahçelerinin kullanılması gereken bölgelerdir. Eğer yağmur ya da kar hasadının yapılabileceği sistemler yok ise çatıda ya da sert zeminlerdeki suların direk olarak su ihtiyacı fazla olan yağmur bahçelerine verilmesi sağlanmalıdır.

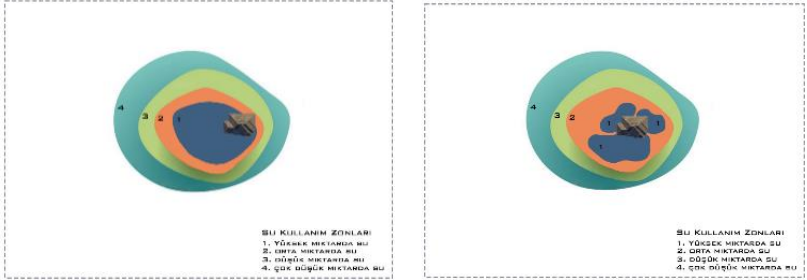
Ayrıca yapılardaki atık sularında kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde su kullanımı yüksek bölgelerde kullanımının sağlanması gerekmektedir. Sulama sistemlerinin en aktif kullanıldığı bölgelerdir. Basınçlı tam veya yarı otomatik sulama, damla sulama ve yağmurlama sulama sistemleri kullanılmalıdır. Özellikle fazla su tüketimi isteyen çim alanların bu bölgelerde değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca binaya yakın daha formal kullanımların yer aldığı ve gölge alanları da içerebilmektedir.

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında yoğun su kullanımı ve buharlaşarak kaybolan su miktarını azaltmak için büyük ölçekli su kullanımlarından kaçınmak gerekmektedir. Eğer su alanları kullanılacak ise küçük ölçekli biyolojik göletler şelale, havuz vb. yer verilmeli ve 1. Bölge'de kullanılmalıdır. Alanda mevcutta bulunan kuru dereler, su birikinti alanları, taban suyu yüksek alanlar vb. 1. Bölge'de içerisinde değerlendirilmelidir.

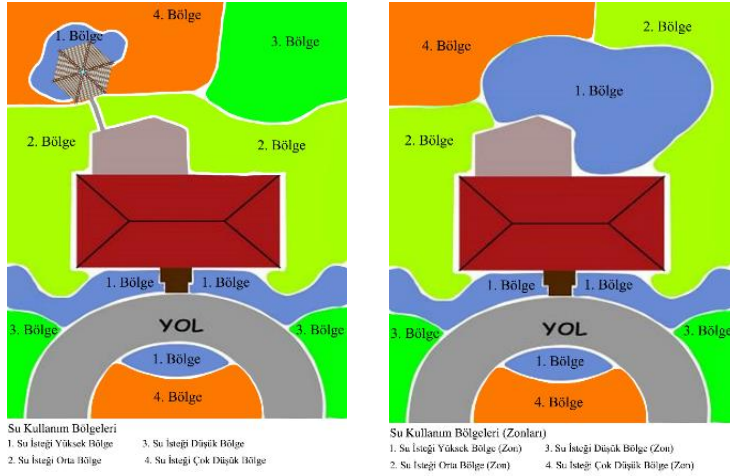
- 2) Su kullanımı orta bölgeler (2. Bölge/Zon II); Su kullanımlarının normal seviyede olacağı düşünülen alanlardır. Su isteği orta bitkilerin tercih edileceği bölgedir. Su toplama bakımından yapısal bakımdan az hacim kaplayan örtü elemanlarının (kameriye, çardak, pergola vb.) veya az oranda geçirimsiz yüzey barındıran sert zeminlerin bulunduğu alanlar 2. Bölge'de tercih edilmelidir. Bu alanlara da su ve nemi sağlamak için gerekli zamanlarda yağış sonrası akan ve depolanan sulardan da faydalanılabilir. Sulama sisteminin ikinci derecede kullanıldığı bölgelerdendir. Basınçlı tam veya yarı otomatik sulama, damla sulama ve yağmurlama sulama sistemleri kullanılmalıdır.
- 3) Su kullanımı az olan bölgeler (3. Bölge/Zon III); Bu bölgede kullanılan bitkiler, gelişme dönemlerini (1-2 yıl) tamamladıktan sonra ek suya çok az ve/veya hiç gereksinim duymazlar. Su

isteği az bitkilerin tercih edileceği bölgedir. Damlama ve zorunlu durumlarda el ile sulamanın yapılacağı bölgelerdir.

- 4) Su kullanımı çok az olan bölgeler (4. Bölge/Zon IV); Bu bölgede kullanılan bitkiler suya hiç gereksinim duymazlar. Su gereksinimini doğal yollardan karşılamaktadırlar. Bundan dolayı bu bölgeler susuzluğa toleranslı çok az olan bitkiler kullanılmalıdır. Bu bölgelerin çoğu, binalardan ve trafikçe yoğun alanlardan uzakta yer almaktadır. Genellikle tasarım alanının en dış bölgelerinde, su almayan örtü elemanları, saçak altları vb. bölgelerde kullanılması tercih edilmelidir. Eğer örtü elemanlarının altında kullanılıyor ise damlama sulamanın yapılması gerekmektedir (Şekil 2., Şekil 3.)



Şekil 2. Su kullanım ihtiyaçlarına göre bitki bölgeleri (zonları)



Şekil 3. Su kullanım ihtiyaçlarına göre bitki bölgeleri (zonları)

#### 4.2.Toprak Hazırlığı

Toprağın analizi hangi tür bitkilerin seçilip dikileceğini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısı suyun etkin kullanımın gerekli olduğu kurakçıl peyzaj çalışmalarında oldukça önemlidir. Bu yüzden toprak analizlerinin yapılması gerekmektedir. Bu analizlerde toprağın PH değeri, bitki besin elementlerinin düzeyi (azot, potasyum, fosfor, vb.), kum, kil, mil ve organik madde içerikleri belirlenmekte ve bu değerlere bağlı olarak iyileştirme çalışmaları belirlenmektedir. Bitkilerin büyümesi için gerekli ortam, elementlerin alımı ve artırılması ile su depolama fırsatı sunmaktadır. Yani kısacası canlılar için bir yaşam kaynağı oluşturmaktadır.

Kurak ya da yarı kurak bölgelerde toprak işlemenin amacı, suyu bünyesinde en üst şekilde depo etmek ve yabancı otların çıkışını azalmaktır. Yağışın bol olduğu dönemlerde toprağı kabartmak ve gevşek bırakmak suyun depo edilmesini kolaylaştırmaktadır. Eğer yağışlar şiddetli sağanak şeklinde düşüyorsa su erozyonuna karşı da, toprak yüzeyinde tedbirler almak gereklidir. Kurak bölgelerde nispi nem düşük olduğundan yağışlı bölgelere nazaran buharlaşma daha fazla olmakta bu durumda toprağın nemini düşürmektedir. Toprak işlemenin aşırı derecede ve sürekli yapılması da toprağın yapısını olumsuz etkilemektedir (Çorbacı vd., 2017).



Geleneksel ve kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılacak bitkiler dikilmeden önce, bitki dikim çukuruna daha iyi gelişmesi ve nemini koruması için bekletilmiş hayvan gübresi, kompost veya yosun-turba gibi organik materyaller ilave edilmelidir. Killi toprak gibi geçirimi düşük zeminlerde bu işlemin yapılması önerilmemektedir. Çünkü killi toprakta bulunan bitkilerin dikim çukurlarına koyulan organik materyaller, yağmur suyu veya sulama suyu ile birlikte kök çevresinde çok fazla nem yaparak köklerin boğulmasına ve bitkinin ölümüne neden olabilmektedir.

Killi topraklar yoğun, suyu bünyesine almakta zorlanan aldığı suyu zor bırakan bir özellik göstermektedir. Köklerinde su birikimini iç sevmeyen ibrelili taksonlar için bu durum bitkinin ölümü ile sonuçlanabilmektedir. Killi toprakların aksine kumlu topraklar ise suyu bünyelerinde kolayca uzaklaştırabilmektedirler. Doğal bitkilerle kullanıldığı bitkisel tasarım çalışmalarında, toprağın iyileştirilmesi için kumlu toprakla karıştırılarak gevşetilmesi yeterli olacaktır.

Analiz sonucunda toprağın iyileştirilmesi gerekiyor ise bitkisel toprak veya organik madde takviyesi yapılması gerekmektedir. Bu işlemler bitki dikimine başlanmadan önce tamamlanmalıdır. İslah edilmiş bir toprakta toprağın su tutma kapasitesi artmış, suyun bitkiler tarafından alınması kolaylaşmış ve bitki köklerinin yeterince hava almasını sağlayacak miktarda hava boşlukları oluşmuş olacaktır. Toprağın su tutma kapasitesi arttırmak ve dip köklerin su almasını sağlamak için bitkisel tasarımdan önce toprağı ıslah etmek gerekir. Toprağın 3-5 cm'lik kısmı organik materyallerle (kompost, iyi yanmış gübre, torf vb.) karıştırılarak daha faydalı hale getirilebilir. Uzun vadede bakım masraflarından tasarruf aynı zamanda dışarıdan getirilecek toprakların iyi kalitede olması ile de bağlantılıdır. Yabani ot tohumları çok olduğu bir toprak uzun vadede bakım işlemleri arttıracığından dışarıdan getirilecek toprağın temizliğinden emin olmak veya yapılacak müdahalelerle temizliğini sağlamak gereklidir (Çorbacı vd., 2017).

Arazi tesviyeleri ile yapılacak oynamalar ile suyun yönlendirilmesi ve yönetimi de sağlanabilir.

#### **4.3.Uygun Bitki Seçimi**

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında öncelikle alan üzerinde mevcut olarak bulunan bitkilerin korunarak kullanılması tercih edilmelidir. Bu

nedenle yapılacak bitkisel rölöve çalışması ile gelişmiş ve sağlıklı bitkilerin alanda kalmasına uygun olacak tasarımların yapılması gerekmektedir. Alanda mevcut olarak bulunan bitkiler, yeni bir sulama sistemine ihtiyaç duymayacak ve yeni bitkilere nazaran suyu daha az kullanabileceklerdir. Yeni kullanılacak taksonların ise mevcut taksonlara benzer ve aynı ekolojik koşullara ihtiyaç duyan doğal taksonlardan seçilmesi önem taşımaktadır.

Su isteği yüksek bitkiler ve çim alanlar yerine, estetik, fonksiyonel ve ekonomik açıdan bu tasarım anlayışına uygun, çok az veya az su isteyen doğal taksonların tercih edilmesi, suyun daha etkin ve verimli kullanılması açısından önem arz etmektedir. Doğal taksonlar, hastalık ve zararlılar ile ekstrem ortam koşullarına (tuz, yüksek ve düşük sıcaklık vb.) daha dayanıklıdır.

Az su isteyen bitki taksonlarının kullanılması tek başına yeterli değildir. Bitkilerin yoğun olarak ve su istekleri aynı olan taksonların birlikte kullanımını da su tüketimi konusunda etkilidir.

Türkiye'deki yanlış yargılardan bir tanesi de kurakçıl peyzaj tasarımlarının sadece sukkulent ve kaktüs bitkiler ile kaya bahçelerin meydana geldiğidir. Kurakçıl peyzaj çalışmalarında az su isteyen bitki taksonları başta olmak üzere farklı yapıdaki ağaç, çalı, yer örtücü, sarılıcı ve tırmanıcı vb. bitkilerinde kullanılması mümkündür. Çok su isteği olan bitki taksonları da kullanılabilir. Önemli olan kurakçıl peyzajı diğer geleneksel peyzaj kavramlarından ayırma bölgeleme çalışmasının doğru bir şekilde yerine getirilmesidir.

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında egzotik bitki kullanılmaz yargısı da doğru bir yaklaşım değildir. Tabii egzotik bitkilerin birçoğunun adaptasyon gücünün, su isteği, ekonomik ve bakım maliyetlerinin yüksekliği vb. nedenlere bağlı olarak, yaşamsal faaliyetlerinde güçlük yaşaması açısından kullanımına dikkat edilmesi gerekmektedir. Fakat kurakçıl peyzaj çalışmalarında fonksiyonel, estetik ve ekonomik özellikleri ile ön plana çıkan egzotik bitki taksonlarının da dengeli bir şekilde kullanılması mümkündür.

Tek yıllık, otsu yapıda ve belirli dönemler çiçeklenme periyoduna sahip olan mevsimlik bitkiler; çok çeşitli renk ve özellikteki yaprakları, çiçekleri ve meyveleri ile estetik görüntüler göstermeleri ile birlikte alanı vurgulama, boşlukları doldurma ve yönlendirme fonksiyonları ile

bitkisel tasarımlarda kullanılmaktadırlar. Fakat mevsimlik süs bitkilerinin birçoğunun su isteğinin yüksek olması dolayısıyla çim taksonları gibi peyzaj tasarımlarında fazla miktarlarda kullanılmaları alandaki su tüketimini arttırdığından çok fazla tercih edilmemelidir. Kullanılacak ise de az miktarda su isteği az olan taksonlar kullanılmalı veya benzer özellikleri ile ön plana çıkan su isteği az çok yıllık yer örtücü bitkiler tercih edilmelidir. Bu durum aynı zamanda her yıl mevsimlik çiçeklere ödenen bütçenin de azalmasına neden olacaktır.

Doğal bitki taksonu kavramı Türkiye’de bazen karıştırılmaktadır. Toplumda her doğal bitki her yerde yaşamını sürdürebilir bilinci vardır. Bu yanlış bir düşüncedir. Bitkinin yaşamını etkileyen birçok etmen vardır. Bu yüzden yerli ve yabancı birçok bilim adamı Türkiye’nin doğal bitkilerini tespit etmek için çalışmalar yürütmüşlerdir.

Türkiye’nin bitki örtüsü varlığı ve zenginliğinin ortaya konması açısından en kapsamlı çalışma Peter Hadland Davis’in 1965-1988 yılları arasında oluşturduğu, 9 cilt ve 2 ek ciltten oluşan ‘Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Flora of Turkey and the East Aegean Islands) çalışmasıdır (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000). 11 ciltlik Türkiye Florası’ndaki taksonların yayılışlarının belirlenmesinde, enlem ve boylamların geçtiği çizgiler temel alınarak ikişer derecelik karelere ayrılmıştır. Bu sistem; Karelej sistemi, Kareleme sistemi veya Grid sistemi olarak isimlendirilmektedir. Türkiye tüm alanlarında bulunan bitki taksonlarının yayılış alanlarını gösteren sistemdir. Bu sistemde her iki enlem ve boylam derecesi arası bir kareden oluşmaktadır. Kuzeyden güneye doğru alfabetik sıraya göre büyük harflerle (A, B, C) ve batıdan doğuya doğru rakamlarla (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) ifade edilen toplam 29 kare bulunur (A 10 yoktur). İki enlem derecesi arasındaki mesafe 220 km iki boylam arasındaki farkta 175 km’dir. Bir karenin alanı 38.500 km<sup>2</sup>’dir (Davis, 1965-1985; Güner vd., 2000; Yıldırım, 2014).

Türkiye bu kadar zengin bitki çeşitliliğine sahip olması; Anadolu’nun Asya ve Avrupa kıtaları arasında geçiş bölgesi yer alması, farklı iklim tiplerinin etkisi altında oluşu, üç farklı fitocoğrafik bölgenin kesişim noktasında bulunması ve farklı tip topoğrafik yapısından kaynaklanmaktadır (Davis vd., 1988; Seçmen vd., 2004). Bitki taksonlarının yayılış alanlarını bir takım coğrafik özellikler belirlemektedir. Coğrafi konuma bağlı sıcaklık ve yağış farklılıkları en

önemli etmenlerdendir. İklimsel ve coğrafi farklılıkların, bitki topluluklarının dünya üzerinde dağılışları ve ekolojileri üzerine etkilerini fitocoğrafya biliminin konusudur. Düzenli iklim koşullarına ve rahatlıkla tanınabilen, kendine özgü bitki örtüsünün bulunduğu alanlara fitocoğrafik bölge denmektedir (Efe, 2004). Türkiye; Avrupa-Sibirya flora bölgesi, Akdeniz flora bölgesi ve İran-Turan flora bölgesi olmak üzere üç flora bölge ile temsil edilmektedir (Avcı, 1993).

- Avrupa- Sibirya flora bölgesi Öksin ve Hırkaniyen olarak ikiye ayrılmış, İran'ın kuzeyi ve Taliş dağlarının yer aldığı alan Hırkaniyen, Karadeniz'e yakın olan batıdaki alan Öksin, olarak adlandırılmıştır (Avcı, 2005).
- Akdeniz flora bölgesi; Batı Anadolu, Batı-Orta Toroslar ve Amanoslar olmak üzere üçe ayrılmıştır. Batı Anadolu; Akdeniz kıyılarındakilere benzer bitki topluluklarının olduğu, Batı ve Orta Toroslar; Alp orojenik kuşağının güney kolunu kapsayan ve yoğun endemik taksonların bulunduğu; Amanos Dağları ise; yaz aylarında düşen yağış miktarı ve nemin fazlalığıyla flora tarihi açısından önemli bir alanı meydana getirmektedir (Avcı, 1993; Çakan & Byfield, 2005; Şenkul & Kaya, 2017).
- İran-Turan flora bölgesi; Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerini kapsamaktadır. Bu alan step, dağ stepi ve yarı kurak özellik içermektedir. Türkiye genel olarak kendisini çevreleyen Avrupa-Sibirya ve Akdeniz flora bölgelerinin özelliklerini göstermektedir (Avcı, 2005).

Türkiye'de 167 ailya, 1320 cins, 9996 tür, 263 melez tür, 1989 alttür, 867 varyete, 3649 endemik, 171 yabancı, 70 tarım ve 11466 doğal olmak üzere toplam 11707 bitki taksonu yer almaktadır (Boissier, 1867-1888; Davis, 1965-1988; Güner, 2000; Ekim vd., 2000; Güner vd., 2012; Yıldırım, 2014). 12.000 civarındaki bitki taksonu ve bunların yaklaşık 3/1'lik kısmının endemik olması ile Türkiye dünyanın değişkenlik gösteren ekolojik şartlara sahip önemli ülkelerden biri konumundadır (Şenkul & Kaya, 2017).

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında su isteklerine göre doğal bitki taksonu seçiminde öncelikli olarak üst ölçekten alt ölçeğe geçebilmek adına, çalışılacak alanın hangi fitocoğrafik bölgede ve/veya Davis'in kareleme sisteminin yer aldığı tespit edilerek ona uygun doğal bitki taksonu

seçimi önem arz etmektedir. Türkiye'nin doğal bitkisi olduğu düşünülerek, Avrupa-Sibirya flora bölgesindeki bir bitki taksonunu Akdeniz flora bölgesinde kullanılmaktadır. Bu durum bitkinin yaşam faaliyetlerinde zorluk çekmesine veya ölmesine sebep olmaktadır. Aynı durum Davis'in kareleme sistemi içinde geçerlidir. A8 karesinde doğal olarak yaşayan bir bitkiyi C4 karesinde kullanmak benzer durumlara neden olmaktadır. Örnek olarak, Doğu Karadeniz bölgesinde doğal yayılış gösteren *Picea orientalis* (L.) Link (Doğu Karadeniz Ladini)'nin Akdeniz bölgesinde kullanılmasıdır. Bu durum bitkinin yaşamsal faaliyetleri sürdürmesinde zorluklarla karşılaşmasına ve ölümüne sebep olabilmektedir. Bu yüzden kurakçıl peyzaj çalışma alanına bulunduğu Davis'in kareleme sistemindeki alanın veya fitocoğrafik bölgenin içerisinde yaşayabilen, alanın ekolojik özelliklere uygun doğal bitki taksonu kullanmak önem taşımaktadır.

Su isteği az olan bölgeye özgü doğal taksonların kullanımını, özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu iklim koşullarında doğa ile uyumlu ve bakım maliyetlerinin daha az olduğu alanların oluşturulmasını düşünülerek sürdürülebilir peyzaj tasarımlarının meydana getirmenin yanında çevreye uyumlu ve sağlıklı bir bitki örtüsünün oluşturulmasına da olanak sunmaktadır (Sarı ve Karaşah, 2015; Bayramoğlu, 2016; Çorbacı vd. 2017; Söğüt vd., 2018; Çorbacı ve Bayramoğlu 2021; Ünal Çilek, 2022; Karaşah vd., 2023; Kavuran ve Yılmaz 2022; Sarı vd., 2022).

Türkiye'deki en önemli sorunlarda bir tanesi, bitki varlığı olarak Avrupa'nın  $\frac{3}{4}$ 'e sahip olmasına rağmen kentsel açık yeşil alanlarda kullanılacak özellikteki (boy, tepe çapı, gövde çapı, çeşit vb.) doğal taksonların fidanlıklarda bulunmaması ve üretim eksikliğidir. Devlet fidanlıkların da bölgesine göre doğal taksonlar üretilmekte fakat tasarımcının istediği ölçü ve çeşit zenginliğinde olmaması taleplerin egzotik bitkilere doğru yönelmesi neden olmaktadır.

Kentsel yeşil alanlarda peyzaj özellikleri ile ön plana çıkan doğal taksonların ve çok tercih edilen egzotik bitkilerin su ihtiyaçlarının gerçek zamanlı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Literatür incelendiğinde bu konuda yeterli çalışmalar yapılmadığı ortaya çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliğinin etkisi ile daha şiddetli ve uzun süren hava sıcaklıkları kurak alanların ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Backhaus vd., 2014). Bu durum kuraklığa dayanıklı bitki taksonlarının

bilinmesi için daha fazla bilimsel çalışmanın yapılması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Kuraklık stresinin *Ocimum basilicum* L. (Pirbalouti vd., 2017), *Lavandula latifolia* Medik. (García-Caparrós vd., 2019), *Mentha piperita* L. (Alhaithloul vd., 2020), *Thymus vulgaris* L. (Mahdavi vd., 2020) ve *Stevia rebaudiana* Bertoni (Yalçın vd., 2021) vb. bitki taksonları üzerindeki etkisi ile ilgili çeşitli araştırmalar bulunmaktadır.

Ayrıca yabancı kaynaklı literatür bilgileri ile bitkilerin su isteklerini tespit ederek kullanmak bazen doğru sonuçlar vermemektedir. Bu konuda bilimsel çalışmaların artırılması ve ülkemizde yetişen doğal bitki taksonlarının su istekleri belirlenerek sınıflandırılması en doğru yaklaşım olacaktır. Kurakçıl peyzaj çalışmaları için, sınıflandırmada su isteği çok az ya da az olarak belirlenen bitki taksonların üretimi teşvik edilmelidir. Bu yöntemle, hem yöre insanına ekonomik katkı sağlanmış hem de bitkilerin piyasada bulunabilirliği artırılmış olacaktır.

Akdeniz ikliminin etkisinde olan bölgelere özgü, herdem yeşil, derimsi yaprakları olan, yaklaşık 1-2 metre boyundaki küçük ağaç ve çalılardan oluşan doğal bitkilere maki, makinin tahribinden sonra alanı kaplayan sekonder bitki topluluğuna da garig denilmektedir. Maki ve garig bitki örtüsü, sıcaklığa ve kuraklığa iyi uyum sağlayabilen bitki taksonlarından meydana gelir. Maki ve garig bitki örtüsü, su döngüsüne katkı sağlamakla birlikte yağışları toprakta tutarak yer altı su kaynaklarını beslemektedir. Akdeniz iklim etkisinin görüldüğü iç kesimlere kadar sokulabilirken, dikey yönde Akdeniz kıyılarında 700-800 m'lere, Ege kıyılarında 400-600 m'ye ve Marmara kıyılarında 300-400 m'ye kadar yayılış göstermektedirler. (Yılmaz, 1993; Baştürk ve Aladağ 2009). Maki ve garig bitki örtüsünde yer alan bitkilerin su istekleri az olmasından dolayı kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılmaları uygundur.

### **Kurakçıl Peyzaj Çalışmalarında Kullanılabilecek Bazı Bitki Taksonları**

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılabilecek bazı bitki taksonları listesi oluşturulurken daha çok Türkiye'de kentsel açık yeşil alanlarda kullanılan bazı doğal ve egzotik bitki taksonları seçilmiştir. Buna ilave olarak peyzaj uygulama çalışmalarında hiç kullanılmayan su isteği çok az ya da az olan doğal bitki taksonlarımıza da yer verilmiştir.

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılabilir bitki taksonlarının özellikleri verilirken aşağıda belirtilen ölçütler dikkate alınmıştır. Bitkiler doğallık durumuna göre; doğal/yerli (D), egzotik/ yabancı yurtlu (E) ve yarı doğal/doğallaşmış (YD) şeklinde sınıflandırılmıştır. Doğallaşmış taksonlar, egzotik olmalarına rağmen Türkiye’de oldukça yaygın olarak kullanılmış olması ve istilacı özelliklerinden dolayı bu şekilde sınıflandırılmıştır. Kuraklık indeksine bağlı olarak bitkilerin su istekleri ve bölgeleme (**Şekil 1**); çalışmada kullanılacakları alanlara göre; **su isteği çok az/4**. Bölge (**4**), **su isteği az/3**. Bölge (**3**), su isteği orta/2. Bölge (**2**) ve su isteği yüksek/1. Bölge (**1**) şeklinde birlikte verilmiştir (Tablo 1).

Bitkilerin doğallık durumu, kuraklık indekslerine göre su istekleri ve kullanabilecekleri bölgeler; Davis, 1965-1985; Boissier, 1867-1888; Davis vd., 1988; Anonymous, 2004; Baştürk ve Aladağ 2009; Güner vd., 2012; Rauch and Weissich 2014, Baltzoi vd., 2015; Çetinkale Demirkan ve Akat, 2017; Zencirkıran ve Akdeniz, 2017; Çorbacı vd., 2017; Çakar vd., 2018; Çorbacı ve Bayramoğlu 2021; Çöp ve Akat, 2021; Çorbacı ve Ekren, 2022, Ismaeil ve Sobaih 2022, Karaşah, 2022; Anonim, 2024e çalışmaları incelenerek oluşturulmuştur.

Tablo 1’de yer alan bitki taksonlarına, kurakçıl peyzaj çalışmalarında öncelik verilmesi için su isteği çok az (4), **az (3)** ve **çok az/az (3-4)** olanlar metin içerisinde kalın yazı tipinde verilmiştir.

**Tablo 1.** Bölgeleme (zonlama) yapılarak uygulanacak peyzaj çalışmalarında kullanılabilir bazı bitkilerin doğallık durumları, kuraklık indekslerine bağlı su istekleri ve kullanabileceği bölgeleme (zonlama) alanları (Orijinal, 2024)

<b>İBRELİ AĞAÇ VE AĞAÇCIKLAR</b>			
<b>No</b>	<b>Latince Adı</b>	<b>Doğallık</b>	<b>Kuraklık İndeksi ve Bölgeleme</b>
1	<i>Abies cephalonica</i> Loudon	E	2
2	<i>Abies cilicica</i> (Antoine & Kotschy) Carrière	D	2-3
3	<i>Abies concolor</i> (Gordon) Lindl. ex Hildebr.	E	2
4	<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	D	1-2
5	<i>Abies pinsapo</i> Boiss.	E	2-3
6	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carrière	E	2-3
7	<i>Cedrus deodara</i> (Roxb. ex D.Don) G.Don	E	2-3
8	<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	D	2-3
9	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray) Parl.	E	1

10	<i>Chamaecyparis pisifera</i> (Siebold & Zucc.) Endl.	E	1
11	<i>Cupressus macrocarpa</i> Hartw.	E	2-3
12	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	D	2-3
13	<b><i>Ephedra majör</i> Host</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
14	<i>Ginkgo biloba</i> L.	E	2
15	<b><i>Juniperus drupacea</i> Lab.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
16	<b><i>Juniperus excelsa</i> M. Bieb. subsp. <i>excelsa</i></b>	<b>D</b>	<b>4</b>
17	<b><i>Juniperus foetidissima</i> Willd.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
18	<b><i>Juniperus oxycedrus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
19	<b><i>Juniperus phoenica</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
20	<b><i>Juniperus scopulorum</i> Sarg.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
21	<i>Larix occidentalis</i> Nutt.	E	2
22	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	E	2
23	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss	E	2
24	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	D	1-2
25	<i>Picea pungens</i> Engelm.	E	2
26	<b><i>Pinus brutia</i> Ten.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
27	<b><i>Pinus brutia</i> Ten. var. <i>brutia</i></b>	<b>D</b>	<b>3</b>
28	<i>Pinus griffithii</i> (Hook.f.) Parl.	E	2-3
29	<b><i>Pinus halepensis</i> Miller</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
30	<i>Pinus mugo</i> (Willk.) P. Schmidt	E	2-3
31	<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	D	2-3
32	<i>Pinus nigra</i> J. F. Arnold subsp. <i>nigra</i> var. <i>caramanica</i> (Loudon) Rehder	D	2-3
33	<i>Pinus nigra</i> Arnold subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe	D	2-3
34	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	E	2-3
35	<b><i>Pinus pinea</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
36	<b><i>Pinus ponderosa</i> P. Lawson &amp; C. Lawson</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
37	<i>Pinus radiata</i> D.Don	E	2-3
38	<i>Pinus strobus</i> L.	E	2
39	<i>Pinus sylvestris</i> L.	D	2-3
40	<i>Pinus sylvestris</i> L. var. <i>hamata</i> Steven	D	2-3
41	<b><i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
42	<i>Taxus baccata</i> L.	D	2
43	<i>Thuja occidentalis</i> L.	E	2
44	<i>Thuja orientalis</i> L.	E	2
45	<i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don	E	1
<b>İBRELİ ÇALILAR</b>			
1	<i>Juniperus chinensis</i> 'Pfitzeriana' (Späth) Rehder	E	2-3
2	<b><i>Juniperus communis</i> L. var. <i>communis</i></b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
3	<b><i>Juniperus communis</i> L. var. <i>saxatalis</i> Pall.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>



4	<i>Juniperus communis</i> L. 'Hibernica'	D	2-3
5	<b><i>Juniperus horizontalis</i> Moench</b>	E	3
6	<b><i>Juniperus oxycedrus</i> L. subsp. <i>oxycedrus</i> L.</b>	D	3-4
7	<b><i>Juniperus sabina</i> L.</b>	D	3-4
8	<i>Juniperus sabina</i> var. <i>tamariscifolia</i> Aiton	D	2-3
9	<i>Juniperus squamata</i> Lamb. 'Blue Carpet'	E	2-3
10	<i>Juniperus virginiana</i> L. 'Skyrocket'	E	2-3
11	<i>Pinus mugo</i> Turra	E	2-3
<b>GENİŞ YAPRAKLI AĞAÇLAR ve AĞAÇCIKLAR</b>			
1	<i>Acacia cyanophylla</i> Lindl.	E	2-3
2	<i>Acacia karroo</i> HAYNE	D	2-3
3	<i>Acer assyriacum</i> Pojark.	D	2
4	<i>Acer campestre</i> L.	D	2
5	<i>Acer cappadocicum</i> Gleditsch	D	1-2
6	<i>Acer divergens</i> Pax var. <i>divergens</i> Pax	D	2-3
7	<i>Acer ginnala</i> Maxim.	E	2
8	<i>Acer heldreichi</i> Orph. ex Boiss	E	2
9	<i>Acer hyrcanum</i> Fisch. Et Mey. subsp. <i>hyrcanum</i> Fisch. Et Mey.	D	2-3
10	<i>Acer japonicum</i> Thunb.	E	1
11	<i>Acer monspessulanum</i> L.	D	2-3
12	<i>Acer negundo</i> L.	YD	2
13	<i>Acer obbusifolium</i> Sm.	D	2
14	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	E	2
15	<i>Acer platanoides</i> L.	D	1-2
16	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	D	2-3
17	<i>Acer saccharinum</i> L.	E	2
18	<b><i>Acer sempervirens</i> L.</b>	D	3-4
19	<b><i>Acer tataricum</i> L.</b>	D	3-4
20	<i>Acer trautvetteri</i> Medw.	D	2-3
21	<i>Aesculus x carnea</i> Zeyh.	E	2
22	<i>Aesculus glabra</i> Willd.	E	2
23	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	E	2
24	<i>Aesculus pavia</i> L.	E	2
25	<b><i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle</b>	YD	3-4
26	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	E	2-3
27	<b><i>Amelanchier alnifolia</i> Nutt.</b>	E	3
28	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	D	2
29	<i>Amygdalus communis</i> L.	D	2
30	<i>Amygdalus kotschyi</i> Boiss. & Hohen	D	2-3
31	<i>Amygdalus lycioides</i> Spach	D	2-3
32	<i>Amygdalus orientalis</i> Miller	D	2-3

33	<i>Amygdalus webbii</i> Spach	D	2-3
34	<b><i>Arbutus andrachne</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
35	<b><i>Arbutus unedo</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
36	<i>Bauhinia x blakeana</i> Dunn	E	2-3
37	<i>Bauhinia purpurea</i> Wall.	E	2-3
38	<i>Bauhinia variegata</i> L.	E	2-3
39	<i>Barnebydendron riedelii</i> (Tul.) J.H. Kirkbr.	E	2
40	<i>Betula pendula</i> Roth	D	1-2
41	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	D	1-2
42	<i>Buxus sempervirens</i> L.	D	2
43	<b><i>Caesalpinia pulcherrima</i> Swartz</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
44	<i>Callistemon citrinus</i> (Curtis) Skeels	E	2
45	<i>Carpinus betulus</i> L.	D	2
46	<b><i>Cassia roxburghii</i> DC.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
47	<b><i>Castanea sativa</i> Mill.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
48	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter	E	2
49	<i>Celtis occidentalis</i> L.	E	2
50	<i>Celtis australis</i> L.	D	2-3
51	<b><i>Cerasus avium</i> (L.) Moench</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
52	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Miller var. <i>mahaleb</i> (L.) Miller	D	2
53	<b><i>Ceratonia siliqua</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
54	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.	E	2
55	<i>Cercis canadensis</i> L.	E	2
56	<i>Cercis siliquastrum</i> L.	D	2
57	<b><i>Clusia rosea</i> Jacq.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
58	<b><i>Colvillea racemosa</i> Bojer</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
59	<b><i>Conocarpus erectus</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
60	<b><i>Cordia sebestena</i> Forssk.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
61	<b><i>Cordyline australis</i> (G.Forst.) Endl.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
62	<i>Cornus florida</i> L.	E	2
63	<i>Cornus kousa</i> Burg.	E	2
64	<i>Cornus mas</i> L.	D	1-2
65	<i>Corylus colurna</i> L.	D	1-2
66	<b><i>Cotinus coggyria</i> Scop.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
67	<i>Crataegus mollis</i> (Torr. & A.Gray) Scheele	E	2
68	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	D	2-3
69	<i>Crataegus peshmenii</i> Dönmez	D	2-3
70	<i>Crataegus punctata</i> Jacq.	E	2
71	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	D	2-3
72	<b><i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
73	<b><i>Elaeagnus angustifolia</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>

74	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb.	E	2-3
75	<i>Elaeagnus x ebbingei</i> Door.	E	2-3
76	<i>Elaeodendron orientale</i> Jacq.	E	2
77	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	E	2
78	<i>Eugenia uniflora</i> L.	E	2
79	<i>Fagus grandifolia</i> Ehrh.	E	2
80	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.	D	1-2
81	<i>Fagus sylvatica</i> L.	D	2
82	<b><i>Ficus carica</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
83	<i>Ficus lyrata</i> Warb.	E	2
84	<b><i>Ficus palmeri</i> S. Watson</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
85	<i>Frangula dodonei</i> Ard.	D	2-3
86	<i>Fraxinus americana</i> L.	E	2
87	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	D	2
88	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	D	2
89	<i>Fraxinus pennsylvanica</i> Marsh.	E	2-3
90	<b><i>Guaiacum officinale</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
91	<b><i>Gleditsia triacanthos</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
92	<i>Juglans nigra</i> L.	E	2
93	<i>Juglans regia</i> L.	D	2
94	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	E	2-3
95	<b><i>Lagerstroemia indica</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
96	<i>Laurocerasus officinalis</i> Roemer	D	1-2
97	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	E	2
98	<i>Liquidambar orientalis</i> Mill.	D	2
99	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	E	2
100	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	E	1-2
101	<b><i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
102	<i>Magnolia grandiflora</i> L.	E	2
103	<i>Magnolia x soulangeana</i> Soul.-Bod.	E	2
104	<i>Malus domestica</i> Borkh.	E	2
105	<i>Malus floribunda</i> Siebold ex Van Houtte	E	2
106	<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.	D	1-2
107	<i>Melaleuca bracteata</i> F. Muell.	E	2
108	<b><i>Morinda citrifolia</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
109	<i>Morus alba</i> L.	E	2
110	<i>Morus nigra</i> L. 'Pendula'	E	2
111	<i>Musa acuminata</i> Colla.	E	1
112	<b><i>Myoporum sandwicense</i> A. Gray</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
113	<i>Noronhia emarginata</i> (Lam.) Thouars	E	2
114	<b><i>Olea europaea</i> L. var. <i>europaea</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
115	<b><i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Lehr.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>

116	<i>Parrotia persica</i> C.A.Mey.	E	2
117	<b><i>Phillyrea latifolia</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
118	<i>Platanus acerifolia</i> Willd.	E	1-2
119	<i>Platanus occidentalis</i> L.	E	1-2
120	<i>Platanus orientalis</i> L.	D	1-2
121	<b><i>Plumeria obtusa</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
122	<b><i>Prosopis pallida</i> (Humb. &amp; Bonpl. ex Willd.) Kunth</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
123	<b><i>Pistacia atlantica</i> Desf.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
124	<b><i>Pistacia leutiscus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
125	<b><i>Pistacia terebinthus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
126	<b><i>Pittosporum tobira</i> (Thunb.) W.T. Aiton</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
127	<i>Populus alba</i> L.	D	2-3
128	<i>Populus</i> x <i>canescens</i> (Aiton) Sm.	D	2-3
129	<i>Populus nigra</i> L.	D	2
130	<i>Populus tremula</i> L.	D	2
131	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	E	2
132	<i>Prunus armeniaca</i> L.	E	2
133	<b><i>Prunus aquifolioides</i> Chun</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
134	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	E	2
135	<i>Prunus cerasus</i> L.	E	2
136	<i>Prunus maackii</i> Rupr.	E	2
137	<i>Prunus serrulata</i> Lindl. 'Kanzan'	E	2
138	<i>Prunus tomentosa</i> Thunb.	E	2
139	<i>Prunus virginiana</i> 'Schubert' G.N. Jones	E	2
140	<b><i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
141	<b><i>Pterocarya fraxinifolia</i> (Poir.) Spach</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
142	<b><i>Pyrus amygdaliformis</i> Vill. var. <i>amygdaliformis</i> Vill.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
143	<b><i>Quercus aucheri</i> Jaub. et Spach.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
144	<i>Quercus brantii</i> Lindl.	D	2-3
145	<i>Quercus cerris</i> L.	D	2-3
146	<b><i>Quercus coccifera</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
147	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	D	2-3
148	<i>Quercus hartwissiana</i> Steven	D	2-3
149	<b><i>Quercus ilex</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
150	<b><i>Quercus infectoria</i> Olivier.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
151	<i>Quercus ithaburensis</i> Decne. subsp. <i>macrolepis</i> (Kotschy) Hedge	D	2-3
152	<i>Quercus libani</i> Olivier	D	2-3
153	<b><i>Quercus macrocarpa</i> Michx.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
154	<i>Quercus palustris</i> Muench	E	2

155	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Lieb.	D	2-3
156	<i>Quercus pontica</i> C. Koch.	D	2-3
157	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	D	2-3
158	<i>Quercus robur</i> L.	D	2-3
159	<i>Quercus rubra</i> L.	E	2
160	<i>Quercus trojana</i> P.B.Webb	D	2-3
161	<i>Quercus vulcanica</i> (Boiss. Heldr. ex) Kotschy	D	2-3
162	<i>Robinia hispida</i> L.	E	2-3
163	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	YD	2-3
164	<i>Salix acmophylla</i> Boiss.	D	1-2
165	<i>Salix alba</i> L.	D	1
166	<i>Salix babylonica</i> L.	E	1
167	<i>Salix caprea</i> L.	D	1
168	<i>Salix matsudana</i> Koidz.	E	1
169	<i>Salix nigra</i> Marshall	E	1
170	<i>Salix viminalis</i> L.	D	1
171	<i>Schinus molle</i> L.	E	1
172	<i>Sophora japonica</i> L.	E	2-3
173	<i>Sorbus domestica</i> L.	D	2-3
174	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	D	2-3
175	<i>Sorbus umbellata</i> (Desf.) Fritsch var. <i>umbellata</i> (Desf.) Fritsch	D	2-3
176	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz var. <i>torminalis</i> (L.) Crantz	D	2-3
177	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.	E	1
178	<i>Tabernaemontana divaricata</i> (L.) R. Br. ex Roem. & Schult.	E	2-3
179	<i>Tilia alba</i> Aiton	E	1-2
180	<i>Tilia argentea</i> Desf. Ex Dc.	D	1-2
181	<i>Tilia cordata</i> Mill.	D	1-2
182	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	D	1-2
183	<i>Tilia rubra</i> DC. subsp. <i>caucasica</i> (Rupr.) V. Engler	D	1-2
184	<i>Tilia tomentosa</i> Moench	D	1-2
185	<i>Tilia x europaea</i> L.	E	1-2
186	<i>Ulmus americana</i> Marshall	E	2
187	<b><i>Ulmus glabra</i> Huds.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
188	<b><i>Ulmus laevis</i> Pall.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
189	<b><i>Ulmus minor</i> Miller</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
190	<i>Zelkova carpinifolia</i> (Pall.) K. Koch.	D	2-3
191	<b><i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
<b>GENİŞ YAPRAKLI ÇALILAR</b>			

1	<i>Acalypha wilkesiana</i> Müll. Arg.	E	2
2	<b><i>Amelanchier rotundifolia</i> (Lam.) Dum.-Courset subsp. <i>rotundifolia</i> (Lam.) Dum.-Courset</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
3	<b><i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
4	<b><i>Atriplex rosea</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
5	<i>Asparagus densiflorus</i> (Kunth) Jessop	E	2-3
6	<i>Asparagus officinalis</i> L.	D	2-3
7	<i>Asparagus persicus</i> Baker	D	2-3
8	<b><i>Berberis crataegina</i> DC.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
9	<b><i>Berberis cretica</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
10	<b><i>Berberis integerrima</i> Bunge</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
11	<b><i>Berberis thunbergii</i> DC.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
12	<b><i>Berberis vulgaris</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
13	<b><i>Bontia daphnoides</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
14	<i>Buddleja davidii</i> Franch.	E	2
15	<i>Buxus sempervirens</i> L. 'Rotundifolia'	D	2
16	<b><i>Calicotome villosa</i> (Poiret) Link</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
17	<i>Calliandra haematocephala</i> Hassk.	E	2
18	<b><i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
19	<b><i>Calotropis gigantea</i> (L.)R.Br.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
20	<i>Camellia sinensis</i> L.	YD	1-2
21	<b><i>Caragana arborescens</i> Lam.</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
22	<b><i>Caragana grandiflora</i> (M.Bieb) DC.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
23	<b><i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
24	<b><i>Ceanothus azureus</i> Desf. Ex Paxton</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
25	<b><i>Cistus creticus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
26	<b><i>Cistus laurifolius</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
27	<b><i>Cistus parviflorus</i> Lam.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
28	<b><i>Cistus salviifolius</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
29	<b><i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
30	<b><i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Blume</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
31	<b><i>Colutea cilicica</i> Boiss. &amp; Bal.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
32	<i>Cornus alba</i> L.	E	2-3
33	<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>cilicica</i> (Wangerin) Chamberlain	D	2-3
34	<i>Cornus stolonifera</i> Michx.	E	2-3
35	<i>Corylus avellana</i> L. var. <i>pontica</i> (C. Koch) Winkler	D	1-2
36	<i>Cotoneaster dammeri</i> C.K.Schneid.	E	2-3
37	<i>Cotoneaster franchetii</i> Bois.	E	2-3
38	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Decne.	E	2
39	<b><i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik</b>	<b>D</b>	<b>3</b>

40	<i>Cotoneaster lacteus</i> W.W.Sm.	E	2-3
41	<b><i>Cotoneaster meyeri</i> Pojark.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
42	<b><i>Cotoneaster melanocarpus</i> Lodd.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
43	<b><i>Cotoneaster morulus</i> Pojark</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
44	<b><i>Cotoneaster multiflorus</i> Bunge</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
45	<b><i>Cotoneaster nummularia</i> Fich. et. Mey</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
46	<b><i>Cotoneaster transcaucasicus</i> Pojark.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
47	<b><i>Cotoneaster tomentosa</i> (Ait.) Lindl.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
48	<i>Crinum asiaticum</i> L.	E	2
49	<i>Cuphea ignea</i> A. DC.	E	2
50	<i>Cydonia japonica</i> Lindl.	E	2
51	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	E	2-3
52	<b><i>Cytisus cassius</i> Boiss.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
53	<b><i>Cytisus orientalis</i> Loisel</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
54	<i>Daphne glomerata</i> Lam.	D	2-3
55	<i>Daphne mezereum</i> L.	D	2-3
56	<i>Daphne odora</i> Thunb.	E	2-3
57	<i>Daphne pontica</i> L.	D	2-3
58	<i>Dioon edule</i> Lindl.	E	2-3
59	<b><i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
60	<b><i>Duranta erecta</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
61	<b><i>Elaeagnus pungens</i> Thunb. ‘Maculata Aurea’</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
62	<b><i>Erica arborea</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
63	<b><i>Erica manipuliiflora</i> Salisb.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
64	<i>Eugenia myrtifolia</i> Cambess.	E	2-3
65	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Sieb.	E	1
66	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	E	2
67	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	E	2
68	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill.	D	2
69	<i>Euphorbia dendroides</i> L.	<b>D</b>	<b>4</b>
70	<i>Forsythia x intermedia</i> Zabel.	E	2-3
71	<i>Galphimia gracilis</i> Bartl.	E	2
72	<b><i>Gardenia brighamii</i> H. Mann</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
73	<b><i>Gardenia jasminoides</i> J.Ellis</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
74	<b><i>Hibiscus ovalifolius</i> (Forssk.) Vahl</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
75	<i>Hibiscus rosa sinensis</i> Linn.	E	2
76	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	E	2
77	<b><i>Hippophae rhamnoides</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
78	<b><i>Holmskioldia sanguinea</i> Retz.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
79	<i>Hydrangea arborescens</i> L.	E	1-2
80	<i>Hydrangea paniculata</i> Sieb.	E	1-2
81	<i>Ilex aquifolium</i> L.	D	2-3

82	<i>Ilex colchica</i> Poj.	D	2-3
83	<i>Ilex cornuta</i> (Pursh) Chapm.	E	2
84	<b><i>Jasminum fruticans</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
85	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC	E	2
86	<i>Kolkwitzia amabilis</i> Graebn.	E	2
87	<b><i>Lantana camara</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
88	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. subsp. <i>angustifolia</i>	D	2-3
89	<i>Lavandula dentata</i> L.	E	2-3
90	<i>Lavandula stoechas</i> L.	D	2-3
91	<b><i>Leucophyllum frutescens</i> (Berland.) I.M. Johnst.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
92	<i>Ligustrum delavayanum</i> Har.	E	2-3
93	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk	E	2
94	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	D	2
95	<i>Lonicera caucasica</i> Pallas subsp. <i>orientalis</i> (Lam.) Chamb. Et Long	D	2-3
96	<i>Lonicera nitida</i> E.H. Wilson	E	2-3
97	<i>Lonicera tatarica</i> L.	E	2-3
98	<i>Magnolia stellata</i> (Siebold & Zucc.) Maxim.	E	2
99	<i>Mahonia aquifolium</i> (Pursh) Nutt.	E	2-3
100	<i>Mespilus germanica</i> L.	D	2-3
101	<b><i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
102	<b><i>Myoporum sandwicense</i> A. Gray</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
103	<b><i>Myrtus communis</i> L. subsp. <i>communis</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
104	<b><i>Nerium oleander</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
105	<i>Osmanthus heterophyllus</i> (G.Don) P.S.Green	E	2-3
106	<b><i>Osyris alba</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
107	<i>Paeonia suffruticosa</i> Andr.	E	2
108	<b><i>Paliurus spina-christii</i> Mill.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
109	<i>Paxistima canbyi</i> A. Gray	E	2
110	<i>Philadelphus caucasicus</i> Koehne	E	2-3
111	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	E	2-3
112	<i>Photinia x fraseri</i> Dress	E	2
113	<i>Phyllostachys bambusoides</i> Siebold & Zucc.	E	1-2
114	<i>Physocarpus opulifolius</i> (L.) Maxim	E	2-3
115	<i>Pieris japonica</i> D. Don	E	1
116	<i>Pittosporum tobira</i> 'Nana' L.	E	2
117	<i>Plumeria obtusa</i> L.	E	2
118	<b><i>Potentilla fruticosa</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
119	<b><i>Prasium majus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
120	<i>Prinsepia utilis</i> Royle	E	2-3



121	<i>Pseuderanthemum carruthersii</i> (Seem.) Guillaumin	E	2
122	<b><i>Punica granatum</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
123	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	D	2-3
124	<b><i>Rhamnus alaternus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
125	<b><i>Rhamnus oleoides</i> L. subsp. <i>graecus</i> (Boiss. Et Reut.) Holmboe</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
126	<b><i>Rhaphiolepis indica</i> (L.) Lindl. ex Ker Gawl.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
127	<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall.	D	1-2
128	<i>Rhododendron luteum</i> Sweet.	D	1
129	<i>Rhododendron ponticum</i> L.	D	1
130	<b><i>Rhus aromatica</i> Ait.</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
131	<b><i>Rhus coriaria</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
132	<i>Rhus glabra</i> L.	E	2-3
133	<i>Rhus typhina</i> L.	E	2-3
134	<i>Ribes alpinum</i> L.	E	2-3
135	<i>Ribes aureum</i> Pursh	E	2
136	<i>Ribes orientale</i> Desf.	D	2-3
137	<i>Ricinus communis</i> L.	E	2
138	<b><i>Rondeletia odorata</i> Jacq.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
139	<i>Rosa canina</i> L.	D	2-3
140	<i>Rosa hemisphaerica</i> J. Herrm.	D	2-3
141	<i>Rosa phoenicia</i> Boiss.	D	2-3
142	<i>Rosa pulverulenta</i> Bieb.	D	2-3
143	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	E	2-3
144	<b><i>Rosmarinus officinalis</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
145	<b><i>Ruscus aculeatus</i> L. var. <i>aculeatus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
146	<i>Salix brachycarpa</i> Nutt.	E	1
147	<b><i>Sambucus nigra</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
148	<b><i>Sarcopoterium spinosum</i> (L.) Spach</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
149	<b><i>Satureja thymbra</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>4</b>
150	<b><i>Scaevola taccada</i> (Gaertn.) Roxb.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
151	<b><i>Shepherdia argentea</i> (Pursh.) Nutt.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
152	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Braun	E	2-3
153	<b><i>Spartium junceum</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
154	<i>Spiraea x bumalda</i> Burv.	E	2-3
155	<b><i>Spiraea crenata</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
156	<b><i>Spiraea hypericifolia</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
157	<i>Spiraea x vanhouttei</i> (Briot) Zabel	E	2-3
158	<b><i>Strelitzia juncea</i> Link</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
159	<b><i>Strelitzia nicolai</i> Regel &amp; Körn.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
160	<b><i>Strelitzia reginae</i> Aiton</b>	<b>E</b>	<b>3</b>

161	<i>Styrax officinalis</i> L.	D	3-4
162	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) S.F. Blake	E	3
163	<i>Symphoricarpos orbiculatus</i> Moench	E	3
164	<i>Syringa chinensis</i> Willd.	E	2-3
165	<i>Syringa reticulata</i> (Bl.) Hara	E	2-3
166	<i>Syringa vulgaris</i> L.	E	2-3
167	<i>Tamarix parviflora</i> DC.	D	1-2
168	<i>Tamarix tetrandra</i> Pallas ex Bieb.	D	1-2
169	<i>Tecomaria capensis</i> Thunb.	E	3
170	<i>Teucrium brevifolium</i> Schreb.	D	3-4
171	<i>Teucrium creticum</i> L.	D	3-4
172	<i>Thymus cappadocicus</i> Boiss.	D	3-4
173	<i>Ulex europaeus</i> L.	D	3-4
174	<i>Vaccinium arctostaphylos</i> L.	D	2-3
175	<i>Viburnum lantana</i> L.	D	2
176	<i>Viburnum lentago</i> L.	E	2
177	<i>Viburnum opulus</i> L.	D	2
178	<i>Viburnum orientale</i> Pallas	D	2
179	<i>Viburnum rhytidophyllum</i> Hemsl.	E	2
180	<i>Viburnum tinus</i> L.	D	2
181	<i>Viburnum trilobum</i> Marshall	E	2
182	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	D	4
183	<i>Vitex pseudo-negundo</i> Hand.-Mazz.	D	4
184	<i>Vitex trifolia</i> L.	E	4
185	<i>Weigela floribunda</i> (Sieb. & Zucc.) K. Koch.	E	2-3
186	<i>Wikstroemia uva-ursi</i> A. Gray	E	3
<b>ÇİM BİTKİLERİ</b>			
1	<i>Acorus calamus</i> Linn.	D	1
2	<i>Andropogon distachyos</i> L.	D	3
3	<i>Andropogon gayanus</i> Kunth.	E	3
4	<i>Arrhenatherum palaestinum</i> Boiss.	D	3
5	<i>Bermuda grass</i> L.	E	2-3
6	<i>Bouteloua gracilis</i> (HBK) Lag.	E	1
7	<i>Briza media</i> L.	D	3
8	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	D	2
9	<i>Carex capitellata</i> Boiss.	D	1
10	<i>Carex panicea</i> L.	D	1
11	<i>Cortaderia selloana</i> (Schultes et Schultes fil.)	E	2-3
12	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>dactylon</i> (L.) Pers.	D	2-3
13	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	D	3
14	<i>Elymus canadensis</i> L.	E	3

15	<i>Elymus panormitanus</i> (Parl.) Tzvelev	D	3
16	<i>Festuca arundinacea</i> Schreber subsp. <i>arundinacea</i> Schreber	D	3
17	<i>Festuca glauca</i> Lam.	E	3
18	<i>Festuca ovina</i> L.	E	3
19	<i>Festuca pratensis</i> Hudson	D	2-3
20	<i>Helictotrichon argaeum</i> (Boiss) Parsa	D	3
21	<i>Helictotrichon sempervirens</i> (Vill.) Pilg.	E	3
22	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Raeuschel	D	1
23	<i>Miscanthus sinensis</i> L.	D	2
24	<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench.	D	1
25	<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	E	3
26	<i>Ophiopogon planiscapus</i> Nakai	E	2
27	<i>Panicum repens</i> L.	D	3
28	<i>Panicum virgatum</i> (L.)	E	3
29	<i>Pennisetum orientale</i> Rich.	D	2
30	<i>Pennisetum setaceum</i> (Forssk.) Chiov.	E	2
31	<i>Phalaris arundinacea</i> (L.)	D	3
32	<i>Poa annua</i> L.	D	2-3
33	<i>Poa pratensis</i> L.	E	2-3
34	<i>Saccharum strictum</i> (Host) Sprengel	D	2
<b>KAKTÜS ve SUKKULENTLER</b>			
1	<i>Adenium multiflorum</i> Klotzsch	E	4
2	<i>Adenium obesum</i> (Forssk.) Roem. & Schult.	E	4
3	<i>Aeonium aureum</i> (C. Sm. ex Hornem.) T.H.M.Mes	E	4
4	<i>Adenium swazicum</i> Stapf	E	4
5	<i>Agave attenuata</i> Salm-Dyck	E	4
6	<i>Agave americana</i> L.	E	4
7	<i>Agave desmetiana</i> Jacobi		4
8	<i>Agave filifera</i> Salm-Dyck	E	4
9	<i>Agave striata</i> Zucc.	E	4
10	<i>Aloe saponaria</i> (Aiton) Haw.	E	4
11	<i>Aloe vera</i> Linn.	E	4
12	<i>Aporocactus flagelliformis</i> L.	E	4
13	<i>Aptenia cordifolia</i> L.	E	4
14	<i>Carissa grandiflora</i> A. DC	E	3-4
15	<i>Carissa macrocarpa</i> (Eckl.) A. DC.	E	3-4
16	<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (DC.) L. Bolus	E	4
17	<i>Crassula ovata</i> (Mill.) Druce	E	4
18	<i>Cereus hildmanniauis</i> Schumann	E	4
19	<i>Cereus jamacaru</i> DC	E	4

20	<i>Chorisia speciosa</i> A. St. Hil.	E	4
21	<i>Cleistocactus strausii</i> (Heese) Backeb.	E	4
22	<i>Cotyledon orbiculata</i> L.	E	4
23	<i>Crassula spathulata</i> Thunb.	E	4
24	<i>Drosanthemum floribundum</i> (Haw.) Schwantes	E	4
25	<i>Dorotheanthus bellidiformis</i> N.E. Br.	E	4
26	<i>Echeveria angustiflora</i> (Rose) A. Berger	E	4
27	<i>Echeveria glauca</i> (Baker) É. Morren	E	4
28	<i>Echinocactus grusonii</i> Hildm.	E	4
29	<i>Euphorbia leuconeura</i> Boiss.	E	4
30	<i>Euphorbia milii</i> Des Moul.	E	4
31	<i>Euphorbia tirucalli</i> L. (ET)	E	4
32	<i>Haageocereus versicolor</i> (Werderm. & Backeb.) Backeb.	E	4
33	<i>Kalanchoe beharensis</i> Drake	E	4
34	<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Poelln.	E	4
35	<i>Kalanchoe fedtschenkoi</i> Hamet & Perrier	E	4
36	<i>Kalanchoe pumila</i> Baker	E	4
37	<i>Lampranthus spectabilis</i> Haw.	E	4
38	<i>Mammillaria compressa</i> DC	E	4
39	<i>Opuntia brasiliensis</i> (Willd.) Haworth	E	4
40	<i>Opuntia ficus-indica</i> Haw.	E	4
41	<i>Opuntia humifusa</i> (Raf.) Raf.	E	4
42	<i>Opuntia microdasys</i> (Lehm.) Pfeiff	E	4
43	<i>Pachycereus pringlei</i> (S. Watson) Britton & Rose	E	4
44	<i>Pereskia grandifolia</i> Haw.	E	4
45	<i>Portulacaria afra</i> Jacq.	E	4
46	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	E	4
47	<i>Puya chilensis</i> Molina	E	4
48	<i>Puya venusta</i> Phil.	E	4
49	<i>Rosularia sempervivum</i> (M. Bieb.) Berger subsp. <i>sempervivum</i>	D	4
50	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	E	3
51	<i>Schlumbergera truncata</i> (Haw.) Moran	E	4
52	<i>Sedum album</i> (L.)	D	3-4
53	<i>Sedum acre</i> (L.)	D	3-4
54	<i>Sedum magellense</i> Ten.	D	3-4
55	<i>Sedum morganianum</i> Walther	E	4
56	<i>Sedum pallidum</i> M. Bieb.	D	4
57	<i>Sedum spurium</i> M. Bieb.	D	4
58	<i>Sedum reflexum</i> (L.)	E	4

59	<i>Sempervivum artvinense</i> Muirhead	D	4
60	<i>Sempervivum davisii</i> Muirhead	D	4
60	<i>Sempervivum tectorum</i> L.	E	4
61	<i>Stapelia variegata</i> Linn.	E	4
62	<i>Trichocereus peruvianus</i> Br. and R.	E	4
63	<i>Yucca aloifolia</i> L.	E	4
64	<i>Yucca filamentosa</i> L.	E	4
65	<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	E	4
66	<i>Yucca rostrata</i> Engelm. ex Trel.	E	4
<b>PALMİYELER</b>			
1	<i>Areca lutescens</i> Bory.	E	1
2	<i>Brahea armata</i> S.Watson	E	1-2
3	<i>Butia capitata</i> (Mart.) Becc.	E	1-2
4	<i>Chamaerops humilis</i> L.	E	2-3
5	<i>Chamaerops humilis</i> var. <i>cerifera</i> Becc.	E	2-3
6	<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.	E	1
7	<i>Phoenix canariensis</i> Chabaud	E	1
8	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	E	1-2
9	<i>Phoenix theophrastii</i> Greuter	D	1-2
10	<i>Rhapis excelsa</i> (Thunb.) Henry	E	1
11	<i>Washingtonia filifera</i> (Lindl.) Wendl	E	1-2
12	<i>Washingtonia robusta</i> H.Wendl.	E	1-2
13	<i>Trachycarpus fortunei</i> (Hook.) H. Wendl.	E	1-2
<b>SARILICI VE TIRMANICILAR</b>			
1	<i>Actinidia deliciosa</i> (A. Chev.) C.F. Liang & A.R. Ferguson	E	1
2	<i>Allamanda cathartica</i> Schrad.	E	2
3	<i>Ampelopsis orientalis</i> (Lam.) Planch.	D	3
4	<i>Bauhinia galpinii</i> N.E. Br.	E	3
5	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	E	2
6	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem.	E	2
7	<i>Celastrus scandens</i> L.	E	2
8	<i>Clematis vitalba</i> L.	D	1
9	<i>Hedera helix</i> L.	D	2
10	<i>Fallopia baldschuanica</i> (Regel) Holub	E	3-4
11	<i>Hydrangea petiolaris</i> Siebold & Zucc.	E	1
12	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	E	3
13	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	E	2
14	<i>Lonicera caprifolium</i> L.	D	3
15	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold ve Zucc.) Planch.	E	2-3
16	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> L.	E	2-3

17	<b><i>Plumbago auriculata</i> Lam.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
18	<i>Rosa phoenicia</i> Boiss.	D	2-3
19	<i>Rubus fruticosus</i> L.	D	2
20	<b><i>Smilax aspera</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
21	<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	E	2-3
22	<i>Wisteria sinensis</i> Sweet.	E	2
23	<i>Vitis vinifera</i> L.	D	2
24	<i>Vinca major</i> L.	D	2
25	<i>Vinca minor</i> L.	D	2
<b>GEOFITLER (SOĞANLI, RİZOMLU, YUMRULU, STOLON vb.)</b>			
1	<i>Agapanthus praecox</i> Willd.	E	2
2	<i>Allium nigrum</i> L.	D	2
3	<i>Anacamptis pyramidalis</i> (L) L. C. M. Richard	D	2-3
4	<i>Anemone blanda</i> Schott & Kotschy	D	2
5	<i>Anemone coronaria</i> L.	D	2-3
6	<i>Astilbe chinensis</i> (Maxim.) Franch.	E	1
7	<i>Begonia semperflorens</i> Link et Otto	E	2
8	<i>Canna indica</i> L.	D	1-2
9	<i>Clivia miniata</i> Regel	E	2-3
10	<i>Colchicum micranthum</i> Boiss.	D	2-3
11	<i>Convallaria majalis</i> L. var. <i>majalis</i> L.	D	1
12	<b><i>Crocus asumaniae</i> Mathew</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
13	<i>Cyclamen coum</i> Miller var. <i>coum</i> Miller	D	1-2
14	<i>Freesia hybrida</i>	E	2-3
15	<i>Fritillaria imperialis</i> L.	D	2
16	<i>Galanthus caucasicus</i> (Baker) A. Grossh.	D	2
17	<i>Gladiolus italicus</i> Mill.	D	2
18	<i>Hemerocallis fulva</i> (L.) L. var. <i>fulva</i> L.	D	2-3
19	<i>Hyacinthus orientalis</i> L. subsp. <i>orientalis</i> L.	D	2
20	<i>Iris caucasica</i> Hoffm.	D	1-2
21	<i>Iris persica</i> L.	D	2-3
22	<i>Liatris spicata</i> (L.) Willd.	E	2
23	<i>Lilium candidum</i> L.	D	2
24	<i>Lilium martagon</i> L.	D	2
25	<b><i>Muscari comosum</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
26	<b><i>Muscari neglectum</i> Guss.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
27	<i>Narcissus pseudonarcissus</i> L.	<b>D</b>	<b>3</b>
28	<b><i>Narcissus tazetta</i> L. subsp. <i>tazetta</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
29	<i>Ornithogalum armeniacum</i> Baker	D	1-2
30	<i>Oxalis corniculata</i> L.	D	2-3
31	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	D	1
32	<b><i>Scilla bifolia</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>

33	<i>Scilla hyacinthoides</i> L.	D	3
34	<i>Tulipa sylvestris</i> L.	D	2
35	<i>Tulipa orphanidea</i> Boiss. Ex Heldr.	D	2
36	<i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Spreng	E	1
37	<i>Zinnia elegans</i> L.	E	3
38	<i>Zinnia palmeri</i> A. Gray	E	4
<b>YER ÖRTÜCÜLER</b>			
1	<i>Acantholimon anatolicum</i> Dogan & Akaydın	D	3-4
2	<i>Achillea millefolium</i> L. subsp. <i>millefolium</i> L.	D	4
3	<i>Achillea tomentosa</i> L.	E	3
4	<i>Aegopodium podagraria</i> (L.)	D	3
5	<i>Aeollanthus repens</i> Oliv.	E	4
6	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	E	2
7	<i>Ajuga reptans</i> (L.)	D	1-2
8	<i>Alcea rosea</i> L.	E	1-2
9	<i>Alcea striata</i> (DC.) Alef subsp. <i>striata</i> (DC.) Alef	D	2
10	<i>Amaranthus albus</i> L.	D	2-3
11	<i>Amaranthus caudatus</i> L.	E	2
12	<i>Antennaria caucasica</i> Boriss.	D	2-3
13	<i>Antirrhinum majus</i> L. subsp. <i>majus</i> L.	D	1-2
14	<i>Aquilegia olympica</i> Boiss.	D	2
15	<i>Arabis caucasica</i> Willd. subsp. <i>caucasica</i> Willd.	D	3
16	<i>Argyranthemum frutescens</i> (L.) Sch. Bip.	E	2
17	<i>Aristolochia clematitis</i> L.	D	2
18	<i>Armeria maritima</i> (Mill.) Willd.	D	3
19	<i>Artemisia absinthium</i> (L.)	D	3
20	<i>Artemisia tridentata</i> Goodrich & McArthur	D	4
21	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	D	3-4
22	<i>Aster alpinus</i> L.	D	3
23	<i>Astragalus plumosus</i> Willd.	D	3-4
24	<i>Aubrieta deltoidea</i> (L.) DC.	D	2
25	<i>Aurinia saxatilis</i> (L.) Desv. subsp. <i>orientalis</i> (Ard.) Dudley	D	2-3
26	<i>Baptisia australis</i> (L.) R. Br.	E	2
27	<i>Bacopa monnieri</i> (BM)	E	2
28	<i>Bellis perennis</i> L.	D	1
29	<i>Bidens tripartita</i> L.	D	3
30	<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch	E	1
31	<i>Bulbine frutescens</i> (L.) Willd.	E	3-4
32	<i>Calendula arvensis</i> L.	D	2-3
33	<i>Calendula officinalis</i> L.	E	2-3
34	<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl	D	2-3

35	<b><i>Callisia repens</i> (Jacq.) L.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
36	<i>Campanula olympica</i> Boiss.	D	2
37	<b><i>Caryopteris clandonsis</i> Bunge</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
38	<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	E	2
39	<i>Celosia argentea</i> L.	E	2
40	<b><i>Centaurea babylonica</i> (L.)</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
41	<b><i>Centaurea cyanus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
42	<b><i>Centaurea macrocephala</i> Muss. Puschk. Ex. Willd.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
43	<b><i>Centranthus ruber</i> (L.) DC.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
44	<b><i>Cerastium tomentosum</i> (L.)</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
45	<b><i>Coreopsis grandiflora</i> Hogg ex Sweet</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
46	<b><i>Coreopsis grandiflora</i> Hogg ex Sweet</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
47	<i>Cosmos caudatus</i> Kunth	E	2-3
48	<i>Crocoshmia</i> x <i>crocoshmiflora</i> N.E. Br.	E	2-3
49	<b><i>Cyanotis somaliensis</i> C.B. Clarke</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
50	<i>Dahlia pinnata</i> L.	E	1
51	<b><i>Danae racemosa</i> (L.) Moench.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
52	<i>Delphinium albiflorum</i> DC.	D	2
53	<i>Dianthus barbatus</i> L.	D	2
54	<i>Dianthus caryophyllus</i> L.	E	2
55	<i>Diascia personata</i> Hilliard & Burt	E	2
56	<i>Dichondra repens</i> Forst.	E	2-3
57	<i>Digitalis lamareckii</i> Ivan.	D	2
58	<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	E	2
59	<i>Echinacea purpurea</i> L. Moench	E	2
60	<i>Echinops ritro</i> L.	D	2-3
61	<i>Eryngium campestre</i> L.	D	2
62	<i>Erysimum cuspidatum</i> (Bieb.) DC.	D	2
63	<b><i>Eschscholzia californica</i> Cham.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
64	<b><i>Fumana grandiflora</i> Jaub. &amp; Spach</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
65	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	E	1
66	<b><i>Gaillardia pulchella</i> Foug.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
67	<i>Gazania rigens</i> L.	E	2
68	<b><i>Genista anatolica</i> Boiss.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
69	<b><i>Genista lydia</i> Boiss. var. <i>lydia</i> Griseb.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
70	<i>Genista pilosa</i> L.	E	2-3
71	<b><i>Genista tinctoria</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
72	<i>Geranium psilostemon</i> Ledeb.	D	2-3
73	<i>Geranium tuberosum</i> L.	D	2-3
74	<i>Gerbera jamesonii</i> L.	E	2
75	<i>Geum rivale</i> L.	D	2-3



76	<b><i>Globularia dumulosa</i> O. Schwarz</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
77	<b><i>Helenium autumnale</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
78	<b><i>Helianthus annuus</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
79	<b><i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
80	<i>Heliopsis helianthoides</i> (L.) Sweet.	E	2
81	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	D	2
82	<i>Helleborus orientalis</i> Lam.	D	2
83	<i>Heuchera sanguinea</i> Engelm.	E	1-2
84	<i>Hosta sieboldiana</i> (Lodd.) Engl.	E	1
85	<b><i>Hypericum ternatum</i> Poulter</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
86	<b><i>Jacobaea maritima</i> (L.) Pelsler &amp; Meijden</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
87	<i>Iberis sempervirens</i> L.	D	2
88	<i>Impatiens walleriana</i> (Hook.)	E	1
89	<b><i>Inula heterolepis</i> Boiss.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
90	<i>Ipomoea pes-caprae</i> subsp. <i>brasiliensis</i> (L.) Ooststr.	E	2
91	<i>Kniphofia uvaria</i> Hook	E	2-3
92	<i>Lamprocapnos spectabilis</i> (L.) Fukuhara	E	1-2
93	<i>Lathyrus aureus</i> (Stev.) Brandza	D	2
94	<i>Leucanthemum x superbum</i> (JW Ingram) DH Kent	E	2-3
95	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	D	2-3
96	<b><i>Linum perenne</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
97	<b><i>Linum tenuifolium</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
98	<b><i>Linum usitatissimum</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
99	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	D	2-3
100	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	E	2
101	<i>Lupinus varius</i> L.	D	2
102	<b><i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
103	<b><i>Medicago arborea</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
104	<b><i>Monarda fistulosa</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
105	<b><i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
106	<i>Nepeta cataria</i> L.	D	2-3
107	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	D	2-3
108	<b><i>Oenothera macrocarpa</i> Nutt.</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
109	<i>Osteospermum ecklonis</i> Norl.	E	2-3
110	<i>Ononis spinosa</i> L. subsp. <i>antiquorum</i> (L.) Briq.	D	2-3
111	<i>Pachysandra terminalis</i> Siebold & Zucc.	E	2
112	<i>Papaver orientale</i> L.	D	2-3
113	<b><i>Penstemon hartwegii</i> Benth.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
114	<i>Perovskia atriplicifolia</i> Benth.	E	2-3
115	<b><i>Phlomis fruticosa</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>

116	<i>Phlox subulata</i> L.	E	2
117	<b><i>Puya mirabilis</i> (Mez) L.B. Sm.</b>	<b>E</b>	<b>3-4</b>
118	<i>Rheum rhabarbarum</i> L.	D	2
119	<i>Rheum ribes</i> L.	D	2
120	<b><i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
121	<b><i>Rudbeckia hirta</i> L.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
122	<b><i>Ruta chalepensis</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
123	<b><i>Salvia fruticosa</i> Mill.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
124	<i>Salvia officinalis</i> L.	E	2
125	<b><i>Salvia pomifera</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
126	<i>Santolina chamaecyparissus</i> L.	E	2-3
127	<i>Saxifraga rotundifolia</i> L.	D	1-2
128	<i>Scaevola albida</i> L.	E	2
129	<i>Senecio cineraria</i> DC.	E	2-3
130	<b><i>Senecio maritimus</i> L.f.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
131	<b><i>Senecio vulgaris</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
132	<b><i>Silene capitellata</i> Boiss.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
133	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch	D	2
134	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch	D	2-3
135	<i>Tagetes erecta</i> L.	E	2
136	<i>Tagetes patula</i> L.	E	2
137	<b><i>Tanacetum argenteum</i> (Lam.) Willd.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
138	<b><i>Thymbra sintenisii</i> Bornm.&amp;Aznav.</b>	<b>D</b>	<b>3-4</b>
139	<b><i>Tradescantia pallida</i> (Rose) Hunt.</b>	<b>E</b>	<b>4</b>
140	<b><i>Tradescantia spathacea</i> Sw.</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
141	<b><i>Trifolium arvense</i> L. var. <i>arvense</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
142	<b><i>Trifolium repens</i> L. var. <i>repens</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
143	<b><i>Trifolium tomentosum</i> L.</b>	<b>D</b>	<b>3</b>
144	<i>Tropaeolum majus</i> L.	E	2-3
145	<b><i>Verbena bonariensis</i> Rendle</b>	<b>E</b>	<b>3</b>
146	<i>Verbena canadensis</i> L.	E	2-3
147	<i>Veronica arvensis</i> L.	D	2
148	<i>Veronica persica</i> Poiret	D	2
149	<i>Viola odorata</i> Linn.	D	1-2
150	<i>Xerochrysum bracteatum</i> (Vent.) Tzvelev	E	2-3

#### 4.4.Çim Alanların Oluşturulması

Bir bitki taksonu olmasına rağmen çim alanlar gerek su istekleri gerekse kullanım yoğunluğundan dolayı kurakçıl peyzaj çalışmalarında farklı bir başlık altında değerlendirilmesine neden olmuştur. Çim alanlar estetik özellikleri ve dokusu ile peyzajın ana karakterlerinden bir

tanesidir. Gerek açık yeşil alanlarda gerekse bitkisel lejantlarda, takson sayısı açısından az miktarda kullanılmalarına rağmen alan olarak çok fazla yer kaplamaktadır. Çim alanlar, en fazla su tüketen yeşil alanların başında gelmektedir. Günde 1 m<sup>2</sup> lik çim alan, yaklaşık 7-10 lt su tüketmekte ve gün aşırı sulanmaktadır. Bu nedenle çim alanlar estetik özelliklerden çok fonksiyonel olarak yarar sağladıkları alanlarda kullanılmalıdır. Çim taksonlarının seçimi, kullanım yeri ve kullanım amaçları diğer bitkiler ile aynı esasa dayalı olarak belirlenmeli fakat diğer bitkilerden ayrı olarak kullanılmalıdır.

Geleneksel peyzaj çalışmalarından çoğunlukla su isteği yüksek bitkiler ve geniş çim alanlar ön planda tutulduğundan, su ihtiyacının karşılanmasındaki sorunlara bağlı olarak kurakçıl peyzaj düzenlemeleri artmıştır (Hersek ve Korkut, 2021). Fakat kurakçıl peyzaj çalışmalarında çim alanlara hiç verilmemesi yaklaşımı doğru değildir. Çim alanların futbol sahaları, golf sahaları, çim tenis kortları, çocuk oyun alanları, çim derzli yer döşemeleri vb. gibi spor amaçlı olsun rekreasyon amaçlı olsun farklı fonksiyonel kullanımları mevcuttur. İnsanlarının gerek meslek gerekse hobi olarak ana materyalini çim alanların oluşturduğu olduğu bu faaliyetlerden yoksun bırakmak mümkün değildir. Çim alan büyüklükleri ihtiyaca göre belirlenmeli ancak fazla alan kaplamalarına izin verilmemelidir.

Farklı özellikteki egzotik çim taksonların karışımı ile oluşturulmuş bir çim alan diğer bitkisel materyallere göre daha fazla su, bakım ve masrafa neden olacaktır. Çim alanların bakımı, seçilen çim taksonuna ve alanın büyüklüğü ve formuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Çim alanların daha çok belirgin geometrik hatlardan (daire, elips, kare vb.) oluşması biçme ve sulamanın daha etkili olması açısından önemlidir. Ayrıca uzun dar alanların sulanması ve biçimi zorluklara neden olacağından dolayı çim alanların daha çok blok halinde tasarlanması daha iyi bir çözüm olacaktır.

Eğimli alanların çimlendirilmesi biçme güclüğü ve suyun kontrolünün zorluğundan dolayı terci edilmemektedir. Onun yerine su isteği az olan yer örtücü ya da çalılarının dikimine ağırlık vermek ya da teraslama yoluna gitmek tercih edilmelidir (Çorbacı vd., 2017).

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında kullanılmaya uygun su isteği çok az ya da az olan bazı çim taksonları ve çim taksonları yerine kullanılabilecek bazı yer örtücüler Tablo 1’de verilmiştir.

#### 4.5.Etkin Sulama

Kentsel açık yeşil alanlardaki su tüketimi dünyada ve ülkemizde tarımsal su tüketimi kategorisi altında değerlendirilmektedir. Kullanılabilir suyun büyük bir çoğunluğu tarımsal amaçlı değerlendirilmekte ve bunlar arasında ise kentsel açık yeşil alanlar da yerini almaktadır (Önder ve Akay 2015). Türkiye’de kentsel açık yeşil alanlardaki su tüketimi doğru veri eksikliğinden tam olarak hesaplanmamıştır. Bu nedeni olarak kentsel yeşil alanlarda kullanılan suyun büyük bir kısmında su sayaçlarının olmaması, kontrolsüzce sulama yapılması, tankerlerle sulama yapılması vb. nedenlere bağlanmaktadır. Özellikle yoğun çim alanların ve su isteği yüksek bitkilerin kullanıldığı kentsel açık yeşil alanlardaki su tüketimi de belli oranda bu dilimde yerini aldığı tahmin edilmektedir. Bölgenin iklimsel özellikleri, kentsel yeşil alanların miktarı, kullanılan bitki taksonunun özellikleri vb. etmenler sulama miktarını etkilemektedir.

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında etkin ve verimli sulama yapabilmek için bölgelemeye (zonlamaya) uygun sulama sistemlerinin kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Kurakçıl peyzaj çalışmalarında basınçlı tam veya yarı otomatik sulama, damla sulama, yağmurlama sulama sistemleri kullanılmalıdır. Çok zorunlu durumlarda kontrollü bir şekilde hortumla manuel bir şekilde sulama yapılmalıdır. Vahşi (azgın) sulamadan kesinlikle kaçınılmalıdır. Yapay zekanın gelişimi ile birlikte bitkilerin su istekleri tespit edilip, uygun zamanda uygun miktarda suyun verilebileceği ön görülmekte ve bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Sulamalar, bölge ve iklim koşulları dikkate alınarak, ekolojik koşullara göre değişmekle birlikte genel olarak yazın 1-2 gün arayla ve kış aylarında ise 7-10 günde bir, buharlaşma kayıplarının önüne geçilmesi ve suyun kök sistemlerine daha hızlı ulaştırılması amacıyla açık yeşil alanın yoğun olarak kullanılmadığı sabahın erken saatlerinde, akşam ya da gece saatlerinde gerçekleştirilmesinin kurakçıl peyzaj çalışmalarının verimli gerçekleşmesi açısından önemlidir.

Su kaybı en büyük problemlerden biri olarak görülmektedir. Kentsel yeşil alanlarda kullanımda olan sulama sistemlerindeki su kayıplarının önüne geçilerek yenilenmesi ile birlikte suyun daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi sağlanacaktır. Su kayıplarının tespit edilmesi

ve önlenmesi adına kentsel açık yeşil alanların sulanmasında kullanılan su kaynaklarına sayaçların bağlanması, sayısallaştırılması, ölçümlerinin yapılması, kontrol ve yönetimin yapılması ile su kaçaklarının önüne geçilmesi sağlanmalıdır. Kentsel açık yeşil alanlarda kullanılan su elemanlarındaki (gölet, havuz, şelale vb.) sistemlerin yenilenmesi, sızıntıların takip edilmesi ve onarılması kaliteli ve teknolojiye uygun malzeme ile değişmesi gerekmektedir.

Alternatif su kaynaklarının kullanımının artırılması, teşvik edilmesi, depolanacak sudan elde edilecek yenilebilir enerjilerin kullanımının modern sulama sisteminde kullanılması gerekmektedir. Eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları çoğaltılmalıdır.

Kentsel açık yeşil alanlarda refüjlerdeki suların bitkiyi değil de asfaltı sulaması, geniş çim alanlardaki sulama sisteminin çim taksonlarını değil de sert zeminleri sulamasının önüne geçilmesi gerekmektedir. Belediyelerin su tankerleri ile yapmış olduğu, ölçüsüz ve basınçlı yapılan sulama yönetiminden vazgeçilmelidir. Ayrıca su tankerlerinin yol kenarında gerekli tedbirler almadan yapmış oldukları sulamalar ölümle sonuçlanan trafik kazalarına da neden olmaktadır.

Bitki su tüketimi farklı bitki cins ve taksonlarına göre değişiklik göstermektedir. Bu farklılık bitkinin dendrolojik kısımlarının özelliklerine göre de değişiklik göstermektedir. Örneğin bitkinin yaprak büyüklüğü ve gözenek sayılarına göre önemli ölçüde değişmektedir. Ayrıca su tüketimi bitkinin gelişme dönemlerine göre de değişmektedir. Özellikle yeni dikilmiş ve genç fidanlarda bitki su tüketimi çok azdır. Vejetatif gelişimin arttığı ve gelişmenin son devresinde en üst noktaya ulaşmaktadır (Güngör vd., 2004).

Etkin ve verimli sulamanın; Tasarım (Dizayn), Kurulum, Yönetim ve Bakım olmak üzere dört önemli süreci vardır.

**1. Tasarım (Dizayn):** Sulama sistemi projeleri, bitkisel peyzaj projeleri yapıldıktan sonra, belirlenen çim alanlar, bitki özellikleri, bitki grupları, yapısal ve sert zemin tasarımlarının yerleşimlerine göre yapılır. Tasarım yapılacak alanı ve bitki çeşitleri için en uygun ürün kullanımı, ayrı mikro iklimlerin ayrı bölgeler olarak belirlenmesi gerekmektedir. Böylelikle az su isteyen bitkilerin bulunduğu alanlar ile çok su isteyen

bitkilerin bulunduğu alanlar, projelendirme aşamasında fiziksel olarak birbirlerinden ayrılarak, bitkilerin daha verimli sulanması sağlanmış olacaktır.

**2. Kurulum:** Sistemin verimli bir şekilde çalışabilmesi için yapılan tasarımı takip etmek, bakım masraflarını azaltmak ve daha uzun sulama sistemi ömrü için doğru kurulum tekniğini uygulamak gerekmektedir.

Otomatik sulama bileşenlerinin doğru seçimi ve uygulaması önemlidir.

**3. Yönetim:** Çalışma alanında yer alan her bir bitki taksonu için en ideal miktarda suyu verecek doğru planlama ayarlarına sahip kontrol ünitesine sahip olmak ve bölgenin hava koşullarına göre programlama ayarlarını değiştirmek gerekmektedir.

**4. Bakım:** Sulama sisteminin özelliklerinin doğru bir şekilde çalıştığından emin olmak için profesyonel kişilerle belli dönemlerde gözlemler yaparak, gerekli durumlarda tamiratlarını gerçekleştirmek ve gerektiğinde yenilemek gerekmektedir.

#### **4.6. Malç Kullanımı**

Malç, suyun etkin ve verimli kullanımında başarı oranını arttıran önemli faktörlerden biridir. Malç tam bir gübre veya kompost olmadığı için toprak ile karıştırılmamalıdır. Topraktaki su kayıplarını azaltmak, toprak sıcaklığının dengede tutmak, yabancı ot çıkışmasını ve erozyonun önlenmek amacıyla malç materyalleri kullanılmaktadır (Tülek ve Barış, 2011; Çorbacı vd., 2011b; Al-azhari, 2015; Çöp ve Akat 2021).

Malçlama işlemi, geniş çim alanlar, ağaç ve çalı altları başta olmak üzere kentsel açık yeşil alanların her bölgesinde bitki gelişimini arttırıcı ve tasarımsal özellikleriyle kullanılabilir. Su tüketimi çok olan çim alanlar yerine farklı tasarım özelliklerine sahip malçlama uygulamaları tercih edilebilir.

Organik malç kullanımı; toprakta bulunan yabancı otların ve istilacı taksonların yüzeye çıkmasını ve gelişerek yayılmalarını engellemektedir. Kök çevresinde oluşturduğu mikroklima ile toprak

sıcaklık değişimlerinin önüne geçtiğinden kış aylarında bitki köklerini soğuktan korurken, yaz aylarında kökleri serin ve nemli tutmakta ve toprak yüzeyinden suyun buharlaşmasını azaltmaktadır. Toprağın üzerini kapladığı için rüzgâr erozyonunu engellemekte, toprak sıkışmasını ve tuz birikimini de azaltabilmektedir. Suyun ısısını dengeleyerek bitki köklerinde oluşabilecek sıcaklık şokundan kaynaklanan zararları engellemektedir. Organik malçlar aynı zamanda ayrışma ve çürümelerine bağlı olarak toprağı iyileştirici etkileri göstermektedir. Zararlı kimyasal madde içermediğı için toprağı ve suyu kirletmemektedir. Ağaç kabuğu yongaları, odun talaşı, çam ibreleri, çay atığı, yaprak çürüntüleri, fındık, ceviz, kestane kabukları, kağıt parçaları, budamadan arta kalan ince dal parçaları vb. materyaller organik malç olarak kullanılabilir.

Bitki artıklarından meydana gelecek doğal malç malzemesi bölgelere göre değişiklik gösterebilir. Malç malzemesi olabilecek bitki atıklarını doğru seçmek önemlidir. Örneğın Karadeniz bölgesinde kayın gövdesi kabuğu, fındık meyvesi kabuğu, fındık curfu, çay atığı vb. kullanılırken Akdeniz bölgesinde çam ibreleri, çam gövde kabuğu, zeytin çekirdeğı vb. doğal atıklar kullanılabilir. Gövdesi kalın kabuk oluşturan tüm ağaçların (çam, kayın, kestane vb.) kabukları bölgenin özelliklerine göre malç malzemesi olarak tercih edilebilir. Budama sonrası oluşan gövde ve dal parçaları küçük parçalara ayrılarak malç malzemesi olarak kullanılabilir. Çim biçimde ortaya çıkan atıklar direk veya belli bir süre çürütüldükten sonra malç malzemesi olarak kullanılabilir. Buğdaygiller başta olmak üzere, ürün elde edildikten sonra bitkilerin geri kalan kısımları kullanılabilir. Fakat çiftçiler özellikle hayvan yemi olarak bu ürünleri kullandıkları için malç malzemesi olarak tercih etmemektedir.

Yaprağını geç döken, geniş yüzeyli ve kalın yapraklı (*Quercus* spp., *Platanus* spp., vb.) bitki taksonları başta olmak üzere tüm yapraklar malç malzemesi olarak kullanılabilir. Herdemyeşil ibreli taksonlar (*Pinus* spp., *Abies* spp., *Cedrus* spp. vb.) yapraklarını rejenerasyon yolu ile yeniledikleri için bitki altında genel olarak yaprak bulundurmaktadırlar. Bu iğne yaprakların malç malzemesi olarak kullanılması gerekmektedir. Genellikle bakım ekipleri tarafından bu yapraklar toplanıp alandan uzaklaştırılmakta veya çöpe atılmaktadır. Bu yanlış bir uygulama olup ya bitki altlarında bırakılmalı veya malç malzemesi olarak kullanılmalıdır.

Geleneksel ve kurakçıl peyzaj düzenlemelerinde yeşil alanlarda kullanılan malç tabakasının yıl boyunca kalması önemli ekonomik ve işlevsel faydalar sağlamaktadır. Ağaç ve çalı grupları altına malçlama yapılırken, malç kalınlığının 5 cm'den az, 10 cm'den fazla olmaması ve malçın bitki kök boğazını kapatmamasına özen gösterilmelidir. Bu tabakanın gereğinden kalın olması halinde bitki kökleri zarar görebilmektedir. Özellikle ağaç altlarında malç uygulaması yapılacaksa tepe çapının kapladığı alan kadar yapılması daha doğru bir uygulama olacaktır. Malç uygulamaları, fonksiyonel ve ekonomik açıdan katkılar sunmakla birlikte kurakçıl peyzaj çalışmalarını estetik yönden de katkı sağlamaktadır. Malçlar organik ve inorganik olarak ikiye ayrılmaktadır.

İnce tekstürlü organik malçlar kaba tekstürlü malçlara oranla daha iyi su tutabilme kapasitesine sahiptir.

Kaya, çakıl, mıcır, dolomit taşı, ponza, kil bilyesi, mermer parçaları vb. malzemelerden oluşan inorganik malçlar güneşten gelen ısıyı emme ve tekrar yansıtma özelliklerine sahip olduklarından sıcak ve kurak ortamlardan hoşlanan bitki çevrelerinde kullanılmalıdır. Özellikle bol yağış alan yerlere, inorganik malç kullanılması bitkilerin çürümesini engellediği için tercih edilmelidir.

Günümüzde malç uygulaması daha çok peyzaja renk katmak amacı ile beyaz ağırlıklı değişik renklere boyanmış inorganik malzeme olan ponza taşları veya değişik renklere boyanmış organik malzeme olan ağaç kabukları ile yapılmaktadır. Farklı renklere boyamak estetik olarak hoş görünüm sunmakla birlikte içerdiği kimyasal bileşenlerle toprağa ve bitkilere zarar vermektedir. Bu tip uygulamalar faydalı olan çalışmayı zararlı bir hale dönüştürmektedir. Bu yüzden doğal renkli taşların kullanılması gerekmektedir.

Malç tabakasının altında ya da üstünde yabancı ot gelişimini engellemek için plastik malzeme, gözenekli dokuma malzemeleri (keçe, jüt vb.) kullanılmalıdır. Bu durum aynı zamanda topraktaki ani hava ve su değişiminin önüne geçmektedir.



#### 4.7.Bakım ve Budama

Bakım çalışmaları diğer tüm peyzaj alanlarında olduğu gibi kurakçıl peyzaj çalışmalarının da bitkinin ve tasarımın özelliklerini korumak ve sürdürülebilirliğini sağlamak açısından son derece önemlidir. Tasarımcının düşüncelerini projede nasıl şekillendiğini görebilmesi ve sürdürülebilirliği açısından bakım ve budama çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin canlı bir varlık olduğu ve sürekli bir gelişim gösterdiği unutulmamalıdır. Bu yüzden bitkisel tasarımlarda bitkiler genellikle son habitüsleri ile düşünülerek (üç boyut, maket, kesit, görünüş, perspektif vb.) kullanılmalıdır. Bu yüzden budama ve bakım tasarımcının istediği yönde yapılmalıdır. Tasarımcının bu konuda ekipleri yönlendirmesi gerekmektedir.

Bitkilerin özelliklerine bağlı olarak yapılacak budama, gübreleme, yabancı ot temizliği, hastalık ve zararlılarla mücadele vb. bakım çalışmalarının zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılması ve sulama sistemine dikkat edilmesi kurakçıl peyzajın niteliğini korumak ve arttırmak açısından gereklidir.

Doğal ortama uyumlu bitkilerle yapılan planlamalarda, daha az malzeme ve işçilik kullanılarak bakım yapmak mümkündür. Doğal bitki taksonları kullanılarak yapılmış bir kurakçıl peyzaj çalışması, gübre ve ilaç gibi kimyasallar daha az kullanıldığından bakım giderleri yarı yarıya kadar azalmaktadır. Etkin bir kurakçıl peyzaj çalışmasından sonra bakım çalışmalarını da azaltacaktır.

Suyun çok fazla ya da az verilmesi bitki gelişimini olumsuz etkilemekte bakım ve budama çalışmalarını aksatmaktadır. Sulama miktarı ve sulama sıklığı, bitki taksonuna, bitkinin boyuna, bitki tipine (ibrelili, geniş yapraklı vb.), sıcaklık, ışık, nem ve toprak özelliklerine göre değişmektedir. Özellikle açık yeşil alan bakımında hatalı sulama yöntemleri nedeniyle suyun belirli bir miktarı israf olmaktadır. Örneğin, çok tazyikli yapılan sulama ile suyun bir bölümü akıp gitmekte, bir kısmı da üst yaprak, bitki artıkları veya malç ile kaplanmamış güneşe ve rüzgâra açık topraklardan buharlaşmaktadır. En önemli kayıp ise çok fazla suyun çok sık olarak alanda kullanılmasıdır. Özellikle aşırı sulamaya maruz kalmış bitkilerin, kökleri zarar görerek bitki gelişiminin olumsuz yönde etkilemektedir.

Ayrıca topraktaki bitki besin maddelerinin yıkanarak bitki kök bölgesinden uzaklaşmasına ve toprağın derinlerine inmesine bazen de yer altı sularının da kirlenmesine neden olmaktadır. Aynı şekilde aşırı sulamanın neden olduğu şiddetli yüzey akışları topraktaki kirlenici gübre ve ilaçları da göllere ve akarsulara taşımaktadır. Bitki taksonunun ihtiyaçlarına göre azot, potasyum, fosfor, demir vb. element takviyeleri yapılmalıdır. Bitkiler daha fazla gelişmek için daha fazla su isteyecekleri için azot vermekten kaçınılmalıdır (Çorbacı vd., 2017).

Bakım çalışmalarının periyodik olarak düzenlenmesi (iş programının yapılması), hangi tarihlerde hangi işlemlerin (budama, gübreleme, ilaçlama vb.) yapılacağına bilinmesi açısından önem arz etmektedir.

Türkiye’de en büyük sorunlardan bir tanesi bakım ve budama ekiplerinin bu konuda yeterli kadar eğitilmemesidir. Bitkilerin sesi çıkmıyor diye onlara istenildiği şekilde müdahale edilmemelidir. Onlarında bir canlı varlık olduğu ve tekniklere uygun bakım ve budama çalışmalarının yapılması gerektiğini unutulmamalıdır. Yanlış yapılan budama çalışmaları bitkinin ölümüne neden olmaktadır.

Bakım çalışmalarının periyodik olarak düzenlenmesi, zaman çizelgesinin oluşturulması, hangi işlemlerin (budama, gübreleme, ilaçlama vb.) hangi zamanda yapılacağına belirtilmesi gerekmektedir. En önemlisi de bakım ve budama ekiplerine eğitimlerin verilmesidir.

## **Toplumun Bilinçlendirilmesi**

Su sorununun giderek arttığı, su savaşlarının ve göçlerinin olacağına ön görüldüğü dünyada bu konuda toplumun bilinçlendirilmesi konusunda çalışmaların artırılması kaçınılmaz bir gerçektir. İlköğretimden başlayarak tüm eğitim öğretim süreçlerinde suyun önemi konusunda dersler ve bilgilendirme toplantıları yapılmalıdır. Halk eğitim kurslarında, muhtarlıklarda, camilerde vb. toplumsal alanlarda bu konuda halkı bilinçlendirecek çalışmalar yapılmalıdır. Yükseköğretim Kurumu bünyesindeki üniversitelerde Kurakçıl Peyzaj Uygulamaları ile ilgili başta Peyzaj Mimarlığı Bölümü olmak üzere ilgili meslek dallarındaki ön lisans, lisans ve lisansüstü programlarda seçmeli veya zorunlu ders olarak verilmesinin sağlanması gerekmektedir.

## **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Bu çalışmanın oluşmasında temel kaynak olarak ele aldığımız ve bu konuda Türkiye’de yazılmış olan ilk kitap olan “Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları” yazarlarından emekli öğretim üyesi Prof. Dr. Murat Ertuğrul YAZGAN’a ve bitki listeleri oluşturulması ve su istekleri konusunda engin bilgilerini bizimle paylaşan Palmiye Merkezi kurucusu Ragıp ESENER’e teşekkür ederiz.

Makale ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uygundur. Çalışma için Etik Kurul onayı gerekmemiştir.

## **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Tüm yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

## Kaynaklar

- Akın, M., ve Akın, G. (2007). Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 2, 105-118.
- Al-azhari, W. W. (2015). Landscape learning; xeriscaping design techniques: the case of Jordan. *International Journal of Applied and Natural Sciences*, 1(2): 11-28.
- Alhaithloul, H. A., Soliman, M. H., Ameta K. L., El-Esawi M. A., and Elkelish A. (2020). “Changes in ecophysiology, osmolytes, and secondary metabolites of the medicinal plants of *Mentha piperita* and *Catharanthus roseus* subjected to drought and heat stress” *Biomolecules*, Vol. 10, No. 1.
- Anonim, (2024a). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/768>, (Erişim Tarihi: 11.02.2024)
- Anonim, (2024b). Tarım ve Orman Bakanlığı, <https://www.suverimliliği.gov.tr/tarimsal-su-verimliliği/#:~:text=%C3%9Cikelerin%20geli%C5%9Fmi%C5%9Flik%20d%C3%BCzeylerine%20g%C3%B6re%20sekt%C3%B6rel,kullan%C4%B1m%20i%C3%A7inde%20%77%20paya%20sahiptir.> (Erişim Tarihi: 12.02.2024)
- Anonim, (2024 c). Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=23722&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeliği&mevzuatTertip=5> (Erişim Tarihi: 14.02.2024)
- Anonim, (2024d). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Gri Suyun Kullanımı, Rehber Doküman, 2022. <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Su%20Kaynaklar%C4%B1%20%C4%B0klim%20Proje/Gri%20Suyun%20Kullan%C4%B1m%C4%B1%20Rehber%20Dok%C3%BCman%C4%B1.pdf> (Erişim Tarihi: 14.02.2024)

- Anonim, (2024e). Türkiye Bitkileri Veri Servisi Turkish Plants Data Service <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php> (Erişim Tarihi: 14.02.2024)
- Anonymous, (2004). Water Efficient Landscaping, Preventing-Pollution-Using resources-Wisely, United States Environmental Protection Agency Office of Water, USA.
- Anonymous, (2024). Creating A Kamloops Xeriscape, <https://www.kamloops.ca/sites/default/files/brochure-createxeriscape.pdf> (Erişim Tarihi: 20.02.2024)
- Antoszewski, P., Świerk, D., & Krzyżaniak, M. (2020). “Statistical review of quality parameters of blue-green infrastructure elements important in mitigating the effect of the urban heat island in the temperate climate (C) zone”. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7093.
- Apaydın, G., ve Ak, M. K. (2022). Peyzaj mimarlığında kullanılan sert zemin döşeme malzemelerinin görsel etki değerlendirmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 18(1): 104-124.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonali'ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (28), 225-248.
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. *Coğrafya Dergisi*,(13), 27-55.
- Backhaus, S., Kreyling, J., Grant, K., Beierkuhnlein, C., Walter, J., and Jentsch, A. (2014). “Recurrent mild drought events increase resistance toward extreme drought stress” *Ecosystems*, Vol. 17, pp.1068-1081.
- Baltzoi, P., Fotia, K., Kyrkas, D., Nikolaou, K., Paraskevopoulou, A. T., Accogli, A. R., and Karras, G. (2015). Low water-demand plants for landscaping and agricultural cultivations–A review regarding local species of Epirus/Greece and Apulia/Italy. *Agriculture and agricultural science procedia*, 4, 250-260.

- Barış, E. M. (2014). Kent Planlaması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar. TMMOB Peyzaj Mimarları Odası.
- Baştürk, K., ve Aladağ, C. (2009). Maki ve garig topluluklarının Türkiye'deki yayılış alanları ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (22), 67-80.
- Bayramoğlu E., Ertek A., ve Demirel, Ö. (2013). Su tasarrufu amacıyla peyzaj mimarlığı uygulamalarında kısıntılı sulama yaklaşımı. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 3(7): 45-43.
- Bayramoğlu, E. (2016) Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün Xeriscape açısından değerlendirilmesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi:17(2): 119-127.
- Boissier, E. (1867-1888). Flora Orientalis. Cilt 1-5 and Supp. Geneve and Maki ve garig topluluklarının Türkiye'deki yayılış alanları ve ekolojik özelliklerinin incelenmesi Basile.
- Broadbent, A. M., Coutts, A. M., Tapper, N. J., and Demuzere, M. (2018). "The cooling effect of irrigation on urban microclimate during heatwave conditions". Urban climate, 23, 309-329.
- Cerny, T., Koop, K. L., Wolf, M., and Amundsen, D. (2002). Designing a Low Water Use Landscape. Utah State University Extension [electronic publishing HG-525].
- Çakan, H., ve Byfield, A. (2005). Türkiye'nin 122 önemli bitki alanı. Amanos Dağları. WWF Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği Vakfı Yayını.
- Çakar H., Akat Saraçoğlu Ö., Akat H. Xeriscape yaklaşımı ile kurak ortamda sürdürülebilir peyzaj: Ege Üniversitesi Bayındır MYO Bahçesi Örneği, Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu Değişim, Dönüşüm, Özgünlük, 28-30 Haziran 2018; Cilt 1: 214-221. Eskişehir.

- Çetinkale Demirkan G., Akat H. Kurak Bölgelerde Su Etkin Peyzaj Düzenlemeleri Yaklaşımıyla 'Xeriscape'. 3Rd ASM International Congress of Agriculture and Environment. Antalya-Turkey. 16-18 Kasım, 2017; 9-18s.
- Çorbacı, Ö. L., Ertekin, M., ve Özyavuz, M. (2011a). Kurak ve Yarı kurak Alanlarda Peyzaj Mimarlığı Uygulamaları, Kurak ve Yarı Kurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir, Türkiye, 2011. ISSN: 978-605-4610-04-4. s.269-280.
- Çorbacı, Ö. L., Özyavuz, M., ve Yazgan, M. (2011b). Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape (Water-wise in Landscape Architecture: Xeriscape), Research Journal of Agricultural Sciences, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1): 25-31, 2011, ISSN: 1308-3945, E-ISSN 1308-027X.
- Çorbacı, Ö.L., Yazgan, M.E., Özyavuz, M. (2017). Kurakçıl Peyzaj (Xeriscape) ve Uygulamaları, Karakayalar Matbaa, Editör: Ömer Lütfü Çorbacı, Basım Sayısı:1, Sayfa Sayısı 106, Isbn:978-605-030-618-7.
- Çorbacı Ö. L., and Bayramoğlu E. (2021). Drought Tolerant Landscape Design Approach Example of RTE Campus, Fresenius Environmental Bulletin vol.30, pp.11948-11955.
- Çorbacı, Ö. L., ve Ekren, E. (2022). Kentsel Açık Yeşil Alanların Kurakçıl Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi: Ankara Altınpark Örneği. Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi, 4(1), 1-11.
- Çöp, S., ve Akat H. (2021). Kurakçıl peyzaj çalışmalarında bitkisel uygulamalar: Muğla-Sarıgerme Halk Plajı Örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi; 12(2): 263-267.
- Davis, P. H. (1965-1985) Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburg University Press, Edinburg, UK.
- Davis, P. H., Mill, R. R. and Tan, K. (1988). Flora of Turkey and East Aegean Islands. Vol. 10, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.

- Demir, D. 2012. Konvansiyonel Yağmursuyu Yönetim Sistemleri ile Sürdürülebilir Yağmur-suyu Yönetim Sistemlerinin Karşılaştırılması: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı, İstanbul, 191 s.
- Demirel, K. (2022). Peyzaj Alanlarında Sulama Sistemi Tasarımı. Duvar Kitabevi, ISBN: 9786258261387.
- Efe, R. (2004). Biyocoğrafya: I-Genel prensipler, II-Bitki coğrafyası (Vejetasyon coğrafyası, fitocoğrafya), III-Zoocoğrafya (hayvan coğrafyası). Çantay Kitabevi.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., ve Adıgüzel N. (2000). Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler), Ankara, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği-Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., and Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. In Natural resources forum (Vol. 13, No. 4, pp. 258-267). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Filho, W. L., Al-Amin, A. Q., Nagy, G. J., Azeiteiro, U. M., Wiesböck, L., Ayal, D. Y., ..., and Chiappetta Jabbour, C. J. (2018). A comparative analysis of climate-risk and extreme event-related impacts on well-being and health: Policy implications. *International journal of environmental research and public health*, 15(2), 331.
- García-Caparrós, P., Romeo, M. J., Llanderal, A., Cermeño, P., Lao, M. T., and Segura, M. L. (2019). "Effects of drought stress on biomass, essential oil content, nutritional parameters, and costs of production in six Lamiaceae species" *Water*, Vol. 11.



- Gül, A., Çatal, Y., Çoban, H. O., Polat, E., Gülcü, S., Yılmaztürk, A., ve Topay, M. (2015). Kent ağaçları bilgi sistem modeli. TUBİTAK 110Y301 Nolu Proje Sonuç Raporu, Isparta.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., ve Babaç, M. T. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırma Derneği Yayını, İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T., ve Başer, K. H. C. (2000). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Supplement II., Vol. XI., Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Güngör, Y., Erözel, A. Z ve Yıldırım, O. 2004. Sulama, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1540, Ders Kitabı: 493, Ankara.
- Güvenç, İ., ve Demiroğlu, D. (2016). Kilis 7 Aralık Üniversitesi Merkez Yerleşkesi Yeşil Alanlarının “Xeriscape”(Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesi) Açısından Değerlendirilmesi. ISEM2016. In 3rd International Symposium on Environment and Morality (Vol. 4, No. 06, Pp. 389-400).
- Hersek G., ve Korkut A. (2021). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi yerleşkesinin kurakçıl peyzaj tasarımı bağlamında irdelenmesi. *Artium*, 9(1): 1-10.
- Ismaeil, E. M., and Sobaih, A. E. E. (2022). Assessing xeriscaping as a retrofit sustainable water consumption approach for a desert university campus. *Water*, 14(11), 1681.
- Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C., and York, C. 2012. Stormwater Management: Rain Gardens, The Department of Soil and Crop Sciences and Texas A&M AgriLife Communications, The Texas A&M System, USA, p. 20.
- Jaganmohan, M., Knapp, S., Buchmann, C. M., and Schwarz, N. (2016). “The bigger, the better? The influence of urban green space design on cooling effects for residential areas”. *Journal of environmental quality*, 45(1), 134-145.

- Karaşah, B. (2022). Assessment Of Artvin Çoruh University Seyitler Campus (Front Of Engineering Faculty And Vocational School) in Terms of Xeriscape Design. In *Multidisciplinary Perspectives In Educational And Social Sciences IV* (Ed. M. Kahyaoğlu), Chapter 11, 195-209, İksad Publishing, Ankara.
- Karaşah, B., Tarakci Eren, E., Sarı, D., Surat, H. (2023). A scrutinizing for ecosystem services of roof gardens. *EU 1<sup>st</sup> International Conference on Health, Engineering and Applied Sciences*, Conference Book, p. 33-40. May 5-7, Bucharest.
- Kavuran D., ve Yılmaz, R. (2022). Kurakçıl peyzaj çalışmalarında uygun bitki türü seçimi: Süleymanpaşa, Tekirdağ Örneği. *Peyzaj, Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*; 4(2): 69-91.
- Mahdavi, A., Moradi, P., and Mastinu A. (2020) "Variation in terpene profiles of *Thymus vulgaris* in water deficit stress response" *Molecules*, Vol. 25, No. 5, 2020.
- Muluk, Ç. B., Kurt, B., Turak, A., Türker, A., Çalışkan, M. A., Balkız, Ö., ..., and Zeydanlı, U. (2013). Türkiye’de suyun durumu ve su yönetiminde yeni yaklaşımlar: çevresel perspektif. *İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği-Doğa Koruma Merkezi*, 8(9).
- Müftüoğlu, V., ve Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11), 27-37.
- Oğuztürk, G. E., and Bayramoğlu, E. (2020). Kurakçıl Peyzaj Açısından Rize Sahil Parkının İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 10(21), 13-24.
- Onur, Ö., ve Öztürk, E. A. (2013). Modifiye edilmiş poroz asfalt karışımların performansı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(3).
- Önder, S., ve Akay, A. (2015). Kentsel Açık Yeşil Alanlarda Su Yönetimi ve Kuraklık. *GAP VII. Tarım Kongresi, Şanlıurfa*, 606-611s.

- Pirbalouti, A. G., Malekpoor, F., Salimi, A., Golparvar, A., and Hamedi, B. (2017). "Effects of foliar of the application chitosan and reduced irrigation on essential oil yield, total phenol content and antioxidant activity of extracts from green and purple basil" *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, Vol. 16, No. 6, pp.177-186.
- Rauch, F. D., and Weissich P. R. (2014). *The Watersmart Garden, 100 Great Plants for the Tropical Xeriscape*, ISBN 978-0-8248-3896-6, A Latitude 20 Book University of Hawai'i Press, Honolulu.
- Rui, L., Buccolieri, R., Gao, Z., Gatto, E., And Ding, W. (2019) Study of the effect of green quantity and structure on thermal comfort and air quality in an urban-like residential district by ENVI-met modelling. *Building simulation*;12: 183-194.
- Sarı, D., ve Karaşah, B. (2015). Green Roofs and Xeriscape Planting that Contributeto Sustainable Urban Green Space. *ICSAUD 2015: 17th International Conference on Sustainable Architecture and Urban Design*, Kyoto Japan Nov 12-13, 2015, 17 (11) Part VII, 962-966.
- Sarı, D., Surat, H., Tarakci Eren, E., ve Karaşah, B. (2022). Landscape Assessment of Some Natural Groundcover Species; Case of Artvin Çoruh University Arhavi Campus. *II-International Conference on Global Practice of Multidisciplinary Scientific Studies*, Conference Book, p. 638-648. July 26-28, Batumi, Georgia.
- Seçmen Ö., Gemici Y., Görk G., Bekat L., ve Leblebici E. (2004). *Tohumlu Bitkiler Sistematiği*, E.Ü. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No: 116.
- Sevim, İ. (2023). Türkiye’de Sulamaya Açılan Arazi Artışının Tarımsal Üretime Katkısı, *Su Dünyası Dergisi*, *Devlet Su İşleri Dergisi*, Sayı 188, s. 22-23, Eylül-Ekim-Kasım 2023.
- Söğüt Z., Çolakkadıoğlu D., Şenol D., ve Satar, M. (2018). Kuşadası’nda Kurakçıl Peyzaj Uygulamalarının Önemi. *Birişçi*, T. ve Önaç, A. K. (editör) *Kuşadası Peyzaj Değerleri*; 12-26.

- Şenkul, Ç., ve Kaya, S. (2017). Türkiye’de endemik bitkilerin coğrafi dağılışı. *Türk Coğrafya Dergisi*, (69), 109-120.
- Tülek, B., ve Barış, M. E. (2011). Orta Anadolu İklim Koşullarında Su Etkin Peyzaj Düzenlemelerinin Değerlendirilmesi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*; 16(2):1-13.
- Wade, L., James, T., Coder K. D., Landry G., and Tyson, A. W. (2002). A guide to developing a water-wise landscape, University of Georgia Environmental Landscape Design Department, Georgia.
- Yalçın, V., Torun, H., Eroğlu, E., and Usta, E. Ü. (2021). Şeker Otu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) Bitkisinde Kuraklık Stresinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(3), 1165-1176.
- Yıldırım, Ş. (2014). Anadolu Botanik Tarihi, In. Eds., Güner, A., Resimli Türkiye Florası, Cilt 1, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi 2. 245-285. İstanbul.
- Yılmaz, A. (2008). “Yol Üstyapısında Yeni Teknolojiler: Geçirimli (Poroz) Asfalt Kaplama”, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Teknik Yazılar, İMO Antalya Bülteni.
- Yılmaz, O. (1993). Maki bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, No: 1326, s. 7, Ankara.
- Zencirkıran M., Akdeniz N. S. (2017). Bursa kent parkları odunsu bitki taksonlarının ekolojik tolerans kriterleri açısından değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*; 19(2): 11-19.

**Doç .Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI**

E-mail: omerlutfu.corbaci@erdogan.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi

Yüksek Lisans: Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doktora: Ankara Üniversitesi

Mesleki deneyim: Akademisyen

**Prof.Dr. Murat ÖZYAVUZ**

E-mail: mozyavuz@nku.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Ankara Üniversitesi

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi

Doktora: Ankara Üniversitesi

Mesleki deneyim: Akademisyen



---

**Kent Ağaçları Bilgi Sistemi ve Kent Ağaçları  
Yönetimi**

---

**Prof. Dr. Atila GÜL** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Isparta/Türkiye.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9517-5388>  
E-mail: [atilagul@sdu.edu.tr](mailto:atilagul@sdu.edu.tr)

---

**Citation:** Gül, A. (2024). Kent Ağaçları Bilgi Sistemi ve Kent Ağaçları Yönetimi, İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 6, 172-200. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698795>

---

## 1. Giriş

Günümüz 'bilgi ve dijital çağı' olarak kabul edilmekte olup teknolojinin ve bilişim imkânlarının çok hızlı gelişmesi birlikte bilginin dijitalleşmesi, kullanımı ve paylaşımının yaygınlaşmasını da beraberinde getirmektedir. Ayrıca bilgiyi üretmek kadar, bilginin aktif kullanılması ve güncel tutulması da daha önemli hale gelmiştir (Gül vd., 2014). Günümüzde bilgi ve teknolojiyi üreten ve bunu en etkin ve aktif bir şekilde kullanabilen ve katma değere dönüştüren toplumların, en yüksek yaşam koşullarına sahip oldukları ve diğer toplumlara göre rekabet edebilir konuma sahip olduğu görülmektedir (Gül vd., 2005).

Kentsel mekanlarda genel olarak 3 temel alanı veya kullanım tipi vardır. Bunlar; a-Farklı amaçlı her türlü bina veya yapı alanları, b-Ulaşım alanları ve 3-Açık ve yeşil alanlardır. Söz konusu 3 temel kullanım tipleri birbirleriyle olan ilişkisi ve etkileşimi aslında kentin genel peyzaj karakterini ve temelini de oluşturmaktadır (Gezer ve Gül, 2009). Kent insanı ile doğa arasındaki bozulan ilişkiyi ve kentsel yaşam koşullarının iyileştirilmesinde önemli bir rol üstlenen açık ve yeşil alanlar, gelişmiş ülkelerde yaşam kalitesinin ve gelişmişliğin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Gül ve Küçük, 2001; Küçük ve Gül, 2005; Serin & Gül 2006; Nowak & Dwyer, 2007; Gezer & Gül 2009; Gül, Keles & Uzun, 2018).

Küresel ölçekte sürdürülebilir bir yaşam için ve iklim değişikliğinin olumsuz sonuçlarını azaltmak ve uyum süreci için doğa tabanlı çözümlerin ekolojik söylem ve eylem boyutunda ortaya konulması öncelikli olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda kentsel açık ve yeşil alanların (özellikle ağaçlar ve ormanlar) yaşamsal çok yönlü hizmet ve katkılarının giderek önem kazanması en önemli stratejik eylemlerin başında gelmektedir (Gül vd., 2009). Kentsel açık yeşil alanlar, iklim değişikliğini olumsuz etkilerini azaltması yanı sıra deprem gibi doğal afetlerde kentliye toplanma alanları sağlaması, afet sonrası çok yönlü hizmetler sunması, pandemi sürecinde yaşamsal bir gereklilik olması gibi nedenler sürdürülebilir, dirençli veya akıllı bir kentleşme için sistemli bir şekilde planlanması ve yönetimini zorunlu hale getirmektedir (Dinç vd., 2020; Gül vd., 2020).

Bu nedenle kent içindeki açık ve yeşil alanlar özellikle mevcut ağaçlar, kent bilgi sisteminin en önemli doğal kaynak verileri olarak kabul edilmektedir (Gül vd., 2015).



Kentsel çevreye ekolojik ve estetik hizmet ve katkı sağlayan kent ağaçları, aynı zamanda kent insanına sosyal, kültürel, psikolojik, estetik ve ekonomik açıdan önemli hizmet ve katkılar sağlayan en önemli varlıklardır. Bu nedenle kent ağaçları aslında bir kentin kalıcı varlıklarıdır ve doğaya açılan pencereleridir (Gül, 2012). Ancak Ülkemizde, kentsel yeşil alanların kavramsal çerçevesi, tipolojileri, işlevsellikleri ve standartları gibi konular gerek akademik ortamda ve gerekse mevzuatta söylem ve eylem boyutunda dile getirilmekte ancak bu konuda farklılıkların ve eksikliklerin olduğu görülmektedir (Gül vd., 2020; Türker ve Gül, 2022).

Kent içi ve çevresinde yapılmış veya yapılacak olan ağaç kullanımı veya ağaçlandırma çalışmalarının amaca uygun ve sürdürülebilir olabilmesi için kentsel ölçekte bilimsel ve teknik düzeyde bütüncül planlama/tasarım ve yönetimini gerektirmektedir. Bu kapsamda kent ağaçlarının envanterinin çıkarılması ve veri tabanının oluşturulması kent ağaçları yönetim planlarının altyapısını oluşturmaktadır (Gezer & Gül 2009).

Günümüzde kent ağaçlarının ve ormanlarının planlama ve yönetim sürecinde yapılacak envanter ve analiz çalışmaları, alana uygun bitki türü seçimi, yer seçimi, kentsel ekosistem analizleri, fayda analizleri, gibi pek çok çalışmayı Uydu görüntüleri ve Coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile veriyi saklama, analiz ve kullanım imkanı vermektedir (Gül vd., 2014; Gül vd., 2015).

Bu çalışmada kent ağaçlarının bilgi sistemi ve envanter veri tabanının oluşturulması, planlanması, tasarımı ve yönetimine yönelik bütüncül yaklaşım ve öneriler getirilmiştir.

## **2. Kent Bilgi Sistemleri (KBS)**

Kent Bilgi Sistemi kentsel faaliyetlerin yerine getirilmesinde tüm bilgilerin (altyapı, mühendislik, mekânsal, temel hizmetler ve yönetsel vb) bir sistem kapsamında hızlı ve sağlıklı bir şekilde toplanması, işlenmesi, analizi, kullanıcı ihtiyaçlarına göre sorgulanması, yorumlanması ve optimal karar sürecini içeren konumsal bilgi sistemlerinden biridir. Bilgi sistemlerinin temel amacı Kent planlama ve yönetsel çalışmalarında yerel yönetimlerin optimum kararlara ulaşabilmesi için karar vericilere alternatif çözümler sunmak, doğru-karar verme kapasitesini arttırmak, bu yatırımlara kentlilerin

katılımını sağlamak ve kentliye çağdaş anlamda etkin hizmetler sunulmasına yardımcı olmak için önemli bir karar-destek sistemidir (Yomralıoğlu, 2000).

Kent bilgi sisteminin bileşenleri; Kentsel Coğrafi Bilgi Sistemleri, yönetim bilgi sistemi, E-belediye, diğer bilgi kanalları vb şeklinde özetlenebilir.

### **Kent Bilgi Sistemleri ile İlgili Mevzuat**

- 27/02/2003 Kalkınma Bakanlığı Bilgi Toplumu Dairesi e-Dönüşüm Türkiye Projesi,
- 2004- 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu (7. Madde),
- 2005 - 5393 Sayılı Belediye Kanunu'nun (14. Madde: “Belediyeler coğrafi ve kent bilgi sistemlerini kurar”),
- 05/08/2005- “Birlikte Çalışabilirlik Esasları Rehberi ile İlgili 2005/20 Sayılı Başbakanlık Genelgesi”,
- 29/04/2006 ve Sayı: 26153 sayılı 5490 Kanun Numaralı Nüfus Hizmetleri Kanunu (69 Madde),
- 29/06/2012 ve 644 Sayılı KHK Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un 13. Maddesi «Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü'nün teşkilat ve görevleri»,
- 29/5/2009. 5902 Sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un 13. maddesi, Adres ve Numaralamaya İlişkin Yönetmelik,
- 8/02/2011, İller Bankası Anonim Şirketi Organizasyon Görev ve Yetki Yönergesinin 19. Maddesi,
- 07/2012, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Belediyeler ve İl Özel İdarelerinin Kuracakları Kent Bilgi Sistemleri Hakkında Mevzuat Raporu. Vb.

Ülkemizde mevzuat çerçevesinde kent bilgi sistemleri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından Bulut Kent Bilgi Sistemi Uygulama Yazılımı geliştirilmiş ve uygulamaya konulmuştur. Bu yazılımda “Kent Rehberi, Numarataj, Altyapı, Kentsel Dönüşüm, Park bahçe, Mezarlık, Çevre Yönetimi, Önemli Yerler Tapu Kadastro Halihazır Harita, 18

Madde, Kamulaştırma” gibi uygulamalar mevcuttur. Bu yazılım Belediyeler tarafından aktif bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Bulut Kent Bilgi Sistemi faydaları; Kent ölçeğinde bilgi ve belgelerin arşivlenmesi, bilgiye ulaşma, merkezi ve taşra servisler arasında bilgi paylaşımı ve bilgileri güncelleştirmelerini kolaylaştırır. Mevcut planların ve hazırlanan arazi içerikli projelerin daha uygun ve uygulanabilir olmasını sağlar, Hizmet üreten birimler arasında işbirliği kolaylaşacak ve halkın bürokratik süreçlerini iyileştirir. Mevcut arazi, bina, tesis vb. varlıkların korunmasında, değerlendirilmesinde ve işletilmesinde; kaçak ve düzensiz yapılaşmanın denetiminde, planların ve kuralların tarafsız uygulanmasında, yönetim ve denetim faaliyetlerinin açıklık kazanmasında etkinlik sağlar vb şeklinde özetlenebilir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022).

KBS kentsel mekanların, fiziksel (yapılar, ulaşım, teknik alt ve üst tesisler, açık ve yeşil alanlar vb), ekolojik, sosyal, kültürel ve ekonomik olmak üzere karmaşık verileri içermektedir. Yerel yönetimlerin mevcut ve olası hizmetlerin yerine getirebilmesi, oluşturulan verilerin değerlendirilebilmesi, kullanılabilmesi, sorgulanabilmesi, kontrol ve denetlenebilmesi için verilerin doğru, güncel ve ulaşılabilir nitelikte olması gerekmektedir. Bu nedenle kent bileşenlerinin envanter ve sörvey çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

5393 Sayılı Belediyeler Kanunu ile 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu ve yönetmeliklere uygun olarak; “Mevcut kentsel yeşil alanların ve bitkilerin planlama, tasarım, tesisi, yönetimi, bakım ve onarımlarını Belediyeler yapar veya yaptırır” şeklinde yükümlülüğü olan Belediyeler tüm kamusal yeşil alanlardan sorumludurlar.

### **3.Kent Ağaçları**

Kentin sahip olduğu açık ve yeşil alanların baskın elemanı olan ağaçlar farklı biçim, doku, renk ve ölçü gibi özellikleri ile mekânda çok yönlü görsel ve işlevsel hizmet ve katkılar sağlamaktadır. Ağaçlar, kentsel yeşil alanların planlama/tasarım ve yönetimin en önemli bileşenidir (Gezer ve Gül, 2009).

Ağaçlar bitkiler alemi içinde güçlü, baskın, uzun ömürlü, etkili ve çok yönlü özelliğiyle her ekosistem için vazgeçilmez yaşamsal öneme sahiptir. Ağaçlar, genel olarak doğal kara ekosistemlerinin ve özellikle

orman ekosistemlerinin egemen (baskın) elemanlarıdır. Ve aynı zamanda orman ekosistemin tüm bileşenler için dış etkilere karşı koruyucusudur. Doğal ortamda, orman formasyonu veya küme/grupları içinde yer alır nadiren de tek tek rastlanabilir. Ağaçlar, topraktan su ve mineral maddelerini alır, havadan da karbondioksiti alır, organik madde üretir, havaya oksijen verir, canlılara besin, barınak ve üreme olanakları sağlar vb yaşamsal işlevleri yerine getirir (Gezer ve Gül, 2009).

**Kent ağaçları;** Kentsel alanların ekosisteminde ve yaşam kalitesinin yükseltilmesinde önemli rol üstlenirler. Kentin asıl ve kalıcı doğal elementidir. Kentsel alanda doğal peyzajın canlı, dinamik ve dominant bileşenidir. Uzun ömürlüdür. Ölçü, renk ve doku vb görsel estetik açısından zengin ve çeşitlilik gösterir. Diğer bitkisel elemanlardan (çalı, yer örtücü ve otsu bitkiler) baskın, kalıcı ve anıtsal değerdedir. Kent ekosistemine ve kent insanına çok yönlü estetik ve işlevsel hizmet ve katkılar sağlamakta olup 3 grupta toplanabilir (Gezer ve Gül, 2009);

- a. Kente mekânsal ve estetik amaçlı hizmet ve katkılar,
- b. Ağaçların kent insanına sağladığı psikolojik, ekonomik ve rekreasyonel hizmet ve katkılar,
- c. Kent ekosistemine ve kent insanına sağladığı ekolojik hizmet ve katkılardır.

#### **a. Kente mekânsal ve estetik amaçlı hizmet ve katkılar**

- Yapay ve biçimsel (formal) özellikteki kentsel mekânlara doğal nitelik kazandırır, görsel estetik değer yaratırlar.
- Geniş ve yüksek taçlarıyla mekân oluştururlar, farklı mekânları ayırırlar ve sınırlarını belirler.
- Ağaç taç örtüsüyle gölgeleme, barınak, duygusal ve fiziksel güven hissi sağlarlar.
- Mekânları çevirerek veya birbirinden ayırarak, harici boşluklar ve düşey bir etki yaratırlar.
- Mekâna üçüncü boyut kazandırırılar.
- Mimari yapıların bulunduğu yer ile yapılar arasında organik bağlantı kurarak, yapılar arasında geçişleri yumuşatır, yollar ve yapıların yapay geometrik desenine doğanın şekil ve renklerini

katarak, yapısal çevrede renk, ölçü, doku ve form zıtlıkları (kontrastları) sağlarlar.

- Yaya ve araç trafiğini yönetir ve yönlendirirler.
- Arazinin değişen biçim ve yüksekliklerini estetik açıdan dengelerler.
- Gizlilik (mahremlik) perdeleme ve görülebilir bir engel oluşturur.
- Çevreyici hizmeti görerek derinlik kazandırır.
- Kentin önemli çevresel bileşenlerini tanımlar ve daha kolay algılamasını sağlarlar.
- Mimari yapılar, plastik öğeler, yer döşemeleri, su öğeleri ile form, doku, ölçü, renk ile zıtlık sağlarlar veya tamamlayıcı katkıda bulunurlar.
- Ağaçlar, mekândaki peyzaj özelliklerinin ön ve arka fonunu teşkil ederler.
- İlgi odağı veya dikkat çekmek amacıyla görsel vurgu etkisi yaratır. (budama sanatı (topiary), küçük ağaç yetiştirme (bonsai), oyma sanatı, çizgisel ve soliter özellikleri vb).
- Ağaçlar, ses (müzik) ve ışık kombinasyonları ile görsel gösteri odaklarıdır vb.

#### **b. Kent insanına sağladığı psikolojik, ekonomik ve rekreasyonel hizmet ve katkıları**

- Kent insanının farklı duyuşsal algılamalara yol açarlar.
- Kent insanına doğayı çağırıştırır.
- Ağaçların sahip olduğu yeşil renk insanlara rahatlık duygusu kazandırır.
- İnsan psikolojisini olumlu etkilerler.
- İnsanların stresi azaltırken, enerji düzeyi ve yenilenme hızını yükselterek bedensel, zihinsel ve düşünsel boyutta olumlu katkı sağlarlar.

- Ağaçların gölgesi altında tesis edilen küçük oturma ve dinlenme yerlerinde dinlenmesine sevk ederler.
- Aktif ve pasif rekreasyonel etkinlikleri için uygun ortam sağlarlar.
- Bazı ağaç türleri kent insanına geçmişi hatırlatır ve canlandırır. Bazen de bazı obje veya olayları çağrıştırırlar.
- Kent kimliğinin oluşmasında katkı sağlarlar.
- Ağaçlar meyve, yaprak, çiçek gibi birçok gıda imkânı sunarlar.
- Ağaçlar, kombine edilmiş arazilerin veya konutların ekonomik değerini %20'ye kadar artırır. vb

### c. Kentsel ortama ve kent insanına sağladığı ekolojik hizmet ve katkıları

- Ağaçlar, kent ortamına uygun mikroklima oluştururlar. (Uygun sıcaklık ortamı oluşturur, temiz hava temin eder, bağıl nem etkisi, kirli havayı süzer, oksijen üretir, gürültüyü kısmen önlerler vb. (Bernatzky ,1983).
- Ağaçlar, sera etkisi ile küresel ısınmayı artıran gazlardan karbondioksiti fotosentezle harcayarak, küresel ısınmayı azaltırlar.
- Kentin en önemli karbon rezervuar varlıklarıdır.
- Kent ağaçları, kent solunumunu dengeleyen bir iklim düzenleyicisidir.
- Kent kirleticileri ve ince parçacıklar için filtre görevi üstlenir ve kentin havasını temizlerler.
- Kent ağaçları havayı 2°C ile 8°C arasında serinletebilirler.
- Gürültüye karşı da bir siper görevi üstlenirler.
- Kentsel biyoçeşitliliği artırır.
- Ağaçlar, kuşlar ve yaban hayatı için çekici bir ortam oluşturarak, mekânın estetik değerini artırabilir ve güvenli bir barınma, beslenme ve üreme olanağı sağlarlar.
- Kent içindeki su akışını düzenler ve su kalitesini artırır.

- Kent toprağına organik madde katkısı sağlar ve iyileştirirler.
- Çevrelerindeki canlı ve cansız tüm varlıklarla karşılıklı olarak birebir ilişki ve etkileşimde bulunarak kent ekosistemine büyük katkıda bulunurlar vb. sayılabilir.

### **Küresel ölçekte Ağaçların Durumu**

Ağaçlar, CO<sub>2</sub>'yi fotosentez yoluyla tutma kapasitesine sahiptir ve bu nedenle karbonu bitki biyokütlesinde ve toprak altında depolamak ve tutmak suretiyle en önemli yutak alanları olarak değerlendirilmektedir (Gül vd., 2005; Gül vd., 2009).

Ağaçlar gerek karasal doğal ekosistemin gerekse kent ekosisteminin en önemli yaşamsal değeri olmasına rağmen ne yazık ki gereken önem verilmemektedir. Özellikle insanların çok yönlü üretim ve tüketim faaliyetleri ve ekonomik önceliklerle hareket etmesi sonucu küresel ölçekte ağaç çeşitliliğı, kapladığı alan ve coğrafik dağılımı her geçen gün değişmekte ve olumsuz etkilenmektedir

Crowther vd.'e (2015) göre Dünyada küresel ağaç sayısı yaklaşık 3,04 trilyon olup bu ağaçların yaklaşık 1,30 trilyonu tropikal ve subtropikal ormanlarda, 0,74 trilyonu Boreal bölgelerde ve 0,66 trilyonu da ılıman bölgelerde bulunmaktadır. Her yıl 15 milyardan fazla ağacın kesildiğini ve insan uygarlığının başlangıcından bu yana küresel ağaç sayısının yaklaşık %46 oranında azaldığını ifade edilmektedir (Crowther vd., 2015).

Dünyada kişi başına düşen ağaç sayısı 420 adet olduğu, her 5 ağaç türünden 1'inin doğrudan insanlar tarafından gıda, yakıt, kereste, ilaç, bahçecilik ve daha fazlası için kullanıldığı belirtilmektedir (Crowther vd. 2015).

Dünya genelinde 58.497 ağaç türü bulunmaktadır ve yani tohumlu bitkilerin yaklaşık % 24'nü oluşturmaktadır. Dünya ölçeğinde; Ağaç türlerinin %30'u (17.510) yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Son üç yüz yılda, küresel orman alanı yaklaşık %40 oranında azalmıştır. En az 180 ağaç türü, deniz seviyesinin yükselmesi ve iklim değişimi nedeniyle doğrudan tehdit altındadır (BGCI, 2021).

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) en son özel raporu, küresel ısınmayı 2050 yılına kadar 1,5°C ile sınırlandırmak için

1 milyar hektar ormanlık alanın artırılmasının gerekli olacağını öne sürmektedir (IPCC, 2018).

Türkiye’de eğreltiler ve tohumlu bitkiler dahil olmak üzere; 167 familya ve 1.220’si doğal 1.320 cins, 11.466’sı doğal, 11.707 bitki taksonu bulunmaktadır. Endemik sayısı 3.649’u, yani %35’i endemiktir. Türkiye bazı cins, seksiyon, tür ve diğer taksonomik grupların primer ya da sekonder gen merkezi kabul edilir (bizimbitkiler.org.tr, 2019).

Ülkemizdeki doğal ağaç takson sayısı 185 adettir. (Angiospermea:169, Gymnospermea: 16). Bununla birlikte Ağaçlar toplam doğal bitkilerin % 5 ini oluşturmaktadır.

#### **4. Kent Ağaçları ve Bilgi Sistemi**

Kentsel ortamlardaki ağaçlar, çoğunlukla doğal ortamlarının aksine çeşitli olumsuz koşullara ve birçok stres faktörüne maruz kalmaktadır. Toprak ve iklim koşulları, yaşam alanları kısıtlayıcı etmenler, toprak sıkışması, taşlıların oluşturduğu hava kirliliği, yetersiz beslenme, yanlış budamalar, insan faaliyetlerinin çok yönlü olumsuz etkileri vb sonucu hem yaşam süreleri kısalmakta hem de habitus gelişimleri olumsuz etkilenmektedir. O nedenle, kent ortamındaki ağaçlarda form ve tepe bozulmaları, kurumalar, yara izleri ve hastalıklar daha fazla yaşanmaktadır (Gezer ve Gül, 2009; Akkemik, 2023).

Hizmet ve katkıların çok yönlü ve etkili olabilmesi için ağaçların büyüme hızı, olgunluk ölçüsü, mekânsal ve çevresel koşullar ile doğrudan ilişkilidir.

Kentlerde nüfusu artışı ile birlikte sosyal, ekonomik, politik ve kültürel koşullar kentleşme eğilimleri sonucu yapı stoğunun artması ile birlikte kentsel yeşil alanlar üzerinde baskılara neden olmaktadır. Özellikle İstanbul gibi büyük metropollerde, hızla değişen bu koşullar, kentsel yaşam kalitesini etkileyen ağaç varlığının, bilimsel ve teknik ilkeler çerçevesinde uzun vadeli plan ve programlar dahilinde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır.

Mevcut kent ağaçları, kentsel bilgi sisteminin en önemli doğal verileridir. Her kent için «Kent Ağaçları Bilgi Sisteminin» kurulması ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi için gerekli hale gelmiştir. Kent ağaçlarının bireysel, yapısal ve ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi ve



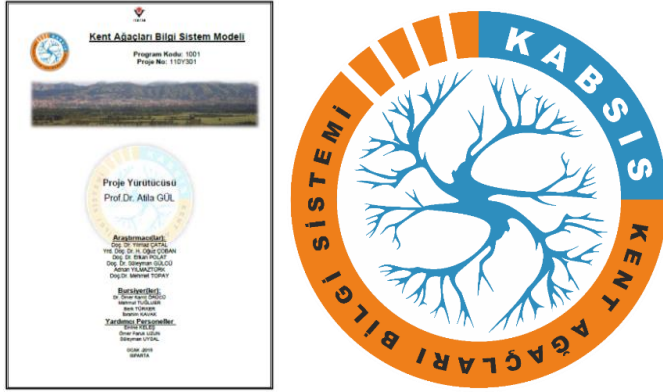
ekonomik analizlerinin yapılabilmesi ve yorumlanabilmesi için sağlıklı veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır (Gül vd., 2015).

Kent ağaçlarının envanterine yönelik veri tabanı yeşil alanların kent planlamasına, tasarımına ve yönetimine önemli katkılar sağlayacağı gibi bu konuda bilinçli farkındalığın oluşturulmasında da yardımcı olabilecektir (Tuğluer ve Gül, 2018).

Bu bağlamda Türkiye'de ilk defa, Isparta kent ölçeğinde CBS tabanlı kent ağaçları sayısal (dijital) bilgi sistemleri veri tabanı modeli oluşturulmuştur. Bu model diğer kentler için örnek teşkil edecek bir özgün bir çalışma niteliğindedir.

## 5. Isparta Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Modeli

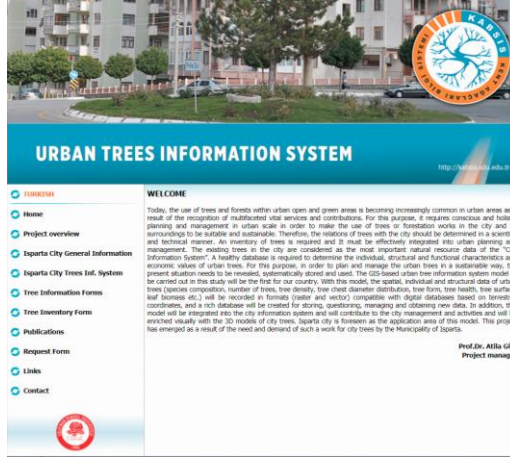
Kent Ağaçları Bilgi Sistem Modeli adlı proje Prof. Dr. Atila GÜL Yürütücülüğünde TÜBİTAK ÇAYDAG (Proje#:110Y301) tarafından desteklenerek 2011 yılında başlanmış ve 2015 yılı sonunda tamamlanmıştır (Gül vd. 2015).



Şekil 1. Kent ağaçları bilgi sistem modeli raporu ve logosu

Proje kapsamında kent ağaçları ve kent ormanları ile ilgili bilgilerin paylaşılması ve bilgilendirilmesi amacıyla Süleyman Demirel Üniversitesi ağ sunucuları üzerinde “Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Modelinin” (KABSİS) web sayfası (<http://kabsis.sdu.edu.tr>) oluşturulmuştur. Oluşturulan web sayfasında; Proje hakkında genel bilgiler, Isparta kenti genel bilgileri, Isparta kent ağaçları bilgi sistemi, Isparta kentinde envanteri yapılmış çalışma alanlarındaki mevcut kullanılmış ağaç listesi ve bilgi formları, Ağaç envanter formları, yer

almaktadır. Kent ağaçları ve ormanlarına yönelik bilimsel yayınlar ve linkler paylaşımına sunulmuştur.



Şekil 1. Kent ağaçları bilgi sistem web sayfası

**Projenin Amacı:** Bu model ile mevcut kent ağaçlarının bireysel, yapısal ve işlevsel özelliklerine yönelik yersel ölçüm ve gözlem çalışmaları ile elde edilen envanter verilerinin ArcGIS ortamında sayısallaştırılması, depolanması, analizi, sorgulanması, yeni veri setlerinin elde edilmesi, modellenmesi ve verilerin online paylaşımı amaçlanmıştır (Gül vd., 2015).

Böylece toplam ağaç biyokütlesi, karbon hesaplaması ve ağaç ekosistem hizmetlerini tahmin etmek için kullanılabilir hale getirilmiştir. Hem de kent ağaçlarının yönetim sürecindeki bakım, onarım, yenileme, budama vb iş faaliyetlerinin yönlendirmeye yönelik bir imkân sunmuştur. Ayrıca ağaç envanteri verileri, tüm paydaşlar tarafından WEB'de çevrimiçi olarak paylaşılması sağlanmıştır. Bu çalışma birbiriyle ilişkili beş aşamadan oluşmuştur (Gül vd., 2015).

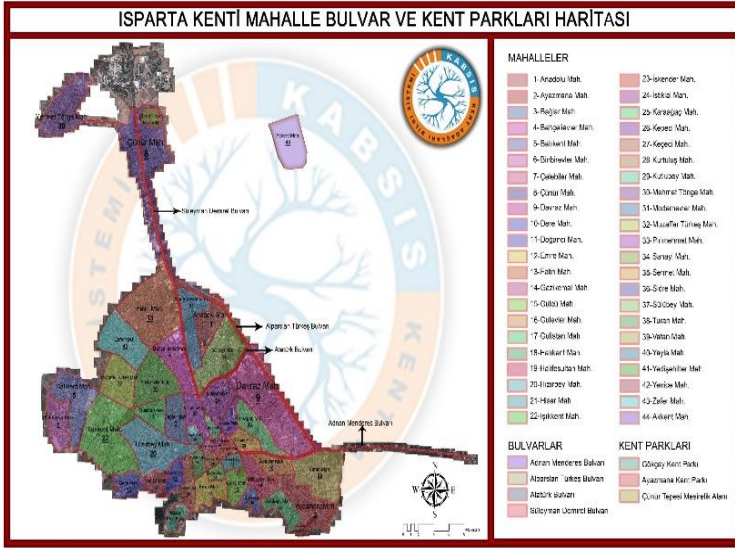
- Destek uydu görüntüsü ile sayısal haritalar elde edilmesi
- Anket çalışması
- Kentin 43 Mahallesinde ağaç envanteri çalışmaları
- Toplanan veriler sayısallaştırma, sorgulama ve ArcGIS tabanlı olarak analiz edilmesi
- Ağaçların 3 boyutlu modellemesi (ArcGIS tabanlı)

- Elde edilen veriler WEB'de online olarak paylaşılmasıdır.

Isparta kentinde ağaç envanteri çalışma alanları olarak 43 mahalle, 4 Büyük Bulvarlar (Atatürk Bulvarı, Alpaslan Türkeş Bulvarı, Adnan Menderes Bulvarı ve Süleyman Demirel Bulvarı), 2 Kent parkı (Gökçay Parkı ve Tarihi Ayazmana Parkı), 1 Mesire Alanı (Çünür Tepesi), Anıtsal özellikli ağaçlar dikkate alınmıştır (Gül vd., 2015).

Isparta Belediyesi'nin sorumluluğunda olan park, bulvar ve caddelerdeki mevcut ağaçların envanter verileri, arazi çalışmalarında her bir ağacın ölçüm ve gözlemleri yapılarak elde edilmiştir.

Ağaç envanter formu; ağaç kimlik kodu, yer adı ve numarası, tür (Latince, İngilizce ve Türkçe adı), ağaç boyu (m), dalsız gövde boyu (m), göğüs yüksekliğindeki çap (DBH=d1.30 m), taç çapı (m), gövde sayısı, yaş, habitus, ayrılan toprak alanı, ölüm durumu ağaç taç yüzdesi, ışığa maruz kalma taç yüzdesi, taç kaybetme yüzdesi (%), fonksiyonel özellikler, sağlık durumu, ağaç kusurları, bakım ve koruma önlemleri ve diğerlerini içermektedir.



Şekil 3. Isparta kent ağaç bilgi sistemi çalışma alanları

Kent Ağaçları Bilgi Formu	
Kayıt Tarihi: .....	Kaydeden: .....
Mahalle/Mevki/Sokak/Yol Adı: .....	Fotoğraf: .....
.....	.....
Ağaç sıra No: .....	
Ağaç kod No: .....	
Latince Adı: .....	
Türkçe Adı: .....	
Koordinatları: .....	
Ağacın Alt-Üst Yapılarla Olan İlişkisi (2): .....	
Yaş: .....	
Ağaç Boyu (m): .....	
Dalsız gövde yüksekliği (m): .....	
Gövde-Göğüs Çapı (cm) : (d): 1,30(m): .....	
Tepe Taç Genişliği (m): .....	
Gövde sayısı: .....	
Taç ölüm durumu yüzdesi (3): .....	
Taçın maruz kaldığı ışık derecesi (4) : .....	
Taç örtüsünün kayıp yüzdesi (%) (5): .....	
Ağaç Formu (6): .....	
Ağac için ayrılan toprak alan boyutları: .....	
(7) Sağladığı işlevsel özellikleri: .....	
(8) Ağaç sağlığı durumu: .....	
(9) Ağaç kusurları: .....	
(10) Bakım ve Korumaya Yönelik Tedbirlere: .....	

Şekil 4. Kent ağaçları envanter bilgi formu



### Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Envanter Bilgi Formu Veri Anahtar Tablosu (Gül vd., 2025).

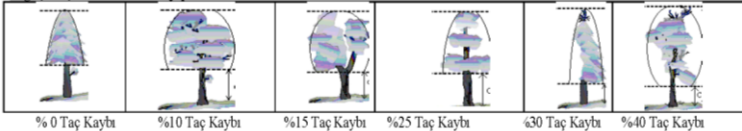
Bulunduğu Ortam Tipi	Ağaç Yaşı Değerleri	Ağaç Boyu Aralık Değerleri
1- Sağ taraftaki Yaya yolu (tretuvar)	1- < 5 yaş 7. 101 – 120 yaş	1- <3 m Küçük Ağaç
2- Sol taraftaki yaya yolu	2- 6 - 10 yaş 8. 121 – 200 yaş	2- 3 – 6,9 m Orta boy Ağaç
3- Refüj	3- 11 - 20 yaş 9. 201 – 500 yaş	3- 7 – 19,9 m Boylu Ağaç
4- Park içinde	4- 21 - 40 yaş 10. 500yaş <	4- 20 – 50 m Uzun boylu Ağaç
5- Yol kenarı açık yeşil alan	5- 41 - 80 yaş	5- 50 m < Dev ağaç
6- Diğer.....	6- 81 - 100 yaş	
Ağaç Tepe Taç Genişliği Aralık Değeri	Ağaç Formu	Ağaç Dalsız Gövde Yüksekliği Değer Aralıkları
1- <1m 6- 9m - 10,9m	1- Piramit form	1- <0,50 m 6. 4.1m - 5m
2- 1m - 2,9m 7- 11m - 12,9m	2- Sütun form	2- 0,50m - 1m 7. 5m <
3- 3m - 4,9m 8- 13m - 15m	3- Yuvarlak form	3- 1,1m - 2m
4- 5m - 6,9m 9- 15m <	4- Dağınık form	4- 2,1m - 3m
5- 7m - 8,9m	5- Salkım form	5- 3,1m - 4m
6- Yatak (Yayvan) form		
Ağaç Gövde Göğüs Çapı Aralıkları (DBH=1,30m)	Taç Ölüm Yüzde Durumu ( hastalık veya ölü kısım)	Kent Ağaç Tacı Kaplama Yüzdesi
1- <10cm	1. Mükemmel 1% den az)	TA= Çalışma alanı toplam alan değeri (m <sup>2</sup> )
2- 10cm - 15cm	2. iyi (%1-10 arası)	TATA=Ağaç tepe taç alanı toplamı
3- 15,1cm - 30cm	3. orta (%11-25)	$\sum [F^2]$
4- 30,1cm - 45cm	4. fakir (%26-50)	TATY=Alandaki toplam ağaç tacı yoğunluğu veya kaplama yüzde değeri (%)
5- 45,1cm - 60cm	5. kritik (%51-75)	"TATY=100xTATG/TA
6- 61cm - 120cm	6. ölmeye yakın (%76-99)	
7- 120 cm <	7. ölü (%100)	
Ağacın Alt-Üst Yapılarıyla Olan ilişkisi	Sağladığı İşlevsel Özellikleri	Ağaç Sağlığı Durumu
1- Elektrik direği ve hattı	1- Ses İzolasyonu 10. Vurgun etkisi	1- Sağlıklı
2- Yangın Vanası	2- Güzel çiçekleri ve kokusu 11. Kamüfle - kapatma etkisi	2- Entomolojik sorunlar
3- Kanalizasyon	3- Sınırlayıcı 4- Gölge	3- Patolojik sorunlar
4- Telefon Hattı	5- Yaprak Özellikler 12. Anıt özelliği	4- Yaralı
5- Aydınlatma elemanı	6- Rüzgâr Önleme 13. Meyve özelliği	5- Kovuk oluşumu
6- Trafo	7- Sonbahar Renklenmesi 14. Diğer	6- Büyüme bozukluğu
7- İstima Hattı Su bekebe sistemi	8- Trafik ve Sirkülasyonu yönlendirme	7- Toksik etkiler
8- Durak	9- Fon oluşturma	8- Klimatik zararlara
9- Havai hatlar		9- Kök ile ilgili sorunlar
10- Doğal gaz hattı		10-Baskı etkisi ve boğulma
11- Diğer		11- Diğer
Ağaç Kusurları	Bakım Ve Korumaya Yönelik Tedbirler	
1. Kusuru yok	0. Yok	7. Gövde Sarma
2. Çatallanma	1. Budama	8. İlaçlama
3. Gövde eğriliği	2. Gergileme	9. Gübreleme Toprak işleme ve takviyesi Izgara yerleştirme
4. Dengesiz tepe	3. Herekleme	10. Anıt ağaç olarak tescil ettirme
5. Gövde sürgünü verme	4. Temizleme	11. Taşıma
6. Kök sürgünü verme	5. Kök yayılış alanını genişletme	12. Destekleme
7. Tepe kesik Diğer	6. Kesim	

### Tacın Işığa Maruz Kalma Derecesi Durumu

0. Tam gölge altında olanlar, 1-Dört yönden ışık almayanlar, 2-Sadece bir yönden ışık alanlar, 3-Üstten ve sadece bir yönden ışık alanlar, 4-Üstten ve iki yönden ışık alanlar, 5-Üstten ve üç yönden ışık alanlar, 6-Üstten ve dört yönden ışık alanlar



### Ağaç Taç Örtüsünün Kayıp Durumu



Şekil 5. Kent ağaçları envanter bilgi formu veri anahtar tablosu

Projede aynı zamanda Isparta kent ölçeğinde mevcut anıt ağaçlar tespit edilmiş ve her bir anıt ağaç için envanter formu oluşturulmuştur.

ANITSAL NITELİKTEKİ AĞAÇ ENVANTER FORMU				
Tür Adı (Türkçe)	Doğu Çınarı			
Familya Adı	Platanaceae			
Tür Adı (İngilizce)	Oriental plane			
Tür Adı (Bilimsel)	Platanus orientalis L.			
Şehir	Isparta			
İlçe	Merkez			
Belde	Merkez			
Orman İşletme Müdürlüğü	Isparta			
Serisi	Isparta			
Pafta No	M25 d1			
Bölme No	566			
Mevki	Sülübey			
Bulunduğu Ortam Tipi	Kaldırım			
Mülkiyet Durumu	Devlet			
Tescil Durumu	Tescilli			
Ölçüm Tarihi	Eyl.13			
Enlem - Boylam	37 45 2839 / 30 33 2398		Baki	Kuzey
Yükselti E	1072		İklim	İlman ve nemli
Eğim	5-10		Röliyet	Akt Yamaç
Yıllık Ortalama Sıcaklık	22,7		Yıllık Yağış (mm)	535,2
Yıllık En Yüksek Sıcaklık	42,3		Rüzgar Yönü	Kuzey
Yıllık En Düşük Sıcaklık	-19,3		Bağıl Nem	%61
Ağaç Formu	Dağınık		Tahmini Yaş (Yıl)	800
Boy	11		Çap	280
Tepe Çapı	K-G	7	Tepe Çapı	D-B
Taç ölüm durumu yüzdesi	% 76-99		Tepe Çapı	6
			Taç örtüsünün kayıp yüzdesi	% 40
Yaprak	Basit Yapraklı		İşık	İşık bitkisi
Yaprak Dizilişi	Altmışık		Toprak	Kumlu, derin, nemli
Yaprak Kenarı	Dışlı		Dal Yapısı	Çok Dalı
Gövde Kabuk	Beyaz-Gri		Meyve	Bileşik Meyve
Bilki Eşey Durumu	Bir Evcikli		Çiçek Rengi	Kırmızı-Kahverengi
Kök	Kalp kök sistemi		Çiçek	-
Ağaç sağlığı durumu	Büyüme bozuklukları		Ağaç kusurları	Dengesiz Tepe
Sağlamlık İstisnai özellikleri			Anıt Özelliği-Sınırlayıcı-Gölge	
Bakım ve Korumaya Yönelik Tedbirler			Budama, Gergileme	
Akt-Üst Yapılarla İlişki ve mesafesi(m)			Yol 1 m	
Diğer Açıklamalar ve Öneriler	Boyutsal anıt ağaç olarak tescil edilmelidir. Anıt ağaç olduğunu belirten levha asılıp bariyer ile koruma altına alınmalıdır.			

Şekil 6. Isparta kenti anıt ağaç envanter bilgi formu

Her bir çalışma alanında ağaç envanteri verileri (ağaç sayısı, tür kompozisyonu ve dağılımı, ağaç yaşı, boyu, göğüs yüksekliğindeki çapı, taç çapı, fonksiyonel özellikleri, ağaç sağlığı, bakım ve koruma durumu, yaprak yüzey alanı ve yaprak biyokütlesi) ArcGIS tabanlı olarak analiz edilmiş ve yüzde (%) değerlerine dönüştürülmüştür.

Envanter çalışmaları sonucunda kent ağaçlarının alansal, bireysel ve yapısal verileri her ağaç türü için farklı katmanlar oluşturmak suretiyle ArcGIS ortamına aktarılmış ve ağaç veri tabanı oluşturulmuştur.

Her bir çalışma alanında ve bütüncül kent ölçeğinde ağaç envanter verileri ArcGIS ortamında analiz edilmek suretiyle % dağılımları elde edilmiştir.

- Isparta Belediyesinin sorumluluğunda olan çalışma alanı olarak 43 mahalle, 4 bulvar, 2 kent parkı ve 1 mesire alanında tesis edilmiş mevcut ağaçlar ve kent içindeki yaşlı, anıt ve özel nitelikli ağaçların envanter verileri ArcGIS ortamında bütüncül olarak analizler gerçekleştirilmiştir.
- Kent ağaçlarının tesisi ve kullanımı konusunda mevcut sorunlar ve eksiklikler belirlenmiştir.
- Isparta kenti bulvar, cadde sokak ve parklarda kullanılan her bir ağaç türünün bireysel özelliklerini içeren genel bilgi formları oluşturulmuştur.
- KABSİS WEB tasarımı ve online olarak paylaşımı gerçekleştirilmiştir.

### **Isparta kent ağaçların bütüncül envanteri ve analizi sonuçlarına göre;**

- Isparta kent alanı toplam :1848 ha'dır.
- Her mahallede bulunan açık ve yeşil alanların toplamı 1373788 m<sup>2</sup> (137,3 ha) dır.
- Isparta kenti tüm açık ve yeşil alanlar yaklaşık %13'unu oluşturmaktadır.
- Kişi başına 6,8 m<sup>2</sup> yeşil alan düşmektedir.
- Envanteri yapılan ağaç sayısı 46.254 adettir.
- Ağaç tür sayısı 80 adettir.
- Kullanılan ağaçların %70 geniş yapraklı ağaçlar oluşturmaktadır. En çok kullanılan ağaç türleri (sırasıyla); *Fraxinus excelsior* L. (% 16,39), *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe (% 12,80), *Platanus orientalis* L. (% 10,91), *Cedrus libani* A. Rich (% 9,07), *Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'* L. (% 8,69) gibi.

- Toplam ağaç türleri içinde yaklaşık % 11'i yabancı orjinli (ekzotik) ağaç türleridir. (*Aesculus hippocastanum*, *Albizia julibrissin*, *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron giganteum*, *Catalpa bignonioides*, *Cupressus arizonica*, *Cupressus goveniana* vb)
- Buna karşın % 89 'u ise Isparta yöresinin veya Ülkemizin doğal türlerinden oluşmaktadır. Hatta ülkemizin doğal türü olmamasına rağmen ülkemiz koşullarına uyum sağlamış ve yaygın kullanılmakta olan bazı türlerde bu grubun içinde yer almaktadır. Örneğin (*Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia* vb.).
- Ağaçların toplam tepe taç alanı, kentin yaklaşık %6,6'sını kaplamaktadır.
- NOWAK (1996) tarafından oluşturulan formüle göre; Çalışmada Yaprak alanı için denklem aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

$$Y = e^{(-4.3309 + 0.2942H + 0.7312D + 5.7217Sh - 0.0148S + 0.1159)*C}$$

Yaprak biyokütlesi için ise bu çalışmada söz konusu denklem aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

$$Y_b = e^{(1.9375 + 0.4184*H + 0.6218*D + 3.0825*Sh - 0.0133*S + 0.1073)*C}$$

*Y*: Yaprak Alanı, *Y<sub>b</sub>*: Yaprak Biyokütlesi (g), *e*: doğal logaritma, *X*: göğüs çapı (cm), *Sh*: Yetişkin ağaçlar için ortalama gölgeleme faktörü. (Bu değer geniş yapraklılar için 0,83 iğne yapraklılar için ise, 0,91 olarak alınmıştır.), *S*: Ağacın dış tepe yüzey alanı ( $\pi.D(H+D)/2$ ) *C*: Tepe Taç kayıp oranı, *D*: Ortalama tepe çapı (m), *H*: Tepe Taç boyu (m).

- Isparta kent içinde envanteri yapılan ağaçlarının oluşturduğu yaprak yüzeyi alanı 264,244 ha. dır.
- Tüm ağaçların yaprak biyokütle (biomass) değeri ise yaklaşık olarak 248,513 tondur.

Projede elde edilen bulgular çerçevesinde Isparta kent ölçeğinde kullanılan ve tesis edilen ağaçların kentsel yeşil alanların peyzaj planlama/tasarım ilkeleri ve “Şehiriçi Yol ve Meydan Ağaçlandırma Standartlarına” (TSE, 1990) göre yapılmadığı veya uygulanmadığı görülmüştür. Sonuçta kent ağaçlarının kentin önemli bir bileşeni olduğu ve bilimsel ve teknik boyutta ele alınması gerektiği konusunda henüz algı ve farkındalık oluşmamıştır. Ağaç türlerin bireysel özelliklerinin dikkate alınmaması, amaca uygun olmayan yanlış tür seçimi, ağaç türlerinin görsel kalite ve işlevsel özelliklerine göre



ilişkilendirilmemesi, mekân-ağaç ve çevre ilişkisi dikkate alınmadan yanlış türlerin kullanılması, tesis edilen ağaçlara uygun yaşam ortamlarının oluşturulmaması, Anıt ağaç niteliğindeki ağaçlara gereken önem verilmemesi, Tekniğine uygun bakım tekniklerinin uygulanmaması vb şeklinde özetlenmiştir.

Projede Isparta kent ölçeğinde kullanılan 80 ağaç türleri için ağaç türleri genel bilgi formları oluşturulmuş ve web sayfasında herkesin erişimine açılmıştır (<http://kabsis.sdu.edu.tr>)

KENT AĞAÇLARI BİLGİ SİSTEMİ MODELİ (TUBİTAK 110Y301 No'lu Proje - Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Atilla GÜL)	
<b>Adı (Bilimsel ve Türkçe)</b>	<b>Aesculus hippocastanum L.</b> Horse chestnut Beyaz Çiçekli Akdenizce Sapın/Akdeniz
<b>Habitüs</b>	20-30 m. boyunda, yuvaklı tepeli bir ağaçtır. Gençken dikildiğinde dikenli dikenli ya da duşudur. Silindirik, Düşük karek, kanarlar düz veya dişlidir.
<b>Botanik Özellikler</b>	<b>Yaprak</b> Yapraklar uzun saplı, tipikal olarak 5-7 yapraklı olup, el genişliğinde kanarları diğri ya da duşudur. Silindirik, Düşük karek, kanarlar düz veya dişlidir. <b>Çiçek</b> Çiçekler her erkeği bir diğri Bileşik salımlı kuluçkandır. Diğri duran uzun bir silindirik toplanıdır. Çiçekler diğriktir. Haziran, salım sonunda açar. Çiçekler beyaz, çiçekleri yulduz şeklinde. Her bir yakağı 20 santimetre boyundadır. Sarı-kırmızı yanamlı ve oldukça dokunulur. <b>Meyve ve Tohum</b> Meyve üzeri dikenli veya dişli büyük bir kapsülüdür. Dikenli ve yeşil kapsülü meyveleri olgunlaştığında ağaç ve kuyu kahverengi tohumları diğri. Meyveleri sadece çeyrekler yenir. Diğri kısımları diğri diğri hayvanlar bu sebepten saklanmaz. <b>Gövde ve Sürgün</b> Gövdesinin kalınlığı kumunması kahverengidir. Kalın ve in çabuk vardır. Dallar diğri si ve siyah olan tohumcuları da yine kumunması kahverengidir. <b>Kök</b> Kalın kök yapar ve göçü yan kökleri gelişir. <b>Diğri</b> Hızlı büyümeyen bir ağaçtır ve bu nedenle odunu da yumuşaktır.
<b>Ekolojik Özellikler</b>	<b>Yaşam Alanı</b> Soğuk, güneşli ve ırmak ikliminde yetişir. Soğuk iklim şartlarına dayanıklıdır. <b>Tropik</b> Nemli ve ırmak tropikalarda sağlıklı gelişim gösterir. Kanaatkar bir tür olup, optimum gelişimi nemli, derin, taze topraklarda yapar. Tuzlu toprakları sevmez. PH: 5-7.0 toleranslı. <b>Tuzluluk</b> Yüksek rakımlarda yetişebilir. <b>Bu toprak</b> Orta derecede su ve nem talep eder. <b>Çiğnem Yayıllığı</b> Balkan Yarımadasında doğal yetişir. Ülkemizde de çöpçe yetişir. <b>Diğri</b> Budanmaya fazla ihtiyaç duymaz. Hava kirliliğine dayanıklıdır. Kille, park, göçleme ve alle ağaçları. Gövdeleri ve dalları nemli yerlere, yataklarına koyu dayanıklı olup, kendileri kısa sürede onarır.
<b>Önemli Çeşitleri (Varyete ve Kültürleri)</b>	<b>Baumanni/Flore-plena</b> 20-25 m boy piramit bir tepeli yapar. Yaprakları 10-15 cm uzunluğunda, 5-7 parçalı, koyu yeşil, çökeltiler, beyaz ve toz sayıklı çöpçe kuru, 15 cm uzunluğunda ve diğri çökeltilerine sahiptir. Meyve kırmızı, bu nedenle trafik yolları için uygundur. Derin, normal topraklarda ve göçme alanlarında yetişir. Park ve alle ağaçları olarak yataklar kullanılır. <b>Pumila</b> Budur formundadır. <b>Schrankhoferi</b> Sarı-kırmızı çiğdemlidir. <b>Varietate</b> Sarı-kırmızı yapraklıdır.
<b>Bilgi Tasarımında Kullanım</b>	<b>Estetik</b> Herbete görünümlü tüm dikimleri üzerine çekmeyi başaracağı için, genç alanlarda vurgu ağaçları olarak kullanılabilir. Çiçek rengi ve formu, yaprak formu nedeniyle estetik amaçlı kullanılabilir. Solter veya grup halinde kullanılabilir. <b>İspesyal</b> Göçme alanları, özellikle yaya yollarında, meydan ve park ağaçları olarak idealdir. Hava kirliliğine dayanıklıdır.

KENT AĞAÇLARI BİLGİ SİSTEMİ MODELİ (TUBİTAK 110Y301 No'lu Proje - Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Atilla GÜL)	
<b>Adı (Bilimsel ve Türkçe)</b>	<b>Pinus nigra subsp. pallasiana (Lamb.)</b> Holmboe Anadolun Black Pine Torta (Anadolun) Karagörmüş Pınarçicek
<b>Habitüs</b>	20-35-50 m. boy, genç ağaçların piramidal (Ø 6 m) yaşlı ağaçların yapraklı bir kere (Ø 8-15 m) yapraklı.
<b>Botanik Özellikler</b>	<b>Yaprak</b> (2) iğne yaprakları, 8-15 cm uzun, koyu yeşil sert, kenarları ince diğri, hafif kırıncı, kırıncıların ucunda pençegimsi todu ve uçları bütüncül ve serttir. <b>Çiçek</b> Erkek çiğdemleri soğuk sarmı renkleri ce silindirikdir. Diğri kokuşaklar saplı çok denekli kadez aç olup parlatı açık sarı esmer renkte ve sarmıdır. Kalın çik, göbek koyu renktir. <b>Meyve ve Tohum</b> Tomurcuları 12-24 mm uzun silindirik, sim ve renktir. 2 yatağı olgunlaşan kozalakları, 5-8 cm uzun, 3 cm Ø, oval, soğuk, kasa saplı, parlatı sarmı-kahve (bey) ve sarmıdır. Tohumları koyu esmer, 3-4 mm uzun ve 2-3 mm geniş, ağırlığı diğri uzun kanarlı ve açık kahve renktir. <b>Gövde ve Sürgün</b> Gövdesi diğri kadezli kane ve in çik, koyu diğri renk ve derin çiklidir. Dallar başta diğri, yeşilimsi kahve renktir, diğri ince kadezli. Sürgünleri parlatı sarmı-kahve renktir. <b>Kök</b> Güçlü sarmı kök yapar, oldukça hızlı gelişir. <b>Diğri</b>
<b>Ekolojik Özellikler</b>	<b>Yaşam Alanı</b> Genellikle karasal iklimin ağaçlarıdır. Diğri iklim ve toprak koşullarına çok dayanıklıdır. Soğuk ve kuru Akdeniz ikliminin ağaçları, bu tür, ama biraz göçme dayanıklıdır. Soğuk, orta, diğri ve kireç dayanıklıdır. <b>Tropik</b> Tropik yağışlı iklim, Sıcak ve nemli topraklarda da yetişebilir. <b>Tuzluluk</b> Ülkemizde 400-2100 m yüksekliklerde yer alır. <b>Çiğnem Yayıllığı</b> Kuraklığa dayanıklıdır. <b>Diğri</b> Anadolu'da Tırtık, Kırım, Sığirci ve Kırım'da yetişir. Özellikle Anadolu'nun Karadeniz, Ege ve Toros dağlarının içi bakan taraflarında görülür. Türkiye'de 2.2 milyon ha yayılım alanı vardır. Rüzgâr ve kirece de dayanır. Kanaatkarlıdır. Hava kirliliğine dayanıklıdır.
<b>Önemli Çeşitleri (Varyete ve Kültürleri)</b>	<b>P.n. subsp. pallasiana "Semenara"</b> Bolu ve Fırtınalı yöresinde 10-15 m. boy yapar, toprakta yakın dallarına dağınıklıktır. Yal. (Ebe Çamı). <b>P.n. subsp. pallasiana "Pınarçicek"</b> Tavşanlı yöresinde yetişir; 10-15 m. boy ve piramit (Sarı gibi) bir tepeli 2-3 m. Ø'ü yapar. Toroslar yakın bir dalından ve gövdesi tolu ya da eğri olabilir. Sarmıdır. Erdenik ve Karabük alanlarında. Sarı renkte etkilere çökeltiler silindirik; 4-8 cm uzunluğunda iğne yaprakları koyu yeşil ve serttir, toz renkli tohumcuları büyük, silindirik ve uçları sivri, tohumcuları pullarını kanarları kırkparçadır. Sürgün ucunda bulunan yapraklar tohumcuları göçme alanlarında oldukça yaygın olarak "Çam" görünümünde bir toluğu oluşturmaktadır. Soğuk yerlerde yaygındır. <b>P.n. subsp. pallasiana "Yahırçik"</b> (Büyük Kozalaklı Karagörmüş). Erdenik ve Karabük alanlarında.
<b>Peyzaj Amacı Kullanım</b>	<b>Estetik</b> Özellikle soğuk ve piramit formu çökeltiler vurgu için ajansın dekoratif etkilere vardır. Bu çökeltiler koyu yeşil yaprakları ile fon bölümleri olarak kullanılabilir. <b>İspesyal</b> Yıl ağaçları olarak vurgu değeri ancak derin ve geniş kökleri ve karıncalı özellikle piramit formu kullanılır. Rüzgâr proteksi olarak, kırı hava ortamlarında kullanılabilir. Yuvaklı formu dallarını göçme alanları için uygundur.

Şekil 7. Isparta kentinde kullanılan ağaç türlerinin bireysel bilgi formu Projede alansal ağaçların ArcGIS ortamında 3 boyutlu modellenmesi de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Isparta kentinde kullanılan ağaç türlerinin bireysel bilgi formu

Kullanıma açılan verilere <http://kabsisdata.sdu.edu.tr/> web adresinden mahalle bazında herhangi bir ağacın üzerine tıklanmak suretiyle ağacın konumsal ve diğer öznelik bilgilerinin online (çevrim içi) ortamında paylaşılması sağlanmıştır. Kent ağaçlarının paylaşımı, veri tabanında sunulan noktaların kendilerine ait seçilen veri öznelikleri üzerinde sembolize edilerek açılır menü veya öznelik tablosu şeklinde görülebilmektedir.

Online olarak paylaşımına açılacak Kent Ağaçları Bilgi Panosunda şu bilgiler görülecektir; Mahalle adı, Mahalle Kodu, Cadde /sokak No, Ağaç no, Latince Adı, Türkçe adı, Boy (m), Taç Geniliği (m), Gövde Göğüs çapı (cm), Yaş, Sağlık Durumu, Bakım Durumu vb yer almaktadır.

**Kent Ağaçları Bilgi Sistemi/Urban Trees Information System**

**Işıkhal Mahallesi**

MAHALLE ADI	Işıkhal Mahallesi
MAHALLE KODU	24
CADDE/SOKAK KODU	114
AGAC KODU	176
TESİS YILI	2000
LATINCE ADI	Castanea bipinnatis Walter
TURKÇE ADI	Pamuk Ağacı-Kastan
İNGİLİZCE ADI	Indian bean tree
AGAC BOYU	6
TEPE TAC GENİRLİĞİ	5

**Map Contents**

- Isparta Kent Ağaçları
- Mahalle Sınırı

**Kent Ağaçları Bilgi Sistemi/Urban Trees Information System**

**Işıkhal Mahallesi**

MAHALLE ADI	Işıkhal Mahallesi
MAHALLE KODU	24
CADDE/SOKAK KODU	116
AGAC KODU	166
TESİS YILI	1974
LATINCE ADI	Platanus orientalis L.
TURKÇE ADI	Doğu Çınarı
İNGİLİZCE ADI	Oriental plane tree
AGAC BOYU	16
TEPE TAC GENİRLİĞİ	11.4

**Map Contents**

- Isparta Kent Ağaçları
- Mahalle Sınırı

**Attributes of Isparta Kent Ağaçları**

MAHALLE ADI	MAHALLE KODU	CADDE/SOKAK KODU	AGAC KODU	TESİS YILI	LATINCE ADI	TURKÇE ADI	İNGİLİZCE ADI
Keşeci Mahallesi	27	115	43	2000	Fraxinus excelsior L.	Adı Disbudak	European ash
Işıkhal Mahallesi	24	115	68	1984	Platanus orientalis L.	Doğu Çınarı	Oriental plane tree
Keşeci Mahallesi	27	115	51	2008	Fraxinus excelsior L.	Adı Disbudak	European ash

Records: 196 (1 out of 1000 Selected)

Şekil 9. KABSIS web adresinden ağaçların konumsal ve öznelik bilgilerinin online (çevrim içi) ortamında erişimi

## **KABSİS modelinin Avantajları**

- Önerilen yaklaşım esnek, kolay erişilebilir, revize edilebilir, geliştirilebilir, yeniden kullanılabilir, sürdürülebilir, uyarlanabilir, paylaşılabilir, güvenilir, modüler, diğer bilgi sistemleriyle uyumlu ve uygun maliyetlidir.
- Modeller ayrıca hızlı ve verimli çalışma özelliğine sahiptir.
- Kentsel alandaki mevcut ağaçların uydu görüntüleri ile yersel ölçüm ve gözlemlerin bir entegrasyonudur. Böylece ağaçların bireysel ve yapısal öz niteliklerinin sayısal olarak ortaya konularak çok amaçlı değerlendirme ve yorumlama imkânı sağlayacaktır.
- KABSİS, kentsel bilgi sistemi ve kentsel gelişim planına entegre edilebilir. Bununla birlikte, çok amaçlı kentsel karar verme, planlama ve tasarım süreçlerine hazırlanmaya yardımcı olacaktır.
- Belediyeler tarafından yapılacak ağaç dikim, bakım, budama, sökme, gübreleme ve koruma uygulama programları ile izleme ve iyileştirme çalışmaları için rehber oluşturacaktır.
- Kent ağaçlarının tür sayısı, kompozisyonu, dağılımı, mekânsal ilişkisi, öznitelikleri vb ortaya konulacak ve karar sürecine etkili olacaktır.
- Elde edilen envanter verileri, USDA Forest Service tarafından The Urban Forest Effects (UFORE) ve Street Tree Resource Analysis Tools (STRATUM) gibi bazı modellerin geliştirilmesine yardımcı olarak ekosistem fonksiyonel analizi için kullanılabilir.
- Kent ağaçlarının biyokütle ve karbon depolama miktarının belirlenmesi ve karbon hesaplaması için rehber niteliğinde olacaktır. Kentin hava kalitesinin geliştirilmesi, karbon yakalama ve depolama, bina enerji tasarrufu, kent ağaçlarının ekonomik değeri gibi kent ağaçları ile ilgili ekosistem ve ekonomik analizlerin yapılmasına ve geleceğe yönelik tahmini projeksiyon yapılmasına olanak sağlayacaktır.
- Kent ağaçları ile ilgili bilgi, sistem ve online paylaşımın oluşturulması ile ağaç, ekosistem, karbon, gibi birçok konuda bilgilendirme ve farkındalığı artırabilecektir.

- Bilgilerin online olarak paylaşılması farklı disiplinlerde bilimsel çalışmalara olanak sağlayacaktır.
- Eğitim amaçlı (ilkokul, ortaokul, lise ve üniversite öğrencileri) ağaçların gözlemlenmesi ve incelenmesi çalışmalarını kolaylaştıracaktır.
- Ağaçların erişilebilirliğinin ve özelliklerinin tanınması ve kente olan faydalarının anlaşılması çevre koruma bilincinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.
- Kentin ağaç varlığının geçmişi ile bugünü ve geleceği arasındaki değişim ve gelişmeler hakkında karşılaştırmalar yapmak mümkün olacaktır.

KABSİS modeli kent ağaçlarının planlanması/tasarımı, uygulama ve yönetimi için etkili bir modeldir. Kent ağaçları envanteri gerek yönetim ve uygulama aşamasında gerekse karar verme ve geleceğe yönelik projeksiyonların yapılmasını da olanak verecektir. Böylece zaman ve maliyet yönden yöneticilere veya kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Yapılan envanter çalışmalarının periyodik olarak güncelleme yapılması zorunludur. Ancak güncelleme süresi, yöneticilerin veya kullanıcıların güncel bilgi ihtiyacına ve kullanımına göre değişebilecektir (Gül vd., 2015).

## 6. Sonuç ve Öneriler

Kent ağaçları, geleceğin yeşil ve karbon nötr şehirler yaratmada önemli bir bileşen olarak görülmelidir. Kent ağaçlarının, uzun ömürlü ekolojik bir bileşeni olması, yaşlandıkça estetik ve işlevsel hizmet ve katkılar sağlaması, kentin karbon salınımını azaltması ve depolaması, kendi doğal ekolojik ortamından çok farklı bir ortamda yetiştirilmesi, kent kimliğine katkıda bulunması gibi önemli özellikleri nedeniyle sürdürülebilir, bilimsel ve teknolojiye uygun doğru “PLANLAMA, TASARLAMA, UYGULAMA ve YÖNETİM” çalışmalarının bütüncül olarak yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Kent ağaçları, yeşil alanlar ve bilgi sistemi konusunda öneriler şu şekilde özetlenebilir;

- Doğal ve kültürel korunan alanlar, biyolojik çeşitlilik ve kentsel yeşil alanların korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir yönetimi konusu “Devlet Politikası” olarak ele alınmalıdır. Bu bağlamda Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinde «9 farklı Cumhurbaşkanlığı

Danışma Kurullarına» mutlaka «**Korunan Alanlar ve Yeşil Alan Politikaları Kurulu**» eklenmelidir. Bu konuda doğa tabanlı ve ekolojik politikaların oluşturulmasında etkili ve yönlendirici olması sağlanmalıdır.

- Ülkemizde “Açık ve Yeşil Alan Yasası veya Yönetmeliği» mutlaka çıkarılmalıdır. İlgili mevcut kanun ve yönetmeliklerle ilişkilendirilmelidir. Kentsel ve kent dışı açık ve yeşil alan tipolojileri ve standartları tanımlanmalıdır. Kent ağaçları ve kent ormanlarının yasal ve yönetsel boyutu bütüncül olarak ele alınmalı ve mevzuatta mutlaka detaylandırılmalıdır.
- Her kent için zorunlu olan Kent Bilgi Sistemi acilen tamamlanmalı ve uygulamaya sokulmalıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış Bulut Kent Bilgi Sistemi Uygulama Modülünde kentin en küçük birimi olan mahalle ölçeğinden kent ölçeğine kadar yeşil alan tipolojilerine göre mekânsal, konumsal, yapısal (üst ve alt yapı) ve bitkisel veriler mutlaka girilmelidir.
- Kent ağaçları ayrı olarak KABSİS modeli (yersel ve havasal ölçüm kombinasyonu ile) envanter çalışmaları yapılarak yeşil alan yönetim modülü ile entegrasyonu sağlanmalıdır. Çünkü kent ağaçları bilgi sistemi “Yeşil Alan Yönetiminin” temelini oluşturur.
- Kentin Nazım İmar Planları ve Uygulama İmar Planlarında açık ve yeşil alan sistemleri bütüncül olarak ilişkilendirilmelidir. Yeşil alan sistemleri kent ve mahalle ölçeğinde eşit ve erişebilir bir şekilde konumlandırılması ve ekolojik koridorlarla bir bütünlük içinde organik bağlantı sağlanmalıdır. Aynı zamanda kentsel yeşil alanlar mutlaka kent dışı doğal ekosistemlerle de organik bağlantı sağlanmalıdır.
- Ağaçlar yapı gibi kalıcı objeler ise mutlaka mevcut ve yeni yapılacak Uygulama İmar Planlarında (1/1000 ölçekte) araç/ yaya yolları ve refüjler kullanılacak ağaçlar ile birlikte kurgulanmalı ve konumlandırılmalıdır. Özellikle mekân özelliklerine ve amaca uygun türlerle ilişkilendirilmelidir.
- Belediyelerde yapı (bina) projelerinin ruhsat onayı sürecinde mutlaka bahçe alanı, yapı taban alanından büyük olan tüm

parsellerde, Peyzaj tasarım uygulama projeleri (yapısal ve bitkisel projeler) de zorunlu olmalıdır.

- 01.10.2017 tarihli Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği kapsamında, Peyzaj Mimarlar Odası (PMO) tarafından Yapı Ruhsat sürecinde “Peyzaj Tasarım Projeleri Standardı” oluşturulmuştur. Aynı Yönetmelikte «her 30.00 m<sup>2</sup>'si için bir ağaç dikilir» zorunluluğu getirilmiştir. Tüm belediyelerde uygulanması gerekmektedir.
- Belediyelerin sorumlu olduğu kamusal yeşil alanlarda yapılan peyzaj bitkisel tasarım uygulama projeleri bitkisel tasarım ölçütleri ve ilkelerine göre uygun projeler hazırlanmalı ve projenin aslı uygulanmalıdır.
- “Şehir içi Yol ve Meydan Ağaçlandırma Standardı” (TSE, 1990) 1990 yılında çıkarılmasına rağmen ne yazık ki Belediyeler tarafından dikkate alınmadığı ve uygulanmadığı görülmektedir. Bu bağlamda bu standardın günümüz koşullarına göre güncellenmeli ve Yerel Yönetimler tarafından uygulanması sağlanmalıdır.
- Kentsel ağaçlarda yaprak biyokütle (biomass) değeri ağacın yapraklanma oranı, taç genişliği ve yaşı ile doğru orantılıdır. Bir ağacın biyokütlesinin artması içerisinde barındırdığı karbon miktarını da doğrudan etkilemektedir (Gül vd., 2021). Bu nedenle kent ağaçlarının yaprak biyokütlesini en iyi oluşturacağı ortamın oluşturulması temel yaklaşım olmalıdır.
- Kentsel ağaçlar için; görsel ve işlevsel amaçlara uygun, “DOĞRU YERE DOĞRU AĞAÇ TÜRÜNÜN” kullanılması “DOĞRU BİR ŞEKİLDE YÖNETİLMESİ (bakım, onarım, tesisi, vb) temel ilke olmalıdır. Kentsel alanlarda mutlaka yöreye uygun ve biomass değeri yüksek türler tercih edilmelidir.

Doğa /çevrenin korunabilmesi için; söylem ve eylem boyutta, ekoloji ile ilgili yasaların varlığına ve politikalarına, etiksel yaklaşımlara ve toplumun örgütlü ekolojik benliğe ve vizyona sahip olmasına bağlıdır.

*“Ağaç, Doğanın Simgesidir, Doğa ise Yaşamın Özüdür, Sonuçta, Ağaç Yaşamın Kendisidir.*

*“Kentte ağaç yoksa gelecekte yoktur”.*

*“NO TREES NO FUTURE IN CITY”*

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) teşekkür ederiz (Proje adı; Kent Ağaçları Bilgi Sistemleri Modeli, Proje No:110Y301).

### **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Makale tek yazarlıdır ve çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

- Akkemik, Ü. (2023). İstanbul ağaçlarında budama ve bazı öneriler. İstanbul'un kent ağaç varlığının değerlendirilmesi, Bakım ve Budama Yöntemlerinin Geliştirilmesi Çalıştayı Bildiri Kitabı. T.C İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park Bahçe ve Yeşil Alanlar Dairesi Başkanlığı. İstanbul, 05 Kasım 2020 ISBN NO: 978-605-9507-84-4.
- Bernatzky, A. (1983). The Effects of Trees on the Urban Climate. In: Trees in the 21st Century. Academic Publishers, Berkhamster, 59–76.
- bizimbitkiler.org.tr (2019). Temel istatistikler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği. İstanbul Erişim Tarihi: 10.02.2024)  
<https://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/istatistikler.php>
- Botanic Gardens Conservation International (BGCI). (2021). State of the World's Trees, September 2021. BGCI, Richmond, UK. (Erişim Tarihi: 10.02.2024)  
<https://www.bgci.org/resources/bgci-tools-and-resources/state-of-the-worlds-trees/>
- Crowther, T. W., Glick, H. B., Covey, K. R., Bettigole, C., Maynard, D. S., Thomas, S. M., Smith, J. R., Hintler, G., Duguid, M. C., Amatulli, G., Tuanmu, M.-N. W. Jetz,... & Bradford, M. A. (2015). Mapping tree density at a global scale. *Nature*, Volume 525, pages 201–205 (2015).  
<https://www.nature.com/articles/nature14967#change-history>
- Dinç, G., Gül, A., Aydemir, Ç. (2020). Kentsel Açık ve Yeşil Alan Tipolojileri ve Sistemlerinin İmar Planı Sürecine Entegrasyonu. İstanbul Yeşil Alanlar Çalıştayı Bildiri Kitabı. s. 57-64. 05-06 Şubat 2020 İstanbul/Türkiye.
- Gül, A. ve Küçük, V. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı:2, 27-48, Isparta. ISSN: 1300-7668.
- Küçük, V. ve Gül, A. (2005). Isparta kentiçi yol ağaçlandırmaları üzerine bir araştırma, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen*



*Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9-3,111-118, Isparta, 2005.ISSN: 1300-7668

- Gezer, A. ve Gül, A. (2009). Kent Ormancılığı, Kavramsal-Teknik ve Kültürel Boyutu. (Urban Forestry- Conceptual-Technical and Cultural Dimensions). SDU Orman Fakültesi, KitapYayın No: 86, s: 245, Isparta-Türkiye.
- Gül, A., M. Topay, O. Özaltın, (2009). The important of urban forests toward to global warming threat (Küresel ısınma tehditine karşı kent ormanlarının önemi) International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping The World's Future: New Global Dialogue, ISBN 978 9944 452 33 5. 24-27 September 2009 Isparta, s:221-234, 2009.
- Gül, A. (2012). Kentin Doğaya açılan pencereleri; Ağaçlar. *Yeşil Mimari Dergisi. Aylık online Peyzaj Dergisi*. Aralık-Ocak 2012, Sayı:2, sayfa: 88-89.
- Gül, A. Topay, T. ve Örucü, Ö. K. (2012). CBS yardımıyla ağaç envanteri modelinin oluşturulması. IV Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu. 16-19 Ekim 2012. s.45-53 Zonguldak.
- Gül, A. Topay, M., Tuğluer, M., Uzun Ö. F. ve Keleş E. (2014). Kent ağaçlarının CBS ortamında envanteri ve 3 boyutlu olarak oluşturulması. III Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu. KSİÜ Orman Fakültesi 8-10 Mayıs 2014 s. 796-808, Kahramanmaraş. (<http://nonwood.ksu.edu.tr>)
- Gül, A. Çatal Y., Polat, E. A., Çoban, H.O., Gülcü, S., Yılmaztürk, Topay, M., Örucü, Ö.K., Tuğluer, M., Türker, H. B., Kavak, İ. Keleş, E., Uzun, Ö.F., Uysal, S. (2015). Kent Ağaçları Bilgi Sistemi Modeli. TUBİTAK 1001 Projesi, Teknik Raporu, Proje No: 110Y301 (Başlangıç Tarihi 2011-Bitiş Tarihi 2015).
- Gül, A., Keles, E., Uzun, F. (2018). Approach of Online Access to Inventory Data of Urban Trees with ArcGIS (Case of Isparta City). 1. World Forum on Urban Forests. Book of Abstracts, p. 120, 28 November - 01 December 2018, Mantova, Italy.
- Gül, A., Dinç, G, Akın, T & Koçak, A. (2020). Kentsel açık ve yeşil alanların mevcut yasal durumu ve uygulamadaki sorunlar.

*İDEALKENT, Kentleşme ve Ekonomi* Özel Sayısı, Cilt 11, Yıl 2020-3, 1281-1312. DOI: 10.31198/idealkent.650461. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/idealkent/issue/56755/650461>. ISSN: 1307-9905 E-ISSN: 2602-2133,

- Gül, A., Tuğluer, M. & Akkus, F. G. (2021). Kentsel yol ağaçlarında yaprak yüzeyi karbon tutma değerinin belirlenmesi, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 516-535. e-ISSN: 2618-6616. <https://doi.org/10.32328/turkjforsci.979778>
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). (2018). Sanayi Öncesi Seviyelerin 1,5 °C Üzeri Küresel Isınmanın Etkilerine ve İlgili Küresel Sera Gazı Emisyon Yollarına ilişkin IPCC Özel Raporu (IPCC, 2018).
- Nowak, D. J. ve Dwyer, J. F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems, In: Kuser, J. (Ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer Science and Business Media, New York, NY. pp. 25–46.
- Serin, N. & Gül, A. (2006). Kent ormancılığı kavramı ve Isparta kent içi ölçeğinde irdelenmesi, (To investigate of urban forestry in Isparta urban). *S.D.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*. Seri: A (2): pp.97-115.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2022). Bulut Kent Bilgi Sistemi, (Erişim Tarihi: 10.01.2024), <https://bulutkbs.gov.tr/>.
- Tuğluer M., Gül A., (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry / Türkiye Ormancılık Dergisi*. Archive Volume 19, Issue 3.
- Türker, B. H. & Gül, A. (2022). Kentsel açık ve yeşil alanlarının niceliksel analizi ve irdelenmesi: Uşak kent merkezi örneği, *Kent Akademisi Dergisi*, 15(4):2088-2109. <https://doi.org/10.35674/kent.999451>
- Yomralıoğlu, T. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Akademi Kitabevi, 2. Baskı.

## **Prof. Dr. Atila GÜL**

Eğitim Durumu

Lisans 1: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü (1986)

Lisans 2: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü (2020)

Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE Peyzaj Planlama (1988)

Doktora: Ege Üniversitesi FBE Tarla Bitkileri (1998)

Doçent: ÜAK Peyzaj Mimarlığı (2008)

Mesleki Deneyim:

- Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı. Bölümü (2014-.....),
- Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (1999-2014),
- Araştırmacı, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, İzmir (1993-1999).



---

**Karbon Fiyatlama Yaklaşımları ve Yeşil Alan İlişkisi**

---

**Prof. Dr. Atila GÜL** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Isparta/Türkiye.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9517-5388>  
E-mail: [atilagul@sdu.edu.tr](mailto:atilagul@sdu.edu.tr)

---

**Citation:** Gül, A. (2024). Karbon Fiyatlama Yaklaşımları ve Yeşil Alan İlişkisi. İnce, K. (Ed.) *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 7, 201-235. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698808>

---

## 1. Giriş

21. yüzyılda, özellikle kentleşme, sanayileşme, teknolojik ve dijital gelişmeler sonucu ekonomik büyüme odaklı üretim ve tüketim faaliyetlerin giderek artması ve çeşitlenmesi sonucu çok yönlü sorunları ve olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Aslında ekonomik üretim ve tüketim ilişkilerinin “maksimum kâr” arayışı içerisinde rantsal yaklaşımlar ve doğal (ekolojik) sistemlere uyumlu olmayan yatırımların eyleme geçirilmesi sorunların temelini oluşturmaktadır. İnsanoğlunun bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin de kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini sağlamak arasındaki denge olan sürdürülebilirlik, ekoloji ve ekonomi arasındaki çatışmanın merkezinde yer almaktadır (Gül ve Akten, 2022; Gül, vd. 2023). Günümüze kadar doğayı fiziksel boyutta müdahale ederek zarar veren insanoğlu özellikle son yıllarda doğal sistemin içeriğini, genetiğini, manyetiğini ve frekansını değiştirmeye yönelik çalışmaların yapılması doğaya ve insan yaşamına yapacağı etkilerin neler olacağı henüz belirsiz olmasına rağmen yaşamsal ciddi sorunları da beraberinde getireceği düşünülmektedir (Gül, Dinç ve Gül, 2021).

Bu bağlamda başta doğal (ekolojik) sistemlerin zarar görmesi, doğal dengenin bozulması, karbon salınımının artması, çevre kirliliğinin artması, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları gibi birçok olumsuzluklar insanlık ve tüm yaşam için ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Özellikle insan kaynaklı kentleşme eğilimleri, yatay/dikey boyutta büyüyen ve değişen yerleşimler sonucu kentin iklimsel süreçlerini değiştirmiş, kentsel ısı adası (KIA) etkisini artırmış kentsel gündelik yaşamı daha fazla olumsuz etkiler hale gelmiştir (Kazancı ve Tezer, 2021; Gül ve Gül, 2022).

Günümüzde iklim değişikliği geleceğimiz için bir tehdit olmaktan öte, acil önlemler alınması gereken küresel bir sorun haline gelmiştir (IPCC, 2018). Küresel ölçekte iklim değişikliği uyum süreci ile ilgili öngörülen acil eylemler önemli bir ekonomik boyutu içermektedir. Bu nedenle, iklim değişikliği uyum sürecine yönelik stratejik eylem planı kapsamında sürdürülebilir arazi planlanması/yönetimi, peyzaj iyileştirme çalışmaları, karbon tutma/depolama işlevlerini dikkate alan uygulamalar, tutulan karbon miktarının hesaplanması, karbon

stoklarındaki değişimlerin izlenmesi, doğa tabanlı çözümler vb yönelik konular öncelikli olarak ele alınmaktadır (Gül ve Akten, 2022).

İklim değişikliği etkisini azaltım ve uyum sürecinde sera gazlarının (özellikle karbon) azaltma çalışmalarına yönelik çok yönlü eylemlerin karbon maliyetinin belirlenmesi, uygulanması, izlenmesi, yaptırımlar ve cezaların artmasının işletmeye olası mali sonuçları, emisyon azaltımlarına yönelik kredi ve sertifikalara ilişkin alım ve satım işlemleri, karbon vergilendirme kayıtları vb durumlar çevre fiyatlandırması ve bir alt birim olarak da karbon fiyatlandırması ihtiyacını gündeme getirmiştir (Karataş Arac vd., 2020).

Karbon fiyatlandırması, insan faaliyetleri sonucu sera gazı emisyonunun neden olduğu bu maliyetleri özellikle açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarının fiyatlandırmak suretiyle söz konusu maliyetleri onlara neden olanlara yansıtmayı ve ayrıca yeni maliyet oluşumlarını azaltmayı amaçlamaktadır (Ubay ve Bilgici, 2021). Karbon fiyatlandırması, emisyon miktarının kim tarafından, nerede ve nasıl azaltılacağı hususunda sorumluluk ve yaptırım belirtmekle birlikte aslında sera gazı emisyonu yapan tüm insanlara ekonomik boyutta maliyetin paylaşımını da getirmektedir (World Bank, 2022b). Karbon fiyatlandırması yaklaşımı emisyon ticareti sistemi (ETS) ve karbon vergisi piyasa temelli araç olarak uygulanmaktadır (Gül ve Akten, 2022).

Küresel iklim ile mücadelede kentsel karbon rezervuarları olarak hizmet eden kent ağaçları/ormanlar ve yeşil alan sistemleri, karbon salınımını ile karbon tutma ve depolamaya yönelik miktarının hesaplanması ve yorumlanması karbon fiyatlamasında ve kent ekosisteminin hizmet ve katkılarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakat ve İklim değişikliği azaltım ve uyumlaştırma gibi uluslararası yaklaşımlarda hedef olarak öngörülen yeni yeşil ve döngüsel ekonomik düzeninde sıklıkla vurgulanan yeşil alan sistemlerinin geliştirilmesi, ağaç/orman sayısı ve yüzeyinin artırılması gibi stratejik eylemler özellikle peyzaj mimarlarının ve orman mühendislerinin etkin bir görev ve sorumluluk alacağını ortaya koymaktadır. Özellikle makro ve mikro ölçekteki peyzaj planlama ve tasarım projeleri ekosistem hizmetlerinin yanı sıra biyoçeşitliliği artırma ve sürdürme açısından da önemli bir fırsat sunmaktadır.

Ülkemizde yapılacak karbon politika yaklaşımlar; etiksel, eşitlik, adil, şeffaf, bilimsel, teknik ve sürdürülebilir ilkeleri dikkate alınarak

hesaplanması, eyleme dönüştürülmesi, yetkin, etkin ve süreklilik arz eden yönetim organizasyonu ile izleme, raporlama ve doğrulama döngüleriyle denetlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada iklim değişikliğine uyum süreci için karbon fiyatlandırma araçları, karbon hesaplaması, karbonu tutma/depolama yaklaşımları tanımlanmış, yeşil alan ilişkisi irdelenmiş ve öneriler getirilmiştir.

### **1. İklim Değişikliği Sonuçları, Azaltma ve Uyum Süreci**

Dünya'nın 4,5 milyar yıllık varoluş sürecinde kendi doğal döngüsü içinde birçok kez iklim değişikliği meydana geldiği bilinmektedir. Bu değişim süreçlerinde birçok canlı türleri ortadan kalkmış kimileri de iklim değişikliklerine uyum sağlayarak varlıklarını sürdürmüşlerdir. (Metin, 2022). Ancak geçmişte yaşanan ilkim değişikliğinde insanın katkısının bulunmadığı da kabul edilmektedir.

Günümüzde iklim değişikliğiyle ilgili olarak yapılan öngörüler, Dünya ekosferinde sera gazı salınımların artması sonucu küresel sıcaklığın artması varsayımına dayanmaktadır. Küresel iklim değişikliği ile ilgili 2 varsayım bulunmaktadır. Her iki varsayımda sera etkisindeki atmosferde sıcaklık artışın bu şekilde devam edeceğini ve ısınacağını, buzulların eriyeceğini ve suların yükseleceğini savunmaktadır. Ancak Dünya'nın varoluşundan günümüze kadar birçok kez ısınma ve soğuma süreçlerinden geçerek zaman içinde tekrar kendi dengesini oluşturup oluşturmayacağı konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Bu aşamada pozitif ve negatif geribesleme yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Negatif geribesleme kendi kendini düzenleyici (self regulating) olup, ısınmaya karşı tepki olarak küresel soğumaya neden olmaktadır. Pozitif geribesleme ise kendi kendini arttırıcı (self enhancing) olup, bu düzensiz durum sıcaklığın daha fazla artmasına neden olmaktadır. Bilim çevrelerince pozitif geribesleme teorisi büyük oranda kabul görmektedir (Kanat & Keskin, 2018). Ancak hangi yaklaşım kabul edilirse edilsin şu bir gerçek ki çeşitli insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan sera gazı salınımlarının kontrol edilmesi ve fazla zaman yitirmeksizin belirli bir düzeyin altında tutulmasının gerektiği kabul görmektedir (Kanat & Keskin, 2018). Çünkü küresel ölçekte ve ülkemizde sektörlere göre karbon salınımı yüzdeleri her geçen artmaktadır.



Günümüzde küresel ölçekte sektörlere göre karbon salınımı yüzdeleri aşağıda verilmiştir (Ritchie, Rosado & Roser, 2020);

- **Enerji (elektrik, ısı ve ulaşım) %73,2:** Sanayide enerji kullanımı: %24,2 (*demir ve çelik %7,2, kimyasal ve petrokimya %3,6, gıda ve tütün %1, demir dışı metaller %0,7, kağıt ve kağıt hamuru %0,6, makine %0,5, diğer sanayi %10,6*), Taşımacılık %16,2; (*karayolu taşımacılığı %11,9, havacılık %1,9, nakliye %1,7, demiryolu %0,4, boru hattı %0,3*), Binalarda enerji kullanımı %17,5: (*konut binaları %10,9, ticari binalar %6,6*), Dağıtılmamış yakıt yanması %7,8, Enerji üretiminden kaynaklanan kaçak emisyonlar %5,8: (*Petrol ve gazdan kaynaklanan kaçak emisyonlar %3,9, kömürden kaynaklanan kaçak emisyonlar %1,9*), Tarım ve balıkçılıkta enerji kullanımı %1,7.
- **Tarım, Ormancılık ve Arazi Kullanımı %18,4;** (*Mera tahribatı (%0,1), tarımsal arazilerinde yanlış uygulamalar %1,4, ormansızlaşma %2,2, mahsul yakılması %3,5, pirinç ekimi %1,3, tarımsal topraklar %4,1, hayvancılık ve gübre %5,8*).
- **Endüstriyel süreçler %5,2;** (*Çimento %3, Kimyasallar ve petrokimyasallar %2,2*).
- **Atık %3,2:** (*Atık su %1,3, depolama alanları %1,9*) dir.

Türkiye’de ise TUIK’in 2021 yılı verilerine göre temel sektörlerin toplam sera gazı emisyonları (CO<sub>2</sub> eşd. olarak) sırasıyla enerji kaynaklı emisyonlar (%71,3) en yüksek yüzdeye sahip olurken sırasıyla endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı (%13,3), tarım (%12,8) ve atık sektörü (%2,6) olarak izlemiştir (TUIK, 2023). Aynı zamanda Ülkemizde 2021 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %7,7 artarak 564,4 milyon ton (Mt) CO<sub>2</sub> eşdeğeri (eşd.) olarak hesaplanmıştır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO<sub>2</sub> eşd. iken 2021 yılında 6,7 ton CO<sub>2</sub> eşd. olarak belirlenmiştir (TUIK, 2023).

Günümüzde ortaya çıkan ve tartışılan iklim değişikliği konusunun temelinde insan ve ekonomik odaklı olduğu söylenebilir. Özellikle 18. yüzyılda sanayi devriminin başlamasıyla birlikte doğal kaynaklarının aşırı bir şekilde kullanımı, değiştirilmesi ve şekillendirilmesi, üretim ve

tüketim ekonomik faaliyetler vb çok yönlü insan faaliyetleri sonucu yaşanan veya öngörülen iklim değişikliği üzerindeki payı çok büyüktür. Bunun sonucunda başta karbondioksit olmak üzere diğer zararlı gazların atmosfere yayılması ve yoğun bir şekilde artması iklimsel değişikliklerin temel nedeni olarak kabul görmektedir (Gül vd., 2009; Metin, 2022).

Küresel iklimde değişimi (özellikle sıcaklık ve nem düzeyi), ısınma ve deniz seviyesinde yükselmenin sonucu, özellikle kıyı ekosistemleri ve peyzajları başta olmak üzere biyolojik çeşitliliği, arazi yapısını, yerleşim alanlarını, altyapıyı, gıda güvenliğini, hava kalitesini, flora ve faunayı vb olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir. Ayrıca kentlerde ‘ısı adası etkisi’ ve taşkınların artması nedeniyle insan sağlığını da etkileyecektir (Landscape Institute, 2008).

Bu nedenle, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları, biyolojik çeşitliliğin azalması, karbon salınımının artması, çevre kirliliğinin artması ve doğal afetlerin artması gibi nedenler insanlık ve doğa için de ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Sera gazı ve karbon emisyonuna neden olabilen insan kaynaklı faaliyetler; Yanlış ve amaç dışı arazi kullanımlar, nüfus artışı ile birlikte nedeniyle üretim ve tüketim faaliyetlerinin artması, teknolojik gelişmelerle elde edilen endüstriyel işlemler ve ürünlerin artması, fosil yakıt kaynaklı enerji kaynaklarının kullanımı, açık maden, taş ve mermer ocakları işletmeciliği, atık ve artıkların artması ve açık havada depolanması, orman kaynaklarının tahrip edilmesi, doğal ekosistemlerin tahrip edilmesi, ağaçların kesilmesi, yerleşim alanları ve yapılaşmanın artması, ulaşım amaçlı karayolları havalimanları gibi yapılması, kazı dolgu hafriyat faaliyetleri, enerji yapıları ve hatları vb. şeklinde özetlenebilir.

Bu bağlamda başta doğal (ekolojik) sistemlerin zarar görmesi, doğal dengenin bozulması, karbon salınımının artması, çevre kirliliğinin artması, biyolojik çeşitliliğin azalması, iklim değişikliğinin olumsuz sonuçları gibi birçok olumsuzluklar insanlık ve tüm yaşam için ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Özellikle iklim değişikliği geleceğimiz için bir tehdit olmaktan öte, acil önlemler alınması gereken küresel bir sorun haline gelmiştir. Küresel ölçekte, öngörülen acil eylemler önemli bir ekonomik boyutu da içermektedir.

Bu nedenle iklim değişikliği fark edildiğinden bu yana uluslararası düzeyde önlemler alınmaya çalışılmıştır. Küresel iklim değişikliği ve ısınmaya karşı ilk uluslararası girişim, 1972 yılında İsveç'in başkenti Stockholm'de Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen 'İnsan ve Çevre' Konferansıdır (Köse, 2018). Ancak iklim değişikliğinin neden olduğu küresel ısınmanın olumsuz etkilerini tartışmak amacıyla ilk kez 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) organize ettiği I. Dünya İklim Konferansı'nda gündeme gelmiş ve önemi vurgulanmıştır (Kanat ve Keskin, 2018).

İklim değişikliğinin ağırlıklı olarak insan kaynaklı olduğu ve önlem alınmazsa küresel olumsuzluklar yaşanacağı düşüncesiyle sera gazı salınımlarını azaltmak, araştırmak ve teknoloji üzerinde işbirliği yapmak ve karbon rezervuar alanların korunmasını teşvik etmek üzere Hükümetler tarafından uluslararası Sözleşmeler imzalanmıştır. Bunlardan en önemlileri;

- 1992- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)
- 1995 - COP 1, Berlin Zirvesi, Almanya
- 1996-COP 2, Cenevre, İsviçre
- 1997-COP 3, Kyoto, Japonya
- 1998-COP 4, Buenos Aires
- 2013-COP 19 Varşova, Polonya
- 2015-COP 21 Paris, Fransa
- 2019 Yeşil Mutabakat (Greendeal)
- 2021-COP 26 Glasgow, İskoçya
- 2022- COP 27 Şarm El-Şeyh, Mısır
- 2023- COP 28 Dubai Birleşik Arap Emirlikleri.

Özellikle 2023 yılında Dubai de gerçekleşen COP 28 toplantısında; İklim, biyolojik çeşitlilik ve kirlilik krizlerini ele alma çabalarını birleştirme konusunda karar almıştır. Bu çağrı ile aynı zamanda Paris anlaşması kapsamında küresel sıfır karbon güvenliğinin sağlanması, sıcaklığın 1,5° C de tutulması, Ülkelerin yüzyılın ortasına kadar net sıfıra ulaşmayı hedeflenen 2030 emisyon azaltma hedeflerini gerçekleştirmek için özellikle Hükümetlerden daha güçlü ulusal iklim eylem planlarını geliştirmelerini, *'küresel stok sayımının' yapılmasını, ekosistemleri, biyoçeşitliliği ve ormanlar gibi karbon yutak alanlarının korunması, sürdürülebilir yönetimi ve eski haline getirilmesi, orman*

*karbon stoklarının artırılmasıyla ilgili faaliyetlere yönelik politika yaklaşımları ve olumlu teşvikler için sonuç bazlı ödemeler dahil olmak üzere tedbirlerin alınması vurgulanmıştır (UNFCCC, 2023a).*

Bu aynı zamanda küresel emisyonların yaklaşık %14'ünü ortadan kaldıracak ve ormanların daha fazla karbon depolama kapasitesini artıracak olan "2030 yılına kadar ormansızlaşmanın ve orman bozulmasının durdurulması ve tersine çevrilmesini" de içermektedir. Böyle bir taahhüdün BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında ilk kez resmi olarak tanınmıştır (UNFCCC, 2023a).

Küresel iklim değişikliği ile mücadele konusunda en son gelinen noktada bu konu sadece bir çevre sorunu olarak değil aynı zamanda küresel ve ülkesel ölçekte enerji, sağlık, tarım, gıda gibi çok yönlü politikaları şekillendirebilecek yeni bir düşük karbonlu ekonomik düzene geçilmesi ve insanların yaşamlarında köklü bir değişim yapılması öngörülmektedir.

İklim değişikliği uyum sürecine yönelik küresel ölçekte stratejik acil eylemler; Sürdürülebilir arazi planlanması/yönetimi, peyzaj iyileştirme çalışmaları, karbon tutma/depolama işlevlerini dikkate alan uygulamalar, tutulan karbon miktarının hesaplanması, karbon stoklarındaki değişimlerin izlenmesi, doğa tabanlı çözümler, vb konularda öncelikli olarak ele alınmaktadır.

İklim krizinin etkilerini minimum düzeye indirmek amacıyla 2019 yılında Avrupa'yı dünyadaki ilk iklim nötr kıta haline getirmek, AB İklim Kanunu kapsamında bağlayıcı bir taahhüt olarak "Yeşil Mutabakat (Greendeal)" anlaşması imzalanmıştır (Keleş, 2021). Avrupa Komisyonu, AB'nin iklim, enerji, ulaştırma ve vergilendirme politikalarını, net sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar 1990 seviyelerine kıyasla en az %55 azaltmaya uygun hale getirmek için bir dizi öneriyi kabul etmiştir. Bu bağlamda 2050 yılı hedefi içerisinde Avrupa'da sanayi, finans, enerji, ulaştırma, inşaat, tarım gibi her alanda yapılacak bütüncül AB politikalarında kapsamlı değişikliklerle iklimsel dönüşümler ve iyileşmelerin meydana gelmesi beklenmektedir. Böylece iklim değişikliği yeni bir ekonomik model inşa etmek için bir fırsat olduğu kabul edilmektedir (Europa Commission, 2023a).

**AB yeşil mutabakat eylem planı stratejik hedefler;** (Europa Commission, 2023a). Karbon emisyonlarının sıfıra inmesi, Geniş bir sektör yelpazesinde emisyonun azaltılması, Enerji sektörünün karbondan tamamen arınması, Doğal karbon yutaklarını artırılması, (AB'de doğal yutaklarla net karbon gidermek için 2030 yılına kadar 310 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri hedeflenmiştir). Emisyonları sınırlandırmak, kirliliğe fiyat koymak ve yeşil dönüşüme yatırım sağlamak için bir emisyon ticaret sisteminin uygulanması, vatandaşlar ve küçük işletmeler için sosyal destek sağlanması olarak belirlenmiştir, Çevre dostu teknolojilere yatırım yapılması, Üretim sürecinde inovasyonun teşvik edilmesi, Doğal kaynak kullanımına olan bağlılığın sona ermesi gibi belirlenmiştir.

## **2. Karbon Fiyatlandırması (Carbon Pricing)**

“Paris Anlaşması”, küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir dönüm noktası olup 12 Aralık 2015 tarihinde kabul edilmiş ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye, 2015 yılında bu anlaşmayı kabul etmiş ve 22 Nisan 2016’da imzalamıştır. Anlaşma, *küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi seviyelerin 2°C santigrat derecenin oldukça altında tutmayı ve sıcaklık artışını daha da fazla 1,5°C ile sınırlandırma çabalarını sürdürmeyi* amaçlamaktadır. Bu hedeflere ulaşmak için iklim değişikliğinin azaltılması konusunda önemli kararlar almış ve karbon fiyatlandırması gibi piyasa temelli yaklaşımlar içinde bazı hükümler de yer almıştır. Bu hükümler (UNFCCC, 2023b);

- Madde 6.2: Sınırlar arasında, ülkeler veya yetki alanları arasında emisyon azaltım kredilerinin ticaretinin potansiyelini oluşturur. Bu, ülkeler ve yetki alanları arasında karbon fiyatlandırma yaklaşımlarının birbirine bağlanmasını teşvik edebilir ve bu da emisyonların yalnızca yerel veya ulusal düzeyde mümkün olandan daha büyük bir oranda azaltılmasına yol açabilir.
- Madde 6.4: Ülkelerin emisyonları azaltmalarına ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmelerine yardımcı olmak için yeni bir uluslararası azaltım mekanizması oluşturur. Bu mekanizma kapsamında ortaya çıkan hafifletme, ev sahibi Taraf dışındaki Taraflar tarafından da “Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkıların (NDC'ler)” yerine getirmek için kullanılabilir. Başka

bir deyişle, bu hüküm emisyon azaltım kredilerinin ticareti yoluyla mahsup yapılmasına olanak sağlamaktadır.

- Madde 6.5: Emisyon azaltımlarının mükerrer sayılmasını önlemek ve şeffaflığı artırmak için sağlam muhasebe tedbirlerini uygulamaya koyar, böylece önerilen piyasa bazlı yaklaşımların bütünlüğünü sağlar.

Karbon fiyatlandırması, sera gazı emisyonunun neden olduğu söz konusu maliyetleri karşılamaya yönelik salınan CO<sub>2</sub> miktarını fiyatlandırarak neden olanlara yansıtmayı ve yeni ortaya çıkabilecek maliyet oluşumlarını da azaltmayı amaçlamaktadır (World Bank, 2022b).

Bununla birlikte sera gazı emisyonunun artması sonucu sıcak hava dalgaları ve kuraklık nedeniyle oluşan sağlık ve gıda maliyetleri, tarım ürünlerinin tahribi, sel afetleri veya deniz seviyesinin yükselmesinden kaynaklanan toprak kayıpları gibi birçok olumsuz dışsal olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu olumsuz dışsallıkların maliyetlerin karşılanması tüm vatandaşlar tarafından katlanması gereken ekstra maliyetler olarak öngörülmektedir (World Bank, 2022a).

Karbon fiyatlandırması, karbon emisyon miktarının nasıl ve nerede azaltılacağı konusunda kimin sorumlu olduğunu belirlemekle birlikte aslında sera gazı emisyonu yapan herkese ekonomik bir zorunluluk getirmektedir. Bu şekilde mevcut piyasa aktörlerinin ya faaliyetlerini dönüştürmeye ve emisyon miktarlarını azaltmaya ya da faaliyetlerine devam etmeye ve bunun için para ödemeye karar vermesi gerekecektir. Böylece genel olarak çevresel amaç olan maliyetlerin halka esnek ve düşük maliyetli bir şekilde yansıtılmasını mümkün hale getirilmesi öngörülmektedir (World Bank, 2022b).

Karbon fiyatlandırması, sera gazı emisyonlarıyla ilişkili ürünlerin fiyatını, bu ürünlerle ilişkili emisyonlarla doğrudan orantılı olmayan şekillerde değiştiren diğer politikaları ifade eder. Karbon fiyatı, ekonomik bir sinyal sağlayarak (hükümetler yerine) piyasaların emisyonların en düşük maliyetle nerede azaltılabileceğini belirlemesine olanak tanır (World Bank, 2023b).

İklim değişikliği etkisini azaltım ve uyum sürecinde sera gazlarının (özellikle karbon) azaltma çalışmalarına yönelik çok yönlü eylemlerin karbon maliyetinin belirlenmesi, uygulanması, izlenmesi, yaptırımlar

ve cezaların artmasının işletmeye olası mali sonuçları, emisyon azaltımlarına yönelik kredi ve sertifikalara ilişkin alım ve satım işlemleri, karbon vergilendirme kayıtları vb durumlar çevre fiyatlandırması ve bir alt birim olarak da karbon fiyatlandırması ihtiyacını gündeme getirmiştir (Karataş Arac vd., 2020).

Karbon salınımları, karbon tutma ve depolama değerleri sayısal ölçümleri ticaret için temel altlıktır. Bu bağlamda ülkemizde “Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Daire Başkanlığı’na bağlı Karbon Fiyatlandırma-Dairesi-Başkanlığı kurulmuştur. Görev ve sorumlulukları “*piyasa temelli mekanizmalar ve ekonomik araçlara yönelik çalışmalar yapmak, usul ve esasları belirlemek, uygulamak, gerekli denetim ve yaptırımları uygulamak veya uygulatmak vb*” şeklinde tanımlanmıştır (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023).

Devletler seviyesinde imzalanan protokoller ile sera gazı salınım miktarını azaltmak için piyasa temelli araç olarak kabul edilen iki önemli mekanizma öngörülmekte ve uygulanmaktadır (World Bank, 2022b).

- Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) vergisi
- Karbon vergisi

Karbon fiyatlandırması için öngörülen karbon vergisi ve ETS uygulamaları iç ve dış piyasalarda önemli piyasa temelli araçlar olarak ülkelerin ortaya koyduğu hedefler doğrultusunda **yenı bir ekonomik sistemin** (düşük karbonlu ekonomi, yeşil ekonomi ve döngüsel ekonomi) **ve yenı rekabet ortamını** da beraberinde getirecektir.

Karbon fiyatlandırmasında piyasa temelli araç mekanizması olarak emisyon ticaret sistemi (ETS) ve karbon vergisi birbirlerini tamamlayıcı nitelikte birçok ülkede uygulanmaktadır (Ekins ve Barker, 2001). Bu piyasa araçları sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflerken aynı zamanda, iklimle ilgili eylemler veya diğer alanlara yapılacak kamu harcamalarını desteklemeye yönelik devlet geliri elde edilmesi amacını taşımaktadır.

Bazı uzmanlara göre karbon vergisinin ekonomik büyümeyi negatif etkilediği fakat karbon emisyonlarını azaltabileceği ifade edilse bile karbon fiyatlandırma uygulamalarında doğal sistemler (çevre) ve

ekonomi faaliyetleri arasında karşılıklı ilişkileri ve etkileşimleri açısından içerik ve önceliklendirme durumu halen endişe verici ve tartışmalı bir konudur. Nitekim karbon vergisi fosil yakıtların ve bu yakıtların yakıldığı süreç sonunda ortaya çıkan mal veya hizmetlerin fiyatını artıracaktır (Yıldız, 2017). Örneğin elektrik üretiminde kullanılan fosil yakıttan alınacak bir karbon vergisi, çıktı konumundaki kilovat saatlik elektriğin ortalama fiyatını belli oranda artıracaktır. Daha yüksek enerji fiyatları, sanayi ve hane halkları için maliyetleri yükselterek daha düşük kâr, ücret ve tüketim ile sonuçlanacaktır (Ekins ve Barker, 2001). Bununla birlikte, karbon tüketiminin azalması iklim değişikliği ve hava kirliliği nedeniyle katlanılan maliyetlerde bir azalma sağlayacağı da öngörülmektedir (Hayrulloğlu, 2012).

Ayrıca Devlet adına siyasi iradenin karbon ve ETS vergilerinden elde edilen gelirlerin orta ve düşük gelirli halkın üzerindeki etkileri yönetmek, endüstrinin rekabet gücünü korumak ve yeni yeşil yatırımları teşvik etmek için kullanılması ve önceliklendirilmesi yerine başka amaçlarla kullanılması en önemli endişe duyulan bir konudur. Karbon vergileri, sera gazı emisyonlarını azaltmak için işletmelere ve hanelere güçlü teşvikler sağlayabilir. Ancak vergi koymak tek başına gelecekteki emisyonların belirli bir seviyesini garanti etmez çünkü karmaşık bir ekonominin herhangi bir veri fiyat seviyesine nasıl tepki vereceğini tam olarak tahmin etmek imkansızdır. Günümüzde genel olarak karbon emisyon piyasasının belirsizliği temel olarak üç temel kaynaktan kaynaklanmaktadır (Hafstead vd., 2020);

- Gelecekteki ekonomik büyümeye ilişkin belirsizlik,
- Fosil yakıtların ve düşük veya sıfır karbonlu teknolojilerin zaman içindeki göreceli maliyetlerine ilişkin belirsizlik
- Ekonominin karbon fiyatına ne kadar duyarlı olduğuna ilişkin belirsizlik (Örneğin emisyonların işlerin olağan emisyonlarına göre ne ölçüde düşeceği). İşletmelerin ve hane halklarının, karbon emisyonlarına ilişkin belirli bir fiyata yanıt olarak davranışlarını nasıl ayarlayacakları kesin olarak tahmin edilememektedir.

### **1.1. Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) Vergisi**

ETS, iklim değişikliğine neden olan başta CO<sub>2</sub> olmak üzere sera gazı emisyonunun azaltılmasını amaçlayan ve düşük emisyonlu endüstrilerin ekstra tahsisatlarını (izinleri, sertifikaları) daha büyük



emisyona sahiplerine satmasına olanak tanıyarak emisyon tahsisatları için arz ve talep yaratan bir mekanizmadır (World Bank, 2022a; Avrupa Komisyonu, 2023b).

Sistemin işleyişi ticareti yapılabilen karbon tahsisatları üretilerek bu tahsisatların bunun için oluşturulmuş bir ticaret platformunda alınıp satılması ve bu yolla kirleticilerin azaltmaları yönünde bir teşvik sağlanmasına dayanmaktadır. ETS tahsisatlarına arz ve talep yaratılarak, sera gazı emisyonları için bir piyasa fiyatı belirlenir. ETS bütün sera gazlarını kapsayabileceği gibi sadece CO<sub>2</sub> gibi bir kısmını da kapsayabilir (OECD, 2020; Ubay ve Bilgici, 2021; Avrupa Komisyonu (2023b).

ETS kapsamında olan faaliyet yapan işletmeler sebep oldukları toplam sera gazı emisyonlarını karşılamak amacıyla tahsisatlarını kullanmak zorundadırlar. Bu tahsisatlar, ücretsiz veya bir açık arttırma ile tahsis edilebileceği gibi diğer üçüncü paydaşlar arasındaki ticaret ile sağlanabilir. Böylece ticari işlemler piyasa fiyatını belirleyecektir. ETS kapsamında işletmelerin emisyonlarını azaltmak için emisyon bağlantılı söz konusu maliyetin karşılanması için teşvik mekanizması ile karşılayabilecektir. ETS temelinde azaltım sağlamaya yönelik yatırım faaliyetlerine karşın ticaret yapma seçeneğini sunulması ve böylece en düşük maliyetli seçeneklerin piyasa tarafından bulunmasıdır (Sapmaz, 2023). ETS iki önemli bileşeni vardır (Environmental Protection Agency (EPA), 2023);

- 1. Emisyonlara ilişkin sınır getirilmesi
- 2. Kirleticilere belli bir miktarda karbon emisyonu gerçekleştirilmelerine izin veren ticaretin yapılmasıdır.

Emisyonlar üzerine getirilen sınır, çevresel hedeflere ulaşılmasını sağlarken emisyonda bulunan firmaların yükümlülüklerine uymak için bireysel emisyon kaynaklarının kendi uyum yollarını belirlemeleri için esneklik sağlar. Tahsisatlar bir tahsisat piyasasında alınıp satılabildiğinden, bu programlara sıklıkla “piyasa bazlı” adı verilir (EPA, 2023).

**ETS türleri** (Ubay ve Bilgici, 2021);

**1. En üst Emisyon Üst Sınırı ve Ticareti** (cap-and-trade system-CTS): genel bir emisyon üst sınırının belirlendiği ve sisteme dahil olan işletmelere bu üst sınır çerçevesinde sera gazı emisyon hakkı tanınan

bir mekanizmadır. İşletmeler dönem başında yetkili otorite tarafından kendilerine verilen tahsisatın dönem sonunda emisyonlarına denk gelen kadar kısmını söz konusu otoriteye teslim etmek zorundadır. Emisyonlarını azaltmayı başaran bir işletme, elinde kalan tahsisatları bunu başaramayan işletmelere satarak gelir elde edebilir. Tahsisat fiyatları genel olarak emisyon üst sınırına ve emisyon azaltım önlemlerinin maliyetlerine bağlıdır (Ubay ve Bilgici, 2021). Emisyon tahsisatları işletmelere ücretsiz olarak dağıtılabileceği gibi ihale yoluyla da satılabilmektedir (Reichle vd., 2020).

**2. Taban ve Kredi Sistemi** (baseline and credit scheme-BCS): işletmelerin, kendileri için önceden belirlenmiş bir tabanın altına düşürdüğü emisyon yoğunluğu için, tahsisat aldıkları bir sistemdir. (Buckley vd., 2004). Belirlenen sınırın üstünde bir emisyon yoğunluğuna sahip olan, yani emisyon yoğunluklarını azaltamayan işletmeler, tahsisat satın almak zorundadır (Ubay ve Bilgici, 2021).

Emisyon ticaret sistemi işletilmesi (karbon borsası) bazı işletmeler izin verilenden fazla karbon salınımı miktarının üzerine çıkabilmekte ve bu doğrultuda borsadan diğer işletmelerin kullanmadığı hakları satın almaktadırlar. Karşılığında da örneğin, alınan karbon miktarını tutabilecek kadar ağaç dikimi ve ormanlık alan yönetimini içeren projeler yapılabilir. Orman ekosistemlerinde yer alan bir ağacın karbon birikimini belirlemek için, öncelikle o ağacın biyokütlesinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada bir tespit ve denetleme mekanizması ancak gelişmiş sayısal veriler ve görüntü işleme teknolojileri ile kurulabilecektir (Ubay ve Bilgici, 2021).

### **ETS dezavantajları;**

- Piyasada şiddetli fiyat dalgalanmalarına yol açabilir. Tüm ürünlerin fiyatı aşırı artabilir.
- İşletmeler bol ve ücretsiz aldıkları tahsisatları karbon piyasalarında satarak ve herhangi bir ücret ödemedikleri tahsisatlar için tüketicilere maliyet yansıtarak beklenmedik karlar elde edebilirler.
- Karbon dengeleme bir yerde yayılan bir ton CO<sub>2</sub>'nin, başka bir yerde bir ton CO<sub>2</sub>'nin önlenmesi veya tutulması yoluyla nötralize edilmesini gerektirmektedir. Bu, şirketlerin azaltamadıkları emisyonların bir kısmını veya tamamını karbon kredisi satın alarak telafi edebilecekleri anlamına gelmektedir. Ancak başka birinin

karbon azaltma veya karbon azaltma projesinin ortak finansmanı anlamına gelen karbon kredisi satın almak, yükümlülüğü üçüncü bir tarafa kaydırabilecektir.

- Düşük bir fiyata satılan karbon kredileri, hiçbir şekilde şirketleri kaçınma ve azaltma çabalarına gerçek anlamda katkıda bulunmayacaktır.
- ETS uygulamasında çoğunlukla biyoçeşitliliği ve sosyal katılımı denklemin dışında bırakarak sadece ticari bir meta haline gelebilecektir.

## 1.2.Karbon Vergisi

Karbon vergisi, sera gazı emisyonlarına veya daha yaygın olarak fosil yakıtların karbon ve eşdeğer karbon içeriğine göre vergilendirilmesini esas almaktadır. Karbon vergisinin ETS'den farklı olarak devletin karbon fiyatını ve piyasadaki emisyonların miktarını belirlediği bir sistemdir (World Bank, 2022a). Karbon vergisi herkesin çevreye olan negatif dışsal etkilerin içselleştirilmesinde düzenleyici bir vergi olarak düşünülmüştür. Ancak karbon vergisi uygulaması ülkesel ölçekte hükümetlerin yetki ve sorumluluğuna bırakılmasına rağmen söz konusu olumsuz dışsallıkla tüm ülkeleri ilgilendirmektedir. Bu nedenle sadece bir ülkenin önlem alması ve uygulaması ile sorunun çözümü için yeterli olmayacağı ve küresel bir sorun olarak ele alınması gerektiği görüşü hakimdir (Sapmaz, 2023).

**Karbon Vergisinin Avantajları;** Piyasa temelli bir vergidir. Maliyetleri sınırlama: çevreyi kirletenler sadece vergi ödeyebildiği için azaltma maliyetlerine üst sınır koyabilecektir. Maliyetleri en aza indirmek farklı emisyon kaynaklarında marjinal azaltma maliyetlerini eşitleyebilecektir. İnovasyonu teşvik etmek: emisyonları azaltmanın yollarını aramak için sürekli bir teşvik sağlayabilecektir. Piyasa başarısızlığının üstesinden gelmek kirleticiler dış maliyetleri ödemesini sağlayabilir. İzleme emisyonlar için daha kolayca ölçülebilir. Gelir artırma ve kaynak oluşturabilir. Pazar başarısızlığını düzeltirken bir gelir kaynağı sağlayabilir. Uygulaması basittir. Vergi miktarının önceden belli olması nedeniyle maliyet hesaplamak kolaydır. Sinyalizasyon/ fiyat öngörülebilirliği mümkündür (Arı, 2021).

**Karbon Vergisinin Dezavantajları:** Siyasi belirsizlik, Mal veya hizmetlerin fiyatının artırması, Fayda belirsizliği, vergi muafiyetleri,

adil olmayan bir vergi sistemine dönüşebilir. Düzenleyici/piyasa rekabet gücü riskini ortaya çıkarabilir. Bir ton karbon emisyonunun fiyatı belirlenirken bu fiyatın emisyonu ne kadar azaltacağı belirsizdir (Arı, 2021).

Dünya Bankası ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD tarafından başarılı karbon fiyatlandırması ilkeleri şu şekilde özetlemiştir; (OECD, 2020).

- **Adalet:** Etkili girişimler, “kirleten öder” ilkesini somutlaştırır ve hem maliyetlerin hem de faydaların adil bir şekilde paylaşılmasını sağlar.
- **Politikaların ve hedeflerin düzenlenmesi:** Karbon fiyatlandırması tek başına bir mekanizma değildir. Hem iklim hem de iklimle ilgili olmayan daha geniş politika hedefleriyle iç içe geçtiğinde ve bunları desteklediğinde çok daha etkili hale gelir.
- **Kararlılık ve öngörülebilirlik:** Etkili girişimler, istikrarlı bir politika çerçevesinde şekillenir ve yatırımcılara net, tutarlı ve zaman içinde giderek daha da güçlü hale gelen geri bildirimler yapar.
- **Şeffaflık:** Etkin karbon fiyatlaması şeffaf bir şekilde tasarlanır ve yürütülür.
- **Verimlilik ve maliyet etkinliği:** Etkili karbon fiyatlaması maliyeti düşürür ve emisyonları azaltmanın ekonomik verimliliğini artırır.
- **Güvenilirlik ve çevresel bütünlük:** Etkili bir karbon fiyatlama, çevreye zarar veren uygulamaları ölçülebilir şekilde azaltır.

### 3. Avrupa Birliğinde Karbon Fiyatlandırma Uygulamaları

ETS ile ilgili çalışmalar AB’de ilk kez 2005 yılında uygulanmaya başlanmıştır. AB Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), AB’nin iklim politikasının temel taşıdır (Europa Commission, 2023b). Kirleten öder ilkesine uygun olarak AB sera gazı emisyonlarının yaklaşık %41’i ETS kapsamındadır. ETS kapsamı içerisinde yer alan tesislerden kaynaklı emisyonlara her yıl üst sınır değeri belirlenmektedir. Bu sınır değeri içinde, tesislere her yıl belirli miktarda sera gazı emisyonu tahsis yapılmaktadır. Tahsis edilen değerin üzerinde emisyonu olan tesislerin

fazlalık miktarı kadar karbon kredisini temin etmesi gerekmektedir. Sınır değerden daha az emisyon üreten tesisler ise ihtiyaç fazlası karbon kredilerini satabilmektedir. İlgili sektörler için AB ETS'ye katılım zorunluluğu vardır. Fakat, bazı sektörlerde yer alan şirketlerin sera gazı emisyonu ve yakma tesisleri açısından belirli bir büyüklüğün üzerinde olması gerekir (escarus.com, 2021).

Dünya üzerinde 40'tan fazla ülke, ya fosil yakıtlar üzerine vergi koyarak ya da emisyon ticareti yoluyla karbon emisyonu üzerinde bir fiyatlandırmayı kabul etmiştir. Finlandiya, Hollanda, (1990) İsveç, Norveç, (1991) Danimarka (1992) gibi ülkeler karbon vergisini ilk uygulayan ülkelerdir. Avrupa Birliği, (2005), İsviçre, Yeni Zelanda (2008) ETS uygulamaları başlatılmıştır.

#### **4. Türkiye'de Karbon Fiyatlaması Çalışmaları**

Türkiye'de 2013 yılında Dünya Bankası ile yürütülen (Karbon Piyasalarına Hazırlık Ortaklığı Projesi, "Partnership for Market Readiness (PMR)" ile başlatılmıştır. İklim değişikliğine yönelik karbon fiyatlaması konusunda mevzuat altyapısının geliştirilmesi ve karbon piyasalarının oluşturulması için teknik destek sağlanmayı içeren bu projede AB'dekine benzer şekilde ve karbon ticaretine imkân veren pilot ETS uygulamasının test aşamaları gerçekleştirilmiştir (ÇŞİDB). (2022b). Bununla ilgili Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) taslak mevzuatı oluşturulmuştur.

21-25 Şubat 2022 tarihleri arasında Konya'da gerçekleştirilen Türkiye'nin ilk İklim Şurası'nda "Karbon Fiyatlandırma ve Emisyon Ticaret Sistemi" de ele alınmış ve Türkiye'de ETS'nin kurulması ve 2024 yılında pilot olarak uygulamaya alınmasına yönelik tavsiye kararı alınmıştır. Ayrıca, mevcut vergilerin karbon vergisine dönüştürülmesi hususunun da gündeme alınması tavsiye edilen kararlardan biri olmuştur (ÇŞİDB, 2022b).

Dünya Bankası ile 01.04.2022 tarihinde "Karbon Piyasası Uygulama Ortaklığı-PMI" projesi devreye alınmıştır. Ülkemizde ETS'nin kurulması ve uygulanabilmesi için Boşluk Analizi Raporu (Gap Analysis Report) hazırlanmıştır. Türkiye PMIF Karbon Piyasasını Geliştirme Projesi Raporunda hedeflenen Faaliyetler; (Karabacakoğlu ve Pala, 2024);

- Faaliyet 1. Ülkenin kalkınma politikası çerçevesine entegre edilecek karbon fiyatlandırma politikalarının oluşturulması,
- Faaliyet 2. Karbon fiyatlandırması uygulaması için siyasi taahhüt, kapasite geliştirme ve destekleyici yapılar, karar alma sürecine desteği, kurumların rol ve sorumluluklar, yol haritası ve zaman çizelgesi geliştirme,
- Faaliyet 3.1 Ulusal taslak ETS mevzuatının hazırlanması, ETS'nin ekonomik etkilerin modellenmesi, kayıt sisteminin geliştirilmesi, ETS pilot uygulamasının desteklenmesi ve ETS Faz I'in uygulanması,
- Faaliyet 3.2 Karbon vergisi (karbon fiyatlandırmasının bir karbon vergisi mekanizması içerecek şekilde genişletilmesinin değerlendirilmesini, karbon vergisi için taslak mevzuat hazırlanması,
- Faaliyet 3.3 Yurtiçi kredilendirme mekanizmasının oluşturulması,
- Faaliyet 4.1 Karbon fiyatlandırması ve piyasaları için kesişen faaliyetler için bir İletişim Stratejisinin geliştirilmesi,
- Faaliyet 4.2 Güncellenmiş politikalar ve bilgiler dikkate alınarak 6. Madde mekanizmalarına ilişkin Türkiye için potansiyel yol haritalarının geliştirilmesi,
- Faaliyet 4.3 Adil geçiş (karbon fiyatlandırma araçları için adil geçiş stratejisi ve eylem planının geliştirilmesidir.

Eğer emisyonlar Türkiye sınırları içerisinde fiyatlandırılırsa ve Yeşil Mutabakat ile uyumlu olacak şekilde hareket edilirse, Türkiye firmaları AB'de ilave bir vergi ya da fiyatlandırmaya da tabi olmayacak. Diğer yandan, Türkiye'de AB ile uyumlu bir ETS sistemi kurulmadığı takdirde, kapsama giren ve AB'ye ihracat yapan Türk firmaları AB'nin uygulayacağı karbon vergisini ödemekle yükümlü olabilecektir (escarus.com, 2021).

Ayrıca Ülkemizde konu ile bazı mevzuat düzenlemeleri de yapılmıştır. Örneğin 07.08.2010 tarih ve 27665 sayılı Sera Gazı Emisyon Azaltımı Sağlayan Projelere İlişkin Sicil İşlemleri Tebliği. 17.05.2014 tarihli ve 29003 sayılı Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik kapsamında EK-1'de yer alan faaliyetlerden kaynaklanan sera gazı

emisyollarının izlenmesine, raporlanmasına ve doğrulanması kapsamında bu faaliyetleri yürüten işletmeciler tarafından her yıl izlenen sera gazı emisyonlarını evre şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına raporlamak zorundadır. Ayrıca Karbon Piyasalarının İşletilmesine İlişkin Yönetmelik taslak olarak hazırlanma sürecindedir.

## 5. Karbon Havuzları (=Rezervuar) ve Yeşil Alanlar

Karbon, yeryüzündeki döngüsü sırasında bazı biyotik ve abiyotik yapılar da birikmekte veya depolanmaktadır. Yerkremizin karbon için havuz veya rezerv alanları; atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamlar olduğu bilinmektedir. Karasal biyosferin önemli bir kısmını ormanlar ve yeşil alanlar teşkil etmektedir. Fotosentez yapan bitkiler atmosferdeki serbest CO<sub>2</sub>'i özümleyerek, daha stabil kompleks bileşikler halinde sabitlemekte ve uzun süre depolanabilmektedir (Gül, vd., 2021). Böylece iklim değişikliği konusunda en önemli eylem stratejilerinden birisi CO<sub>2</sub>'in doğal ve yarı doğal ekosistemler ve kültürel yeşil alanlar bünyesinde (bitki, l örtü ve toprakta) depolanmasıdır.

Yeşil alan sistemleri çok yönlü ekosistem hizmet ve katkılar sağlayan ve koruyan birbirleriyle bağlantılı doğal, yarı doğal ve kültürel yeşil alanların oluşturduğu yeşil alan ağı olarak tanımlanmaktadır (Benedict, 2000; European Commission, 2023). Parçalar (merkezler) ve koridorlardan oluşan bu ağ; doğal ve yarı doğal ekosistemler (ormanlar, makilik, sulak alanlar, akarsu koridorları vb) ve kültürel yeşil alanlar (parklar, spor alanları, okul bahçeleri, kampüsler, şahıs ve kurum bahçeleri, çatı bahçeleri, dikey/düşey bahçeler, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, tarım arazileri, mezarlıklar, bitkilendirilmiş yollar vb) içermektedir (Gül vd., 2020).

Yeşil alan sisteminin sağladığı ekosistem hizmet ve katkılar alanların konumu, büyüklüğü, dağılımı, bitki türleri, yoğunluğu ve kompozisyonu, diğer yeşil alanlarla organik bağlantısı vb faktörlere göre değişiklik göstermekte ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltması açısından önemli potansiyele sahiptir.

Küresel düzeyde; Dünyadaki karasal ekosistemlerde karbonun % 19'u bitkilerde, % 81'i toprakta depolanır. Ormanlarda karbonun yaklaşık % 31'i biyokütlede, % 69'u toprakta depolanır. Tropikal ormanlarda,

karbonun yaklaşık % 50'si biyokütlede, % 50'si ise toprakta depolanır (IPCC, 2000).

Birdsey'e (1992) göre kırsal orman ekosisteminde CO<sub>2</sub> in yaklaşık %63'ü toprak içinde, %27 sini ağaç biyokütlesi olarak, %9 sunu orman zeminindeki ölü örtüde ve %1'ini ise diri örtü çalı formasyonunda CO<sub>2</sub> depolanmaktadır.

Ağaç ölçeğinde karbon tutma değerleri; Yapraklar dallar ve gövdede biriken karbon miktarı %17, yüzey atığında biriken karbon miktarı % 5, ölü odunda biriken karbon <%1, köklerde biriken karbon %6, toprakta biriken karbon miktarı ise %72 dir (carboncommunity, 2019).

Getu vd.'na (2012) göre, bir ağaçta karbon tutma yüzde değerler; Toprak üstü yapraklar dallar ve gövdede biriken karbon miktarı (biyokütle) (%15-30), toprak altı köklerde (%4-8), odunda biriken (%1), organik çöp (%0,4), toprak (%60-80) olduğu belirtilmiştir.

CO<sub>2</sub> salınımının en yüksek olduğu ve büyük çapta enerjinin tüketildiği alanlar, nüfus yoğunluğunu barındıran kentsel alanlardır (Gül vd., 2009). Nitekim; Dünyada tüm karbon gazı salınımının yaklaşık %75'i kentsel alanlardan kaynaklanmaktadır. Kent merkezlerinde CO<sub>2</sub> salınımını azaltmak ve karbon depolama amacıyla kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir konuma sahiptir. Kentsel ağaçlarda yaprak biyokütle (biomass) değeri ağacın yapraklanma oranı, taç genişliği ve yaşı ile doğru orantılıdır. Bir ağacın biyokütlesinin artması içerisinde barındırdığı karbon miktarını da doğrudan etkilemektedir (Gül vd., 2021).

Kent ormanları ve ağaçlar, CO<sub>2</sub> iki yolla azaltabilmektedir (Larcher 1980);

- Ağaçlar aktif olarak büyürken fotosentez süresince aldığı CO<sub>2</sub> oranı, solunum süresince gazın salıverme oranından daha fazla olmak suretiyle atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i oranını azaltmaktadır.
- Mevcut ağaç örtüsü, önemli bir CO<sub>2</sub> depolama alanı olarak hizmet verebilmektedir.

Bitkilerde karbondioksitin depolanması, bitki büyüme mevsimi süresince yerüstü ve yer altındaki biyokütle içinde depolanan yıllık oranı olarak tanımlanmaktadır.



Kent ekosistemi ve ekosfer açısından ağaçlar, karbon tutma ve depolama konusunda en ekonomik materyallerden birisidir (Tuğluer ve Gl, 2018).

- Kent ağaçları kırsal ağaçlara göre daha hızlı büyüme eğilimi gösterdiklerinden dolayı ağaç başına daha fazla CO<sub>2</sub> tutarlar (Jo ve McPherson, 1995)
- Kent ağaçlarının, kırsal orman ağaçları ile kıyasla hızlı büyüme oranları ve karbon depolama ilişkisi kısmen yaprak biyokütlesinin oransal olarak büyük miktarda olması ile açıklanabilmektedir.
- Azaltılmış rekabet, sulama ve gübreleme gibi faktörler özellikle açıkta büyüyen kent ağaçlarının gelişmesini artıran faktörlerdir.
- Ağaçlar (ortalama 35 yaşında) yılda ortalama 25 kilo karbon depolamaktadır. Ömür boyunca ağaç başına yılda ortalama 10 ila 40 kg arasında emilen CO<sub>2</sub> aralığını vermektedir (EcoMatcher, 2024; ecotree.green, 2024).
- Bernet'e (2023) göre ise "Olgun bir ağaç bir yıl içinde atmosferden yaklaşık 22 kilogram (ya da 48 pound) karbondioksit depolamakta ve karşılığında oksijen salmaktadır.

Kent ağaçlarının karbondioksit depolama oranı, ağaç türü, boyu, yaşı, yaprak yüzeyi, gövde göğüs çapı, ağaç yoğunluğu, mevcut tepe örtüsü, yetişme ortamı koşulları sayesinde etkilenmekte ve onların biyokütlesi ile orantılı olarak değişebilmektedir.

Bir ağacın yaprak biyokütle (biomass) değerinin artması karbon depolama miktarını da o derece artırmaktadır. Yaprak biyokütlesi ağacın yapraklanma oranı, ta genişliği ve yaşı ile doğru orantılıdır. Bir ağacın biyokütlesinin artması içerisinde barındırdığı karbon miktarını da doğrudan etkilemektedir (Gül vd., 2021).

Karbon depolama açısından tüm ormanlar eşit değildir. Genel olarak, yüksek yoğunluklu oduna sahip uzun ömürlü ağaçlar, kısa ömürlü, düşük yoğunluklu, hızlı büyüyen ağaçlara göre hacim başına daha fazla karbon depolar. Ancak bu, büyük, yavaş büyüyen ağaçları içeren karbon denkleştirmelerinin, hızlı büyüyen ağaç dikimlerini içerenlerden mutlaka daha iyi olduğu anlamına gelmez veya tam tersi, nk tutma, büyüme oranlarının ve zaman içindeki depolamanın bir fonksiyonudur (Moura-Costa, 1996).

- Ormanlar yılda hektar başına 3-5 ton CO<sub>2</sub> tutar, buna karşılık 8-13 ton arasında O<sub>2</sub> üretir (Anonim 1998).
- 1 hektar iğne yapraklı orman yılda 30 ton, geniş yapraklı orman ise yılda 16 ton O<sub>2</sub> üretmektedir (Anonim, 1998).
- 100 yaşındaki 25 m boy ve 15 m tepe çatısına sahip bir kayın ağacı, saatte 1,5 Kg O<sub>2</sub> üretir ve 2.5 Kg CO<sub>2</sub> kullanır. Bu değer de 40 kişinin bir saatte çıkardığı CO<sub>2</sub> miktarına eşittir. 100 yaşındaki bir kayın ağacı saatte kırk kişinin çıkardığı 2,35 Kg. CO<sub>2</sub> yok eder (Kırış ve Toprak, 2009).
- Kent ormanları ortalama 4 ile 8 ton/ha CO<sub>2</sub> tutarken, yüksek ağaç yoğunluğundan dolayı kırsal ormanlar ise kent ormanlarından yaklaşık 2 kat daha fazla CO<sub>2</sub> tutabilmektedir. (Birdsey, 1992).

Bitki örtüsünde karbon depolanmasını hesaplamak ve ölçmek için çeşitli yaklaşımlar vardır. Karbon muhasebesi metodolojileri çoğunlukla bilimsel olarak standartlaştırılmıştır. Bu, uluslararası olarak birleştirilmiş ve standartlaştırılmış sistemlerde desteklenen küresel olarak karşılaştırılabilir muhasebe ve ticarete izin vermektedir (IPCC 2000, 2003; McPherson & Kendall 2014; Nowak vd., 2013).

Bu amaçla her ağaçta gövde çapı ölçümleri, depolanan karbon miktarını hesaplamak için allometrik ve biyokütle denklemlerinden yararlanılmaktadır (Pearson vd., 2007; Stoffberg vd., 2004; Stoffberg & Van Rooyen, 2012).

## **6. Karbon Stoku Hesaplama Havuzları;**

Uluslararası İklim Değişikliği Paneli tabanlı metodolojiler; her bir karbon hesaplama projesinin bir parçasını oluşturan beş (5) “karbon havuzunu” (Carbon Pool) ele almaktadır. Beş havuzlu sistemde sayısal olarak olası senaryoları hesaba katılmaktadır (IPCC, 2003).

1. Yerüstü Karbon Havuzu (AGCP): Gövde, kütük, dallar, ağaç kabuğu, tohumlar ve yapraklar dahil toprak üzerindeki tüm canlı biyokütle.
2. Yeraltı Karbon Havuzu (BGCP): Canlı köklerin tüm canlı biyokütlesi. Çapı (önerilen) 2 mm'den küçük olan ince kökler bazen hariç tutulur çünkü bunlar genellikle toprak organik maddesinden veya çöpten ampirik olarak ayırt edilemez.

3. Ölü Odun veya Enkaz Karbon Havuzu (DCP): Altlıkta bulunmayan, ayakta, yerde veya toprakta bulunan tüm cansız odunsu biyokütleyi içerir. Ölü odun, yüzeyde yatan ahşabı, ölü kökleri ve (örneğin) çapı 10 cm'ye eşit veya daha büyük (örneğin) kütükleri içerir.
4. Çöp Karbon Havuzu (LCP): Mineral veya organik toprağın üzerinde çeşitli ayrışma durumlarında (örneğin) 10 cm'den küçük çapa sahip tüm cansız biyokütleyi içerir. Buna çöp, fumik ve hümik katmanlar dahildir. Belirtilen canlı ince kökler, ampirik olarak ondan ayırt edilemeyecekleri yerde altlığa dahil edilir.
5. Toprak Karbon Havuzu (SCP): Mineral ve organik topraklardaki (turba dahil) organik karbonu belirli bir derinliğe kadar içerir ve tutarlı bir şekilde uygulanır. Belirtilen çaptaki canlı ince kökler, ampirik olarak ondan ayırt edilemeyecekleri toprak organik maddesine dahildir.

## 7. Karbon Vergisi Hesaplaması

Vergi hesabında bugünkü araştırmalar, sera gazı emisyonunun ton başına (değişime tabi olmakla beraber) 30€ ya da 50€ ile fiyatlandırılacağını öngörüyor. Vergi tutarı; sera gazı emisyonunun, karbon fiyatı (30€ ya da 50€) ve ihraç edilen ürün tonu ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır (Bozhan, 2021).

$$\text{Vergi Yükümlülüğü} = \text{Emisyon} \times \text{Ürün (Ton)} [x \text{ Karbon Fiyatı}]$$

Karbon rezervuarlarının sayısal ölçümleri karbon ticareti için temel altlıktır. Bu konu özellikle peyzaj mimarlığı ve orman mühendisliği disiplini açısından önemlidir. Çünkü karbon tutma ve depolama görevini üstlenen kentsel yeşil alanlar (özellikle ağaçlar) ile kent içi ve dışındaki korunmuş alanlar ve doğal sistemler önemli bir kaynak görevi üstlenmektedir.

Planlama ve tasarım projeleri ekosistem hizmetlerinin yanı sıra biyoçeşitliliği artırma ve sürdürme fırsatına sahiptir. Bu nedenle, karbon depolama yaklaşımı, ekolojik, sağlıklı ve sürdürülebilir peyzajlar için bir ölçü haline gelebilecektir.

Küresel iklim ile mücadele boyutunda kentsel karbon depoları olarak hizmet eden kent ağaçları/ormanlar ve yeşil alan sistemlerinin karbon salınımını ile karbon tutma ve depolamaya yönelik miktarının

hesaplanması ve yorumlanması, karbon fiyatlamasında ve kent ekosisteminin hizmet ve katkılarının belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

Yeşil mutabakat ve iklim paktının yeni ekonomik düzeninde sıklıkla vurgulanan yeşil alan sistemlerinin geliştirilmesi, ağaç/orman sayısı ve yüzeyinin artırılması stratejik eylemler özellikle peyzaj mimarlarının ve orman mühendislerinin etkin bir yeri olacağını ortaya koymaktadır. Peyzaj projeleri ekosistem hizmetlerinin yanı sıra biyoçeşitliliği artırma ve sürdürme fırsatına sahiptir. Bu nedenle, karbon depolama, ekolojik sağlık ve sürdürülebilir peyzajlar için bir ölçü haline gelebilecektir.

## 8. Sonuç ve Öneriler

Küresel iklim değişikliği azaltılma ve uyum sürecine yönelik politikalar ve eylemler, ciddi finans hacmine sahiptir. Bu konu aynı zamanda Ülkeleri, hükümetleri, resmi kurumları, yöneticileri başta olmak üzere birçok meslek disiplinlerini de ilgilendiren bir olgu haline gelmiştir. Günümüzde mevcut ekonomik düzenin evrildiği yeni “**düşük karbonlu ekonomik**” veya “**yeşil ve döngüsel ekonomik**” düzeni her şey den önce insan sağlığı ile doğal ekosistemlerin ve kültürel çevrenin korunması ve sürdürülebilirliği için etik bir araç olarak kabul görmelidir. Karbon fiyatlandırması bu temel hedef doğrultusunda organize edilmelidir.

Küresel ve bölgesel ölçekte karbon fiyatlandırma sürecinin başarılı bir şekilde başarılabilmesi için sürdürülebilir olması, herkes tarafından kabul görmesi, etkin ve yetkin siyasi destek ve kurumsal kapasiteye sahip olması, adil olması, etkili iletişim ve kapsayıcı paydaş katılımı içermesi gibi temel bileşenleri içermelidir.

Ülkemizde karbon fiyatlaması konusunda detaylı çalışmalar yürütülmekte olup mevzuat ve uygulama çerçevesi belirlenmeye çalışılmaktadır. Ancak ülkemizdeki mevcut rantal ekonomik sisteminin “**yeşil ve döngüsel ekonomiye**” dönüştürülmesinde çok yönlü zorluklar veya dirençler söz konusu olabilecektir. Bu nedenle öncelikle mevcut rantal ekonomik düzenin yenilenmesi, geliştirilmesi, dengelenmesi ve denetleme mekanizmasının oluşturulması büyük önem taşıyacaktır. Özellikle ülkemizde yeşil ve döngüsel ekonomik sistem için “**Ekonomik Etik**” mevzuatı tanımlanarak mutlaka uygulamaya sokulmalıdır.

Karbon fiyatlaması en özellikle başarılı bir şekilde uygulamaya sokan ülkeler incelenerek kendi dinamiklerimize uygun bir sistemi hayata geçirilmesi hedeflenmelidir. Karbon fiyatlamasında başarı elde edilmesi tamamıyla piyasa sisteminin etkin bir şekilde bütüncül ve istikrarlı politika, planlama ve yönetim organizasyonunun yapılması ile mümkündür (Gül ve Akten, 2022).

Ülkemizde karbon fiyatlaması ve yeşil alanlara ilişkin öneriler şu şekilde özetlenebilir;

- Ülkemizde yapılacak Emisyon Ticareti Sistemi (ETS) vergisi ve karbon vergisine yönelik etiksel, eşitlik, adil, şeffaflık, bilimsel, teknik ve sürdürülebilir ilkeleri dikkate alınarak hesaplanmalı ve eyleme dönüştürülmelidir.
- Karbon fiyatlamasında özellikle Devletin karbon ve ETS vergilerinden elde edilen gelirleri orta ve düşük gelirli halkın üzerindeki etkileri yönetmek, endüstrinin rekabet gücünü korumak ve yeni yeşil yatırımları teşvik etmek için kullanılması ve önceliklendirilmesi sağlanmalıdır.
- Denetleme ve izleme yönetim organizasyonu karbon fiyatlamasının uygulanmasında en önemli bileşenlerinden birisidir. Bu nedenle katılımcı, etkin ve yetkin özelliklere sahip süreklilik arz eden Kurumsal bir yapılaşma ve organizasyonun yapılması zorunludur. Bu organizasyon devletin kurumları tarafından yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde bu görev özel ajanslara verilmesi durumunda tekelleşme ve rantsal bir sisteme yol açabilecektir.
- Karbon stoklarının sayısal ölçümleri, karbon ticareti için esastır. Bu nedenle Karbon tutma ve depolamayı hesaplama, karbon hacimlerini ve verimlerini artırmak ve optimize etmek büyük öneme sahiptir.
- İklim değişikliği kalıcıdır ve Kentsel ağaçlar ve yeşil alanlar için yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle; Ülkemizde “Yeşil Alan Sistemleri Yönetmeliği” çıkarılmalıdır.
- Kentsel yeşil alanları standardının mevzuatta sadece kişi başına düşen metrekare miktarı üzerinden değerlendirilmesi önemli eksikliklerden birisidir. Kentsel yeşil alanlar nicelik ve nitelik olarak ele alınmalıdır. Özellikle yeşil alan tipolojilerinin büyüklükleri, formu, tür kompozisyonu, biyoçeşitlilik durumu,

kent ve mahalle ölçeğinde eşit ve dengeli mekânsal dağılımları vb değerlendirilmelidir. Mevzuatta yeşil alan tipolojileri ve standartları tanımlanmalıdır. Bu tipolojilere yönelik yönetmelik çıkarılmalıdır.

- Günümüzde kentlerin saldığı ve depoladığı karbon miktarının belirlenmesi için yeşil alan tipolojilerine göre envanterinin (türü, ağaç göğüs çapı, taç genişliği, yüksekliği vb.) çıkarılması ve ağaç, çalı, yer örtücü bitkilerinin biyokütlesinin hesaplanması gerekmektedir.
- Bu noktada envanter tespiti, izleme ve denetleme mekanizması için görüntü işlem teknolojileri ve yersel ölçüm ve gözlemlerin birlikte kombine edilerek yapılması doğru yaklaşım olacaktır.
- Karbon endüstrisinin kurallarını belirleyebilecek ve katma değer sağlayabilecek Peyzaj Mimarı ve Orman Mühendisi disiplinleri aktör konumundadır.
- Bu nedenle Karbon hesaplama, izleme, raporlama ve doğrulamaya yönelik işbirliği içinde hareket etmelidir.
- Peyzaj Mimarlığı disiplini yeşil alt yapı sistemlerinin projelendirme, uygulama ve yönetiminde,
- Orman mühendisleri de orman kaynaklarının planlaması ve yönetiminde karbon piyasasında kuralları belirleyen ve katma değer sağlayan bir konumda hareket etmelidir.
- Peyzaj yapısal ve bitkisel tasarım projelerinde karbonu tutma ve depolamaya yönelik doğa tabanlı çözümlerin üretilmesi temel hedef olmalıdır. Örneğin doğal peyzajı ve mevcut bitki örtüsünü korumak, yerel ve kurakçıl bitki türlerini kullanma, organik atık yönetimi, kompost gübre kullanımı, optimize edilmiş sulama, kazı dolgu işlemlerini ve toprak işlemeyi azaltma, vb.
- Projelerde kullanılan bitkilerin zaman içinde büyümesi sırasında vejetasyonda depolanan karbon artışlarını hesaplamak için kriterler belirlenmelidir.
- Ağaçlarda depolanan karbon miktarı modellenebilir hale getirilmelidir.
- Tüm Belediyelerde yapı ruhsatı aşamasında mutlaka Peyzaj projeleri de zorunlu hale getirilmelidir. Peyzaj uygulama projelerine karbon tutma ve depolamaya yönelik karbon miktarlarının ölçülmesine ve izlenmesine yönelik yöntemler ve öngörüler belirlenmelidir.

- Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED süreçlerine mutlaka karbon hesaplama, izleme, raporlama ve doğrulamaya yönelik veriler mutlaka ilişkilendirilmelidir.
- Mekansal projeler uygulandıktan sonra peyzaj bitki örtüsü ve topraklarda depolanan net ticarete uygun karbon miktarlarının belirlenmesi amacıyla net artış, İzleme, Raporlama ve Doğrulama (IRD) döngüleriyle izlenmeli ve denetlenmelidir.

**“Gelecek, ya yeşil olacak ya da hiç olmayacak”.....**

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Makale ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uygundur. Çalışma için Etik Kurul onayı gerekmemiştir.

### **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Makale tek yazarlı olup herhangi çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

- Arı, İ. (2021). İklim Değişikliği ve Karbonun Fiyatlandırılması. (Erişim Tarihi: 20.02.2024), [https://chk.barobirlik.org.tr/dokuman/videosunum/ilkim\\_degisikligivekarbonun\\_fiyatlandirmasi.pdf](https://chk.barobirlik.org.tr/dokuman/videosunum/ilkim_degisikligivekarbonun_fiyatlandirmasi.pdf)
- Anonim, (1998). Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız, Orman Bakanlığı, Ankara.
- Bernet, R. (2023). How much CO<sub>2</sub> does a tree absorb?. (Erişim Tarihi: 20.02.2024). <https://onetreeplanted.org/blogs/stories/how-much-co2-does-tree-absorb>
- Birdsey, R. (1992), Carbon storage and accumulation in United States forest ecosystems. Gen. Tech. Rep. WO-GTR-59. Radnor, PA: Northeastern Forest Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; 51 p.
- Bozhan, Ş. (2021). Karbon Vergisi Uygulamasının Türkiye'ye Ekonomik Etkileri. <https://www.ekoik.com/sinerjiden-kuvvetdogar/>
- Buckley, N.J., Muller, R. A. ve Mestelman, S. (2004). Cap-and-Trade versus Baseline-and-Credit Emission Trading Plans: Experimental Evidence Under Variable Output Capacity, McMaster Experimental Economics Laboratory Publications 2004-06, McMaster University.
- carboncommunity, (2019). trees-and-carbon, (Erişim Tarihi: 20.02.2024), <https://www.carboncommunity.org/carbon-community-updates/trees-and-carbon>
- DİE. (2022). Türkiye'nin Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2020. (Erişim Tarihi: 30 Ekim 2022) <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862>  
#:~:text=Sera%20gaz%C4%B1%20envanteri%20sonu%C3%A7lar%C4%B1na%20g%C3%B6re,CO2%20e%C5%9Fd.%20olarak%20hesapland%C4%B1.



- EcoMatcher (2024). Why Trees?. (Erişim Tarihi: 10.02.2024), <https://www.ecomatcher.com/tree-resources/ecotree.green>
- ecotree.green (2024). How-much-CO<sub>2</sub>-does-a-tree-absorb?. <https://ecotree.green/en/how-much-co2-does-a-tree-absorb>
- Ekins, P. & Barker, T. (2001). Carbon taxes and carbon emissions trading. *Journal of Economic Surveys*, 15(3), 325-376.
- Environmental Protection Agency (EPA), (2023). What Is Emissions Trading? (Erişim Tarihi 20.02.2023), <https://www.epa.gov/emissions-trading-resources/what-emissions-trading>
- escarus.com. (2021). Karbon vergisi ve emisyon ticaret sistemi. (Erişim Tarihi: 20.02.2024). <https://www.escarus.com/karbon-vergisi-ve-emisyon-ticaret-sistemi>
- Europa Commission (2023a). The European Green Deal. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
- Europa Commission (2023b). EU Emissions Trading System (EU ETS).022. [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en)
- Getu, Z., Woldemariam T. ve Adams. W. (2012). Forest Carbon Stock Assessment Manual for REDD+ in Ethiopia.
- Gül, A., Topay, M., Özaltın, O. (2009). The important of urban forests toward to global warming threat (Küresel ısınma tehdidine karşı kent ormanlarının önemi) International Davraz Congress on Social and Economic Issues Shaping The World's Future: New Global Dialogue, ISBN 978 9944 452 33 5. 24-27 September 2009 s:221-234. Isparta.
- Gül, A., Dinç, G, Akın, T & Koçak, A. (2020). Kentsel açık ve yeşil alanların mevcut yasal durumu ve uygulamadaki sorunlar. *İdealkent, Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı*, Cilt Volume 11, Yıl Year 2020-3, 1281-1312. DOI: 10.31198/idealkent.650461. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/idealkent/issue/56755/650461>. ISSN: 1307-9905 E-ISSN: 2602-2133

- Gül, A., Tuğluer, M. & Akkuş, F. G. (2021). Kentsel yol ağaçlarında yaprak yüzeyi karbon tutma değerinin belirlenmesi, *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 516-535
- Gül, A., Dinç, G. & Gül, H. E. (2021). Küresel iklim değişikliğine karşı korunan alanların önemi ve etkisi. "IArcSAS" 1st International Architectural Sciences and Application Symposium 27-29 October 2021. p. 1410-1432. Isparta, Turkey. Issued: 30/11/2021. ISBN: 978-625-7464-51-2. [https://www.izdas.org/\\_files/ugd/614b1f\\_fa2eaa3ee5164ee5b722277d606dd6a9.pdf](https://www.izdas.org/_files/ugd/614b1f_fa2eaa3ee5164ee5b722277d606dd6a9.pdf)
- Gül, A., Akten, S. (2022). Carbon Pricing Approaches For The Climate Change Adaptation Process. International Conference on Sustainable Cities and Urban Landscapes (ICSULA 2022) October 26-27, 2022, Konya, Türkiye. 593-611. October 26-27, 2022, Issued: 25/11/2022, Konya, Türkiye. ISBN: 978-625-8246-85-8. [https://www.iksadkongre.com/\\_files/ugd/614b1f\\_983452b8d11e4f1ebc77b9882a3675cb.pdf](https://www.iksadkongre.com/_files/ugd/614b1f_983452b8d11e4f1ebc77b9882a3675cb.pdf)
- Gül, A., Gül, H. E. & Gül, İ. E. (2023). Ecology & Economy Conflict in The Context of Sustainability. IV-International Rural Areas and Ecology Congress Within The Framework of Sustainable Development. (RUDESU2023). October 05-06, 2023 / Girne-Turkish Republic of Northern Cyprus p. 331-352. Issued: October 25, 2023, ISBN: 978-625-367-377-2, DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10041278>, web: <https://www.iensci.org/rudesu>
- Gül, H. E. & Gül, A. (2022). Nature-Based Solutions For the Design of The Built environment in The Framework of Climate Change Adaptation. 3<sup>rd</sup> International Mountain and Ecology Congress Within The Framework of Sustainable Development. (MEDESU2022) Proceedings Book, p 512-523. October 20-21, 2022/Trabzon-Türkiye. Issued: 05.12.2022, ISBN: 978-625-6380-31-8. [https://www.iensci.org/\\_files/ugd/614b1f\\_b4452060860148ab8e43db5a4dd1338a.pdf](https://www.iensci.org/_files/ugd/614b1f_b4452060860148ab8e43db5a4dd1338a.pdf)
- Hafstead, M., Brooks, S., Keohane, N. & Look, W. (2020). Carbon

- Tax Adjustment Mechanisms (TAMs): How They Work and Lessons from Modeling. Resource for the Future (RFF). (Erişim Tarihi: 20.02.2024), <https://www.rff.org/publications/issue-briefs/tams-how-they-work-and-lessons-modeling/>
- Hayrullohoğlu, B. (2012). evresel sorunlarla mücadelede karbon vergisi. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, Cilt 4, No 2, 2012 ISSN: 1309-8020 (Online), 1-11.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verardo D.J. & Dokken D.J. (Eds). Land use, land-use change, and forestry: a special report. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2003). Good practice guidance for land use, land-use change and forestry (GPG-LULUCF). Edited by Penman J., Gytarsky M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Fabian Wagner. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/GPG\\_LULUCF\\_FULLEN.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/GPG_LULUCF_FULLEN.pdf)
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. .... and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-24, doi:10.1017/9781009157940.001.
- Jo, H. K. ve McPherson, E. G. (1995). Carbon Storage and Flux in Urban Residential Greenspace. *Journal of Environmental Management*, 45, 109-133.
- Karabacakoğlu, A. ve Pala, E. (2024). Karbon piyasası. (Erişim Tarihi: 20.02.2024). <https://www.piagrid.com/rehber/karbon-piyasasi>

- Karataş Aracı, Ö. N., Gürbüz, C., Bitlisli, F. ve Kıymık, H. (2020). Çevre Muhasebesinin Bir Alt Dalı Olarak Karbon Muhasebesi- Dünya ve Türkiye'deki Uygulamalar. Nobel Bilimsel Eserler. s. 138. ISBN 978-625-7203-89-0, E-ISBN 978-625-7203-90-6.
- Kanat, Z. & Keskin, A. (2018). Dünyada iklim değişikliği üzerine yapılan çalışmalar ve Türkiye'de mevcut durum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Dergisi*, 49 (1): 67-78, ISSN: 1300-9036.
- Kazancı, G. & Tezer, A. (2021). İklim değişikliğine uyumda mekânsal planlama ve akıllı yönetim çerçevesinde Türkiye. Spatial planning in the climate change adaptation and Turkey in the framework of smart governance. *Planlama*, 2021;31(2):302–320. doi: 10.14744/planlama.2021.87487
- Keleş, S. Ş. (2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı. European Greendeal, İzmir Ticaret Odası.
- Kırış, R. ve Toprak, S. (2009). İklim değişikliğinde ormanların rolü V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2008 (16-17 Ekim 2008). Bildiriler Kitabı. p 379-386. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAUM). Ankara.
- Köse, İ. (2018). İklim değişikliği müzakereleri: Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı imza süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi* 2018, Cilt:9, Sayı:1, 55-81. <http://dx.doi.org/10.18354/esam.329348>
- Landscape Institute. (2008). Landscape architecture and the challenge of climate change. Landscape Institute Position statement. London, UK.
- McPherson, E. G. & Kendall, A. (2014). A life cycle carbon dioxide inventory of the Million Trees Los Angeles Program. *Int J Life Cycle Assess*, 19:1653-1665.
- Metin, G. (2022). Sanayileşmenin ve Çevre Politikalarının Etkisiyle Karbon Vergisinin Değerlendirilmesi. T.C. Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Aralık, 2022. s. 97. İstanbul.

- Moura-Costa, P. (1996). Tropical forestry practices for carbon sequestration: a review and case study from Southeast Asia. *Ambio*, 25: 279-283. <https://www.fao.org/3/Y1237e/y1237e08.htm>
- Nowak, D.J., Greenfield, E.J., Hoehn, R.E. & Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*. 178:229-236.
- OECD (2020). Emission trading systems. <https://www.oecd.org/environment/toolsevaluation/emissiontradingsystems>.
- Pearson, T. R. H., Brown, S. L. ve Birdsey, R. A. (2007). Measurement guidelines for the sequestration of forest carbon. United States Department of Agriculture, Forest Service, 32 Northern Research Station. General Technical Report NRS-18.
- Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. (2020). Emissions by sector: where do greenhouse gases come from? Published online at Our World In Data.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/emissions-by-sector' [Online Resource]
- Stoffberg, G. H., Van Rooyen, M.W., Groenevelt, H. T. ve Van der Linde, M. J. (2004). Ecological management: Ecotree. (ZA2003/07906). Patent number: IPC A 01G. [Online] <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf%3bjsessionid=0F>.
- Stoffberg, G. H., Van Rooyen, M. W., Groenevelt, H.T. & Van der Linde, M. J. (2010). Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, South Africa. *Urban Forestry & Urban Greening* (Elsevier), 9 (1):9-14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2009.09.004>
- Stoffberg, G. H. & Van Rooyen, M.W. 2012. Estimates of carbon stored by Jacaranda Street trees in the City of Tshwane, South Africa.

- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (ÇŞİDB). (2022a). Karbon Fiyatlandırma Dairesi Başkanlığı. <https://iklim.gov.tr/karbon-fiyatlandirma-dairesi-baskanligi-i-52>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (ÇŞİDB). (2022b). Emisyon Ticaret Sistemi. ÇŞB <https://iklim.gov.tr/dokumanlar>
- The World Bank, (2022a). Carbon pricing dashboard, what is carbon pricing. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/what-carbon-pricing>
- The World Bank. (2022b). State and Trends of Carbon Pricing 2023. Washington, DC: World Bank. p. 1-66. doi: 10.1596/978-1-4648-2006-9. [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)
- Tuğluer, M. (2019). Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. SDU FBE. Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta.
- TUIK. (2023). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2021. (Erişim Tarihi: 20.02.2024), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>
- Ubay, B. & Bilgici, Y. (2021). Karbon fiyatlandırmasında emisyon ticaret sistemi ve önemi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. Cilt (10): Sayı (1): [dergipark.org.tr/tr/pub/klujfeas](http://dergipark.org.tr/tr/pub/klujfeas)
- UNFCCC. (2023a). COP28. UN Climate Change Conference- United Arab Emirates. Erişim Tarihi: 20.02.2024 <https://unfccc.int/cop28>
- UNFCCC. (2023b). About-carbon-pricing. UN Climate Change Conference- United Arab Emirates. Erişim Tarihi: 20.02.2024 <https://unfccc.int/about-us/regional-collaboration-centres/the-ciaca/about-carbon-pricing>
- Yıldız, S. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Karbon Vergisi. *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, Kasım 2017; 10 (3): 367-384.

**Prof. Dr. Atila GÜL**

Email: atilagul@sdu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lisans 1: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü (1986)

Lisans 2: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü (2020)

Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi FBE Peyzaj Planlama (1988)

Doktora: Ege Üniversitesi FBE Tarla Bitkileri (1998)

Doçent: ÜAK Peyzaj Mimarlığı (2008)

Mesleki Deneyim:

- Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı. Bölümü (2014-.....),
- Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (1999-2014),
- Araştırmacı, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, İzmir (1993-1999).





---

**Kentsel Yeşil Alanların Karbon Tutma  
Kapasiteleri ve Karbon Stokuna Etkileri**

---

**Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER<sup>1</sup>** 

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj  
Mimarlığı Bölümü, Avşar Kampüsü, Kahramanmaraş/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-4357-9599

E-mail: mahmuttuugluer@ksu.edu.tr

## 1. Giriş

Artan insan-doğa ilişkileri, plansız kentleşme ve sanayileşmenin yanı sıra doğal kaynakların yok olması, hava kirliliği gibi faktörler yaşam alanlarımızı olumsuz etkilemektedir (Dönmez & Çakır, 2016). Ayrıca ekonomik, teknolojik, politik ve sosyo-psikolojik faktörler de şehirlerin yayılmasına neden olmaktadır. Kentsel nüfus ve yerleşim alanları tüm dünyada istikrarlı bir biçimde hızlı artmaktadır. İnsan ihtiyaçları, yeni altyapı çalışmaları ve binalara yapılan yatırımlar küresel ölçekte sera gazı emisyonlarının ve diğer çevresel bozulmaların ana itici güçlerinden olduğu bilinmektedir (Ottelin, vd., 2019). Son yıllarda, kentsel alanların devam eden hızlı gelişimine bağlı olarak enerji talebi de artmaktadır. Bu süreçte enerji temini kaynaklı, özellikle doğalgaz ve petrol tüketimi önemli ölçüde artmıştır. Fosil yakıtların tüketimi ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı ciddi bir endişe kaynağı haline gelmiştir (Çakır & Dönmez, 2018). Atmosferde artan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyon seviyeleri küresel ısınmayla bağlantılıdır. Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezi tarafından yapılan bir araştırmaya göre, küresel ölçekte antropojenik fosil CO<sub>2</sub> emisyonları son yıllarda her geçen yıl %1-1,5 oranında artmaktadır (Muntean, vd., 2018).

Atmosferde hızla artan sera gazları, atmosferde geçirimsiz bir tabaka oluşturarak güneş ışınlarını yansıtır ve sera etkisi yaratarak küresel ısınmaya neden olur. Atmosferdeki sera gazlarının, özellikle de karbondioksitin artması, küresel ısınmanın temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. İnsan faaliyetleri, enerji endüstrisinde fosil yakıtların kullanımı, ulaşım, ısınma vb. yoluyla büyük miktarlarda karbondioksit salınmakta ve bunun sonucunda da sera etkisi oluşmaktadır (Tuğluer, 2019).

Sera etkisi, güneşten gelen kısa dalga boylu ışınların yeryüzüne ulaştıktan sonra atmosferdeki sera gazları tarafından uzun dalga boylu ısı ışınları şeklinde yeryüzüne geri yansımadır (Aksay vd., 2005). Güneş ışınımının önemli bir kısmı atmosferden geçerek dünya yüzeyine ulaşır ve atmosfer tarafından emilir. Ancak dünya yüzeyinden yansıyan uzun dalga boylu ışınlar, üst atmosferde bulunan sera gazları tarafından tekrar dünya yüzeyine yansıtılır. Sera gazları su buharı (H<sub>2</sub>O), karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), nitroz oksit (N<sub>2</sub>O), ozon (O<sub>3</sub>) ve kloroflorokarbon (CFC) gibi gazlardır. Atmosferdeki bu gazlar,

güneşten gelen kısa dalga boylu ışınları geçirmelerine rağmen, yerden yansıyan uzun dalga boylu ışınları çok daha az geçirgen oldukları için yer yüzeyinin beklenenden daha fazla ısınmasına neden olurlar (Türkeş, 2001). Sera gazları nedeniyle atmosferin ısıyı tutabilmesine sera etkisi, sera etkisi sonucu yeryüzünde sıcaklığın artmasına ise küresel ısınma adı verilmektedir. Küresel ısınma ve buna bağlı olarak iklim değişikliğinin olası sonuçlarından bazıları;

- Dünyadaki buzul tabakalarının erimesi ile deniz seviyelerinin yükselmesi,
- Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının etkisiyle ozon tabakasının incilmesi sonucu ultraviyole ışınlarının ozon tabakasından geçerek yeryüzündeki yaşamı tehlikeye atması,
- Sel, toprak kayması, erozyon, kasırga, kasırga ve yıldırım gibi doğal afetlerde artış,
- Deniz ve okyanus sıcaklıklarının artmasıyla canlılar üzerinde olumsuz etkisi,
- Sıcaklığın artmasıyla birlikte tatlı su kaynaklarının azalması,
- Orman yangınlarının ve kuraklığın artması,
- Gece ve gündüz sıcaklık farklarının artması ve çölleşme,
- Kutuplardaki donmuş topraklar erimeye başladıkça binlerce yıldır bünyelerinde bulunan sera gazlarının atmosfere salınması,
- Ani iklim değişiklikleri ve salgın hastalıkların artması sonucu ortaya çıkan hastalıklar,
- Dünyadaki tüm bu olumsuz durumların insan psikolojisini olumsuz etkilemesidir (Akın, 2006).

Yüzyılımızın en önemli çevre sorunu olarak kabul edilen küresel ısınmaya bağlı olarak insanın iklim değişikliğine etkisi bilimsel olarak kanıtlanmıştır. İnsanlığın enerjiye olan ihtiyacı ve enerji elde etmek için gerçekleştirilen faaliyetlerde fosil yakıt tüketimi, küresel iklim değişikliğinin en önemli nedenleridir (Üreden & Özden, 2018). Ekonomik faaliyetler, kentleşme, hızlı nüfus artışı ve çeşitli tüketim kalıpları nedeniyle doğal kaynaklar daha fazla baskı altındadır (Ekren & Çorbacı, 2022). Çevresel bozulma, çölleşme, ormansızlaşma, su

kıtlığı, iklim değışikliği ve küresel ısınma halen küresel gündemde yer alan konulardır (Erden Özsoy, 2015). Küresel ısınma bir gerçektir ve küresel ölçekte tek bir bilimsel sorundan siyaset, ekonomi, toplum, teknoloji, çevre, ekoloji gibi birçok konuya evrilmektedir. Küresel ısınma ve bir takım sorunlar uluslararası toplumda yoğun kaygılara yol açmaktadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1992), Kyoto Protokolü (1997), Bali Yol Haritası (2007) ve Kopenhag Anlaşması (2009) gibi bu konudaki uluslararası kararlılığı ve çabaları yansıtan bir dizi uluslararası anlaşma konusu imzalanmıştır. Mutabakata göre ülkeler karbon emisyon azaltımı ve eylem planları konusunda taahhütlerde bulunmuşlardır. Böylece düşük karbonlu ekonomiler, düşük karbonlu şehirler, düşük karbonlu yaşamlar, karbon ticareti, karbon vergileri, karbon ayak izi gibi karbon emisyonlarının azaltılması anlamına gelen yenilikçi kavramlar tüm dünya için önemli kalkınma stratejileri haline gelmektedir. Ekonomik, sosyal ve diğer yönlerden ilgili araştırma çalışmaları hükümetler, kuruluşlar ve araştırmacılar tarafından yürütülmekte ve tüm paydaşlar düşük karbonlu bir kalkınma yolu bulmaya çalışmaktadır (Gao, vd., 2014).

Atmosfere salınan zararlı gazların en önemli kaynağının kentsel alanlar olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda kent peyzajında önemli bir yere sahip olan kentsel açık-yeşil alanlar sera etkisinin azaltılmasında rol oynamaktadır. Dolayısıyla kentsel peyzaj küresel ısınmayla olumlu ya da olumsuz doğrudan ilişkilidir.

Sera gazı emisyonunun azaltılmasında karbon yutak alanlarının önemli rolü bulunmaktadır. Karbon yutağı, bir sera gazını, bir aerosolü veya bir sera gazı öncüsünü atmosferden uzaklaştıran herhangi bir süreç, faaliyet veya mekanizma anlamına gelir (UNFCCC, 1992). Okyanuslar, toprak ve ormanlar Dünya'nın doğal karbon yutaklarını oluşturur.

Küresel ısınmayla mücadelede sera gazı emisyonlarının azaltılmasının yanı sıra gezegenimizdeki karbon yutaklarının artırılması da gerekmektedir. Okyanus ve kara alanlarının insan eliyle artırılması mümkün görünmemektedir. Bu nedenle sadece alan olarak genişlemekle kalmayıp dikey olarak da büyüyerek yeşil hacim oluşturan ve karbon depolamada büyük önem taşıyan ağaçların sayısının insan eliyle artırılması mümkündür. Hem mekânsal hem de dikey olarak büyüyen, yani “yeşil hacim” etkisi yaratan ağaçlar,

yeryüzünde insan eliyle oluşturulabilecek en önemli doğal karbon yutaklarıdır (Tuğluer & Gül 2018; Tuğluer, 2019).

## **2. Kentsel Açık-Yeşil Alanlar ve Karbon Depolama İlişkisi**

Günümüzde yatay ve dikey yönde yapılaşma eğilimlerinin artması sonucu yapay karakter kazanan kentsel mekanlarda doğaya ve yeşile olan özlem her geçen gün artmaktadır. Genelde bir kentin karakterini, mimari yapılar, açık ve yeşil alanlar ile ulaşımın birbirleriyle olan ilişkileri ve bütünlüğü tayin etmektedir (Gül & Küçük, 2001). Bu bağlamda kent karakterini ve kent kimliğini oluşturan belki de en önemli bileşenlerden birisi kentsel açık-yeşil alanlardır. Kentsel açık-yeşil alanlar içinde yol ve refüj ağaçlandırmaları ise kent ekosistemine katkıda bulunan ve yeşil alanları birbirine bağlayan bir koridor görevi üstlenmektedir. Bununla birlikte kent içi yol ve refüj ağaçlandırmaları estetik, fonksiyonel, ekolojik, psikolojik ve ekonomik yönden kente birçok katkılar sağlamaktadır (Gül, vd., 2018).

Küresel ısınmaya neden olan faktörler genellikle kentsel alanlarda insan etkisinden kaynaklanmaktadır. Bir şehri oluşturan tüm unsurlar kentsel peyzajın parçalarıdır. Kentsel peyzajın en önemli bileşenleri yapı elemanları ve açık-yeşil alanlardır (Çorbacı & Ekren, 2021). Bir kentteki açık-yeşil alan miktarı o kentin yaşanabilirliği açısından önemlidir. Açık-yeşil alanların en önemli bileşenleri ise o alandaki bitkilerdir. Kentsel açık yeşil alanların en baskın materyalleri ise kent ağaçlarıdır (Tuğluer, 2019).

Kent ağaçları kent ekosistemine birçok açıdan olumlu katkılar sağlamaktadır. Weber'e (2013) göre kent ağaçları, havadaki kirleticileri uzaklaştırarak çok sayıda hizmet yoluyla insan sağlığına ve refahına katkıda bulunmaktadır. Kent ağaçları kentin yeşil alan potansiyelinin artmasına katkı sağlamanın yanı sıra kente estetik, rekreasyonel, psikolojik, ekonomik ve ekolojik faydalar da sağlamaktadır. Küresel ısınmayla mücadelede ve iklim değişikliğinin önlenmesinde özellikle kent ekosistemine hizmet eden kent ağaçlarının ekolojik etkisinden yararlanmak büyük önem taşımaktadır (Tuğluer & Çakır 2018).

Kent ağaçları şehrin havasının temizlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ağaçlar aynı zamanda kentsel solunumu dengeleyen bir iklim düzenleyicidir (Jim & Chen, 2008). Keller (1979), ağaçlandırılmış bir kuşağın havadaki kurşun seviyesini %85 oranında

azaltabileceğini belirtmektedir. Ağaçlar tozu ve dumanı filtreleyerek temiz hava sağlarlar. Grote, vd. (2016)'ne göre, ağaçlar havadaki zararlı parçacıkları tutarak havanın temizlenmesine katkıda bulunur. Bayraktar (1980), bitkilerin çevresindeki toz miktarını %90 oranında azaltacağını belirtmektedir.

Kentsel çevredeki ağaçlar karbondioksiti (CO<sub>2</sub>) iki şekilde azaltabilir. Birincisi ağaçlar aktif olarak büyürken fotosentez işlemi sırasında CO<sub>2</sub> alarak atmosferdeki CO<sub>2</sub> oranını azaltırlar. Diğer yol ise mevcut ağaç örtüsünün önemli bir CO<sub>2</sub> depolama alanı olarak hizmet edebilmesidir. Karbon depolama, toprak üstünde ve altında biyokütlede depolanan bitkilerin oranı olarak tanımlanır. Fotosentez sırasında atmosferdeki CO<sub>2</sub> suyla birleşerek yapraklara iletilir ve güneş ışığının yardımıyla kimyasal reaksiyonu katalize ederek selüloz, şeker ve diğer maddelere dönüşür (Larcher, 1980). 100 yaşındaki iyi gelişmiş bir kayın ağacı, 40 milyon m<sup>3</sup> havadaki 1200 m<sup>3</sup> karbondioksiti fotosentez yoluyla 6 ton karbon olarak tutarlar (Çepel, 1999).

Jo & McPherson (1995)'a göre, kentsel ağaçlar, daha az rekabet ve iyi bakım koşulları nedeniyle kırsal ve ormanlık alanlardaki ağaçlardan daha hızlı büyüme eğilimindedir. Bu nedenle şehir ağaçları ağaç başına daha fazla karbon depolayabilmektedir. Tuğluer (2019), büyük boy ve çaptaki ağaçların küçük ağaçlara göre daha fazla karbon depoladığını belirtmiştir. Ağaçlar hacim ve kütle kazandıkça karbon depolama miktarı da artmaktadır.

Bir şehir ağacının depoladığı karbon miktarının hesaplanması, o ağacın kentsel ekosisteme katkısının sayısal verilerle ortaya konulmasını sağlamaktadır (Tuğluer, 2019). Aslına bakılırsa günümüzde şehirlerin saldıdığı ve depoladığı karbon miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle kent ağaçlarının yapılarında biriken karbon miktarının bilinmesi ve bu veriler ışığında ağaçlandırma çalışmalarının yapılması kent ekosistemi açısından oldukça önemlidir.

Ağaçlar hem doğal süreçler hem de insan eylemi nedeniyle atmosferde biriken karbonun azaltılmasında etkili olan önemli karbon yutaklarıdır. Ağaçların karbon döngüsündeki rolünün iyi anlaşılması gerekmektedir. Ağaçlar kentsel ortamda mikro iklim etkisi yaratır. Değişen iklim koşulları kapsamında ağaçların kentsel ekosisteme olan etkileri; havayı soğutmak, bağıl nemi arttırmak, temiz hava sağlamak, havayı filtrelemek, gürültüyü absorbe etmek, oksijen üretmek, sera etkisini

azaltmak ve enerji tasarrufu sağlamak olarak sıralanabilmektedir (Bernatzky, 1983; Barış, 2005).

Binaların etrafındaki ağaçlar ısıtma ve yalıtım ihtiyacını azaltır. Böylece elektrik enerjisinin kullanımıyla oluşabilecek CO<sub>2</sub> emisyonu azaltılabilecektir. Ağaçlar yazın sıcaklığın etkilerini azaltır ancak kışın güneş ışınlarını bloke ettiğinden ısınma için gereken enerji ihtiyacını artırabilir (Heisler, 1986; Simpson & McPherson, 1998). Huang vd., (1987) tarafından yapılan çalışmada, yaşlı ağaçların bina çevresindeki enerji ile ilişkisini bilgisayar simülasyonu ile belirlemek amacıyla yerleşim alanları çevresindeki ağaçlardan elde edilebilecek enerji korunum değerleri ölçülmüştür. Sacramento, Phoenix ve Lake Charles olmak üzere üç şehirde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını %25-43, sıcaklık için enerji talebini ise %12-23 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise yüksekliği 7-8 m olan yaprak döken bir ağacın soğutma amaçlı yıllık enerji tasarruf değerinin 100 ile 400 kWh arasında olduğu belirtilmiştir (McPherson vd., 1995). Şehirlerde binaların batıya bakan kısımlarında bulunan ağaçlardan en yüksek enerji verimliliğinin elde edildiği tespit edilmiştir. Ancak binaların güney tarafında yer alan yaprak döken ağaçlar şehrin soğutma talebini azaltmak yerine ısıtma talebini artırabilmektedir. Yanlış bitki türünün yanlış yerde seçilmesi de mekânsal koşullara bağlı olarak enerji kullanımını artırabilmektedir (McPherson & Simpson, 1995). Yapılan bir çalışmada Frankfurt kenti çevresinde bulunan ve 50-100 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan bitkili alanların hava sıcaklığını 3,5 °C'ye kadar düşürdüğü tespit edilmiştir (Bernatzky, 1983).

Yeşil alanlar kentlerin ekolojik sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Kentsel açık-yeşil alanlar aynı zamanda kentlerdeki karbon yutaklarıdır (Tuğluer, 2021). Bu alanlar karbon depolayarak salınan sera gazlarının azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

İnsanların doğrudan etkileyebileceği karbon yutakları ağaçlar ve ormanlardır (Üreden & Özden, 2018). Şehirlerdeki en önemli karbon yutakları şehirdeki ağaçlardır. Kent merkezlerinde karbondioksit emisyonunun azaltılmasında kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir role sahiptir. (Gezer & Gül, 2009; Çakır & Sancar, 2022).

Karbondioksit ağaçlardan biyokimyasal fotosentez süreciyle alınır ve gövdede, dallarda, yapraklarda, köklerde ve toprakta karbon olarak depolanır. Ağaçlar canlı materyallerdir ve her canlı organik materyal

gibi ağaçlarda bünyesinde karbon bulundurmaktadır. Ağaçlar karbonu havadaki karbondioksitten alır ve fotosentez sonucu karbondioksit, protein ve nükleik asitler (DNA ve RNA) gibi bileşiklerin üretiminde kullanırlar. Ağaçlar ürettikleri hidrokarbon bileşiklerini yakarak enerji elde ederken karbondioksit açığa çıkarsa da havadan alınan karbondioksit miktarı atmosfere saldıkları karbondioksit miktarından daha fazladır. Bu sayede ağaçlar kütlelerinin içerisinde belli oranda karbon biriktirmektedir. Bu birikimin anlaşılabilmesi ve hesaplanabilmesi için biyokütle kavramının bilinmesi gerekmektedir (Tuğluer, 2019).

Biyokütle, kavram olarak yeşil bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolaması sonucunda ortaya çıkan biyolojik kütle ve buna bağlı organik madde kaynaklarıdır. Biyoküteller bitkilerde fotosentez yoluyla oluşmaktadır (Durkaya vd., 2009; Macaroğlu, 2011). Bir ağacın içerdiği organik bileşiklerinin hesaplanabilmesi için biyokütlenin bilinmesi gerekmektedir. Biyokütlenin belirlenmesi için ağaçların yaş ağırlığından arındırılması gerekmektedir. Bir ağaç tamamen kurutulduğunda ağacın kuru ağırlığına yani biyokütle miktarına ulaşılmaktadır. Bu sayede içeriğindeki başta karbon olmak üzere ağacın bünyesindeki organik bileşikler bir takım analizler vasıtasıyla belirlenebilmektedir.

Bir kent ağacının depoladığı karbon miktarının hesaplanması o ağacın kent ekosistemine sağladığı katkının sayısal verilerle ortaya koyulmasını sağlamaktadır. Nitekim günümüzde kentlerin saldığı ve depoladığı karbon miktarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle kent ağaçlarının bünyelerinde biriken karbon miktarının bilinmesi ve geliştirilen hesaplama metodları ile karbon miktarı tahminlerinin yapılması gerekmektedir.

### **3. Kent Ağaçları Biyokütle ve Karbon Depolama Hesaplama Sistemi**

Tuğluer (2019) tarafından geliştirilen KARBİYOSİS (Ağaçların Biyokütle ve Karbon Depolama Hesaplama Sistemi) adlı yazılım yalnızca envanter çalışması yaparak laboratuvar analizleri yapmadan ağaç envanter çalışması ile elde edilen verilerin sisteme girilmesi suretiyle biyokütle ve karbon depolama hesaplamaları yapabileb herkesin kullanabileceğı bir programdır. KARBİYOSİS programı ağaç türlerinin biyokütle ve karbon depolama hesaplamalarını bazı formüller



vasıtası ile hesaplamaktadır. Tür verileri programa girildiğinde hesaplanması istenilen ağacın biyokütle ve karbon depolama miktarlarına ulaşılabilecektir.

KARBİYOSİS programının kullanılabilmesi ve hesaplamaların yapılabilmesi için kullanıcılar bazı verilere ihtiyaç duymaktadır. Arazi çalışmaları ile elde edilen bu veriler programa entegre edilerek program çalışma alanındaki ağaçların biyokütle ve karbon depolama miktarını hesaplayabilmektedir. Kullanıcıların arazi çalışmalarında ihtiyaç duyacağı veriler için envanter bilgi formu aşağıda verilmiştir. (Çizelge 1.)

**Çizelge 1.** KARBİYOSİS Programı kullanıcıları için ağaç envanter bilgi formu (Tuğluer, 2019).

KARBİYOSİS Kullanıcıları İçin Ağaç Envanter Bilgi Formu	
NUMUNE NO	
TÜR LATİNCE ADI	
YAPRAK TİPİ (1: Geniş Yapraklı) (2: İnce Yapraklı)	
GÖVDE BOYU (cm)	
GÖVDE DİP ÇAPI h=0 (cm)	
GÖVDE UÇ ÇAPI h=max (cm)	
KABUK KALINLIĞI (cm)	
ÖRNEK ALINAN DAL YÜZDESİ (%)	
ÖRNEK ALINAN DAL YAŞ AĞIRLIĞI (gr)	
ÖRNEK ALINAN YAPRAK YÜZDESİ (%)	
ÖRNEK ALINAN YAPRAK YAŞ AĞIRLIĞI (gr)	

KARBİYOSİS programının hesaplama yapabilmesi için kullanıcıların aşağıdaki verileri eksiksiz ve doğru bir biçimde elde etmesi gerekmektedir. Yukarıdaki veriler eksiksiz bir biçimde temin edilmesi suretiyle KARBİYOSİS programı kullanıcıların çalışma alanındaki ağaçlara ait dal, yaprak, kabuk, gövde, için ayrı ayrı olarak ve aynı zamanda toplam biyokütle ve karbon depolama hesaplarını yapabilecektir (Tuğluer, 2019). Bu sayede ulusal ve uluslararası

koşullarda Türkiye’de geliştirilen bu program ile ağaçların biyokütle ve karbon depolama miktarları sayısal veriler ile elde edilebilecektir.

#### **4. Sonuç ve Öneriler**

İklim değişikliğiyle mücadelede ormanlar ve kent ağaçları önemli rol oynamaktadır. Atmosfere salınan sera gazı miktarının en yüksek olduğu alanların kentsel alanlar olduğu bilinmektedir. Bu nedenle şehirlerdeki ağaçların şehrin hava kalitesine olumlu etkisinin ve atmosferdeki sera gazı miktarının azaltılmasındaki rolünün sayısal verilerle belirlenmesi önemlidir.

Uluslararası anlaşmaların getirdiği sera gazı emisyonlarının azaltılması gibi yükümlülükler ülkeler tarafından yerine getirilirken, ağaçların etkisi de göz ardı edilmemelidir. Sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik politikaların başında ağaçlandırma çalışmaları ve ağaçların etkilerinin geldiği bilinmektedir. Yalnızca temiz enerji kullanımı, fosil yakıtların azaltılması ve kirleticilerin endüstri tarafından azaltılması tek çözüm olmayacaktır.

Dünyanın en önemli karbon yutakları arasında yer alan ağaçların doğru uygulamalarla dikilerek sayısının artırılması hedeflenmelidir. Küresel ısınmayla mücadelede şehirler önemli bir yere sahiptir. Bu alanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarının kente sağlayacağı ekolojik hizmetler tartışmaya açık değildir. Ancak şehirlerde ağaçlandırmanın sadece estetik amaçlı yapılması yeterli değildir. Çünkü karbon emisyonlarını azaltmak, karbon ayak izini belirlemek, karbon yutağı oluşturmak ve şehirlerdeki karbon stokunu hesaplamak için ağaçların yapısal ve işlevsel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

Bu nedenle orman alanlarında yapılan çalışmalara ek olarak kent ağaçlarının envanteri çıkarılmalı, kent yöneticileri ve ilgili kurumların desteğiyle KARBİYOSİS gibi programlar ve uygulamalar vasıtasıyla ağaçların biyokütle ve karbon depolama kapasiteleri belirlenmelidir.

Kent alanlardaki açık ve yeşil alanlar ve ağaçlar, karbon depolayarak sera gazı miktarını azaltır ve sera etkisini önleyerek kentsel ekosisteme olumlu katkılar sağlar. Kent ekosistemindeki ağaçlardan elde edilecek karbon depolama verilerinin kentsel planlama, tasarım ve yönetime yansıtılmasıyla arazi kullanım planlaması ve ağaçlandırma çalışmalarına yön verebilecektir. Ayrıca konuyla ilgili farkındalığın artmasına da yardımcı olabilecektir. Dünyayı tehdit eden küresel

ısnmayla m¼cadele için acil eylem stratejilerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. K¼resel ısınmayla m¼cadelede d¼nya genelinde karbon yutaklarının artırılmasının yanı sıra sera gazı emisyonlarının azaltılması da gerekmektedir. Okyanus ve kara alanlarının insan eliyle arttırılması m¼mk¼n gr¼nmemektedir. Bu nedenle yatay alanda genişlemenin yanı sıra dikey olarak da gelişerek 'yeşil hacim' oluşturan ve karbon depolamada b¼y¼k önem taşıyan ağaçların sayısının arttırılması m¼mk¼nd¼r.

Elbette kent ağaçları tek başına karbon salınımını azaltmak için yeterli bir işleve sahip değil. Bu nedenle ağaç sayısı artırılırken enerji t¼ketime azaltılmalı, ¼retim ve t¼ketime ihtiyaçları değiştirilmeli, insanlar k¼resel ısınmayla m¼cadele konusunda bilinçlendirilmelidir.

### **Teřekk¼r ve Bilgi Notu**

Bu çalışmanın sunumu 2-4 şubat 2024'te "Kentsel Yeşil Alanların S¼rd¼r¼lebilir Yönetimi alıştayı" kapsamında sunulmuş olup daha önce zet veya tam metni yayımlanmamıştır. alıştayı ve yayının organizasyonunu yapan ve davetli konuşmacı olarak davet eden T.C. evre, şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığına teřekk¼rlerimi sunarım.

### **Yazar Katkıları ve çıkar atışması Bilgilendirme**

T¼m yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur. ıkar atışması yoktur.

## Kaynaklar

- Akın, (2006). Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46 (2), 29-43.
- Aksay, C. S., Ketenoğlu, O., Kurt, L., .(2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 25(2005), 29-41. Barış, M. E., 2005. Kent Planlanması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar. Planlama Dergisi, 2005(4) 156-163.
- Barış, M. E., (2005). Kent Planlanması, Kent Ekosistemi ve Ağaçlar. Planlama Dergisi, 2005(4) 156-163.
- Bayraktar, A., (1980). Bitki Çevre İlişkilerinde Yeni Bir Aşama: Canlı Yapı Sistemleri. Tabiat ve İnsan Dergisi, Ek Sayı.
- Bernatzky, A., (1983). The Effects of Trees on the Urban Climate. In: Trees in the 21st Century. Academic Publishers, Berkhamster, 59-76.
- Çakır, M. & Dönmez, Ş. (2018). Stabilization and Plantation of Sand Dunes. Nigar Yarpuz Bodoğan, Emrah Dönmez, Ufuk Coşkun (Eds.), Innovative Approaches in Agriculture, Forestry and Aquaculture Sciences (pp. 167-174), Gece Academy, Ankara, Turkey.
- Çakır, M. & Sancar, B. (2022). Urban lawn management for improvingecosystem services of turf grasses. In M. Çakır, M. Tuğluer, & P.Fırat Örs. (Eds.) Architectural Sciences and Ecology (253-295).ISBN: 978-625-8213-87-4. Ankara: Iksad Publications.
- Çepel, N., (1999). Orman ve Biz. Tema Yayıncılık, 118s, İstanbul.
- Dönmez, Ş. & Çakır, M. (2016). Utilization of Natural Materials as Mulching Materials in Landscaping Applications. Recep Efe, İsa Cürebal, Abdalla Gad, Brigitta Toth (Eds.), Environmental Sustainability and Landscape Management (pp. 592-597), St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, Bulgaria.

- Durkaya, A., Durkaya, B. & Ünsal, A., (2009). Predicting the Above-Ground Biomass of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Stands in Turkey. *Afrikan Journal of Biotechnology*, 8 (11): 2483-2488.
- Ekren, E. & Çorbacı, Ö.L. (2022). Kahramanmaraş Kentsel Açık Yeşil Alanlarında Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(1), 25-50.
- Erden Özsoy, C. (2015). Düşük Karbon Ekonomisi ve Türkiye'nin Karbon Ayak İzi. *Hak İş Uluslararası Emek Ve Toplum Dergisi*, 4(9), 198-215.
- Gao, T., Liu, Q., & Wang, J. (2014). A comparative study of carbon footprint and assessment standards. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 9(3), 237-243. Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. *Built environment*, 33(1), 115-133.
- Gezer, A. & Gül, A., (2009). Kent Ormancılığı. SDÜ Basım Evi, 86, 244s, Isparta.
- Grote, R., Samson, R., Alonso, R., Amorim, J. H., Cariñanos, P., Churkina, G., ... & Calfapietra, C. (2016). Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10), 543-550.
- Gül, A. & Küçük, V., (2001). Kentsel Açık Yeşil Alanlar ve Isparta Kenti Örneğinde İrdelenmesi, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(2):27 48.
- Gül, A., Tuğluer, M., & Akkuş, F. G. (2021). Kentsel Yol Ağaçları Envanteri ve Karbon Tutma Kapasitesinin Belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 516-535.
- Heisler, G.M. (1986). Energy Savings With Trees. *Journal of Arboriculture*, 12(5), 113-125.
- Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2008). Assessing the ecosystem service of air pollutant removal by urban trees in Guangzhou (China). *Journal of environmental management*, 88(4), 665-676.

- Jo, H. K. & McPherson, E. G., (1995). Carbon Storage and Flux in Urban Residential Greenspace. *Journal of Environmental Management*, 45, 109-133.
- Keller, T., (1979). The possibilities of using plants to alleviate the effects of motor vehicles, TRRL Symposium Report 513 DOE/ED.
- Larcher, W. (1980). *Physiological Plant Ecology*. New York: Springer-Verlag, 252p, New York.
- Macaroğlu, K. (2011). Bartın Yöresi Karışık Meşçerelerinin Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitelerinin İrdelenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 91s. Bartın.
- McPherson, E.G. (1993). Evaluating the cost effectiveness of shade trees for demand-side management. *The Electricity Journal*, 6(9), 57-65.
- McPherson, E.G. & Simpson, J. R. (1995). Shade Trees as a Demand-Side Resource. *Home Energy*, 12(2), 11- 17.
- Muntean, M., Guizzard, D., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., Olivier, J., & Vignati, E. (2018). Fossil CO<sub>2</sub> emissions of all world countries. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*, 2.
- Ottelin, J., Ala-Mantila, S., Heinonen, J., Wiedmann, T., Clarke, J., & Junnila, S. (2019). What can we learn from consumption-based carbon footprints at different spatial scales? Review of policy implications. *Environmental Research Letters*, 14(9), 093001.
- Simpson, J.R. & McPherson, E.G. (1998). Simulation of Tree Shade Impacts on Residential Energy Use For Space Conditioning in Sacramento. *Atmospheric Environment: Urban Atmospheres* 32(1), 69-74.
- Tuğluer, M. (2019). Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarını Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 129s., Isparta.

- Tuğluer, M. (2021). Relationship Between Global Climate Change and Urban Trees. *Academic Studies in Architecture, Planning and Design Science*, Duvar Publishing, Editör: Ayca ARSLAN, Sayfa sayısı, 135, 109-120.
- Tuğluer, M. & Çakır, M. (2018). Ufore modeli'nin kent ekosistemine hizmet eden bileşenlerinin irdelenmesi. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(2), 193-200. doi:10.30785/mbud.586754
- Tuğluer, M., & Çakır, M. (2021). Ecological Importance of Urban Trees and Their Role in Sustainable Cities. In: *Architectural Sciences and Sustainability* (81-96), Ş. Ertaş Beşir, M. B. Bingül Bulut, & İ. Bekar, ISBN:978-625-8061-43-7, İksad Publishing House.
- Tuğluer, M. & Gül, A. (2018). Kent ağaçlarının çevresel etkileri ve değerinin belirlenmesinde UFORE modelinin kullanımı ve Isparta örneğinde irdelenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 293-307. DOI: 10.18182/tjf.341054
- Türkeş, M. (2001). Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi 1, Ankara, 187-205.
- UNFCCC, (1992). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Rio de Janeiro, Brezilya
- Üreden, A. & Özden, S. (2018). Kurumsal Karbon Ayak İzi Nasıl Hesaplanır: Teorik Bir Çalışma. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 98-108. Bayraktar, A., 1980. Bitki Çevre İlişkilerinde Yeni Bir Aşama: Canlı Yapı Sistemleri. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, Ek Sayı. Çepel, N., 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 183s, Ankara.
- Weber C. (2013). Ecosystem services provided by urban vegetation: a literature review. In: Rauch S, Morrison G, Norra S, et al. (Eds). *Urban environment*. Dordrecht, the Netherlands: Springer

**Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUĞLUER**

E-mail: mahmuttuugluer@ksu.edu.tr

Eğitim Durumu:

Lisans: Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 2012.

Yüksek Lisans: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, (2015).

Doktora: Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, (2019).

Mesleki deneyim: Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, (2020-...).



---

**Deprem Parkları Yer Seçim ve Tasarım  
Kriterleri**

---

**Doç. Dr. Doğa DİNEMİS AMAN**  <sup>1</sup>  
**Prof. Dr. Gülşen AYTAÇ**  <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Özyeğin Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü,  
İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0002-9076-3401  
dinemis.aman@ozyegin.edu.tr

<sup>2</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0003-3666-1970  
gulergu@itu.edu.tr

---

**Citation:** Aman, D.D., Aytac, G. (2024). Deprem Parkları Yer Seçim ve Tasarım Kriterleri, İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 9, 251-266. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications. DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698846>

---

## 1. Giriş

Dünya kentleri, doğal afetler, sosyal, ekonomik ve kültürel stresler, çevre problemleri, iklim değişikliği, teknolojik tehditler, gıda ve sağlık sorunları, ulaşım ve erişilebilirlik ile ilgili birçok sorun ile baş etmeye çalışmaktadır. Türkiye’de doğal afetler bakımından en yüksek riski deprem taşımaktadır ve ortalama beş yılda bir büyük kayıplara neden olan depremler yaşanmaktadır (AFAD, 2018). Bu sebeple Türkiye’de afet denilince akla öncelikle deprem gelmektedir. Son yüzyılda meydana gelen ve en fazla can kaybının yaşandığı depremlere bakıldığında, depremin büyüklüğü yüksek olmamasına rağmen insani ve ekonomik kaybın yüksek olmasının nedeni ülkenin depreme yeterince hazırlıklı olmamasıdır (Aman, 2021). Dolayısıyla, depremin büyüklüğünün yanı sıra, şehirlerin diğer bileşenleri de can kayıplarının fazlalığında rol oynamaktadır.

İstanbul’u etkileyecek 7 ve üzeri büyüklükteki bir depremin 2034 yılına kadar gerçekleşme olasılığı %35-70 (Parsons vd., 2000; Parsons, 2004), 2045 yılına kadar ise %26-42’dir (Murru vd., 2016). Dolayısıyla İstanbul için depreme hazırlık çalışmaları sadece yapı odağındaki dönüşümü değil, kentsel planlama kararlarının daha çok peyzaj altyapılı çözümlerle adaptasyonunu da içerecek bütüncül stratejiler doğrultusunda yürütülmelidir.

Deprem tehlikesinin afete dönüşmesini engellemek için deprem zararlarını azaltmaya yönelik planlama stratejileri ile kentlerin ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülebilirliğine katkı sağlamak gerekmektedir (Aman, 2021). Yirmi birinci yüzyılda afet kaynaklı kayıpların ciddi oranda artmasıyla birlikte, hazırlıklı olma ve zarar azaltma kavramları önem kazanmıştır. Afet dirençliliği kavramı, afet risk azaltma stratejilerinin geliştirilmesi için kullanılan bir yaklaşım haline gelmiştir; bu yaklaşımların en büyük hedefi toplumların afetlere karşı direncini artırmak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaktır (Varol ve Buluş Kırıkkaya, 2017).

Kentsel açık ve yeşil alanlar, deprem sonrasında insanların binalardan çıktıktan sonra acil olarak toplandığı ve geçici süreliğine barındığı alanlardır. Bu doğrultuda Deprem Parkları, olası bir deprem sonrasında kullanılması için planlanan ve tasarlanan toplanma ve geçici barınma alanlarıdır. Farklı ölçeklerde farklı fonksiyonları barındıracak şekilde işlevlendirilirler. Bu alanlar, belirlenen gün boyunca geçici barınacak

insanların can güvenliğini sağlamak için tasarlanırlar. Deprem parklarının belirlenmesi insan kaybını azaltmanın önemli bir yoludur ve doğru konumlandırılması ölüm oranını etkili bir şekilde azaltabilir. Bu çalışmanın amacı, deprem sonrası toplanma alanı ve geçici barınma alanı olarak kullanılacak deprem parklarının yer seçim ve tasarım kriterlerini belirlemek ve Topkapı Deprem Parkı önerisini geliştirmektir. Çalışmanın ilk aşamasında konu ile ilgili farklı veri tabanlarından kavramsal çerçevede yer alan kriterler derlenmiş ve toplanma alanları ve geçici barınma alanı olarak Deprem Parklarına yönelik yer seçim ve tasarım kriterleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bu kriterler kullanılarak örnek alan olarak seçilen Topkapı Deprem Parkı proje önerisi geliştirilmiştir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

Çalışmanın ilk aşamasında öncelikle derinlemesine literatür araştırması yapılmış, konu ile ilgili kavramlar incelenmiş, farklı veri tabanlarından kavramsal çerçevede yer alan kriterler derlenmiştir. Tüm bu araştırmalar sonucu, toplanma alanları ve geçici barınma alanı olarak Deprem Parklarına yönelik yer seçim kriterleri ve tasarım kriterleri belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında Topkapı Kültür Parkı ve Panorama 1453 Parkı alan çalışması olarak seçilmiş, mevcut durum analizleri sonrası çalışmada önerilen kriterler doğrultusunda Topkapı Deprem Parkı proje önerisi geliştirilmiştir.

## **3. Bulgular ve Tartışma**

### **3.1. Deprem parkı yer seçim ve tasarım kriterleri**

Deprem Parkları, deprem sırasında ve sonrasında insanların barınma ve toplanma gibi ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir rol üstlenmektedir. Özellikle depremden sonraki ilk 72 saat içinde, toplu tahliye öncesinde insanların bilgilendirildiği ve geçici olarak barındırıldığı yerlerdir. Bu parkların temel amacı, insanların güvenliğini sağlamak için riskleri azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Bu alanlar afet anında ya da sonrasında daha büyük riskler arz ediyorsa, sığınma imkânı sağlamaktan ziyade daha büyük bir tehdit oluşturmaktadır.

Bu alanların ikincil afetlere karşı güvenliği, planlama ve tasarım aşamasındaki en önemli konudur. Deprem parklarının ikincil afetlere

karşı güvenli olması için belirli kriterlere göre seçilmesi gerekir. Bu kriterler Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge1.** Güvenli toplanma alanları yer seçim kriterleri (Aman, 2019).

Üst başlık	Yer seçim kriterleri
Alansal Özellikler	Alansal büyüklük ve kapasite Bina yıkılma tehlikesi Kapalı alan barındırma Tehlikeli yapılara mesafe Mülkiyet Altyapı
Doğal Yapı	Tsunami tehlikesi Su baskını ve sellenme tehlikesi Jeolojik yapı Sıvılaşma tehlikesi Yeraltı su seviyesi Eğim Heyelan tehlikesi
Ulaşım	Ulaşılabilirlik Sağlık tesisine yakınlık

Deprem parklarının ulaşılabilir olması, en önemli kriterlerin başında gelmektedir. Deprem anında insanların kaçabilmesi ve güvenli bir şekilde toplanma veya barınma alanlarına ulaşabilmesi gerekir. Deprem parklarına ulaşan yollar tahliye güzergahları olarak planlanmalı ve acil bir durumda tıkanmayacak ve insanların kaçmasına imkân verecek şekilde yasa ve yönetmeliklerle belirlenen kurallara göre tasarlanmalıdır (Aman, 2019).

Deprem parklarının büyüklüğü, orada barınan insanların güvenliği için önemli bir faktördür. Bu alanlar olası deprem sonrası çok sayıda insanı barındıracak şekilde planlanmalıdır, bu nedenle konumu yüksek nüfus yoğunluğuna sahip alanlara daha yakın olacak ve daha hızlı ve rahat ulaşımına izin verecek şekilde seçilmelidir (Chu ve Su, 2012).

Deprem parklarının yer seçiminde dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husus da bu alanların düşen moloz, cam vb. tehlikelerden korunmak için binalardan yeterince uzakta olmasıdır. Potansiyel alan

ne kadar büyük olursa, bina yıkılma tehlikelerinden etkilenme olasılığı da o kadar az olur.

Deprem parklarının içerisinde farklı fonksiyonlara sahip kapalı alanların bulunması, olumsuz iklim koşullarında dışarıda kalan insanların kolayca barınma ihtimaline hazır olmaları açısından önemlidir. Bu alanlar zehirli gazlardan, yanıcı, patlayıcı veya radyoaktif maddelerden ve yüksek gerilim iletişim hatları gibi benzer yapılardan uzakta konumlandırılmalıdır (Soltani vd., 2014). Deprem parklarında elektrik, iletişim, yüzey suyu drenajı, temiz su ve atık su altyapı sistemleri hazır halde olmalıdır.

Deprem parklarının tsunami tehlikesi altında olmaması için deniz seviyesinden yüksek olması ve herhangi su kanalından uzak olması gerekmektedir. Benzer şekilde bu alanlar su baskını ve sel tehlikesi altında olmayan arazilerde planlanmalıdır. Bu alanların alüvyonlu alanlar yerine jeolojik olarak sağlam kayalar üzerinde yer alması, zemin sıvılaşma tehlikesinin bulunmaması, heyelan tehlikesinden uzak olması ve yeraltı su seviyesinin düşük seviyede olması, alanın depremlerin neden olduğu ikincil tehlikelerden daha az etkilenmesini sağlamaktadır.

Türk Kızılayı'na göre, potansiyel toplanma ve barınma alanlarının bulunduğu arazinin eğimi en fazla %7 olarak belirlenmiş olup, %2-4 arasında bir eğim tercih edilmektedir (Kılıcı vd., 2015). Deprem parkları tasarlanırken eğimi % 2-8 arası olmalıdır, bu eğim stabil ve güvenli olarak kabul edilmektedir (Soltani vd., 2014; Soltani vd., 2015).

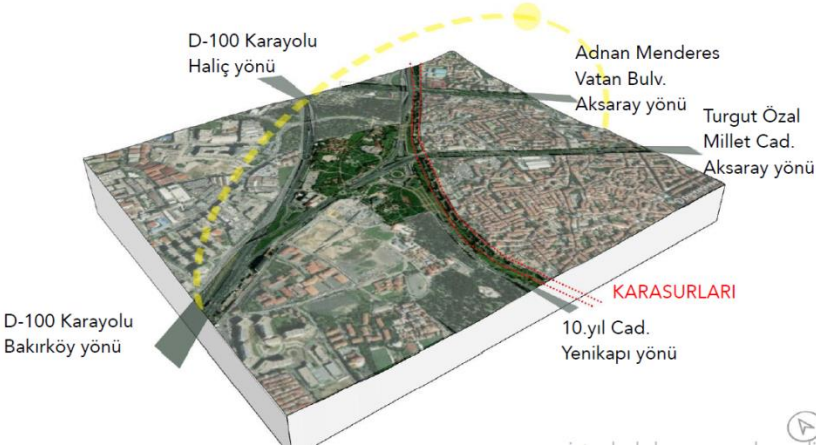
Son olarak deprem parkları, özellikle yapıların çökmesi nedeniyle yaralanan kişilerin en kısa sürede tıbbi yardım alabilmeleri için sağlık tesislerine mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir (Soltani vd., 2015). Hastaneler, deprem sırasında çok sayıda yaralanma ve ardından gelen ölümleri önlemek için özellikle önemlidir (Coburn ve Spence, 2002; Yeryüzü Projesi, 2018). Deprem parklarının kendi bünyesinde acil tıbbi müdahalede bulunulacak yerler tasarlanmalıdır. Deprem parklarının belirlenen kriterlere göre planlanması ve tasarlanması, bu alanların ikincil afetlere karşı daha güvenli olmasını sağlayacak ve can kaybını azaltmaya yardımcı olacaktır.

## 3.2.Topkapı Deprem Parkı önerisi

### 3.2.1. Topkapı Kültür Parkı ve Panorama 1453 Parkı mevcut durum

Topkapı Parkı, 129.031 m<sup>2</sup> Topkapı Kültür Parkı ve 84.518 m<sup>2</sup> Panorama 1453 Parkı'ndan oluşan 185.000 m<sup>2</sup>'lik bir kentsel yeşil alandır. İstanbul'un Zeytinburnu ilçesinde yer alan park, doğuda tarihi kara kütlesi ve batıda D-100 karayolu ile sınırlanmaktadır. Alan, kuzeyde Topkapı Mezarlığı ve güneyde Merkez Efendi Mezarlığı'na doğru dolgu alanları boyunca uzanmaktadır (Şekil 1).

Mevcut durumda parkta çocuk oyun alanları, yapay göletler, Tarihi Panorama Müzesi, cami, eski İstanbul mimarisinde inşa edilmiş tek katlı binalarla çevrili bir çarşı, yeme-içme alanları, tramvay durağı, D-100 tarafındaki girişte bir metrobüs durağı, çocuk trafik eğitim kamp alanı ve kültürel çadır alanları bulunmaktadır. Alan sınırları içerisinde bulunan yoğun viyadüklü ulaşım ağları ve sur içi tarafındaki yoğun yerleşim birimleri göz önüne alındığında, parkın şehirde çok aktif bir yer olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca alanın İstanbul'daki UNESCO koruma alanlarından biri olan Kara Surlarının Topkapı girişinde konumlanması, parkı hem jeolojik hem kültürel anlamda hassas kılmıştır.

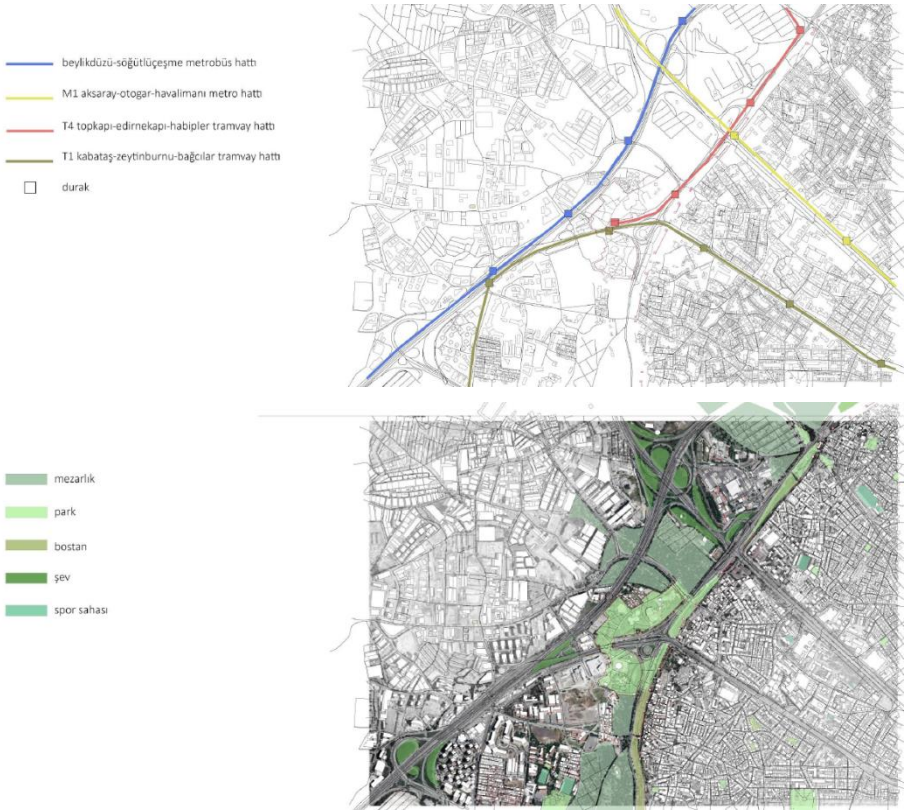


Şekil 1. Topkapı Kültür Parkı ve Panorama 1453 Parkı konumu.

Ulaşım ağlarının gelişmesiyle birlikte park, metro, metrobüs, otobüs ve tramvay hatlarının kesiştiği bir transfer merkezi haline gelmiş ve şehrin düğüm noktalarından biri olarak kabul edilmiştir. Alana toplu taşıma

araçlarıyla kolaylıkla ulaşılabilir (Şekil 2). Park içerisinde bir minibüs otoparkı ve halka açık bir otopark bulunmaktadır. Toplanma alanı olarak belirlenen açık alanlar kapsamında otoparklar insan kullanımı, lojistik ve depolama açısından önem taşımaktadır.

Parkın iki adet mezarlık arasındaki konumunun yanı sıra, çevresinde de pek çok fonksiyonda yeşil alan bulunmaktadır. Afet anında veya sonrasında parka erişimin güvenliği düşünüldüğünde, bu yeşil alanların özel ve/veya kamusal olma durumu önemlidir. Bu nedenle alan çevresindeki bostanlar, mezarlıklar, spor sahaları, mahalle parkları analiz edilmiştir (Şekil 2).



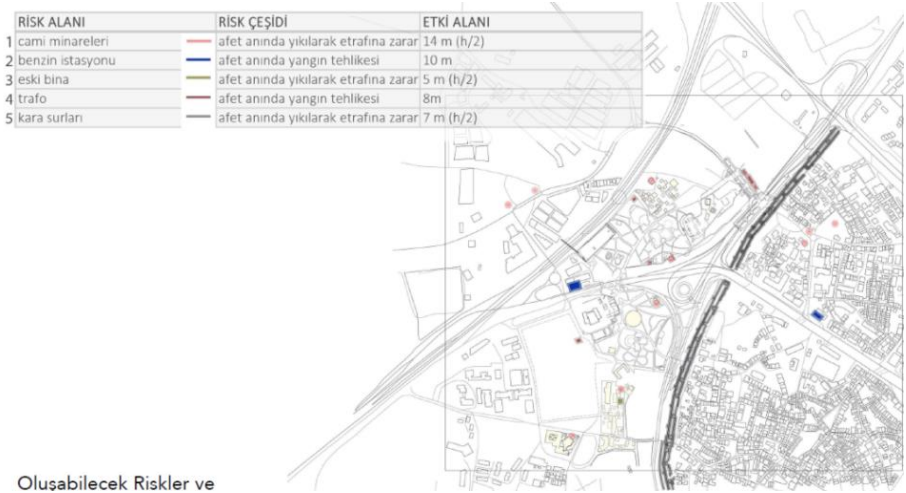
**Şekil 2.** Topkapı Kültür Parkı ve Panorama 1453 Parkı alan çevresi ulaşım ilişkileri ve yeşil alanlar.

Afet anında, ulaşım yollarının altyapısal tehlike riski taşıması durumunda veya tahliye yollarının belirlenmesi açısından, park çevresindeki yaya ulaşımı da düşünülmelidir. Bu bağlamda Topkapı

Parkı çevre mahallelerinden gelecek olan insan kapasitesi yoğun olduğu için, yaya ulaşımının ne derece etkili olduğu incelenmiş ve belirli lokasyonlardan parka yaya ulaşımı analiz edilmiştir.

Afet anında toplanma alanlarına tahliye olacak olan afetzedeler, afet sonrasında, afetin büyüklüğüne ve yerleşimlerdeki hasara bağlı olarak acil ve/veya geçici barınma alanlarına yönlendirilmek durumunda kalabilmektedir. Bu nedenle deprem parkı önerisinde, barınma ihtiyacını karşılaması için yeni alanlar tanımlanmadan önce, parka hizmet edebilecek mevcut güvenli yapılar analiz edilmiştir. Yapılan analizlerde yapılar olağan durumdaki fonksiyonları ve kapasiteleri ile incelenmiştir.

Alan çevresinde, oluşturulacak olan tahliye yollarının güvenliği, afet anındaki ikincil risklerin önlenmesi ve/veya azaltılması açısından risk değeri taşıyan yapılar belirlenmiştir. Yıkılmaları veya tahrip olmaları durumunda, yüksekliklerine göre, etki alanları hesaplanmış ve buna bağlı olarak üst ölçekte bir risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yangın riski taşıyan yapılara örnek olarak trafolar, benzin istasyonları; yıkılma riski taşıyan yapılar olarak eski binalar, cami minareleri, kara surları şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Park özelinde afet anında oluşabilecek riskler ve etki alanları.



### 3.2.2. Topkapı Deprem Parkı tasarım kriterleri

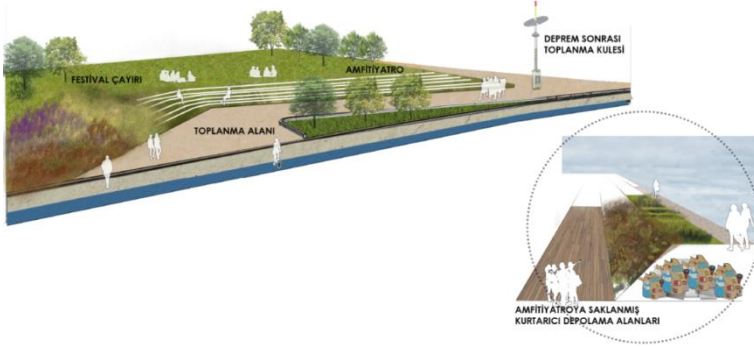
Topkapı Kültür Parkı ve Panaroma Parkı'nı birleştiren Topkapı Deprem Parkı'nın acil bir durumda yaklaşık 185.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanla hizmet vermesi planlanmıştır. Mevcut durumun analizi sonucunda olağan park kullanımları ve risk teşkil eden alanlar dikkate alınarak tasarım kararları belirlenmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda deprem parkının gereksinimleri; afetzedelere sunulacak hizmetler, afetzedelerin asgari yaşam standartları, park içinde kullanılacak ve park tasarımına yansıtılacak altyapı ve üstyapı kaynakları olarak sıralanmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Topkapı Deprem Parkı Tasarımı 1/1000 plan gösterimi.

Olası bir acil durumda kullanılmak üzere işlevlendirilen Topkapı Deprem Parkı'nda barınma ihtiyacı tasarımın ana girdisini

oluşturmaktadır. Kullanım kapasitesine göre barınaklar için 16 metrekarelik Kızılay çadır ünitelerinin kullanılmasına karar verilmiş ve gerekli barınak malzemelerinin depolanması için olağan durumda gizli olan ve afet durumunda hizmet veren depolama alanları düşünülmüştür. Depolar, alanda tasarlanan suni çim tepeliklerin içine gömülmüştür (Şekil 5).



**Şekil 5.** Topkapı Deprem Parkı günlük kullanım ve deprem sonrası kullanım görselleri.

Su, afet sırasında ve sonrasında afetzedelerin temel ihtiyaçlarından biridir ve alanda su temini ve su arıtımı için uygun bir kaynak bulunmalıdır. Ayrıca afet sonrasında farklı ihtiyaçlar (tuvalet, yeme-içme, hijyen) ve iklim koşulları nedeniyle oluşacak atık suların uzaklaştırılması için göletlerle birlikte bir drenaj sistemi de düşünülmelidir. Yapay göletlerden oluşan mevcut su unsurlarının bakımsızlığı ve geçirimsizliği nedeniyle kullanım dışı kaldığı tespit edilmiş ve göletlerin hem hacimsel hem de yapısal olarak iyileştirilerek biyolojik göletlerle değiştirilmesi öngörülmüştür. Bu biyolojik havuzlar toplanan suyun ekolojik olarak temizlenmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda Topkapı Camii'nin şadırvanına uzanan su kanalı, İslami bahçe tasarımına bir referans niteliğinde olup, insanlara sonsuzluk ve huzur hissi vermeyi amaçlamaktadır.

Atık suyun yanı sıra, katı atıklar da afet durumundan sonra altyapısal tahribatlar oluşabileceği için, gömme veya konteynerlerde toplanarak uzaklaştırılma olarak farklı uygulamalarda yürütülen bir katı atık depolama alanı oluşturulması öngörülmüştür. Bu alanın yerleşim ve mutfak birimlerine ve su kaynaklarına uzaklıkları hesaplanmıştır. Proje kapsamında yaratılan yapay çim tepelerin bir kısmının altı atık depolama alanı olarak planlanmıştır (Şekil 6).



**Şekil 6.** Topkapı Deprem Parkı öneri çocuk oyun alanı görselleri.

Afet yönetiminin iyileşme evresinde kullanılacak olan parkta, afetzedelerin psikolojik iyileşme sürecine de katkı sağlaması açısından meditasyon alanları oluşturulmuştur. Alanlar bitkilendirme ile desteklenmiş güvenli ve rekreatif çayırlardan oluşmaktadır (Şekil 7).

Çocuk oyun alanları içerisinde tasarlanan şekil öğeleriyle çocuklara deprem hakkında oyun yoluyla eğitim verilmesi amaçlanmıştır. Deprem olgusunun çocuklara oyun yoluyla öğretilmesi, farkındalık yaratma açısından önemlidir. Tasarlanan kaydırakların altında bulunan deprem kitleri, olası acil durumda çocukların kolay ulaşabilmesi için yerleştirilmiştir. Alanda bulunan yapay çim tepelerde su ve yiyecek-giyecek depoları bulunmaktadır.



**Şekil 7.** Topkapı Deprem Parkı günlük kullanım ve deprem sonrası kullanım görselleri.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Kontrolsüz nüfus artışı ve kentleşme, insanların deprem, sel, tsunami, toprak kayması ve kuraklık gibi doğal tehlikeler altındaki alanlara yerleşmesine neden olmakta, yapılı çevrenin kontrolsüz artışıyla bozulan doğal denge, bu yerleşimlerin afetlere karşı daha da savunmasız hale gelmesine yol açmaktadır. İstanbul bir metropoliten alan olup, nüfusu, iş gücü, ekonomik gücü ile birlikte olası bir afet durumunda en fazla zarar görecektir.

Hızlı kentleşme, etkili bir şekilde yönetilmediği takdirde afet riskini artıracak açık bir tehdit oluşturmaktadır. Çevresel bozulma ve kentsel yeşil alanların azalması, doğal tehlikeleri afete dönüştüren önemli nedenlerdir (Aman ve Aytaç, 2022). Deprem parkları, günlük kullanımda yeşil bir kent bileşeni olarak rekreatif amaçla kullanılırken, deprem sonrasında acil durum kullanımına dönüşmesiyle kentin dayanıklılığına önemli katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla deprem parklarının sürdürülebilirliğini sağlamak için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Potansiyel açık ve yeşil alanlar özellikle deprem bölgelerinde yapılaşmaya açılmamalı, farklı ölçeklerde deprem parkı olarak işlevlendirilmelidir,
- Deprem tehlikesi altındaki kentlerde Deprem Parkları master planlara ve imar planlarına dahil edilmelidir.
- Kentsel dönüşüm sonrası mahalle ölçeğinde yeterli büyüklükte ve altyapıya sahip açık alanlar bırakılmalıdır.
- Deprem parkları günlük işlevlerle donatılmalı ve acil durum dışında da kullanılmalıdır.

İstanbul'un ulusal ve uluslararası platformda üstlendiği rol ve sorumluluklar ve sahip olduğu imkân ve kaynaklar dikkate alındığında, akut şok ve kronik stresler karşısında daha güçlü, iyi korunan, çabuk toparlanan, güvenli, yaşanabilir ve sürdürülebilir bir kent olabilmesini hedefleyen çalışmanın, tüm Türkiye ve deprem tehlikesi altında bulunan kentler için örnek olması amaçlanmıştır. Kentsel peyzajın deprem sonrası kullanımla bütünleştirilmesi, sürdürülebilirliğin sağlanmasına ve kentin daha dirençli hale gelmesine yardımcı olacaktır.

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Bu çalışma, İBB ile İTUNOVA arasında 08.03-30.06.2019 tarihinde yapılan Araştırma Projesi sonrası, toplanma alanlarının uygulanabilirliğine yönelik kanıt olması adına Prof. Dr. Gülşen Aytaç, Y. Mimar Alper Aytaç ve Dr. Doğa Dinemis Aman tarafından tasarlanmıştır.

### **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Tüm yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

- AFAD. (2018). Türkiye’de Afet Yönetimi Ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri, [https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye\\_de\\_afetler.pdf](https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf) (Erişim tarihi: 03.02.2024)
- Aman, D.D. (2019). *Olası marmara depreminde toplanma alanlari yer secim kriterlerinin belirlenmesi: Istanbul Bagcilar örneği* (Doktora Tezi) İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Aman, D.D. (2021). Re-thinking sustainability: Urban landscape scenarios for earthquake resilience In Ö.Demirel&E.Düzgüneş (Eds.) *Landscape Research I*, p.1-14. Lyon: Livre de Lyon. ISBN: 978- 2-38236-176-4
- Aman, D.D. ve Aytac, G. (2022). Multi-criteria decision making for city-scale infrastructure of post-earthquake assembly areas: Case study of Istanbul, *International Journal of Disaster Risk Reduction* (67):102668. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102668>
- Chu, J. ve Su, Y. (2012). The application of topsis method in selecting fixed seismic shelter for evacuation in cities. *Systems Engineering Procedia* (3):391-397.
- Coburn, A. ve Spence, R. (2002). *Earthquake Protection*. John Wiley&Sons, West Sussex, England.
- Kilci, F., Yetis Kara, B. ve Bozkaya, B. (2015) Locating temporary shelter areas after an earthquake: A case for Turkey, *European Journal of Operational Research* 243(1): 323-332, ISSN 0377-2217, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.11.035>
- Murru, M., Akinci, A., Falcone, G., Pucci, S., Console, R. ve Parsons, T. (2016).  $M \geq 7$  earthquake rupture forecast and time-dependent probability for the sea of Marmara region, Turkey. *J. Geophys. Res. Solid Earth* 121:2679–2707, <https://doi.org/10.1002/2015JB012595>.
- Parsons, T., Toda, S., Stein, R. S., Barka, A. ve Dieterich, J. H. (2000). Heightened odds of large earthquakes near Istanbul: An interaction-based probability calculation. *Science*: 288, 661- 665.

- Parsons, T. (2004). Recalculated probability of  $M \geq 7$  earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*. DOI: 10.1029/2003JB002667.
- Soltani, A., Ardalan, A., Darvishi Boloorani, A., Haghdoost, A. ve Hosseinzadeh-Attar, M.J. (2014). Site selection criteria for sheltering after earthquakes: A systematic review. *PLOS Currents Disasters*.  
<https://doi.org/10.1371/currents.dis.17ad1f98fb85be80785d0a81ced6a7a6>.
- Soltani, A., Ardalan, A., Darvishi Boloorani, A., Haghdoost, A. ve Hosseinzadeh-Attar, M.J. (2015). Criteria for site selection of temporary shelters after earthquakes: A Delphi panel. *PLOS Currents Disasters*.  
<https://doi.org/10.1371/currents.dis.07ae4415115b4b3d71f99ba8b304b807>.
- Varol, N. ve Buluş Kırıkkaya, E. (2017). Afetler karşısında toplum dirençliliği. *Journal of Resilience* 1(1):1-9 ISSN: 2602-4667.
- Yeryüzü Projesi (2018). Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response, <https://handbook.spherestandards.org/en/sphere/#ch001> (Erişim tarihi: 03.02.2024)

**Prof. Dr. Gülşen Aytaç**

E-mail: gulergu@itu.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı

Doktora: İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı

Mesleki deneyim: İstanbul Teknik Üniversitesi, Araş.Gör. (2005-2011)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Yrd. Doçent (2011-2015)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Doçent (2015-2020)

İstanbul Teknik Üniversitesi, Profesör (2020- )

**Dr. Doğa Dinemis Aman**

E-mail: dinemis.aman@ozyegin.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı

Doktora: İstanbul Teknik Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı



---

**Kentsel Alanlarda Yeşil Altyapılar ve Ekosistem Servisleri Açısından Önemi**

---

**Öğr. Gör. Şeyma SARIARMAĞAN CEYLAN<sup>1</sup>  Prof. Dr.  
Mustafa VAR<sup>2</sup> **

<sup>1</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Akıllı Şehirler Uygulama ve Araştırma Merkezi, Davutpaşa Yerleşkesi, Esenler, İstanbul/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-0421-8459

E-mail: seymas@yildiz.edu.tr

<sup>2</sup>Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Yıldız Yerleşkesi, Beşiktaş, İstanbul/Türkiye.

ORCID: 0000-0002-3996-2608

E-mail: mvar@yildiz.edu.tr

---

**Citation:** Sariarmağan Ceylan, Ş., Var M., (2024). Kentsel Alanlarda Yeşil Altyapılar ve Ekosistem Servisleri Açısından Önemi. İnce, K. (Eds.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz 2024), Bölüm 10, 267-289, ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications.

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698861>

---

## 1. Giriş

Dünyada kentleşme, iklim değişikliği, salgınlar, sel ve taşkın felaketleri ile birlikte yeşil altyapının öneminin arttığı görülmektedir. Yeşil altyapı kavramı, “*ekolojik ve biyolojik önem taşıyan doğal alanların ve diğer açık alanların ekolojik koridorlarla birbirine bağlandığı ağ sistemi*” (Benedict ve McMahon, 2006), ‘*ekosistem servislerinin sürdürülmesi ve geliştirilmesi ile insan popülasyonu ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlayan; ekosistem direncini ve sağlığını koruyan; doğal ve yarı doğal alanlardan oluşan entegre ağ*’ (Naumann vd., 2011), çevresel, sosyal, ekonomik, ve sağlık faydaları için ekolojik çerçeve sunan ‘*yaşam destek sistemi*’ (Benedict ve McMahon, 2006) şeklinde tanımlanmaktadır. Yeşil altyapı sistemi, ekolojik ve biyolojik önem taşıyan ekosistemler (merkezler/hubs) ve ekolojik koridorlar/yeşil koridorlardan (ağlar/link) oluşmaktadır. Merkezler, yeşil altyapı ağlarını sabitleyen, yaban hayatı için bir varış veya başlangıç noktası ve ekolojik süreçlerin gerçekleşmesini sağlayan büyük ekosistemlerdir. Ağlar ise ekosistemleri birbirine bağlayan ve sistemin çalışmasını sağlayan bağlantılardır (Benedict ve McMahon, 2006).

Yeşil altyapının temeli yüz elli yıl öncesine dayanmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002). Avrupa, geçmişten beri ekosistemleri destekleyecek şekilde planlanan ve tasarlanan büyük ölçekli ‘kentsel yeşil sistem’ uygulama deneyimine sahiptir. Birleşik Krallık’ta bölgeyi çevreleme ve kentte tampon görevindeki ‘*yeşil kuşak*’ veya kır kemeri (*green girdles*) (Nelson, 1985); (Amati, 2008); 19. yüzyılda Hollanda’da kentleşme baskısını önleme ve nüfusun dengeli dağılımı için kırsal hinterland olan ve 1956 yılında ‘*yeşil kalp*’ (*green heart*) adını alan ‘*bölgeyi ortalayan yeşil/orta yeşil*’ (*green middle*) (Burke, 1966); Kopenhag’da yeşil kama yönlendiriciliğinde ‘*yeşil bölge parmak plan*’ deseninin (*urban finger*) (Brüel, 2012) planlamada etkin olduğu görülmektedir. Yeşil altyapı kavramı, yeni olmasına rağmen planlama ve korumadaki köklerinin 150 yıl öncesine kadar gittiği görülmekte ve güçlü bir şekilde John Olmsted ve Frederick Law Olmsted Jr. (1903)’deki “*parklar ve park sistemleri tek olamaz, ne kadar büyük olursa olsun ne kadar iyi tasarlanmış olursa olsun doğanın bütüncül özelliklerinden faydalanmak için yeterli*

*olmayacaktır. Parklar birbirine ve çevredeki yerleşim bölgelerine bağlı olmalı”* yaklaşımına dayanmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002). 1990’lı yıllardan sonra ekosistemlerin ve habitatların kırılganlığı üzerine kaygılar artmakta ve habitatları parçacıl koruma yönteminin yeterli düzeyde etkili olmadığı görülmektedir. 19. yüzyıldan itibaren ‘milli parklar, özel koruma alanı, doğa rezerv alanlarının korunması’, doğal ekosistemleri ve biyoçeşitliliği korumak için başlıca bir araç olarak görülmektedir. Ancak, peyzaj ekolojisindeki akışlar, tek başına hayatta kalamayacak habitat ve türlerin varlığı, ekosistem ve habitatları korumada rezerv alanlarının tek başına yeterli olmadığını ve ‘*bağlantı*’ gerekliliğini ortaya koymaktadır (Jongman ve Pungetti, 2004). Avrupa’da doğa rezerv alanlarını ara bağlantılarla korunması için ‘*ekolojik ağ*’ (Jongman, 2004), türleri ve habitatları korumaya yönelik ‘*habitat ağı*’ veya ‘*ekolojik koridor*’ (Ahern, 1995), ABD’de peyzaj koridorlar, rekreasyonel, tarihi ve kültürel değere sahip alanların korunduğu ‘*yeşil yol*’ (*greenways*) (Little, 1990) ( Ahern, 2004) yaklaşımları ‘bağlantı’ temelli paradigmalardır.

1990’lı yılların sonunda ‘yeşil altyapı’ kavramı ABD’de tanıtılmaktadır. ABD’de artan arazi kullanımı ve peyzajın parçalanmasına karşı kentsel büyüme, koruma ve kalkınma için stratejik yaklaşım olarak yeşil altyapı geliştirilmiştir (McDonald vd., 2005). Yeşil altyapının, -parça parça, bölgeye özgü veya dar alanda korumanın üstesinden gelen büyük ölçekli ve sistematik koruma ile ‘*akıllı koruma*’ (*smart conservation*)- ve -bütüncül, sistematik ve stratejik olarak bir toplumun gelişim ihtiyacına odaklanarak uzun vadeli büyüme modeli olarak ‘*akıllı büyüme*’ (*smart growth*)- özelliği ile planlama ve korumanın gelişiminde etkili olmaktadır (Benedict ve McMahon, 2006).

Avrupa Komisyonu, ‘Doğa 2000’ (Natura 2000) yaklaşımı ile Avrupa ölçeğinde geniş kapsamlı korunan alanlar ağı kapsamında habitatları koruma (European Commission, 2000), 2012 yılında, yeşil altyapının -çok işlevsellik- özelliği ile ekosistem hizmetlerini yerine getirebilmesinden dolayı fayda-maliyet analizinin gerçekleştirilmesi (European Commission, 2012); 2013 yılında, Avrupa genelinde gri altyapı sektöründeki ‘*Trans-Avrupa*’ ağlarına eş değer ‘*Trans-Avrupa Yeşil Altyapı Ağı*’nı geliştirme kararı almıştır (European Commission,

2013). Avrupa Çevre Ajansı'nın 2011 yılında, bölgesel planlama ve bölgeler arası bağlılık ve uyum için farklı ölçeklerde '*yeşil altyapı mekansal planlama ve izleme sisteminin*' kurulması (European Environment Agency 2011). 2014 yılında '*Avrupa'da yeşil altyapının mekansal analizi*' çalışmasında, '*bölgenin ekolojik kalitesini iyileştirebileceği alanları belirlemek için ekosistem servislerine dayanan yeşil altyapı ağı*' önerilmektedir (European Environment Agency 2014). Avrupa Komisyonuna göre, '*Doğa Tabanlı Çözüm*' (Nature-based solutions), -doğadan esinlenen çözümler ile kentlere doğal özelliklerini ve süreçlerini tekrar kazandıracak yerele uyumlu sistematik müdahaleleri kapsamaktadır. Bu müdahaleler biyolojik çeşitliliğe fayda sağlamak ve ekosistem servislerini desteklemek zorundadır- (European Commission, 2019; European Commission, 2020). ABD'de ise, Çevre Koruma Ajansı ile hükümet arasındaki '*Su: Yeşil Altyapı*' (Water: Green Infrastructure) protokolünde, yeşil altyapının su yönetimindeki etkinliğine önem verilmektedir (Environmental Protection Agency, 2014). Birleşik Krallık'ta Londra Çevre Stratejisi, yeşil ve mavi ağların doğal sermaye diğer ifade ile çevrenin sağladığı sosyo-ekolojik faydalara odaklanmaktadır (UK, 2016). Güneydoğu Asya ülkelerinde, yoğun sıcaklık ve nem nedeniyle '*iklimsel koşulları*' iyileştirmek için yeşil altyapının geliştirilmesi (Hamel ve Tan, 2021), Hindistan'da -*ağaçlandırma ve özellikle sel ve taşkına karşı su yönetiminde yeşil alanların önemi*- yeşil altyapı tartışmalarını şekillendirmektedir (Mell, 2015) (Mell, 2016). Yeşil altyapı sistemine yönelik politikaların Kıta Avrupa'sı, Birleşik Krallık ve ABD'de benimsendiği, Asya'da ise yöreler arasında farklılık göstermekle birlikte bazı bölgelerde gelişimin başlangıç aşamasında olduğu görülmektedir.

Türkiye'de son dönemlerde ekonomik büyüme hızı karşısında ekolojik koruma ile denge için ekolojik araç arayışları ön plana çıkmaktadır. Mevcut dönemin kalkınmasını amaçlayan On İkinci Kalkınma Planı'nda (2024-2028), '*afetlere dirençli yaşam alanları, sürdürülebilir çevre*' politikaları çerçevesindeki '*afet yönetimi*' kapsamında (1) '*doğa temelli çözümler ve yeşil altyapı imkanları değerlendirilecek ve azami ölçüde kullanılacak*'; '*çevre koruma politikaları*' kapsamında, (2) '*korunan alanlar ve doğal yaşamı destekleyen diğer alanlar arasında bağlantıyı sağlayan ekolojik koridorların belirlenmesi*'; '*ekosistem hizmetlerinin korunması*,

*iyileştirilmesi, sürdürülebilir kullanımı ile biyolojik çeşitliliğin korunması*’; ve diğer sel ve taşkın riskine karşı önlemler hedeflenmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024). 2021 yılında, Cumhurbaşkanlığı yerel yönetimler politika kurulu tarafından Kent Araştırmaları Enstitüsü koordinatörlüğünde yerel yönetimler için ‘Yeşil Altyapı Rehberi’ hazırlanmıştır. Rehberde, yeşil altyapı kavramı, yeşil altyapının işlevleri, ulusal ve uluslararası yasal çerçevedeki önemi değerlendirilmektedir (Bakınız: <https://belediyehizmetrehberleri.org>) Son dönemlerde, merkezi ve yerel yönetimlerin yeşil alan yönetim tartışmalarında yer almaya başlamıştır. Türkiye’de yeşil altyapı yaklaşımının kavramsal, kuramsal ve mevzuat açısından tartışma boyutunda ve gelişiminin başlangıç aşamasında olduğunu söylemek mümkündür.

Bu bölümde, yeşil altyapıyı oluşturan unsurlar, yeşil altyapının faydaları ve ekosistem servisleri açısından önemi anlatılacaktır.

### 1.1. Yeşil Altyapının Bileşenleri

Yeşil altyapı sistemindeki yeşil alan tipolojileri, bölgelerin peyzaj özellikleri, planlama gelenekleri, yeşil alan kullanım kültürü, politikalara göre farklılık göstermektedir. ABD’de (Benedict ve McMahon 2002, 2006); Williamson (2003), Birleşik Krallık’ta Davies, MacFarlane, McGloin ve Roe, (2006), Kıta Avrupa’sında Hansen, Lorange, Werner ve Stephan, (2017) bir çok yeşil altyapı tipolojisi sınıflandırmaları mevcuttur (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Yeşil Altyapının Bileşenleri

(Davies, vd., 2006; Williamson, 2003; Benedict ve McMahon 2006; Hansen vd., 2017).		
Konum	Ölçek	Yeşil Altyapı Elemanları (Örnekler)
<b>Birleşik Krallık</b>	Bölge	*Ulusal öneme sahip alanlar (ulusal parklar, miras alanları vd.) *Başlıca nehir koridorları ve uzun mesafeli patikalar *Geniş peyzaj koridorları
	Alt Bölge	*Ulusal parklar ve ormanlar *Yerel doğa rezerv alanları *Kıyı alanları *Rekreasyon alanları

<b>(Kuzey Doğu İngiltere)</b>	Kent	*Park ve bahçeler *Ormanlar *Nehir koridorları *Yeşil yollar *Yeşil patika veya bisiklet yolları *Sulak alanlar ve su rezervuar alanları *Kıyı erişim alanları *Kamuya ait olmayan yeşil alanlar
	Mahalle	*Sokak *Ev bahçesi *Mezarlıklar *Kurumsal ve özel alanlar *Kahverengi alanlar *Çiftlikler
<b>ABD</b>	Bölgesel	*Ormanlar *Sulak alanlar *Tarım alanları * Su yolları *Milli parklar ve bölge parkları *Doğa koruma alanları *Doğal kaynak alanları (kereste, madencilik vd.) *Kıyı alanları *Ulaşım koridorları *Eski demiryolu hatları
	Yerel	*Kamu parkları *Çiftlik * Kamu hizmeti geçiş alanları *Kurumsal ve endüstriyel alanlar *Manzara alanları *Bahçeler *Nehir, dere ve dere koridorları *Kahverengi alanlar
	Parsel	*Bina çatı ve duvarı *Yapı çevresi yeşil alan *Yürüyüş parkurları
<b>ABD</b>	Merkezler	*Rezerv alanları *Yönetilen alanlar *Özel çalışma arazileri *Parklar ve açık alanlar *Geri dönüştürülmüş alanlar
	Bağlantılar	*Korunan koridorlar *Yeşil kuşaklar *Peyzaj bağlantıları
		*Ormanlar *Çalılıklar *Kayalar *Terk edilmiş alanlar *Kum tepecikleri *Kum ocağı, taş ocağı, açık maden ocağı *Sulak alanlar ve bataklıklar
		*Göl ve göletler *Nehir ve dere *Kuru nehir yatağı *Kanal *Körfez (Haliç) *Delta *Sahil
		*Bahçeler
		*Nehir kıyısı yeşil alanlar
		*Yağmursuyu akışını sağlayan peyzaj alanları *Alle ve sokak ağaçları, çit alanları *Sokak yeşil

<b>Avrupa</b>	<b>Kent</b>	alanları *Özel bahçeler *Demiryolu rıhtımı *Yeşil oyun alanı ve okul alanı
		*Kent parkı *Tarihi park/bahçe *Cep parkı *Botanik bahçesi/arboretum *Hayvanat bahçesi *Mahalle yeşil alanları *Kurumsal yeşil alanlar *Mezarlık ve kilise bahçesi *Yeşil spor tesisleri *Kamp alanları
		*Ekilebilir arazi *Otlak *Çayır *Meyve bahçesi *Biyoyakıt üretimi/tarımsal ormancılık *Bahçe
		*Yeşil balkon * Yeşil duvar *Geniş yeşil çatı/çatı bahçesi *Avlu

Arazi örtüsünün esnek bir yapı olmasından dolayı yeşil altyapı unsurlarına belirlemenin karmaşık ve zor olduğunu belirten Davies, MacFarlane, McGloin ve Roe, (2006) temel yeşil altyapı unsurlarına ulaşabilmek için -bütün arazi örtüsünden yapılabilecek alanların çıkarılması- ile ‘filtreleme’ önermektedir. Filtreleme işleminin yeşil altyapının arazi örtüsündeki esnek yapısındaki değişkenliğine bağlı –yeşil altyapı unsurlarının neler olacağı- konusundaki tartışmalarına çözüm olabileceği belirtilmektedir. Filtreleme işlemi sonunda -temel yeşil altyapı örtüsü- ortaya çıkmaktadır. Bu yeşil altyapı örtüsünü farklı yeşil alan sınıflarına ayırabiliriz. Böylelikle yeşil altyapı tipolojilerini belirlemek mümkün olabilecektir.

## 1.2. Yeşil Altyapının İşlevleri

Austin, (2014)’e göre “gri altyapı” veya teknik altyapı ulaşım, iletişim ve elektrik ağları gibi bileşenlerden oluşan birbirine bağlı sistem olarak tanımlanmaktadır. Gri altyapı, ulaşım altyapısı (*otoyollar, köprüler, trafik ağı, otomobiller, petrol rafinerileri vd.*), içme suyu (*kuyular, rezervuarlar, ana su şebekeleri vd.*), iletişim (*telefon, veri, televizyon, radyo, internet*) ve enerji üretim (*hidroelektrik barajlar, iletim hatları, transformatörler vd.*) ve kanalizasyon sistemini kapsamaktadır. Doğanın da kendi içinde nehirler, akarsular, göller ve okyanus ağlarından oluşan bir altyapısı mevcuttur. Bu altyapı ekolojik işlevlerin devamlılığını sağlamaktadır. Birçok canlı türü için bu altyapıya erişim hayatta kalabilmek için

önemlidir. Yeşil altyapı, eksiksiz işleyen ekosistem ve ekolojik sistemlere türlerin bağlanmasını (erişimini) sağlamaktadır. Bu kapsamda, yeşil altyapı gri altyapıya göre daha '**yenilenebilir ve sürdürülebilir**' bir altyapı yaklaşımıdır. Yeşil altyapının ekosistem servisleri ile ilişkisi bağlamında sağladığı fonksiyon ve faydalar *ekolojik, ekonomik, sosyal (kültürü de içermekte)* ve *sağlık* olarak değerlendirilmektedir (Kim ve Song, 2019).

Yeşil altyapının ekolojik faydaları: Ellis (2013), sağlıklı ve erişilebilir kentsel drenaj ağ ve ekosistem servislerini yerine getirebilmesi ile '*sürdürülebilir drenaj sistemi*'; evapotranspirasyonu (bitkinin su tüketimi ve buharlaşma) ve sızma süreçlerini en üst düzeye çıkararak '*kentsel mikro iklim ve su dengesini koruma*'; biyolojik arıtma '*biyofiltrasyon*'; geçirimsiz yüzey alanların azaltılması ile '*kentsel yüzey suyu kontrolü*' sağladığını belirtmektedir. Yeşil altyapı, Liu ve Jensen (2018) geçirimsiz yüzey alanı artışı ile '*sel riski yönetimi*', '*su depolama ve temini*' ve su tasarrufu ile '*su ayak izini*' azaltmakta, Benedict ve McMahon (2006) kentin '*sünger alanları*' olan sulak alanlar, ormanlık alanlar ve doğal taşkın alanları suyun yer altına süzülmesi, depolanması (rezervuarı), sedimantasyonu ve suyun akarsuya geçişi ile '*akış kontrolü*', '*taşkın azaltma*' ve '*selden koruma*'; yağmur suyunun ağaç yapraklarında kalarak doğrudan buharlaşması ve yaprakların yağış hızını kesmesi ile '*toprak erozyonunu önlemektedir*'.

Kıyı ve yüzey taşkın düzenlenmesi, sıcaklığın dengelenmesi ve erozyon kontrolü ile '*afet riskinin azaltılması*' ve '*iklim değişikliği adaptasyonu*' (Depietri ve McPhearson 2017) kentleşme nedeniyle habitatların parçalanması ve iklim değişikliğinin kuraklık ve suya zor erişim sorunlarının '*bağlantı*' ile çözümlenmesi (Hodgson vd., 2009), yüzey akışı ve yüzey sıcaklığına bağlı olarak yağışın artması '*kuraklığın önlenmesi*' (Gill vd., 2007), yer üstünde bitki örtüsünde '*karbon depolama*' (Davies vd., 2011), toprak ve bitkilerin biyotik sekastrasyon ile '*karbon yutak*' alanı (Chen, 2015), gölge ve evapotranspirasyonla hava ve yüzey sıcaklığını azaltması ile '*enerji kullanımını azaltma ve termal konfor*' (Demuzere vd., 2014), '*sokak ağaçlandırması*' ile gölgenin asfaltı serinletici etkisi (Pugh vd., 2012), '*konut bahçeleri*' ile aşırı sıcağı yalıtarak havayı serinletme ve '*enerji kullanımının azaltılması*', (Cameron vd., 2012), yeşil yüzey miktarının artırılması (yeşil alan, çatı ve duvar) sonucu '*sıcaklığın azalması*' ve



‘evapotranspirasyon’ nedeniyle ‘*kentsel ısı adası etkisinin azaltılması*’ (Tiwari vd., 2020) ile yeşil altyapı iklim değişikliğine uyumda önemli rol almaktadır. Kentleşme ve iklim değişikliğine uyum zorlukları karşısında yeşil altyapının uzun vadeli ‘ekosistem servis arzını ve ekosistem restorasyonu’ karşılması ile kent içi ve çevresinde ‘*yeşil altyapının sigorta değeri*’ artmaktadır (Green vd., 2016).

‘Kentsel ormanlarının’ yer üstü biyokütlesi ile ‘*hava kirliliğini giderme, karbon tutma (sekestrasyon), uçucu organik bileşiklerin emisyonu ile hava kalitesini artırma, yakınındaki binalar için enerji korunumu*’ (Nowak vd., 2008); hava kirliliğine neden olan nitrojen dioksit ve partikül maddelerin bitki örtüsü tarafından tutularak ‘*hava kalitesinin iyileştirilmesi*’ (Tyrväinen vd., 2005); hava sıcaklığı, bağıl nem ve rüzgar hızı, güneş radyasyonunu dengelenmesi ‘*mikroklima etkisi*’, toprak sızdırma kapasitesini artırma ‘*toprak infiltrasyonu/kalitesi*’ (Lovell ve Taylor 2013); fiziksel gürültü üzerinde akustik etki, ‘*gürültü perdeleme ve gürültü azaltma*’ (Van Renterghem vd., 2014) ile kentsel çevreyi iyileştirmektedir.

‘Kentsel tarım’ ‘*sürdürülebilir gıda tedariği, yerel ekonomi, sosyalleşme*’ (Orsini vd., 2013), ‘komünite bahçeleri’ ‘*gıda güvenliği*’ (Draper ve Freedman, 2010), ‘kentsel gıda ormanları’ (*urban food forestry*) insan ve yaban hayatı için odunsu bitki ‘*gıda üretimi*’ (Clark ve Nicholas, 2013), metropol bölgelerinde kentsel alan ile tarım arasında bağlantının güçlenmesi ile ‘*gıda güvenliği*’ ve ‘*gıda arzı*’ (*kısa tedarik zinciri/dayanıklılık*) sağlamaktadır (Ochoa vd., 2020). Yeşil altyapı ‘koridorları’ tür hareketlerini kolaylaştırarak popülasyonlarını artırmakta, gen akışını kolaylaştırmakta ve nesli tükenmek üzere olan yerli türlerin yeniden çoğalmasını sağlamaktadır. Bitki ve hayvanlar arasında etkileşimi artırarak tozlaşma ve tohum dağılımı gibi fonksiyonları kolaylaştırmaktadır (Tewksbury vd., 2002). Bu kapsamda, kentsel peyzajlarda ‘koridorlar’ ‘*biyolojik çeşitliliği korumak ve artırmak*’ için en etkili çözümlerden biridir (Vergnes vd., 2013).

Yeşil altyapının sosyal faydaları: görsel zenginlikleri ile ‘*kentsel estetik altyapı*’ özelliği (Ellis 2013) kazandırmakta ve peyzaj çeşitliliği ile ‘*şehrin çekiciliğinin*’ artırmaktadır (Giles-Corti vd., 2005). Açık alanların ‘*rekreasyon*’ değeri yükselmekte (Fleischer ve Tsur, 2003) ve doğanın ve tasarlanmış alanlarla ‘*kimlik*’ ve ‘*turizm*’ işlevi

kazandırmaktadır (Jorgensen vd., 2007). Kentsel çevrede yeşil alanlar sayesinde sosyal kopukluğu önleyerek ‘sosyal iletişimi’ sağlamakta (Coley vd., 1997), düzenlenmiş kentsel yeşil alanların ‘güvenliğe’ katkı sunmaktadır (Jorgensen vd., 2002). Çocuklar için çeşitlilik duygusu, yaratıcılık ve hayal gücünü harekete geçiren sınıf görevi ile ‘eğitime’ katkı sunmakta (Chen ve Jim, 2007), kent içinde çocuklar için güvenli oyun mekanları ve gençler için eğlence alanına ‘erişim kolaylığı’ sağlamaktadır (O’Brien ve Weldon, 2007).

Yeşil altyapının ekonomik katkıları: sağlık masraflarının azalması (Shoup ve Ewing, 2010), gri altyapının maliyet, inşaat ve bakım harcamalarının önlenmesi (Girling ve Kellett, 2002), kirlilik ve sel/taşkın hasarının azaltılması (Jaffe, 2010), doğal kaynaklara zarar vermeyen, ekosistem dengesini bozmayan sürdürülebilir turizm/eko turizm hizmeti (Trombadore vd., 2018), enerji tüketim (ısıtma-soğutma) masraflarını azaltması (Akbari ve Taha, 1992), bisiklet ve yaya yolu kullanımı ile otomobil kullanım masrafının azaltılmasıdır (Vandermeulen vd., 2011). Doğal yeşil alanlar, bölge ve kent parkları ve küçük doğa alanlarının yakınındaki mülk değeri artışı görülmektedir (Dell’Anna vd., 2022).

Yeşil altyapının sağlığa katkıları: kent içerisindeki yeşil alanlar ‘stres azaltma, sosyal uyum ve fiziksel aktivite’ imkanı sunmakta (De Vries vd., 2013), kent içerisinde işlevsel, güvenli, estetik ve erişilebilir yeşil alanlarda egzersiz, yürüyüş, bisiklet gibi fiziksel aktiviteler ‘ruhsal ve fiziksel sağlığa’ ayrıca çocukların açık alan aktiviteleri ‘duygusal ve bilinçsel gelişimine’ katkı sağlamakta (De Vries vd., 2011). Açık alanda düzenli fiziksel aktiviteler kalp hastalıkları, yüksek tansiyon, obezite, diyabet, felç ve kanser türlerini azaltabilmekte, depresyon ve anksiyete semptomlarını hafifleterek ‘ruh halini iyileştirmektedir’ (Pretty vd., 2005). Doğayla iç içe olma ‘zihinsel sağlık ve refah’ (sağlıklı yaşlanma) (Andreucci vd., 2019), depresyon ve diğer mental rahatsızlıkları iyileştirebilmektedir (Bratman vd., 2015). Yeşil altyapı, pandemi sürecinde (Covid 19) bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve ‘halk sağlığını koruma’, pandemi öncesi kronik hastalıkların azaltılması ile pandemi süresinde kırılgan grupların (kronik hasta) daha az zarar görmesini (Hanzl, 2020) salgın izolasyonunda ‘fiziksel ve zihinsel rahatlatma’ yeri (dışarıda vakit geçirebilme) imkanı sağlamaktadır (Ugolini vd., 2020). Yeşil altyapının ekonomik,

ekolojik, sosyal ve sağlık faydaları özetle Çizelge 2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Yeşil Altyapının Faydaları

FONKSİYONLARI	FAYDALARI	
<b>EKOLOJİK</b>	Su yönetimi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sürdürülebilir kentsel drenaj sistemi</li> <li>- Kentsel yüzey suyu kontrolü</li> <li>- Su biyofiltrasyonu</li> <li>- Su rezervuarı ve temini/koruma</li> <li>- Sel riskini önleme</li> <li>- Taşkın azaltma</li> <li>- Su ayak izini azaltma</li> </ul>
	İklim değişikliği etkileri	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karbon depolama/sekastrasyon</li> <li>- Karbon yutak alanı</li> <li>- Kuraklığı önleme</li> <li>- Kentsel mikroklima etkisi</li> <li>- Enerji kullanımının azaltılması</li> <li>- Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması</li> </ul>
	Kentsel çevreyi iyileştirme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Afet riskinin azaltılması</li> <li>- Hava kirliliğini azaltma/hava kalitesi</li> <li>- Toprak infiltrasyonu/kalitesi</li> <li>- Gürültü perdeleme/azaltma</li> <li>- Erozyonu önleme</li> <li>- Biyolojik çeşitliliği koruma</li> <li>- Gıda güvenliği/gıda arzı</li> </ul>
<b>SOSYAL</b>	Rekreasyon/ Eğitim/ Turizm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kentsel estetik altyapı</li> <li>- Şehrin çekiciliğini artırma</li> <li>- Rekreasyon</li> <li>- Eğitim ve araştırma</li> <li>- Kimlik ve turizm</li> <li>- Sosyal iletişim/etkileşim</li> <li>- Güvenlik</li> </ul>
<b>EKONOMİK</b>	Sağlık/Enerji/Altyapı	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sağlık masraflarının azalması</li> <li>- Gri altyapı yapımının önlenmesi</li> <li>- Otomobil kullanımının azaltılması</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kirlilik ve sel/taşkın önlenmesi</li> <li>- Enerji kullanımının azaltılması</li> <li>- Turizm</li> </ul>
<b>SAĞLIK</b>	Fiziksel ve ruhsal sağlık	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiziksel ve psikolojik sağlık</li> <li>- Kronik hastalıkları önleme</li> <li>- Halk sağlığını koruma</li> <li>- Refah/sağlıklı yaşlanma</li> </ul>

### 1.3. Yeşil Altyapı ve Ekosistem Servisleri Açısından Önemi

Yeşil altyapının bu işlevleri yerine sıklıkla *-ekosistem servisleri-* kullanılmıştır (Hansen ve Pauleit, 2014). Ekosistem servis kavramı, (Burkhard vd., 2009)’in belirttiği gibi Groot’un 1992’deki “*doğanın fonksiyonları*” (*Functions of Nature*) yaklaşımına dayanmakta ve doğal ve yarı doğal ekosistemlerin ekolojik ve sosyo-ekonomik değeri (De Groot vd., 2002) şeklinde tanımlanmaktadır.

Farklı disiplinler tarafından uzun yıllar tartışılan ve temel çalışma olarak kabul edilen ‘*Milenyum Ekosistem Değerlendirmesine (2005)*’ göre ekosistem servisleri dört kategoriye ayrılmaktadır. (1) -Kaynak sağlama hizmeti- su, odun ve kereste üretimi; (2) -düzenleyici hizmetler- iklim düzenleme, afetlerin azaltılması, sel önleme; (3) -destekleyici hizmetler- tozlaşma, besin döngüleri; (4) -kültürel hizmetler- eğitim, estetik ve rekreasyonel gibi faydaları içermektedir (MA, 2005). Uluslararası düzeyde yaygın kabul gören ve kapsamlı çalışma olması nedeniyle *Ortak Uluslararası Sınıflandırması (Common International Classification of ES –CICES 2017)* birçok çalışmada kullanılmıştır. CICES, insan refahını etkileyen doğrudan ya da dolaylı faydaları olan nihai ekosistem servislerine odaklandığını belirtmektedir. CICES’e göre ekosistem hizmetleri üç bölümden oluşmaktadır. (1) *Düzenleyici/onarıcı hizmetler (regulating and maintenance)*, (2) *tedarik hizmetleri*, (3) *kültürel hizmetler*. Düzenleyici hizmetler, canlı varlıkların abiyotik varlıklarla çevreyi nasıl geliştirdiğini belirtmekte (atmosferi düzenleme, akışları düzenleme vd.). Tedarik hizmetleri, besleyici ve besleyici olmayan hizmetler (su ve diğer abiyotik ekosistem ürünleri). Kültürel hizmetler ise, ekosistemlerin insanlara fiziksel ve zihinsel olarak maddi ve manevi faydaları (aktif ve pasif doğa rekreasyon) kapsamaktadır

(Haines vd., 2018). Ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin küresel ekonomik faydalarına değinmek ayrıca ekosistemin ve biyolojik çeşitlilik kaybının artan maliyetlerini vurgulamak için uzmanlardan oluşan *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB-2011)*, komisyonuna göre, (1) düzenleme hizmetleri (yerel iklim ve hava kalitesini düzenleme, karbon tutma ve depolama, atık ve suyu iyileştirme, tozlaşma, erozyon önleme vd.); (2) tedarik hizmetleri (su, gıda, ham madde vd.); (3) habitat ve destekleyici hizmetler (türler için yaşam alanı ve genetik çeşitliliğin devamı/onarımı) ve (4) kültürel hizmetler (rekreasyon, mental ve fiziksel sağlık, turizm, kültür, sanat ve tasarım vd.) olmak üzere dört kategoriye ayrılmaktadır (TEEB, 2011). Bu ekosistem servisleri, yeşil altyapının değerlendirilmesinde temel kategorileri oluşturmaktadır. Yeşil altyapının ekosistem servisleri açısından analiz edilmesi, izlenmesi, modellenmesi -yeşil altyapının- sağladığı faydaları analitik değerlendirmeye katkı sağlamaktadır.

## 2. Sonuç ve Öneriler

- Yeşil altyapı için plan, mevzuat ve programların hazırlanması gerekmektedir.
- Bölge, kent, mahalle, parsel ve bina ölçeğinde planların birbiri ile uyumlu olmalıdır. Yerel yönetimlerin üst ölçekteki yeşil altyapı planına bağlı kalması gerekmektedir.
- ‘Yeşil altyapı sisteminin’ politikacıların, yöneticilerin, planıcı ve uygulayıcıların odağına taşınması önem taşımaktadır.
- Dünyada ve yerelde yeşil altyapı sisteminin oluşturulmasında önemli yollarından biri mevcut veya korunan kentsel yeşil alanların muhafaza edilmesi ve iyileştirilmesidir. Bundan dolayı, mevcut yeşil alanların korunması öncelikler arasında olmalıdır.
- Yeşil altyapı sisteminin bir parçası olabilme özelliğini taşıyan -potansiyel alanların veya rehabilite edilecek alanların- (*örn: kahverengi alanlar, atıl alanlar, maden çıkarma alanları, dönüşüm alanları vd.*) yeşil altyapı sistemine entegre edilmesi gerekmektedir.
- Ekolojik koridorların geliştirilmesi (*yeşil yollar, kanal, akarsu, ulaşım hatları (karayolu ve demiryolu hatları), peyzaj koridorları vd.*) ile birçok işlev (tür ve gen hareketi,

hava akışı, parçacıl/izole korumanın önlenmesi vd.) sağlanacaktır.

- Yeşil altyapı sisteminin geliştirilmesi, yeşil alan miktarının artıracak, dengeli yeşil alan dağılımının gerçekleşmesini sağlayacak ve yeşil alana erişimi kolaylaştıracaktır.
- -Yeşil altyapının ekosistem hizmet kapasitesini değerlendirmek-, plancı ve uygulayıcıları bilgilendirme, yerelde yeşil altyapı politikalarını güçlendirme, politikacılara ilham verme ve yeşil altyapının sağladığı hizmetleri analitik değerlendirmeye katkı sağlayacaktır.

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir Planlama Anabilim Dalında devam etmekte olan ‘Sürdürülebilir Kentsel Planlamada Yeşil Şehircilik: İstanbul Örneği’ konulu doktora tezinden üretilmiştir.

### **Yazar Katkıları Ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Tüm yazarlar makaleye eşit katkıda bulunmuştur.

## Kaynaklar

- Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning*, 33(1–3), 131–155.
- Ahern, J. (2004). Greenways in the USA: theory, trends and prospects. In *Ecological Networks and Greenways*. Cambridge University Press.
- Akbari, H., Taha, H. (1992). The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities. *Energy*, 17(2), 141–149.
- Amati, M. (2008). Green belts: A twentieth-century planning experiment. In *Urban Green Belts in the Twenty-first Century*.
- Andreucci, M. B., Russo, A., Olszewska-Guizzo, A. (2019). Designing urban green blue infrastructure for mental health and elderly wellbeing. *Sustainability*, 11.
- Assessment, M. E. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. *Island Press, Washington D.C.*
- Austin, G. (2014). Green Infrastructure for Landscape Planning. In *London: Routledge*.
- Benedict, M. A., McMahon, E. T. (2002). Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*.20 (3), 12-17.
- Benedict, M. A., McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*.
- Bratman, G. N., Hamilton, J. P., Hahn, K. S., Daily, G. C., Gross, J. J. (2015). Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Brüel, M. (2012). Copenhagen, Denmark: Green city amid the finger metropolis. In *Green Cities of Europe: Global Lessons on Green Urbanism* (83–107).
- Burke, G. L. (1966). Greenheart Metropolis-Planning the Western Netherlands. In *Springer*.
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., Windhorst, W. (2009).

- Landscapes' capacities to provide ecosystem services - A concept for land-cover based assessments. *Landscape Online*.
- Cameron, R. W. F., Blanuša, T., Taylor, J. E., Salisbury, A., Halstead, A. J., Henricot, B., Thompson, K. (2012). The domestic garden - Its contribution to urban green infrastructure. *Urban Forestry and Urban Greening*, 11, 129–137.
- Charles E. Little. (1990). Greenways for America. In *Leisure Sciences*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Chen, W. Y. (2015). The role of urban green infrastructure in offsetting carbon emissions in 35 major Chinese cities: A nationwide estimate. *Cities*, 44, 112–120.
- Chen, W. Y., Jim, C. Y. (2007). Assessment and Valuation of the Ecosystem Services Provided by Urban Forests. In *Ecology, Planning, and Management of Urban Forests* (53–83).
- Clark, K. H., Nicholas, K. A. (2013). Introducing urban food forestry: A multifunctional approach to increase food security and provide ecosystem services. *Landscape Ecology*.
- Coley, R. L., Kuo, F. E., Sullivan, W. C. (1997). Where does community grow? The social context created by nature in urban public housing. *Environment and Behavior*, 29(4), 468–494.
- Davies, C., MacFarlane, R., McGloin, C., Roe, M. (2006). *Green infrastructure Planning Guide*. 1–43.
- Davies, Z. G., Edmondson, J. L., Heinemeyer, A., Leake, J. R., Gaston, K. J. (2011). Mapping an urban ecosystem service: Quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale. *Journal of Applied Ecology*, 48, 1125–1134.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*.
- Dell'anna, F., Bravi M., Bottero M., (2022). Urban Green infrastructures: How much did they affect property prices in Singapore?. *Urban Forestry and Urban Greening*, 68, 127475.
- De Vries, S., Claen, T., Eigenheer-Hug, S. M., Korpela, K., Maas, J., Mitchell, R., Schantz, P. (2011). Contributions of natural



- environments to physical activity theory and evidence base. In *Forests, Trees and Human Health* (Chapter 8).
- De Vries, S., van Dillen, S. M. E., Groenewegen, P. P., Spreeuwenberg, P. (2013). Streetscape greenery and health: Stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social Science and Medicine*.
- Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhave, A. G., Mittal, N., Feliu, E., 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.
- Depietri, Y., McPhearson, T. (2017). Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages Between Science, Policy and Practice* (29–50). Springer.
- Draper, C., Freedman, D. (2010). Review and analysis of the benefits, purposes, and motivations associated with community gardening in the United States. *Journal of Community Practice*, 18(4), 458–492.
- Ellis, J. B. (2013). Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 24–41.
- Environmental Protection Agency. (2019). *Clean Water Act-Green Infrastructure*. <https://www.epa.gov>. (Erişim tarihi: 20.12.2021).
- European Commission. (2000). *Natura 2000*. <https://environment.ec.europa.eu>. (Erişim tarihi: 18.12.2021).
- European Commission. (2012). The Multifunctionality of Green Infrastructure. In *Science for Environment Policy*. <https://www.cipra.org>. (Erişim tarihi: 18.12.2021).
- European Commission. (2013). Green infrastructure (GI) — Enhancing Europe’s Natural Capital. In *Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions*. <https://www.eea.europa.eu>. (Erişim tarihi:

- 18.12.2021).
- European Commission. (2019). *Nature-based solutions*. <https://research-and-innovation.ec.europa.eu>. (Erişim tarihi: 19.12.2021).
- European Commission. (2020). Horizon 2020. In *Nature Materials*. <https://www.nature.com>. (Erişim tarihi: 10.11.2021).
- European Environment Agency. (2011). Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. In *Technical Report (Number 18)*. <https://www.eea.europa.eu>. (Erişim tarihi: 11.11.2021).
- European Environment Agency. (2014). Spatial analysis of green infrastructure in Europe. In *EEA Technical report*. <https://www.eea.europa.eu>. (Erişim tarihi: 11.12.2021).
- Fleischer, A., Tsur, Y. (2003). Measuring the recreational value of open space. *Journal of Agricultural Economics*, 54(2), 269–283.
- Giles-Corti, B., Broomhall, M. H., Knuiiman, M., Collins, C., Douglas, K., Ng, K., Lange, A., Donovan, R. J. (2005). Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space? *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 169–176.
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of the green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115–133.
- Girling, C., Kellett, R. (2002). Comparing Stormwater Impacts and Costs on Three Neighborhood Plan Types. *Landscape Journal*, 2(1), 100–109.
- Green, T. L., Kronenberg, J., Andersson, E., Elmqvist, T., Gómez-Baggethun, E. (2016). Insurance Value of Green Infrastructure in and Around Cities. *Ecosystems*, 19, 1051–1063.
- Haines-Young, R., Potschin-Young, M. B. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*.
- Hamel, P., Tan, L. (2021). Blue–Green Infrastructure for Flood and

- Water Quality Management in Southeast Asia: Evidence and Knowledge Gaps. *Environmental Management*.
- Hansen, R., Lorance, E. R., Werner, R., Stephan, P. (2017). Urban Green Infrastructure Planning a guide for practitioners. In *Green Surge*.
- Hansen, R., Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas. *Ambio*, 43, 516–529.
- Hanzl, M. (2020). Urban forms and green infrastructure – the implications for public health during the COVID-19 pandemic. *Cities & Health*.
- Hodgson, J. A., Thomas, C. D., Wintle, B. A., Moilanen, A. (2009). Climate change, connectivity and conservation decision making: Back to basics. *Journal of Applied Ecology*, 46, 964–969.
- Jaffe, M. (2010). Reflections on green infrastructure economics. *Environmental Practice, Cambridge*.
- Jongman, R. H. G. (2004). The context and concept of ecological networks. In *Ecological Networks and Greenways*. Cambridge University Press.
- Jongman, R., Pungetti, G. (2004). Ecological Networks and Greenways: Concept, Design, Implementation. In *Cambridge University Press*. Cambridge University Press.
- Jorgensen, A., Hitchmough, J., Calvert, T. (2002). Woodland spaces and edges: Their impact on perception of safety and preference. *Landscape and Urban Planning*, 60, 135–150.
- Jorgensen, A., Hitchmough, J., Dunnett, N. (2007). Woodland as a setting for housing-appreciation and fear and the contribution to residential satisfaction and place identity in Warrington New Town, UK. *Landscape and Urban Planning*, 79(3–4), 273–287.
- Liu, L., Jensen, M. B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*.
- Mark A. Benedict; Edward T. McMahon. (2002). Green

- Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*, 20(3), 12–17.
- McDonald, L., Allen, W., Benedict, M., O’connor, K. (2005). Green infrastructure plan evaluation frameworks. *Journal of Conservation Planning*, 1, 6–25.
- Mell, I. (2015). Green infrastructure planning: Policy and objectives. In *Handbook on Green Infrastructure: Planning, Design and Implementation* (105–122).
- Mell, I. (2016). Global green infrastructure: lessons for successful policy-making, investment and management. In *Routledge*.
- Naumann, S., McKenna, D., Kaphengst, T., Pieterse, M., Rayment, M., Davis, M. (2011). Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. *Final Report Brussels, European Commission*.
- Nelson, A. C. (1985). A Unifying View of Greenbelt Influences on Regional Land Values and Implications for Regional Planning Policy. *Growth and Change*.
- Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J. C., Hoehn, R. E., Walton, J. T., Bond, J. (2008). A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Arboriculture and Urban Forestry*, 34(6), 347–358.
- O’Brien, L., Weldon, S. (2007). A place where the needs of every child matters: factors affecting the use of greenspace and woodlands for children and young people. *Countryside Recreation*, 15(3), 6–9.
- Ochoa, C. Y., Jiménez, D. F., Olmo, R. M. (2020). Green infrastructure planning in metropolitan regions to improve the connectivity of agricultural landscapes and food security. *Land*.
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R., Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 695–720.
- Pretty, J., Peacock, J., Sellens, M., Griffin, M. (2005). The mental and physical health outcomes of green exercise. *International Journal of Environmental Health Research*, 15(5), 319–337.

- Pugh, T. A. M., MacKenzie, A. R., Whyatt, J. D., Hewitt, C. N. (2012). Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environmental Science and Technology*.
- Shoup, L., Ewing, R. (2010). The Economic Benefits of Open Space, Recreation Facilities and Walkable Community Design. *Active Living Research*.
- TEEB. (2011). The Economics of Ecosystems and Biodiversity. In *TEEB Manual for CITIES: Ecosystem Services in Urban Management*. <https://teebweb.org> (Erişim tarihi: 20.12.2023).
- Tewksbury, J. J., Levey, D. J., Haddad, N. M., Sargent, S., Orrock, J. L., Weldon, A., Danielson, B. J., Brinkerhoff, J., Damschen, E. I., Townsend, P. (2002). Corridors affect plants, animals, and their interactions in fragmented landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(20), 12923–12926.
- Tiwari, A., Kumar, P., Kalaiarasan, G., Ottosen, T. B. (2020). The impacts of existing and hypothetical green infrastructure scenarios on urban heat island formation. *Environmental Pollution*.
- Trombadore, A., Rolovic, D., Congiatu, P. P. (2018). Green infrastructure and low energy architecture for eco-tourism in Asinara island. *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 3(2).
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2024). *On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)*. <https://www.sbb.gov.tr> (Erişim tarihi:01.02.2024).
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., De Vries, S. (2005). Benefits and uses of urban forests and trees. In *Urban Forests and Trees: A Reference Book* (81–114).
- Ugolini, F., Massetti, L., Calaza-Martínez, P., Cariñanos, P., Dobbs, C., Ostoic, S. K., Marin, A. M., Pearlmutter, D., Saaroni, H., Šaulienė, I., Simoneti, M., Verlič, A., Vuletić, D., Sanesi, G. (2020). Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory

- study. *Urban Forestry and Urban Greening*, 56.
- UK. (2016). *Chapter 5: Green infrastructure .London Environment Strategy*.
- Van Renterghem, T., Attenborough, K., Maennel, M., Defrance, J., Horoshenkov, K., Kang, J., Bashir, I., Taherzadeh, S., Altreuther, B., Khan, A., Smyrnova, Y., Yang, H. S. (2014). Measured light vehicle noise reduction by hedges. *Applied Acoustics*, 78, 19–27.
- Vandermeulen, V., Verspecht, A., Vermeire, B., Van Huylenbroeck, G., Gellynck, X. (2011). The use of economic valuation to create public support for green infrastructure investments in urban areas. *Landscape and Urban Planning*, 103(2), 198–206.
- Vergnes, A., Kerbirou, C., Clergeau, P. (2013). Ecological corridors also operate in an urban matrix: A test case with garden shrews. *Urban Ecosystems*, 16(3), 511–525.
- Williamson, K. (2003). Growing with green infrastructure. *Retrieved June*.

**Prof. Dr. Mustafa VAR**

E-mail: mvar@yildiz.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakóltesi, Orman Mühendisliği  
Yüksek Lisans: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Planlama

Doktora: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,  
Peyzaj Mimarlığı

Mesleki deneyim: Akademisyen

**Öğr. Gör. Şeyma SARIARMAĞAN CEYLAN**

E-mail: seymas@yildiz.edu.tr

Eğitim Durumu: Doktora etmekte

Lisans: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakóltesi, Peyzaj Mimarlığı

Yüksek Lisans: Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafi  
Bilgi Sistemleri

Doktora: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir  
Planlama

Mesleki deneyim: Akademisyen





---

**İklim Değişikliğine Karşı Biyoçeşitliliğe Dost  
Yerleşke Kavramı; Ata Botanik Bahçesi Örneği**

---

**Prof. Dr. Hasan YILMAZ** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Erzurum/Türkiye.  
ORCID: 0000-0003-3768-4760  
E-mail: hyilmaz@atauni.edu.tr

---

**Citation:** Yılmaz, H. (2024). İklim Değişikliğine Karşı Biyoçeşitliliğe Dost Yerleşke kavramı; Ata Botanik Bahçesi Örneği. İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 11, 290-326. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698878>

---

## 1. Giriş

Kentleşme hareketleri sonucu nüfusun kent merkezlerindeki yoğunluğu artan arasa talebini ortaya çıkarmış, bu talep karşılanmaya gidilirken kentsel fiziki yapıda büyük değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Kentleşme ile beraber tüm dünyada habitatlar yok olmakta veya parçalanmakta, kentsel tarım alanları ve açık yeşil alanlar elden çıkmakta, katı atık, enerji beslenme, barınma ile ulaşım sorunu artmakta, hava, su ve toprak, gürültü kirliliği başta olmak üzere bir dizi çevre sonunu kontrol edilemez ve yönetilemez duruma gelmektedir. Artan yapı blokları, sert ve geçirimsiz yüzeyler, yeşil alanların azalması beraberinde kentsel ısı adası oluşumunu artırmakta, doğal ve ekolojik eşiklere yeterince önem verilmemesi sonucu kentlerin dirençleri gün geçtikçe azalmaktadır. Bu durum ekolojik, ekonomik ve sosyal bozulmalara neden olurken bozulan ekosistem dinamikleri sonucu biyoçeşitlilik kaybı da gündeme gelmektedir. BM tarafından yayınlanan raporlarda 2050 yılında dünya nüfusunun %70 yakını kentsel alanlarda yaşamaya başlayacağı öngörüldüğünde, daha yaşanabilir kentler için ekoloji temelli, doğal eşikleri merkeze alan planlamalara her zamankinden daha fazla ihtiyaç vardır. Daha yaşanabilir kentler için yeni arayışlar kapsamında BM nezdinde Ekvator'da 2016 yılında yapılan toplantı sonucu Quito bildirgesi ile Sürdürülebilir Kentler ve Herkes İçin İnsan Yerleşimler üzerinde durulmuştur.

Küresel bir sorun haline gelen iklim değişikliğine karşı bir dizi kararlar alınmasına karşın, bu değişiklik giderek tüm canlıları tehdit eder duruma gelmektedir. Bilim insanları tarafından Temmuz 2023 yılının endüstri devrimi sonrası en sıcak ay olabileceği, 1.3 °C ile 1.7 °C arasında mutlak küresel ortalama sıcaklığın arttığı belirtilmektedir. Küresel ısınmayı önlemeye karşı eylemsizliğin affedilemez sonuçları olabileceğini ve bir an önce karbon salınımı azaltmayı, kentleri, altyapıyı, sağlık sistemini iklim değişikliğine karşı yeniden planlanması gerektiği vurgulanmaktadır (URL, 1). BM Hükümetler arası İklim değişikliği paneline göre (IPCC) küresel sıcaklık, 1.1 °C atmış olup, 1.5 °C doğru ilerlemektedir. İklim değişikliği ve bu değişikliğin doğal ve kültürel çevre üzerindeki baskılarını azaltmaya yönelik son yıllarda BM tarafından ülkeler nezdinde yoğun bir çaba sarf edilmektedir.

İklim değişikliğinin ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik olarak; 1992 yılında Brezilya'nın Rio De Janeiro kentinde

yapılan ve 150 ülke liderinin katılımı ile imzalanan Biyolojik Çeşitliliğin Korunması Sözleşmesi imzalanmıştır. İklim değişikliğine karşı 2015 yılında 194 ülkenin katılımı ile yapılan Paris İklim Antlaşması (COP'21), 2021 yılında Glasgow'da yapılan BM iklim değişikliği Konferansı (COP26)'dan sonra (URL 2). 2022 yılında BM Mısır'da 190 ülkenin katılımı ile gerçekleştirilen toplantıda küresel iklim değişikliğinin yüzyılın sonuna kadar 1.5 derecede tutmak, sera gazlarının 2030 yılına kadar %43 azaltılması, orman kayıplarının önüne geçilmesi ve gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliği zararlarına karşı maddi destek sağlanmasına yönelik planlamalara gidilmesi kararlaştırılmıştır (URL 1). 2023 yılında 280 ülke temsilcisi katılımı ile BAE başkenti Dubai'de yapılan toplantıda ise (COP'28) ilk kez küresel sıcaklık artışını 1.5 derecede sınırlandırmaya ilke kararlarına yönelik ülkelerin durumunu ortaya koyan Küresel Durum Değindirme Sonuçları açıklanmıştır. Toplantı sonucu; kayıp zarar fonu/İklim değişikliği etkilerine karşı en kırılgan durumda olan ülkelere fon aktarımı, fosil yakıt kullanımını sınırlandırmak, 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu, yenilenebilir enerji kaynaklarını 2030 yılına kadar 3 katına çıkarmak hedeflemiştir. Bu kapsamda oluşturulan ve ülkemizin de taraf olduğu bazı önemli bildirimler ise 'Sürdürülebilir tarım, dirençli gıda sistemleri ve iklim eylem bildirisi' ile 'İklim ve sağlık bildirisi' (ülkemiz bu iki bildiriye taraf olmuştur) 'Küresel soğutma taahhüdü' karara bağlanmıştır (URL 3).

Kentsel biyoçeşitlilik; kentsel ekosistemlerde değişik yaşam alanlarındaki flora ve fauna çeşitliliği olarak tanımlanmaktadır. Müller vd., (2013)'a göre Kentsel biyoçeşitlilik, "canlı organizmaların (genetik çeşitlilik dâhil) çeşitliliği veya zenginliği ve bolluğu ve çevrede ve kenarlarında bulunan habitat alanlarıdır. Türler, kırsal kesimden kentsel çekirdeğe kadar değişir. İnsanların bitki türlerini taşıma ve yerel biyoçeşitliliği etkileme konusunda uzun bir geçmişi vardır. Bitkiler gibi, yaban hayatı türlerinin hayatta kalması ve çoğalması kentsel yeşil ve mavi altyapı varlığı, büyüklüğü ve bağlantısı ile doğrudan ilişkilidir (Şekil 1). Kentlerdeki bitkiler ve hayvanlar, sosyal ve ekolojik sistemlerin varlığı ile etkileşimi, genellikle o kente özgü benzersiz biyotik topluluklar oluşturur.

Kentsel ekosistemler doğal, kültürel ve yapay unsurlar içeren kendine özgü karmaşık sistemler bütünüdür. Kentleşme doğal ortamları

değiştirirken, kent içinde kalan korunmuş alanların oluşturduğu mikro iklim avantajları, lokal sulamalar ve nemin sürekliliği, bilinçli veya bilinçsiz gıdanın mevcudiyeti bu şartlara adapte olabilen türlere avantaj sağlamaktadır Bunun sonucu, Sukopp ve Wurzel (2003) tarafından, kent içindeki biyolojik çeşitliliğin kent çevresine göre daha yüksek olduğu, kentlerde doğallaşan yerli olmayan istilacı türlerin giderek arttığı ve doğallaşma eğilimi gösterdiği belirtilmektedir. Kentsel peyzaj alanları büyüdükçe yerli olmayan tür sayısının da arttığı tespit edilmiştir (Pyšek vd., 2004).



Şekil 1. Kentsel Üretken Peyzajlar Biyoçeşitliliğin Devamı için Hayati Rol Oynarlar

Kentleşme ile beraber alan kullanım değişimleri, iklimin değişmesi, azot depolamanın artarak su ekosistemlerinin bozulması ev habitat kayıpları ortaya çıkarak biyolojik çeşitlilik kayıpları artmaktadır. Biyolojik kayıplar da birtakım olumsuzlukları beraberinde getirmektedir. Bu durum sonucu, iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı olumsuz etkileri, kent direncinin azalması, hava, su ve toprak kalitesinin azalması ile ekosistem hizmetlerinin sekteye uğraması ve kentsel alanların bozulması ile insanların sosyal, psikolojik, ekonomik ve fiziksel sağlığının bozulmasına kadar gidebilmektedir (Zari, 2018). Yaşam alanlarının parçalanması ve bozulması ile doğal habitatlar yerine yapaylarının gelmesiyle kentlerde değişik habitatlar ve bu ortamlara uyma yeteneğinde olan yeni türler ortaya çıkmaktadır. Müller vd., (2013)'e göre oluşan yeni habitatlarda bitkilerin varlığı doğrudan bitki türlerinin adaptasyon yeteneğine bağlıdır.

Kentsel alanlarda biyoçeşitliliğin tespit edilerek, korunması ve geliştirilmesine yönelik birçok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalardan biyoçeşitliliğin belirlenmesi (Yılmaz ve Irmak, 2004; Askan ve Yılmaz, 2016; Sjömen vd., 2016; Mutlu vd., 2017; Mısırlıoğlu, 2019; Dikmen ve Yılmaz, 2021; Liu ve Slik, 2021; Güzel vd., 2023; Silva vd., 2023;), faydaları (Gomez-Baggethun vd., 2013; Morpurgo vd., 2020; Young vd., 2020; Berthon vd., 2021; O'Connur vd., 2021; Panwar, 2021; Aznaraz vd., 2022, Özgeriş, 2023), korunmasına yönelik (Selim vd., 2015; Rega-Brodsky vd., 2022), kentleşme ve iklimin olumsuz etkilerine yönelik (Pysek, 2004; Mc Pearson vd., 2018; Sukopp ve Wurzel, 2003; Zari, 2018; Demir ve Aydın, 2020; Oke vd., 2021), planlamasına yönelik (Kowarik 2011; Müller vd., 2013; Kendal vd., 2014; Nordon vd., 2016; Çakmak vd., 2021; Knapp vd., 2021; Hernandez-Santin vd., 2022; Yılmaz, 2023a; Yılmaz 2023b) yapılan çalışmalardan bazılarıdır. Bununla beraber Aznaraz vd., (2022)'ye göre kentsel biyoçeşitliliğin ekolojik etkisini tam olarak ortaya koyan araştırma sayısı yeterli değildir.

Artan kentleşme hareketlerine bağlı olarak kentsel açık-yeşil alanlar sürdürülebilir kentsel yaşam ve biyoçeşitliliğin korunmasına yönelik hayati önem kazanmıştır. Yapılan birçok araştırmada (Fuller vd., 2007; Yılmaz vd., 2008; Kendal vd., 2014; Middel vd., 2015; Peschard vd., 2016; Yılmaz vd., 2018; Bartesaghi-Koc, 2020; Yılmaz vd., 2021; Abd Elraouf, 2022; Alves vd., 2022; Balany vd., 2022; Quyang vd., 2023;

Young vd., 2020). Kentsel yeşil ve mavi altyapı bileşenlerin insan ruh ve beden sağlığı, ekolojik yararları, biyoçeşitliliğe katkıları, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, rekreasyonel ve estetik faydaları gibi birçok görevi üstlendikleri tespit edilmiştir.

Kentsel ağaç ve çalı türleri kent flora ve faunasını destekleyen ve kentlerin iklim değişikliğine karşı direncini artıran canlı yapı taşlarıdır. Liu vd., (2021)'e göre kentsel ortamlardaki ağaç ve çalılar insanları biyosfer ile bağlantısını kurmaktadır.

Biyoçeşitliliğe arkadaş yol ağaçları kavramı ilk kez Çin'de yapılan bir araştırmada ortaya atılmıştır (Liu ve Slik, 2021). Bu araştırmada 59 Çin kentinde sokak ağaçları doğal türler ve etli meyvesi yenen ağaçlar olarak ele alınmış, kentlerde yeterince bu bitkilere yer verilmediği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan bir araştırmada ise (Kendal vd., 2014) kentlerde ağaç türü sayısı arttıkça ekosistem direnci artmakta olduğu ve tek bir ağaç türü toplam ağaç türlerinin %10-20'sini geçmemesi gerekliliği vurgulanmıştır. Kentlerde meyvesi yenen bitki materyali; çiçek ve meyve renkleri, sonbahar yaprak renk değişimleri ile görsel peyzaj kalitesine katkı sağlarken, ekonomik değerleri yanı sıra aynı zamanda ekolojik olarak yaban hayatını destekleyen (kuş, arı, kelebek, bazı böcek türleri vb.) çok önemli yapı taşları olduğu üzerinde durulmuştur (Dikmen ve Yılmaz, 2021).

Yapılan bilimsel araştırmalar, dünyadaki kentsel biyoçeşitlilik indeksleri ve iklim değişikliklerini ortaya çıkardığı baskılar sonucu kentsel biyoçeşitliliğin belirlenmesi ve sürdürülmesine yönelik yeni arayışları da beraberinde getirmiştir. İklim değişikliğine karşı kentsel yeşil dokuyu daha dirençli kılmak biyoçeşitliliğe katkı sağlamak, ekosistem direncini artırmak ve daha yaşanabilir bir kentsel çevre oluşturmak amacı ile doğal bitki türleri ve meyvesi yenen bitki türlerinin daha yaygın kullanılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek üzere Liu ve Slik (2021) tarafından sadece yol ağaçları üzerine yapılan ve doğal bitki ile meyvesi yenen bitki türlerinin kullanılması önerilen yaklaşım geliştirilerek, yeni bir kavram olarak kent bütünü de kapsayan Biyoçeşitliliğe Dost Kent (BİYODOST KENT) veya yerleşke kavramı geliştirilmiştir (Yılmaz, 2023a).

Bu çalışma ile soğuk iklim kentini simgeleyen Erzurum kentinde en önemli açık-yeşil alanlarından birisi olan Atatürk Üniversitesi Ata

Botanik Bahçesinin biyolojik çeşitliliğini belirlemek, iklim değişikliği senaryolarına karşı kentsel peyzaj planlamada yeni bir yaklaşım olarak önerilen BİYODOST Yerleşke/Kent kavramını ilk kez bir alanda uygulamak amaçlanmıştır. Ayrıca kavramın olumlu ve olumsuz yönlerini test etmek, ülkemizde ve dünyada ilk kez biyoçeşitliliğe dost yerleşke uygulamasını gerçekleştirmek, konuyu gündeme getirmek ve yaygınlaştırmak, özellikle kentsel biyoçeşitliliğe yeni bir boyut kazandırmak amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile aşağıdaki sorulara cevap aranması hedeflenmiştir.

Liu ve Slik (2021) tarafından ilk kez yol ağaçlarının meyvesi yenen ve doğal olan bitki türlerinin tespitini yaparak, biyoçeşitlilikle arkadaş yol ağaçları fikri geliştirilerek, kentlere uyarlanabilir mi?

BİYODOST Yerleşke/Kent kavramı bileşenleri/kriterleri bir alana uygulanmasında karşılaşılan sorunlar nelerdir? Önerilen indeks geliştirilebilir mi?

Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesi Biyodost yerleşke kriterlerini yerine getirmekte midir?

İklim değişikliği senaryolarına karşı kentsel peyzaj yaklaşımlarında Biyoçeşitliliğe Dost kent kavramı yeni bir yaklaşım olabilir mi?

Ülkemizin diğer kentleri için de bu kavram yaygınlaştırılabilir mi? Ülke bazında bu kavrama nasıl bir marka değeri kazandırılabilir?

## **Materyal ve Yöntem**

Çalışma materyalini Atatürk Üniversitesi Ata Botanik bahçesi oluşturmaktadır. Çalışma alanını Erzurum ilinde Atatürk Üniversitesi bünyesindeki, yaklaşık 35 ha'lık alana sahiptir (Şekil 2). Bahçe, 2005 yılında Prof. Dr. Hasan Yılmaz tarafından tasarlanıp hayata geçirilmiştir. Bahçenin yaklaşık 100.000 m<sup>2</sup>'lik kısmında çeşitli peyzaj uygulamalarına yer verilmiştir. Ayrıca botanik bahçe sınırları içerisinde büyük bir hobi bahçesine de yer almaktadır. Alanda değişik ilk kez denenilen çok sayıda bitki taksonu ile bitki koleksiyonları, aktif olarak kullanılan kısımda yapay gölet, köprüler, oturma alanları, sulama sistemi, aydınlatma elemanları, yürüme yolları, teraslar, koşu yolu, otopark ve çim yüzeyler bulunmaktadır (Yılmaz, 2012).



Şekil 2. Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesinin Konumu



Çalışma yöntemini; konu hakkında literatür tarama, Ata Botanik bahçesinde kriterlere göre araştırma ve gözlemlerde bulunmak, görsel materyal temin etmek, Yılmaz (2023a) tarafından geliştirilen Biyodost Kent/Yerleşke kriterlerine göre Ata Botanik bahçesinin BİYODOST YERLEŞKE 'ye uygunluğunu tespit etmek, diğer indekslerle karşılaştırmasını yapmak, kriterlerin uygunluğunu test etmek ve ihtiyaca göre yeni kriterler önerilerinde bulunmak oluşturmaktadır.

Kriterlerin belirlenmesinde her bir alan kullanımı için doğal tür kullanım sayısı ile etli meyveli tür sayısı dikkate alınmasında Liu ve Slik, (2021), her bir alanda bir ağaç türünün toplam ağaç tür sayısının %15'ini geçmemesi Kendal vd., (2014)'un yapmış olduğu çalışmalar geliştirilerek değerlendirmeye alınmıştır. Mevcut biyodost kriterlerinin alana uygulaması sonucu puanlama sistemi yeniden ele alınmış ve biyodost kriterleri yeni bir yöntem olarak önerilmiştir. Kriterler herhangi bir alandaki ağaç ve çalı türleri üzerinden değerlendirilmektedir.

Oluşturulan indekse göre 100 puan üzerinden 50- 60 puan alan yeşil alan *Düşük Seviyede Biyodost Yerleşke*, 61-80 puan alan yeşil alan *İyi Seviyede Biyodost Yerleşke*, 81-100 puan alan yeşil alan *Yüksek Seviyede Biyodost Yerleşke* olarak değerlendirilmiştir.

## **Bulgular**

### **Ata Botanik Bahçesi Biyodost Yerleşke Kriterlerine Göre Analizi**

Atatürk Üniversitesi bünyesinde Prof. Dr. Hasan Yılmaz tarafından 2005 yılında planlama, tasarım ve uygulamasına başlanılan bahçe, bugün soğuk iklim bölgesi bitkilerini barındıran, kentin en önemli yeşil alanı ve prestijli yerlerinden birisi durumuna gelmiştir (Şekil 3). Bahçenin Biyodost Yerleşke kriterlerine göre analizi aşağıda verilmiştir.



**Şekil 3.** Ata Botanik Bahçesi Kentin ve Bölgenin En Önemli Açık-Yeşil Alanlarından Birisi Durumuna Gelmiştir.

### **Bitki tür sayısı /BİYODOST YERLEŞKE Zorunlu Kriteri 1**

Bir alanda bitki çeşitliliğinin fazlalığı biyoçeşitlilik direncini artırmaktadır. Bir başka ifade ile yeşil alanda bitki türü sayısı arttıkça biyoçeşitlilik direnci de artmaktadır. Ata Botanik Bahçesi içinde akçağaç, huş, iğne yapraklılar, çalı ve yer örtücüler, doğal odunsu ve otsu bitkiler ile meyve koleksiyonları mevcuttur. 2006 yılında ilk bitkilerin dikildiği alan her geçen gün yeni bitki türlerinin eklenmesi ile zengin bir bitki çeşitliliğine ulaşmıştır. Çeşit ve alt türlerle beraber 140

civarında odunsu bitki ile kentin ve bölgenin en zengin bitki çeşitliliğine sahip tek merkezi konumuna gelmiştir.

Bahçe içinde kentte ve bölgede ilk kez çok sayıda odunsu bitki türü ve kültür çeşidi denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Botanik bahçesinde ilk kez denenene ve başarılı olmuş bazı bitkiler; *Acer campestre*, *Acer negundo* ‘Variegata’, *Acer platanoides* ‘Crimson King’, *Acer platanoides* ‘Sentry’, *Acer platanoides* ‘Globosum’, *Acer saccharinum*, *Aesculus carnea*, *Abies concolor*, *Abies koreana*, *Abies nordmanniana*, *Betula nigra*, *Betula utilis*, *Betula verrucosa* ‘Youngii’, *Chaenomeles japonica*, *Chamaecyparis nootkatensis* ‘Pendula’, *Cornus alba* kültür çeşitleri, *Cotinus coggyrna* ‘Royal Purple’, *Cotoneaster horizontalis*, *Crataegus laevigata*, *Euonymus alatus*, *Euonymus europea*, *Gladitshia triacanthos* ‘Sunburst’, *Hamamelis spp.*, *Juniperus* doğal ve takson kültür çeşitleri, *Malus hybrida* kültür çeşitleri, *Paonia* kültür çeşitleri, *Picea* tür ve kültür çeşitleri, *Pinus nigra* takson ve kültür çeşitleri, *Pinus mugo* tür ve kültür çeşitleri, *Pinus slyvetris* kültür çeşitleri, *Prunus serrulata*, *Prunus x sistina*, *Rhus typhina*, *Robinia x hispida*, *Robinia pseudoacacia* ‘Frisia’, *Salix caprea* ‘Kilmarnock’, *Sophora japonica* ‘Pendula’, *Syringa* kültür çeşitleri, *Thuja occidentalis* kültür çeşitleri, *Tilia cordata*, *Viburnum* tür ve kültür çeşitleri örnek olarak verilebilir(Şekil 4).

Biyodost Yerleşke kriterlerinden birincisi olan en az 25 bitki taksonu bulunması zorunlu tutulmuştur (Yılmaz 2023a), Yapılan araştırmada Ata botanik bahçesinde 140 bitki taksonu tespit edilmiştir. Alanın sahip olduğu bitki çeşitliliği ile 10 tam puan alarak, bahçe birinci zorunlu kriteri yerine getirdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).



**Şekil 4.** Ata Botanik Bahçesinde soğuk iklim bitkisi olarak çok sayıda bitki ilk kez denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

## Doğal tür kullanımı /BİYODOST YERLEŞKE Zorunlu Kriteri 2

Biyodost Yerleşke kriterlerinden ikincisi doğal bitki taksonu sayısının toplam bitki türü sayısının en az %10'u olmak zorunluluğu vardır. Yapılan incelemede bahçede toplam 140 bitki türü veya çeşidinin %10'u olan 14 sayısından daha çok alanda doğal bitki taksonu bulunduğundan, bahçe bu kısımda verilen 20 üzerinde 20 puan almış ve zorunlu kriteri sağlamıştır (Çizelge 1). Alanda; *Abies nordmaniniana*, *Acer* doğal taksonları, *Betula verrucosa*, *Fraxinus excelsior*, *Juniperus* doğal taksonları, *Lonicera* doğal taksonları, *Pinus slyvestris*, *Pyrus* doğal taksonları, *Pinus nigra* doğal taksonları, *Populus* türleri, *Ribes* doğal taksonları, *Rosa canina*, *Sambucus nigra*, *Ulmus glabra* gibi doğal bitki takson ve türleri bulunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Alanda çok sayıda doğal bitki taksonu bulunmaktadır.

### **Etlı meyveli tür kullanımı /BİYODOST YERLEŞKE Zorunlu Kriteri 3**

Biyodost Yerleşke kriterlerinden bir diğeri meyvesi insan ve fauna tarafından yenen bitki türleri sayısının toplam bitki türü sayısının en az %10'u olmak zorunluluğ u vardır. Yapılan incelemede bahçede 19 tür etli meyveli bitki türü olduğ u tespit edilmiş olup, bahçe bu kısımda verilen 15 üzerinden 14 puan almış ve 3. zorunlu kriteri de sağlamıştır (Çizelge 1). Bahçede; *Amalanchier spp.*, *Amygdalus communis*, *Crataegus monogyna*, *Malus communis*, *Morus alba* 'Pendula', *Prunus armeniaca*, *Prunus avium*, *Prunus ceracifera* 'Pissardii Nigra', *Prunus cerasus*, *Prunus domestica*, *Pyrus elaeagrifolia*, *Ribes rubrum*, *Rosa canina*, *Sorbus aucuparia* gibi etli meyveli türlerin bitki türlerinin bulunduğ u belirlenmiştir (Şekil 6).





**Şekil 6.** Meyvesi Yenen Bitki Tür Çeşitliliği Bahçenin Biyoçeşitlilik Direncini Artırmıştır.

#### **Bitki türünün diğer bitki türlerine oranı /BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 4**

Bir alandaki bitki türü sayısı toplam bitki türü sayısının %15'ini geçmemesi biyoçeşitlilik direnci bakımından önerilmektedir (Kendal, 2014). Belirlenen kriterlere göre (Yılmaz, 2023a), alanda sarıçam (*Pinus sylvestris*), huş ağacı (*Betula verrucosa*) ve kavak (*Populus spp.*) ağaçları egemen olup (Şekil 7), bu kısımdan toplam 10 puan üzerinden alan 4 puan almıştır (Çizelge 1).



**Şekil 7.** Alanda Egemen Olarak Kavak, Sarıçam ve Huş Ağaçları Bulunmaktadır.

#### **Yeşil alanın yapım yılı/ BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 5**

Ata Botanik Bahçesi 2005 yılında yapımına başlanılmış ve yapımından bugüne kadar 19 yıl geçmiş ve bahçe kendi ekosistemini oluşturmaya başlamıştır (Şekil 8). Belirlenen kriterlere göre (Çizelge 1) bahçe bu kısımdan 4 puan almıştır.



**Şekil 8.** Alan Yapımından İtibaren Sürekli Gelişim Halinde Olup, Ekosistemin Direnci Giderek Artmaktadır.

### **Alandaki gözlenen fauna sayısı/BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 6**

Alandaki 1 saat içinde gözlenen fauna sayısı (Kuş, kelebek, sincap vd) dikkate alınarak biyoçeşitlilik derecesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kriter için belirlenen puanlama sistemine göre (Çizelge 1), 1 saat içinde alanda 20'den fazla kuş sayısı olduğu belirlenmiş (Şekil 9) ve alan 5 üzerinden 5 puan almıştır.



**Şekil 9.** Alanda Bulunan Bazı Fauna Örnekleri

### **Alan büyüklüğü/ BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 7**

Alan büyüklüğü için 500 m<sup>2</sup> den küçük-10 dönüm arası puanlama sistemi geliştirilmiştir (Çizelge 1). Alanın büyüklüğü kısmından uygulaması yapılan 175 dönüm alan olduğundan bahçe 5 üzerinden tam puan almıştır (Şekil 10).





Şekil 10. Ata Botanik Bahçesi Kentin En Büyük Açık-Yeşil Alanlarından Birisidir.

### **Açık-yeşil alanların sert geçirimsiz yüzeylere oranı/ BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 8**

Ekosistemin direnci açısından alandaki mevcut yeşil alan ile sert yüzeylerin oranı ekosistemin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu bakımından bu oran bir kriter olarak değerlendirilmiş ve % oranı puanlama sistemi geliştirilmiştir (Çizelge 1). Ata botanik bahçesi yeşil

alanları toplamı sert yüzeyler toplamına karşı oldukça baskın olup (Şekil 11), bu kriterden tam puan almıştır.



Şekil 11. Bahçede Yeşil Alan Kaplı Yüzeyler Oldukça Fazladır.

### **Olumlu ekosistem bileşenleri/ BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 9**

Ekosistemin devamlılığı için canlı türlerine olumlu etki eden yaşam alanlarının varlığına göre kriterler belirlenmiştir (Yılmaz 2023a). Bu kriterlere göre alanın yeşil koridor bağlantısının bulunması, doğal yaşam alanı olan çayır e meraların varlığı, yapay gölet ve bitki örtüsü kapallığı ile bakım ile kontrollü olmasından dolayı (Şekil 12), toplam 25 puan üzerinden alan 25 puan almıştır (Çizelge 1).



**Şekil 12.** Ekosistemin Olumlu Bileşenleri Olarak Gölet ve Doğal Vejetasyon Varlığı Biyoçeşitliliğe Büyük Katkı Sağlamaktadır.

### **Olumsuz ekosistem bileşenleri/BİYODOST YERLEŞKE Kriteri 10**

Canlı tür varlığını tehdit eden unsurlar ekosistemin olumsuz bileşenleri olarak ele alınmış ve negatif puanlandırılmıştır. Ata botanik bahçesi çevresinde ana ulaşım aksı geçmesi ve ortaya çıkardığı gürültü ve egzoz gazları, etrafındaki yerleşim dokusundan kaynaklanan gece fazla ışığa maruz kalma olumsuzluk olarak -6 negatif puan almıştır.

Ata Botanik Bahçesi zorunlu olan ilk 3 kriteri yerine getirmiştir. Bahçe toplamda 92 puan almış, negatif ekosistem bileşen puanlarını (-6 puan) çıkardıktan sonra toplam 86 puan ile *Yüksek Derecede Biyodost Kriterlerini* yerine getirmiş olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 1.** Ata Botanik Bahçesinin Biyodost Yerleşke kriterlerine (Yılmaz 2023a'dan değiştirilerek) göre analizi

Kriter No	Değerlendirme Kriteri	Kriter Şartı	Alan özellikleri	Aldığı puan/	Puan toplamı
1	Alandaki bitki türü sayısı*	En az 25 bitki taksonu içermesi	25 tür	7	10/10 puan
			26-30 tür	8	
			31-35 tür	9	
			35 türden fazla	10	
2	Doğal bitki türü kullanım oranı*	Toplam tür sayısının en az %10'u olmalı	%10	14	20/20 puan
			%10-15	16	
			%16-20	18	
			%20'den fazla	20	
3	Etlı meyveli bitki türü kullanımı oranı*	Toplam tür sayısının en az %10'u olmalı	%10	12	14/15 puan
			%10-15	13	
			%16-20	14	
			%20'den fazla	15	
4	Toplam bitki sayısı içinde bitki türü sayısının oranı	En az 2 tür bitki sayısının toplam bitki sayısında baskın olması	2 bitki türünün baskın olması	2	4/10
			3 bitki türünün baskın olması	4	
			4 bitki türünün baskın olması	6	
			5 bitki türünün baskın olması	8	
			5'ten fazla bitki türün baskın olması	10	
5	Yeşil alanın yapım yılı		5 yıldan az	1	4/5
			6-10 arası	2	
			11-15 arası	3	
			16-20 arası	4	
			20 yıldan fazla	5	
6	Alandaki 1 saat içinde gözlenen fauna sayısı (Kuş, kelebek, sincap vd.)		< 5	1	5/5
			6-10 arası	2	
			11-15 arası	3	
			16-20 arası	4	
			>20	5	
7	Alan büyüklüğü		500 m <sup>2</sup> den küçük	1	5/5
			500 m <sup>2</sup> -1 dönüm	2	
			2-5 dönüm	3	
			6-10 dönüm	4	
			10 dönümden fazla (175 dönüm)	5	

8	Açık -yeşil alanların sert geçirimsiz yüzeylere oranı		-%10'dan az	1	5/5
			-%10-30 ise	2	
			-%31-50 ise	3	
			-%51-75 ise	4	
			-%75'den fazla ise	5	
9	Olumlu ekosistem bileşenleri	Ana ulaşım aksına 100 m'den daha fazla uzaklıkta		2	25/25
		Yeşil koridor bağlantısı		2	
		Doğal yaşam alanı varlığı	Alanda Endemik bitki türü varlığı (her bir tür sayısı x10 puan)	10	
			Alanın yapım sırasında mevcut ağaç koruluğu	6	
			Sulak alan varlığı	5	
			Alanın yapım sırasında mevcut çalı varlığı	4	
			Alanda doğal Çayır ve mera varlığı	3	
			Alan içinde herhangi bir gübre ve ilaçlama yapılmaması	2	
		Alan içinde doğal dere veya gölet	8		
		Yapay gölet	6		
		Küçük havuz	3		
		Çeşme, su çanağı	2		
		Ağaç ve çalı üst örtüsünün tüm bahçedeki kapalılık oranı	Tam kapalı (%100)	5	
			Yarı kapalı (%50)	4	
			Çeyrek kapalı (%25)	2	
		Bitkilere isim verilmiş olması/ Tanıtım kartları	4		
		Alanla ilgilenen birilerinin olması/Kontrol altında olması	2		
		Alanın bakımlı olması	2		
		Bitkilere sert budama yapılmaması	2		
		Temiz hava kalitesi	3		
Yenilenebilir enerji varlığı	5				
Yağmur hasad bahçesi	5				

10	Olumsuz ekosistem bileşenleri	Hava ve toprak kirliliği	-3	-6
		Yüksek gürültü	-3	
		Yoğun tarımsal ilaç gübre kullanımı	-5	
		Fazla gece ışığına maruz kalma	-3	
		İçinde veya yakınında temiz su kaynağı bulunmaması	-8	
		Bakımsız ve kontrolsüz olması	-2	
		Alan içinden yüksek gerilim hattı geçmesi	-5	
<b>Toplam</b>			<b>92/100</b>	
<b>Genel Toplam</b>			<b>92-6 = 86,0 Puan</b>	

\*Biyodost Yerleşke kriterleri için zorunludur.

## Tartışma ve Sonuç

Nüfusun kentlere doğru yoğunluğunun artması bir takım çevre sorunlarını beraberinde getirmektedir. Artan yapı talebini karşılamaya yönelik ortaya çıkan yoğun alan kullanımı kentsel doğal veya doğala yakın arazinin doğal yapısını/formunu değiştirmekte, parçalamakta veya tamamen yok etmektedir. Zari (2018)'e göre kentleşme ile beraber; alan kullanım değişimi, iklim değişimi, azot depolama ve habitat değişimi oluşmaktadır. Bunun sonucu da biyoçeşitlilik kaybı yaşanmaktadır. Bu kayıp sonucu da iklim değişikliği, kent direncinin azalması, ekosistem hizmetlerinin azalması ve kentsel doku bozulmasına kadar giderek insanoğlunun gelişeceğini tehdit etmektedir.

Hızlı kentleşmenin zararlarını en aza indirmek amacı ile BM tarafından sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar başlığı altında 2015 yılında 17 küresel temel amaç belirlenmiştir (URL 4). Bu ana hedefler arasında özellikle Sürdürülebilir Kalkınma Sağlıklı ve Kaliteli Yaşam, Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar, İklim Eylemi, Sudaki Yaşam, Karasal Yaşam gibi konu başlıkları ile bu çalışma örtüşmektedir.

Küresel bir çevre sorunu durumuna gelen iklim değişikliği ve bu durumun ortaya çıkardığı ve çıkaracağı sorunlar üzerine dünyada devletler nezdinde bir kamuoyu oluşmuştur. Dünya sıcaklığını 1.5 °C'de tutmaya yönelik iklim eylem planları hazırlanmasına yönelik her

yıl çok sayıda ülke lideri bir araya gelerek BM nezdinde toplantılar düzenlenmektedir. Paris’te yapılan toplantıda Biyoçeşitlilik Sözleşmesi imzalanmış olmasına karşın, hızlı kentleşme karşısında biyolojik kaynakların etkin korunmasında büyük aksaklıklar yaşanmaktadır.

Güncel olan ve gelecekte de önemli bir çevre sorunu durumuna gelecek olan iklim değişikliği senaryoların kentsel ekosistemlere yansımalarının ekolojik, ekonomik ve sosyolojik birçok sorunu da beraberinde getirebileceği öngörülmektedir. Bu yüzden kentlerdeki yapılacak her türlü planlama kararlarında ve tüm fiziki yapılaşmalarda sürdürülebilirlik ön plana çıkmaktadır. Daha yaşanabilir kentler için biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine ve genişletilmesine her zamankinden daha fazla ihtiyaç olduğu gözlenmektedir.

Kentsel biyoçeşitliliğe fırsat veren açık-yeşil alanlar üzerine daha çok bitki türleri, yoğunlukları, kentsel ısı adası etkilerinin azaltılması, rekreasyon işlevleri, estetik değerleri gibi konularda araştırmalar yapılmakta olup, bütüncül biyoçeşitlilik araştırmaları yetersiz olduğu görülmektedir. Bununla beraber bazı kentler geliştirilen biyoçeşitlilik indekslerine göre kentlerin biyolojik çeşitliklerini izleyebilmektedir. Bu indekslerden Simpson ve Shannon-Winner İndeks bitki türlerinin bolluğu ve çeşitliliği üzerine geliştirilmiştir.

2008 yılında Singapur’da geliştirilen ve birçok ülke kentleri tarafından kullanılmaya başlanılan Şehir Biyoçeşitlilik İndeksi/Singapur İndeksi kentsel biyoçeşitliliği bütüncül olarak ele almaktadır. Bu indeks değerlendirilmesinde doğal alanlar, korunan alanlar, bitki türleri, istilacı türlerin oranı, kuş türleri, iklime etkileri yeşil altyapıya ayrılan bütçe, halkın katılımı gibi kriterlere verilen puanlardan oluşmaktadır (Panwar, 2021). Bir diğer indeks ise 2017 yılında geliştirilen Avrupa Kentsel Biyoçeşitlilik İndeksi olup, daha çok bitki ve hayvan türleri, doğal alanların oranı ve yeşil alanların erişilebilirliğini kapsamaktadır (Özgeriş, 2023).

Bu çalışmada yukarıda verilen kentsel biyoçeşitlilik indekslerinden ayrı olarak yeni bir kavram üzerinde durulmuştur. İlk kez Liu ve Slik (2021) tarafından doğal ve etli meyve türlerinin kullanımını içeren biyoçeşitlilikle arkadaş yol kavramı ile Kendal vd., (2014) tarafından önerilen bir alanda kullanılan bitki türleri sayısı toplam kullanılan bitki türleri sayısını %10-15’i geçmemesinden yola çıkılarak, kentsel

alanlara da uyarlanabilecek şekilde Biyodost Kent/Yerleşke kavramı geliştirilmiştir (Çizelge 1).

Bu indeks kapsamında 10 adet kriter geliştirilmiş olup, bir alanın Biyodost Yerleşke olabilmesi için aşağıdaki ilk 3 kriteri sağlaması zorunlu tutulmuştur. Bunlar;

### **1-Herhangi bir yeşil alan en az 25 tür içermesi**

- Tür sayısının fazlalığı biyoçeşitlilik direncinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir
- Türler arası rekabetin oluşması direncinin artmasına yardımcı olur

### **2-Yeşil alanda kullanılan bitkilerin en az %10'u doğal taksonlardan oluşması**

- İklim değişikliğinin başta kuraklık olmak üzere olumsuz etkilerine direnç/kentlerde olası kuraklık durumunda bitki tür kayıplarının azaltılması
- Doğal kaynakların kullanılması ile ekonomik gelir sağlanması
- Fidanlık sektörünün gelişimine katkı/yeni bir sektör oluşması
- Doğal habitata katkı/yerli türlere yaşam alanı sağlanması
- İstilacı türlerle rekabetin artırılması
- Ekosistem hizmetlerinin etkinliğinin artırılarak, kentsel biyo-dirence katkı sağlanması
- Kentsel sulama masraflarının azalması, su kaynakların etkin kullanımı
- Mistik, manevi, kırsal yaşam ile duygusal bağlantıların güçlendirilmesi

### **3-Yeşil alanda kullanılan bitki türlerinin en az %10'u etli meyvesi yenen bitki türlerinden oluşması**

- Kentsel faunanın beslenmesine, konaklamasına, popülasyon stabilizesinin sağlanmasına katkı
- Doğal faunanın korunması ve artırılması ile tozlaşmanın sağlanmasına katkı
- İnsan beslenmesine katkı /gıda sağlama



- Görsel peyzaj kalitesinin (çiçek, meyve, sonbahar yaprak renklenmesi gibi) artırılması
- Kırsal yaşantının kentsel ortamlarda izlenmesi, doğa bilincinin gelişimine katkı
- Ekosistemin devamlılığının sağlanmasına katkı
- Geliştirilen indeks içinde yeşil alan içinde aşağıda verilen ve zorunlu olmayan kriterler değerlendirmeye alınmıştır.

**4- Bitki türlerinin baskınlığı/Biyçeşitlilik direnç açısından fazla türün baskın olması arzu edilmektedir.**

**5-Yeşil alanın büyüklüğü /Habitat oluşumu**

**6-Yeşil alanın yapım yılı /Ekosistem hizmetlerinin yerine getirme potansiyeli**

**7-Alanda gözlemlenen fauna sayısı**

**8-Alandaki yeşil alanların sert yüzeylere oranı**

- Yüzey akışlarını engellenmesi
- Suyun geçirgenliği ve taban suyuna in filtre olması
- Buharlaştırma kayıplarının engellemesi ve nemin sağlanması
- Termal konfora katkı sağlanması
- Çevre kalitesine katkı, görsel katkı

**9-Ekosistemin olumlu bileşenleri (Alandaki su varlığı, doğala alan varlığı, çevre sorun kaynaklarının olmayışı, yeşil alan bağlantısı, kapalılık durumu gibi)**

**10-Ekosistemin olumsuz bileşenleri (Alan içinde veya yakınında çevre sorunlarının mevcudiyeti, suyun bulunmaması, kimyasal kullanılması gibi)**

**BiYODOST Yerleşke/Kent Kavramını diğer biyçeşitlilik indekslerinden ayıran olumlu yönleri;**

- Daha kolay uygulanabilmesi/kapsadığı alanların daha net olması
- Bazı kriterleri (doğal takson oranı, takson sayısı ve etli meyve bitki oranı) sağlaması zorunlu olması

- Ölçümlerinin daha elde edilebilir/ölçülebilir değerler olması/ölçümler sırasında büyük teknolojilere ihtiyaç göstermemesi
- Her bir yeşil alana veya yerleşkeye uygulanabilecek veriler içermesi. Diğer indekslerde kentteki korunan alan miktarı, toplam yeşil alan gibi kavramlarda kent bütününe ancak uygulanabilmektedir.
- Herhangi bir yerleşkenin (eğitim kurumu, park, kamu kurumu gibi) eksik kriterlerini yapılacak bitki türü eklemeleri ve diğer uygulamalarla sağlamanın kolay olması
- Kent içinde kamu kurumları, özel sektör veya kentler ile ilçeler arasında bu unvanı almak için rekabetin oluşmasına fırsat vermesi
- Yapılacak uygulamalarla gelişime açık olması
- Yeni bir kavram olması

BiYODOST Yerleşke/Kent Kavramının diğer biyoçeşitlilik indekslerine göre olumsuz yönleri;

Kent bütününde toplam yeşil alan oranının ve koruma alanlarının dâhil edilmemesi

- Fauna kaynaklarının tespiti için ayrıntılı envanterlerin eksikliği
- Ekonomik analizlerin yeterli olmaması
- Yeni bir kavram olması nedeni ile karar vericilerin kavramı benimseyip uygulamaya geçirilmesinin zaman alacak olması ve halkın katılımının yetersizliği

BİYODOST Kent kapsamında konunun bilim dünyası ve kamuoyu ile paylaşılmasına yönelik 2 adet uluslararası yayın hazırlanmıştır (Yılmaz, 2023a; Yılmaz 2023b). Kavramın yaygınlaştırılması ve uygulamaya geçirilmesine yönelik bilimsel çalışmaların başlatılmış olması önemli görülmektedir. Bu kapsamda; ‘Erzincan kentinin Biyodost Kent Olarak Uygunluğunun Belirlenmesi’ isimli 1 adet Doktora Tezi yürütülmeye başlanmış, çalışmaya Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında fon sağlanmıştır. Ayrıca ‘Erzurum Kenti Okul Bahçelerinin Biyodost Yerleşke Kapsamında Analizi’ ve ‘Biyodost Kent Parkları Kavramı; Gaziantep Örneği’ isimli 2 Yüksek Lisans Tez konusu verilmiş, her iki araştırma devam etmektedir. Değişik

üniversitelerdeki ilgili bilim dallarında da lisans seviyesinde bu indeksin uygulanmasına yönelik çalışmalar başlatılmıştır.

Bu çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesine Biyodost Yerleşke kriterleri uygulanmış, araştırma sonucunda bahçe 100 puan üzerinden 86.0 puan alarak, Yüksek Derecede Biyodost Yerleşke kriterini yerine getirdiği belirlenmiştir. Bu durum alanın botanik bahçesi olması ile bitki çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı zorunlu ve diğer kriterleri sağlaması beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Kentlerdeki diğer yeşil alanlarda (Parklar, resmi kurum bahçeleri, eğitim dokusu bahçeleri, konut dokusu gibi) durum değişebileceği düşünülmektedir. Buna yönelik yeni araştırmalara ihtiyaç vardır. Nitekim bir kentin toplamda her bir açık-yeşil alan tipi kriterlere göre araştırılarak, ortalaması alınıp 60 ve yukarı puan alması durumunda ancak Biyodost Kent olabilecektir. Bir alanın yüksek puan alması kentin ortalamasına olumlu etki etse dahi, diğer alanların düşük puan alması kentin genel durumunu olumsuz etkileyecektir. Kentin tüm açık-yeşil alanlarında ve özellikle yeni yapılaşan yerleşimlerde indeks kriterlerine dikkat edilmesi durumunda kentin biyoçeşitliliği artırılmış olacaktır. Bu durumda her kent ilgili birimi mevcut açık-yeşil alanlarının biyoçeşitliliğini izleme ve değerlendirme komisyonları ile kayda geçirilmesi önerilmektedir.

Ata Botanik Bahçesi üzerinde puanlama kriterleri Yılmaz (2023a)'e göre yapılmış, bir takım kriterlerin uygulama aşamasında belirsizlikleri ile karşılaşılmıştır. İklim değişikliğine direnci, artırmak için yağmur hasad bahçesi ve yenilebilir enerji kaynağı varlığı kriterlere eklenmiştir. Ayrıca bir türün toplam tür oranının %10 'u olmalı kriteri uygulamada yaşanan zorluklardan dolayı değiştirilerek, türlerin bitki sayısının toplam bitki sayısına oranı olarak yenilenmiştir. Ayrıca zorunlu kriterlerden olan tür sayısı, meyveli tür sayısı ve doğal bitki sayısı alt kriterleri geliştirilmiştir (Çizelge 1).

Her bölgenin ve kentin doğal ve kültürel şartları farklı olacağından alan kullanım türüne göre de bazı küçük değişikliklerin olması olası görülmektedir. Önerilen bu indeks yeni uygulama alanları bulmakta olup, ortaya çıkan sorun ve ihtiyaçlara göre bazı değişikliklere açık olması bir avantaj olarak görülmektedir. Nitekim, Berthon vd., (2021)'a göre yeni yerleşim yerlerinin bitkisel tasarımında kentsel biyoçeşitliliğe

hangi bitki daha çok katkı sağlayacağı güncel bir tartışma konusu olmalıdır.

Biyodost Kent/Yerleşke uygulamalarının aşağıdaki faydaları beraberinde getirebileceği öngörülmektedir.

- BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine uygun olarak (URL 4), doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve ekonomiye kazandırılmasına yardımcı olabileceği,
- Kentsel biyoçeşitliliği tanıma, farkındalık oluşturma, koruma ve artırılmasına ile planlamalara kaynak oluşturacak verilerin ortaya konma fırsatı
- İklim değişikliği senaryolarına karşı kentsel peyzaj planlama yaklaşımlarında BİYODOST Yerleşke kavramı ile yeni bir sürdürülebilir kentsel yeşil alan yaklaşımı yakalama fırsatı
- Farklı meslek disiplinlerinin (Peyzaj Mimarı, Flora ve Fauna uzmanı, Ziraat Mühendisi, Orman Mühendisi, karar vericiler, halkın katılımı gibi) bir arada çalışmasına fırsat vermesi,
- İklim değişikliği senaryolarına duyarlı yeşil alan sistemi oluşturma ile dirençli kentlere katkı sağlanması, kentsel sulama ve bakım masraflarını azaltılması, ısı adası oluşumunun engellenme fırsatı,
- Doğal bitkilerin üretimine yönelik fidancılık ve buna bağlı sektörlerdeki olası gelişimlerle ekonomiye katkı sağlanması,
- Doğal ve meyvesi yenen bitkilerin yeşil alanlardaki kullanımının artırılması ile kent ekosistemi ve biyoçeşitlilik direncinin artmasına katkı sağlayacağı,
- Kentsel açık-yeşil alanların belirlenen sağlanması için alan uygulamalarına yönelik stratejilerin kentlerde karar vericiler, konu uzmanları ve halkın katılımı ile belirlenebileceği,
- Ülkemizin tüm kentleri için bu kavramın geliştirilmeye açık olduğu ve yapılacak bir model uygulama ile kent ve ülke bazında tanıtımın da yapılması ile bu kavrama bir marka değeri kazandırılabilceği düşünülmektedir.

Kentin tüm yeşil altyapı donatılarında Biyoçeşitliliğe Dost Kent kavramı (BİYODOST KENT) T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde karar vericiler, bilim dünyası ve uygulayıcıların katıldığı bu çalıştay kapsamında ele alınması, sonuç bildirgesinde bu kavramın uygulanmasına yönelik tavsiye kararlarına yer verilmesi oldukça önemli olup, kamuoyu oluşturulması, kavramın markalaşması ve tanınmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim bazı belediyelerin konuya ilgileri, indeksi kullanma istekleri umut verici olarak değerlendirilmiştir. Bu konuda yapılan araştırma ve yayınlar, yürütülen lisans, yüksek lisans ve doktora seviyesindeki araştırmalar da kavramın yaygınlaştırılmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Hızlı kentleşme ve küresel biyoçeşitlilik kaybı, kentsel ekoloji planlamasında politika, yönetim ve korumaya bilgi sağlayacak yeni araştırmaları zorunlu kılmaktadır. Yeni arayışlar olarak; biyoçeşitlilik kazancına karşı biyoçeşitlilik kaybının sosyo- ekonomik ve sosyal-ekolojik itici güçleri; biyolojik çeşitliliğin teknolojik değişime tepkisi, biyoçeşitlilik-ekosistem hizmet ilişkileri; biyoçeşitlilik için sığınak olarak kentsel alanlar, türlerin dinamik yapısı topluluk değişiklikleri ve altta yatan süreçler ve ekolojik ağlar üzerinde durulmalıdır. Kentsel alanlarda küresel çevre sorunlarına karşı kentsel biyoçeşitlilik araştırmaları, eğitimi ve uygulaması için kapasite oluşturmak amacıyla birçok alan ve disiplin arasında iletişim, kamuoyu bilincini artırmak ve iş birliği yapılmalıdır (Knapp vd., 2021).

Sonuç olarak tüm dünyada ve ülkemizde kentsel alanlarda nüfus artışları devam etmekte ve kentsel ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından açık-yeşil alanların korunması hayati önem taşımaktadır. Kentleşmenin yerel koşulları değiştirdiği ve kentsel yaşam alanlarını yerli bitki türleri için uygunsuz hale getirebileceği bilinmektedir (Sjöman vd., 2016). Bununla beraber doğal bitki türlerinin kentsel iklime daha dayanıklı olduğu da bilinmektedir. Ekosistem hizmetlerin sağladığı yararların etkinliğini artırmada da doğal koruluk, kent içi ve yakın çevresi üretken peyzaj alanları, akarsu koridorlarının korunması, doğal yapının korunarak fiziki planlamalara gidilmesi en etkili planlama yöntemidir.

Özellikle T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının yapmış olduğu 'Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi

Çalıştay'ın sonuç bildirgesine giren 'ilgili bakanlık nezdinde her bir kentin biyolojik kaynaklarını tespit etmek, izlemek, korumak ve geliştirmek' kararı kentsel biyoçeşitlilik sürdürülebilmesi açısından oldukça önemli bir gelişmedir.

Kent biyoçeşitliliğinin tanınması, korunması ve geliştirilmesi için BİYODOST KENT öneri bir kavram olup, bu konuda kamuoyu oluşturularak, tüm canlıların sürekliliği ve daha yaşanabilir kentler için yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Önerilen Biyodost Yerleşke/Kentler Kavramı ile;

- İklim değişikliği senaryolarına karşı kentsel peyzaj yaklaşımlarında biyoçeşitliliğe dost kent kavramı yeni bir yaklaşım olabileceği,
- Biyodost Yerleşke kavramı bileşenleri/kriterlerinin belirlenmesi yapılmış olmasına karşın, bu kriterle alan uygulamaları sonucu bu kavramın geliştirilebileceği,
- Kentsel açık-yeşil alanların Biyodost Kent kriterlerini sağlaması için alan uygulamalarına yönelik stratejilerin kentlerde karar vericiler, konu uzmanları ve halkın katılımı ile sağlanabileceği,
- Ülkemizin diğer kentleri için de bu kavram kentsel yeşil alanların herhangi birinde uygulanması ile yaygınlaştırılarak, tanıtımın da yapılması ile bu kavrama bir marka değeri kazandırılabilmesi sonucuna varılmıştır.

## **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Bu çalışma, Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından 2-4 Şubat 2024 tarihinde Kayseri’de “*Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi Çalıştayı*” kapsamında sunulmuştur. Çalıştay etkinliğinin düzenlenmesinden dolayı ilgili kuruluş ve yetkililerine teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmaya ışık tutan “Biyodost Kent Yerleşkesi Erzincan Kenti Örneği” konulu projeyi destekleyen Atatürk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne, çalışmanın görselleştirme aşamasında katkı sağlayan Arş. Gör. Cihad BİLGE’ye de teşekkür ederim.

## **Yazar katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Birinci yazar makaleye %100 katkıda bulunmuştur. Çıkar çatışması yoktur.

## Kaynaklar

- Abd Elraouf R, ELMokadem A, Megahed N, Eleinen OA, Eltarabily, S., 2022. Evaluating urban outdoor thermal comfort: a validation of ENVI-met simulation through field measurement. *Journal of Building Performance Simulation*, 15/2:268-286.
- Alves F M, Gonçalves A, Enjuto M, 2022. The Use of Envi-Met for the Assessment of Nature-Based Solutions' Potential Benefits in Industrial Parks—A Case Study of Argales Industrial Park (Valladolid, Spain). *Infrastructures*, 7(6), 85.
- Askan G, Yılmaz H. 2016. Erzincan kenti açık-yeşil alanlarında kullanılan bitkisel materyalin belirlenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 9(1), 57-74.
- Aslan B G, Yazıcı K, 2016. Yeşil altyapı sistemlerinde mevcut uygulamalar. *Ziraat Mühendisliği*, (363), 31-37.
- Aznarez C, Svenning JC, Taveira G, Baró F, Pascual U, 2022. Wildness and habitat quality drive spatial patterns of urban biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 228, 104570
- Balany F, Muttil N, Muthukumaran S, Wong MS, Ng AWM, 2022. Studying the Effect of Blue-Green Infrastructure on Microclimate and Human Thermal Comfort in Melbourne's Central Business District. *Sustainability*, 14(15), DOI 10.3390/su14159057
- Bartesaghi-Koc C, Osmond P, Peters A, 2020. Quantifying the seasonal cooling capacity of 'green infrastructure types' (GITs): An approach to assess and mitigate surface urban heat island in Sydney, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103893
- Berthon K, Thomas F, Bekessy S, 2021. The role of 'nativeness' in urban greening to support animal biodiversity *Landscape and Urban Planning*, 205, 103959
- Çakmak, M, Özden, F, Uslu, A., 2021. Kentsel alanlarda biyoçeşitliliği destekleyen tasarım yaklaşımları; Ankara Keçiören Atatürk Botanik Parkı örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Derneği*, 481):13-27.
- Demir Ü, Aydın A, 2020. Antalya Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkında insan aktivitelerinin böcek biyolojik çeşitliliğine etkisinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21 (4):349-354.
- Dikmen B, Yılmaz, H, 2021. Erzurum Kentsel Açık Yeşil Alanlarında Meyve Ağaçlarının Kullanımı. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 52(3,):262- 272



- Fuller RA., Irvine KN, Devine-Wright P, Warren PH, Gaston K.J , 2007. Psychological benefits of green spaces increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4): 390-384
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'farrell, Anderson E, Hamstead Z, Kremer, P. (2013). Urban ecosystem services. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities: A Global Assessment, 175-251.
- Güzel EG, Yeşil P, Güzel M, 2023 . Ordu Kent Mezarlıkları Örneğinde Kentsel Habitat Ağaçlarının Belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 12(1), 63-76.
- Hernandez-Santin C, Amati M, Bekessy S, Desha C., 2022. A Review of Existing Ecological Design Frameworks Enabling Biodiversity Inclusive Design. *Urban Science*, 6(4), 95.
- IPCC. 2021. Climate Change 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- Hoover FA, Meerow S, Coleman E, Grabowski Z, McPhearson T, 2023. Why go green? Comparing rationales and planning criteria for green infrastructure in U.S. city plans. *Landscape and Urban Planning*. 237, 104781
- Kendal D, Dobbs C, Lohr VI., 2014. Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry and Urban Greening*, 13 (3) :411-417
- Knapp S, Aronson MFJ, Carpenter E, Herrera-Montes A, Jung K, Kotze DJ, Sorte FA, Lepczyk CA, MacGregor-Fors I, MacIvor JS, Moretti M, Nilon CH, Piana MR, Rega-Brodsky CC, Salisbury A, Threlfall CG, Trisos C, Williams NSG, Hahs AK, 2021. 2021.A Research Agenda for Urban Biodiversity in the Global Extinction Crisis. *BioScience*, 71(3):268–279
- Kowarik I, 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159:1974–1983
- Liu, J, Slik, F., 2021. Are Street trees friendly to biodiversity?. *Landscape and Urban Planning*, 218, 104304.
- Liu,J, Zhao, Y, Si, X, Feng, G, Slik,F, Zhang J, 2021. University campuses as valuable resources for urban biodiversity research and conservation. *Urban Forestry and Urban Greening*, 64, 127255

- Mc Phearson, T., Karki, M., Herzog, C., Santiago Fink, H., Abbadie, L., Kremer, P., Clark, C. M., Palmer, M. I., and Perini, K. (2018). Urban ecosystems and biodiversity. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press. New York. 257–318
- Mısırlıoğlu, M, 2019. Zoolojik servetimiz-Türkiye Faunası. TUBİTAK yayınları, *Bilim ve Teknik*, 72-82.
- Middel, A., Chhetri, N., Quay, R. 2015. “Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods”, *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(1), 178-186.
- Morpurgo J, Remme, RP, Bodegom PV, 2020. CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for assessing ecosystem services and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 234, 104726
- Mutlu SS, Selim C, Gülçin ÜN, 2017. Plant biodiversity of urban roadside trees in Antalya, Turkey. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 17(1), 80-87.
- Müller N, Ignatieva M, Nilon J, Werner P., 2013. Patterns and Trends in Urban Biodiversity and Landscape DOI:10.1007/978-94-007-7088-1\_10 ‘Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities’, 123-174
- Nordon BA, Evans KL, Warren PH, 2016. Urban biodiversity and landscape ecology; patterns, process and planning. *Landscape Design and Planning* 1:178-192.
- O’Connor, L. M., Pollock, L. J., Renaud, J., Verhagen, W., Verburg, P. H., Lavorel, S., ... & Thuiller, W. 2021. Balancing conservation priorities for nature and for people in Europe. *Science*, 372(6544), 856-860.
- Oke, C., Bekessy, S. A., Frantzeskaki, N., Bush, J., Fitzsimons, J. A., Garrard, G. E., ... & Gawler, S. 2021. Cities should respond to the biodiversity extinction crisis. *Urban Sustainability*, 1(1), 11.
- Özgeriş M., 2023. Kent ekosisteminde biyoçeşitliliğin önemi ve kentsel biyoçeşitlilik indeksleri. *Mimarlık, Planlama Ve Tasarımda Öncü Ve Çağdaş Çalışmalar*, Prof. Dr. Mehmet Emin Başar, Dr. Öğr.

- Üyesi İlknur Acar Ata, Editör, Duvar Yayınları, İzmir, Ss.163-181
- Panwar H., 2021. Urban Biodiversity. Edit. Raina Singh, Vaishnavi. T. G. Shankar, Amanjot Kaur and Mohini Bhaisare, Climate Centre for Cities National Institute of Urban Affairs India
- Peschardt KK, Stigsdotter UK, Schipperrijn J., 2016. Identifying features of pocket parks that may be related to healthy promoting use. *Landscape Research*, 41(1): 79-94.
- Pyšek P, Chocholoušková Z, Pyšek A, Jarošík V, Chytrý, M, Tichý L. 2004. Trends in species diversity and composition of urban vegetation over three decades. *Journal of Vegetation Science*, 15, 781–788
- Rega Brodsky CC, Aronson M, Piana MR, Carpenter ES, Hahs AK, Herrera Montes A, Knapp, S, Kotze DJ, Lepczyk, CA, Moretti M, Salisbury AB, Williams NSG, Jung K, Katti M, MacGregor Fors I, MacIvor JS, La Sorte FA, Sheel V, Threfall CG, Nilon CH, 2022. Urban biodiversity: State of the science and future directions. *Urban Ecosystems*, 25:1083-1096
- Selim C, Mutlu SS, Selim S., 2015. Kentsel alanlarda biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği ve koruma yaklaşımları. *Türk Bilimsel Derlemeler Derg.*, 8(1):38-45
- Silva RT, Lambry T, Cameron E, Belluau M, Paquette A, 2023. Urban forests – Different ownership translates to greater diversity of trees. *Urban Forestry and Urban Greening*, 88, 128084
- Sjöman H, Morgenroth J, Sjöman JD, Sæbø A, Kowarik I, 2016. Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban Forestry and Urban Greening*, 18: 237-241
- Sukopp H, Wurzel, A., 2003. The effects of climate change on the vegetation of central European cities. *Urban Habitats*, 1: 66–86
- Ouyang WL, Morakinyo TE, Lee Y, Tan, Z, Ren C, Ng E, 2023. How to quantify the cooling effects of green infrastructure strategies from a spatio-temporal perspective: Experience from a parametric study. *Landscape and Urban Planning*, 237, 104808
- Yılmaz H, Irmak MA, 2004. Atatürk Üniversitesi Merkez yerleşkesi odunsu bitkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 35 (1-2), 89-96, 2004

- Yılmaz H, Demircioğlu N, Yılmaz S., 2008. Effects of snow reflected light levels on human visual comfort. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144:367-375
- Yılmaz H., 2012. <https://www.plantdergisi.com/yazi-botanik-bahcelerinin-onemi-ve-ataturk-universitesi-ata-botanik-bahcesi-9.html>
- Yılmaz, S, Mutlu, E ,Yılmaz, H, 2018. Alternative scenarios for ecological urbanizations using ENVI-met model. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(26):26307-26321
- Yılmaz S, Mutlu B E, Aksu A, Mutlu E, Qaid A., 2021. Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3): 3672-3693. DOI 10.1007/s11356-020-10555-z
- Yılmaz H., 2023a The concept of a biodiverse-friendly city in the face of climate change. III. International Architectural Sciences- And Application Symposium. September 14-15, 1032-1038, Naples, Italy, Doi: 10.528/zenodo.10032598
- Yılmaz H, 2023b. The Concept Of A Biodiverse-Friendly City In The Face Of Climate Change, III. International Architectural Sciences and Applications Symposium September 14-15, 1032-1038, Naples, Italy
- Young C, Hofmann M, Frey D, Moretti M, Nicole Bauer N, 2020. Psychological restoration in urban gardens related to garden type, biodiversity and garden-related stress. *Landscape and Urban Planning*, 198, 103777
- Zari MP, 2018. The importance of urban biodiversity – an ecosystem services approach. *Biodiversity International Journal*, 2/ 4
- URL 1, 2023. <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/sharm-el-sheikh-climate-change-conference-november-2022/five-key-takeaways-from-cop27?> Erişim tarihi;29.05.2023
- URL 2. <https://www.asla.org/greeninfrastructure.aspx>
- URL 3. <https://www.tanap.com/store/file/TANAP-COP28-izlenimleri-Ocak2024.pdf>
- URL 4, 2023. <https://www.kureselamaclar.org/>, Erişim tarihi: 29.05.2023.

**Prof. Dr. Hasan YILMAZ**

E-mail: [hyilmaz@atauni.edu.tr](mailto:hyilmaz@atauni.edu.tr)

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Atatürk University

Yüksek Lisans: Atatürk University

Doktora: Ege University

Mesleki Deneyim: Ekim 1987



---

## Kentsel Biyoçeşitlilik

---

**Prof. Dr. Hasan YILMAZ** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Erzurum/Türkiye.

ORCID: 0000-0003-3768-4760

E-mail: hyilmaz@atauni.edu.tr

---

**Citation:** Yılmaz, H. (2024). Kentsel Biyoçeşitlilik. İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 12, 327-356. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications.

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698885>

---

## 1. Giriş

Ülkemiz 12 binin üzerinde bitki türü, 3 binin üzerinde endemik bitki türü mevcuttur. Mısırlıoğlu (2019)'na göre 446 kuş türü, 160 memeli olmak üzere ve diğer türlerle birlikte toplam 1279 omurgalı tür mevcuttur. Ülkemiz zengin flora ve faunası ile eşine az rastlanır biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Farklı ekosistemler üzerinde kendine yaşam alanı bulan doğal bitki türlerimiz ekolojik, ekonomik, estetik, sosyo-psikolojik faydaları ile tüm canlılar için vazgeçilemez fırsatlar sunmaktadır. Bitkiler fauna ile beraber doğal, yarı doğal ve kültürel alanlarda özel habitatlar oluşturmaktadır. Doğada bitki sosyolojisi açısından kendine özgü ekosistemlerde bir denge içinde süregelen bir ilişki, dinamik ve dirençli bir sistem mevcuttur.

Biy çeşitlilik kavramı ayrıntılı olarak ilk kez 1992 yılında Brezilya'nın Rio De Janeiro kentinde 150 ülke liderinin katılımı ile ele alınmış, biyolojik kaynakların korunması ve sürdürülebilir kullanımın adil şekilde sağlanması üzerine sözleşme imzalanmıştır. Daha sonra birçok ülke biy çeşitlilik eylem planları kapsamında yeşil altyapı, ekosistem hizmetleri, yaşanabilir kentler, eko-kentler, yeşil kentler, dirençli kentler, Cittaslow yerleşimler, yeşil başkentler, yeşil binalar, biy çeşitlilik indeksleri gibi kavramları gündeme getirmiştir.

Kentlerde yaşam alanları yeşil alanlarla zenginleştirilmeye çalışılmakla beraber, biyolojik çeşitliliğin yok olması krizine olumlu katkıda bulunmak için yerel yönetimlerin biyolojik çeşitliliğe yönelik eylemleri açıkça hedeflemesi gerekmektedir. 2021 BM Biy çeşitlilik Konferansı öncesinde yerel yönetimlerin çabalarını artırmak için Biy çeşitlilik ve Ekosistem Hizmetlerine ilişkin Hükümetler arası Bilim-Politika Platformu (IPBES) çerçevesi 'doğa, toplum ve kültür için doğa' uygulaması olarak belirlemiştir. BM'nin 'Doğa ile Uyum İçinde Yaşama Vizyonu' ancak kentlerin doğa, toplum ve kültür için biyolojik çeşitliliğin korunmasındaki rolleri açısından tanınması ve kaynak sağlanmasıyla gerçekleştirilebileceği vurgulanmaktadır (Oke vd., 2021).

Kentlerin planlama ve tasarımında ve yönetiminde doğayı ön planda tutan kentler biyofilik kent olarak tanımlanmaktadır (Beatley, 2011). Bu sistemde, insanın doğayla uyumlu bir ilişkisi olup, kentler doğa ve doğal sistemler tarafından sağlanan birçok çevresel ve ekonomik değer ile olumlu bir etkileşim içindedir.



İnsanların bitki türlerini taşıma ve yerel biyoçeşitliliği etkileme konusunda uzun bir geçmişi vardır. Bitkiler gibi, yaban hayatı türlerinin hayatta kalması ve çoğalması kentsel peyzaj alanlarının varlığı ile doğrudan ilişkilidir. Kentlerdeki bitkiler ve hayvanlar, sosyal ve ekolojik sistemlerin varlığı ile etkileşimi, genellikle o kente özgü benzersiz biyotik topluluklar oluştururlar.

Ekolojik altyapı kavramı, yapılı çevrenin içindeki veya yakınındaki su ve bitki örtüsünün farklı mekânsal ölçeklerde (bina, sokak, mahalle ve bölge) ekosistem hizmetlerinin sağlanmasında oynadığı rolü ifade etmektedir. Ekolojik altyapı, park ve bahçeler, kent ormanları, kamu bahçeleri, yeşil çatı ve yüzeyler, durgun ve hareketli su yüzeyleri, yol ağaçları, mezarlıklar gibi kent içinde ve yakınında bulunan tüm yeşil ve mavi altyapıdan oluşur (EEA, 2011).

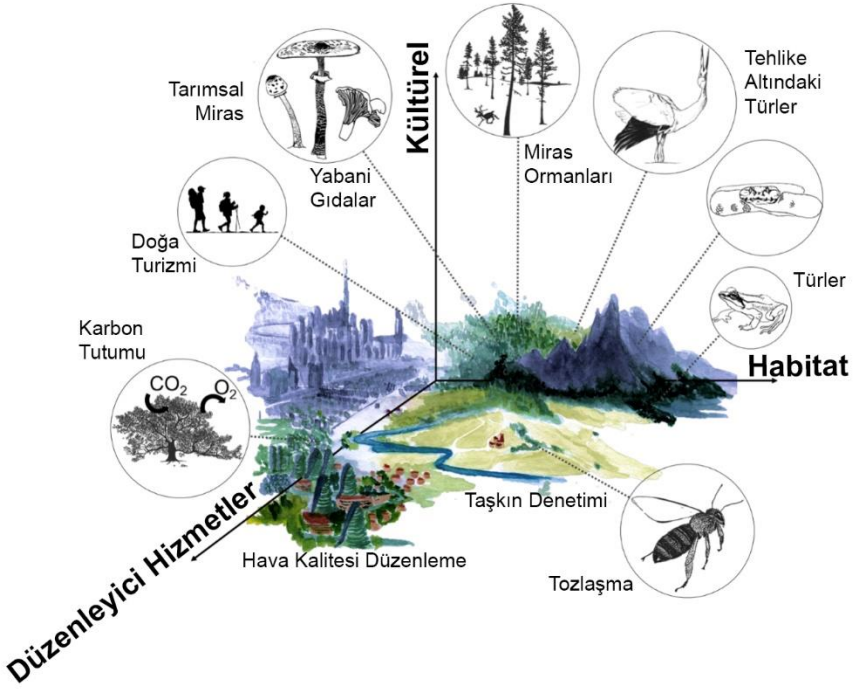
Kentsel ekosistemlerin sınırlarını net olarak ortaya koymak oldukça zordur. İnsanlar kentsel çevreye çeşitli maddi, manevi, estetik ve diğer değerleri katarlar. Son yıllarda giderek artan araştırma ve literatür bilgisi, kentsel ekosistem hizmetlerine ilişkin anlayışı biyofiziksel, ekonomik ve sosyo-kültürel boyutlarıyla geliştirmeye başlamıştır. Konunun yaygınlaşmasında kentsel ekosistem hizmetleri, Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi ve Ekosistemler ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi gibi büyük girişimler tarafından ele alınması rol oynamıştır. Bununla beraber kentleşmenin biyoçeşitlilik ve ekosistemler üzerindeki etkilerinin yanı sıra kentsel alanlarda ekosistem restorasyonunun potansiyel faydaları da yeterince anlaşılmamıştır (Gomez-Baggethun vd., 2013).

### **Kentsel Biyoçeşitlilik**

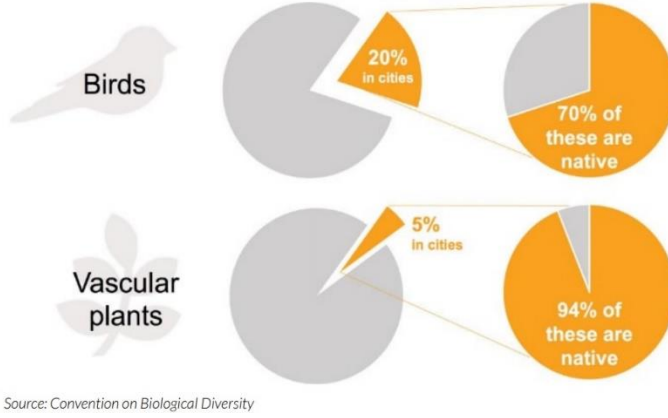
Biyoçeşitlilik; bir alandaki canlı türlerin çeşitliliği, türlere ait genetik çeşitlilik, ekosistem ve ekolojik ilişkilerin çeşitliliği olarak tanımlanmaktadır. Kentsel biyoçeşitlilik; kentsel ekosistemlerde değişik yaşam alanlarındaki flora ve fauna çeşitliliği olarak tanımlanmaktadır. Tür çeşitliliği bir alandaki canlı türlerin sayısı olup, her tür ekosistemdeki diğer bitki ve fauna ile bir şekilde ilişki içindedir. Bir alanda çok sayıda tür, türlerin genetik çeşitliliği, türler arasında rekabeti artırmış olsa bile birbirlerini tamamlayarak ekosistem direncini artırır. Müller vd., (2013)'a göre Kentsel biyoçeşitlilik; canlı organizmaların (genetik çeşitlilik dâhil) çeşitliliği veya zenginliği ve

bolluğu ve çevrede ve kenarlarında bulunan habitat alanlarıdır. Türler, kırsal kesimden kentsel çekirdeğe kadar değişir.

Doğanın insanoğluna sunduğu eşsiz ekosistem hizmetleri bulunmaktadır(URL 1). Ekosistem, insan etkisinden bağımsız biyoçeşitlilik ve ekosistem işleyişi (Habitat değeri), doğadan geleneksel yararlanma (Kültürel değer), sel kontrolü, hava kalitesini iyileştirme, tozlaşmaya katkı sağlama, iklimi düzenleme (Düzenleyici değer) gibi birçok hayati rol oynar (Şekil 1).



Şekil 1. Doğal Ekosistemin Yararları (URL 1; Görselleştirme: Dr. Camille Martinez-Almoyna)



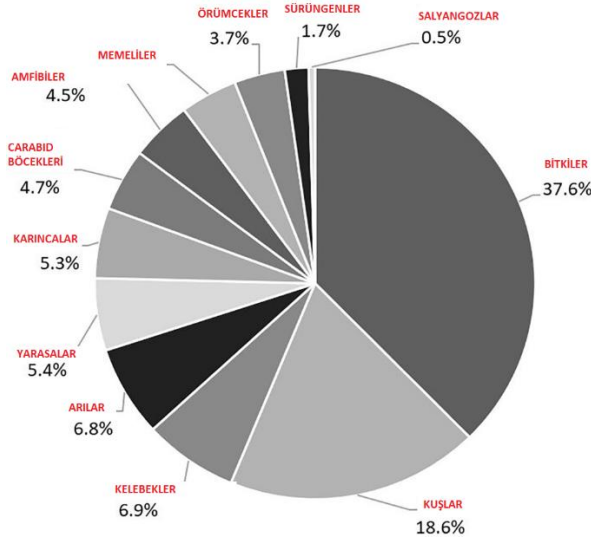
**Şekil 2.** Kentler Flora ve Faunaya Ev Sahipliği Yapmaktadır.

Avrupa'da yüksek düzeyde habitat parçalanması ve uzun insani gelişme geçmişi, kıtanın biyolojik çeşitliliğini şekillendirmiştir. Gezegendeki en yoğun korunan alan ağı olan Natura 2000, sıkı doğa rezervlerinden çoklu kullanım alanlarına kadar çeşitli yönetim uygulamalarını bünyesinde barındırmaktadır. Türlerin tükenmesinin ve doğanın insanlara yaptığı katkıların bozulmasının durdurulması için korumanın 2030 yılına kadar dünya alanının en az %30'unu kapsayacak şekilde genişletilmesi yönünde yakın zamanda politika çağrıları yapılmıştır (O'Connor vd., 2021).

Özellikle insan nüfusunun artması ve bununla beraber kentlerdeki alan kullanım değişikliği nedeni ile biyolojik çeşitlilik kaybı neredeyse hız kesmeden devam etmektedir (Rega-Brodsky vd., 2022). Kentlerdeki hızlı fiziki yapıdaki değişimler ile açık ve yeşil alanların elden çıkmakta, iklim değişiklikleri ile kentsel biyoçeşitlilik giderek daha fazla baskılara maruz kalmaktadır. Bununla beraber kentsel yaşam ve habitat çeşitliliğinin, heterojen yapısının çok yönlülüğü ve zenginliği değişik canlılara yaşam ortamı hazırlar. Kentlerde biyoçeşitlilik şaşırtıcı oranda yüksektir. Egzotik /yerli olmayan türler için kentler uygun ekolojilere sahiptir. Büyük ve eski kentler daha fazla çeşitliliğe sahip olup, bitkilerin birçoğu yerli ve endemik olabilmektedir (Panwar, 2021). Yapılan değişik araştırmalarda kent içindeki biyolojik çeşitliliğin kent çevresine göre daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Daha büyük kentsel peyzajlar küçük kentsel peyzajlardan daha fazla

yerli olmayan türe sahip olduğu tespit edilmiştir (Pyšek vd., 2004). Aynı durum kentsel fauna için de geçerli olup, insan aktivitelerinin yoğun olduğu alanlarda böcek çeşitliliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Demir ve Aydın, 2020).

Dünyadaki şehirlerde doğa temelli çözümlerin uygulanmasına rağmen, araştırmaların yalnızca %5'i biyoçeşitliliği ekosistem işlevi ve hizmetleriyle ilişkili olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmalar içinde daha çok bitki ve kuş çeşitliliği üzerine odaklanmıştır (Şekil 3). Biyoçeşitliliğin sıcak noktalarına odaklanarak, daha çeşitli taksonomik grupları ve kentsel sistemleri kapsayan araştırmalara ihtiyaç olduğu bildirilmektedir (Rega-Brodsky vd., 2022).



**Şekil 3.** Kentsel Alanlarda Yapılan Biyoçeşitlilik Araştırmalarının Dağılımları (Rega-Brodsky vd., 2022)

Kentsel alanlarda bulunan büyük veya küçük açık-yeşil alanlarda, korunmuş yapı kitleleri arasında, yapı yüzeylerinde bitki ve hayvan taksonları yaşam alanı bulmaktadır (Şekil 4). Kent ormanındaki çeşitlilik dayanıklılığı artırır ve ekosistem hizmetlerini geliştirir (Şekil 5). Çoğu kentsel ağaç envanteri yalnızca kamu arazisinde bulunan ağaçları içermekte olup, halka açık ağaçlara odaklanmak, çeşitliliğin ve dayanıklılığın hafife alınmasına neden olabilmektedir. Ağaç bolluğu ve çeşitliliği arazi mülkiyeti türüne göre farklılık göstermektedir (Silva vd., 2023).



Kemah/Erzincan, 2023



Kentsel yeşil doku bağlantısı biyolojik yaşama katkı sağlar/Erzincan



Botanik bahçeleri kentsel biyoçeşitliliğin en fazla olduğu alanlardır/Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesi-Erzurum



Kentsel tarım alanları Quito Bildirgesine/Ekvator göre mutlak korunması gereken alanlar olup, kent ekosistemi için vazgeçilmez alanlardır. /Prague



Kentsel su yüzeyleri estetik ve ekolojik özellikleri yanısıra birçok canlıya yaşam ortamı hazırlar/Zaryadye park/Moskova.

**Şekil 4.** Kentsel Yeşil Doku Tüm Canlılar için Yaşam Ortamı Oluşturur.



URL-3



Kral kelebekler her yıl iklim değişikliklerinde ABD ile Meksika arasında göç etmekte ve izleyicilere görsel şölen sunmaktadır (URL-2).



URL-3

**Şekil 5.** Kentsel Alanlarda Fauna Sayısı Arttıkça Biyoçeşitlilik Direnci de Artmaktadır.

Kentsel biyoçeşitliliğe fırsat veren açık-yeşil alanlar üzerine daha çok bitki türleri, yoğunlukları, kentsel ısı adası etkilerinin azaltılması, rekreasyon işlevleri, estetik değerleri gibi konularda araştırmalar yapılmakta olup, bütüncül biyoçeşitlilik araştırmaları yetersiz olduğu görülmektedir. Bununla beraber bazı kentler geliştirilen biyoçeşitlilik indekslerine göre kentlerin biyolojik çeşitliklerini izleyebilmektedir.

Bu indekslerden;

- Simpson ve Shannon-Winner İndeks bitki türlerinin bolluğu ve çeşitliliği üzerine geliştirilmiştir.
- 2008 yılında Singapur'da geliştirilen ve birçok ülke kentleri tarafından kullanılmaya başlanan Şehir Biyoçeşitlilik İndeksi/Singapur İndeksi kentsel biyoçeşitliliği bütüncül olarak ele almaktadır. Bu indeks değerlendirilmesinde doğal alanlar, korunan alanlar, bitki türleri, kuş türleri, yeşil altyapıya ayrılan bütçe, halkın katılımı gibi kriterlere verilen puanlardan oluşmaktadır (Panwar, 2021).
- 2017 yılında geliştirilen Avrupa Kentsel Biyoçeşitlilik İndeksi , daha çok bitki ve hayvan türleri, doğal alanların oranı ve yeşil alanların erişilebilirliğini kapsamaktadır (Özgeriş, 2023).
- Biyodost Kent İndeksi ise 2023 yılında geliştirilmiş olup, her bir alan kullanımına ayrı ayrı uygulama şansı bulunan, doğal bitki türü oranı ile etli meyve türü oranını, bitki türü sayısı ile alandaki faunayı izleyebilen bir değerlendirme sistemi olup (Yılmaz, 2023), bazı kentsel alanlarda indekse yönelik ilk araştırmalara başlanılmıştır.

### **Kentleşmenin Kent Biyoçeşitliliğine Etkisi**

Bugün dünyada nüfusun yarı kentlerde yaşamakta olup, 2050 yılına kadar bu oranın %70'lere çıkması beklenmektedir (IPCC. 2021). Kentleşme ile beraber kentsel açık-yeşil alanlar, tarım alanları gibi üretken peyzaj alanları zarar görmekte, habitatlar parçalanmakta ve kentsel biyoçeşitlilik üzerine baskılar giderek artmaktadır. Yabancı menşeyli/Egzotik bitkilerin kentleri giderek istila etmesi, kentsel ekosistemlerdeki hızlı fiziki yapı değişimleri ve oluşan çevre kirlilikleri, doğal ve yarı doğal alanlarla olan ekolojik koridorların/habitatların parçalanması, topoğrafyanın değişmesi ile kentsel biyoçeşitlilik direnci giderek azalmaktadır.

Hızlanan kentleşme karşısında kentsel ekoloji, birçok araştırma alanında kökleri olan, geleceğin şehirlerini geliştirmek için önemli bir multidisipliner bilimdir. Kentsel büyümenin devam eden zorluklarının ışığında, kentsel sistemlere ilişkin anlayışımızı kolaylaştıran ve sürdürülebilir şehirler için desteklenen çözümlere yönelik konuları belirlemek amacıyla kentsel ekolojideki araştırma konularını aydınlatmak ümit vericidir (Kowarik, 2023).

ABD'deki gökdelenlerin yılda yaklaşık 600 milyon kuşun ölümüne neden olduğu öne sürülmüştür. Cornell Kuşbilimi Laboratuvarı araştırmasına göre gökdelenlerin yapay ışıkları nedeniyle özellikle göç sezonunda yön duygularını kaybeden kuşlar için büyük tehlike oluşturdukları tespit edilmiştir. *Frontiers in Ecology and the Environment* dergisinde yayımlanan araştırmaya göre, ABD'de kuşlar için en tehlikeli kent Chicago olup (Şekil 6), bunu Houston ve Dallas'ın izlediği belirtilmiştir (URL 4).



**Şekil 6.**Gökdelenlerin parlak ve ışıklı yüzeyleri kuşlar için tehlike oluşturmaktadır /Chicago

Kentsel ekosistemler soğuk bölgelerde daha sıcak olduğundan bitki büyümesinin daha uzun olması, kendine korunmuş yapı çevrelerinde alan bulması, lokal sulamalar ve nem varlığı, bilinçli veya bilinçsiz gıda varlığı, bitki materyalinin gıda üretimi biyoçeşitliliğe avantaj sağlamaktadır. İlk kentsel biyoçeşitlilik araştırmaları kentsel ve kentsel olmayan alanlar arasında yeni türlerin bir araya gelmesi yeni yaşam alanları oluşmaya başladığını göstermiştir (Kowarik, 2011). Sukopp ve



Wurzel (2003)'e göre ekolojik ve sosyo-ekonomik faktörlerin kentsel alanlardaki bitki örtüsünü etkilemesine rağmen, kentlerde doğallaşan yerli olmayan istilacı türlerin çoğunun daha sıcak bölgelerden geldiği ve daha elverişli iklimden faydalandıkları tespit edilmiştir.

Biyolojik çeşitlilik kaybı hem insanlardan kaynaklanan hem de insanları etkileyen acil küresel sorundur. Artık çoğu insan kentlerde yaşadığından kentlerin biyoçeşitliliği ve bu çeşitliliğin insanları nasıl etkilediğini anlamaya yönelik çalışmalara büyük ihtiyaç vardır (Zari, 2018). İnsanların biyoçeşitliliği etkilemesi gibi, biyolojik çeşitlilik kaybı da iklim değişikliklerinin artması, değişikliklere karşı direncin azalması ve ekosistem hizmetlerinin nitelik veya niceliğinin azalması açısından insanları etkiler.

Kentleşme ile beraber parklar, yeşil yollar, yeşil koridorlar, yeşil yapı yüzeyleri gibi modern biyoçeşitlilik alanları elde edilirken, orman alanları, tarım alanları (Şekil 7), açık-yeşil alanlar, akarsu ve su yüzeylerinin yok olması veya bozulması ile kentsel iklimin değişmesi gibi olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir (Çakmak vd., 2021).



Kentsel tarım toprakları kentleşmenin baskısı altında olup, üretken peyzajlar kentleşmeye yenik düşmektedir.

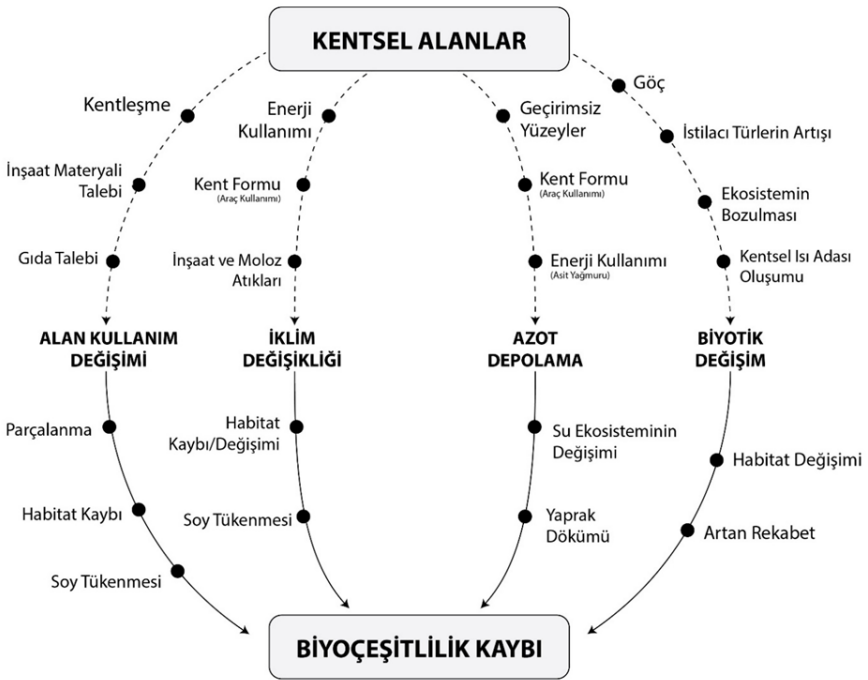


Çarpık kentleşme ile yeşilden mahrum, dış etkilere direnci az, kullanıcısı ile barışık olmayan kentsel mekanlar ortaya çıkabilmektedir.

**Şekil 7.** Kentleşmenin Ortaya Çıkardığı Yanlış Alan Kullanımları

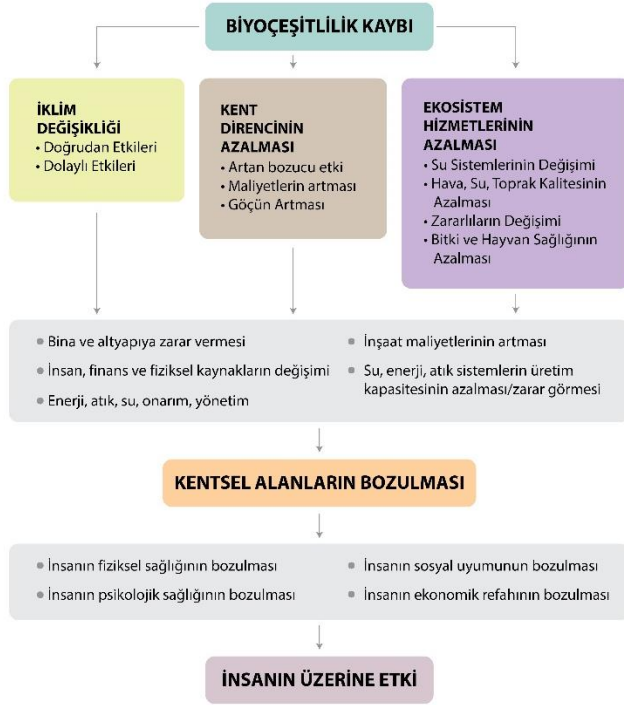
Kentleşme ile beraber ortaya birtakım olumsuzluklar ile (Zari, 2018);

- Alan kullanım değişimi/habitat parçalanması
- İklim değişimi/kentsel ısı adası oluşumu
- Azot birikmesi/sucul ekosistemlerin değişimi
- Biyotik değişim kentsel biyoçeşitliliğe olumsuz etki etmektedir (Şekil 8)



Şekil 8. Kentleşmenin Biyoçeşitlilik Üzerine Olan Olumsuz Etkileri (Zari, 2018).

Kentleşme ile yaşam ortamlarının bozulması sonucu biyoçeşitlilik kaybı yaşanmakta bunun sonucu, iklim değişikliği, kentsel direncin azalması ve ekosistem hizmetlerin aksaması ile doğrudan insanı etkileyen bir süreç yaşanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Biyoçeşitlilik Kaybının Etkileri (Zari, 2018)

## Kentsel Biyoçeşitliliğin Faydaları

Kentsel Biyoçeşitliliğin korunması sadece bitki, kuş ve birkaç hayvan için değil, başta insan olmak üzere tüm canlılar için hayati öneme sahiptir. Kentsel biyoçeşitlilik Ekosistem/Habitat hizmetleri, Düzenleyici hizmetler, Kültürel hizmetler ve Destekleyici hizmetler olarak birçok yararları vardır (EEA, 2011; Panwar, 2021).

## Ekosistem Hizmetleri

Ekosistem hizmetleri insanların ekosistemden elde ettikleri faydalar olup, kentsel biyoçeşitliliğin sağladığı en önemli işlev ekosistem bütünlüğüdür. Bu hizmetlerin bazıları (Panwar, 2021);

- Gıda sağlama/besin zincirine katkı
- Su sağlama
- Endüstri, kereste ve odun sağlama
- Enerji kaynağı, alternatif enerji
- İlaç hammaddesi

- Diğer hizmetler olarak sınıflandırılmıştır.

### **EEA(2011)'e göre ise habitat hizmetleri**

1-Biyçeşitliliği koruma/tür koruma olarak ele alınmıştır. Bunlar ise

- Türler için habitatlar
- Göç eden türler için geçirgenlik
- Habitatları birbirine bağlamak olarak değerlendirilmiştir.

### **Düzenleyici Hizmetleri**

- Toprak ve hava kalitesi/iklimi düzenleme/kaliteyi artırma
- Hastalık kontrolü
- Tozlaşmanın sağlanması/biyolojik kontrol
- Yabancı türlere direnç
- Selin önlenmesi

Salgın hastalıkları engelleme (Panwar, 2021).

### **EEA (2011)'e göre ise düzenleyici hizmetler olarak**

1-İklim değişikliğine uyum

- Kentsel ısı adası etkisini azaltmak
- Ekosistemlerin iklim değişikliğine karşı direncini artırmak
- Sel tehlikesine karşı sel suyunun depolanması ve yüzey suyu ulaşımının düzenlenmesi

2-İklim değişikliği etkisinin azaltılması

- Karbon tutumu
- Sürdürülebilir ulaşım sistemi
- Isıtma ve soğutma enerjisinin azaltılması
- Yenilebilir enerji teşviki

### **Kültürel Hizmetleri**

- Eğitim ve bilgi/doğa ile uyum/doğayı tanıma
- Estetik değer kazandırma
- Rekreasyon/rahatlama ve ruh sağlığı

- Manevi ve mistik değer (Panwar, 2021)

## **EEA (2011)'e göre ise kültür hizmetleri**

### 1-Rekreasyon, esenlik, sağlık

- Rekreasyon
- Alan duygusu
- Temiz hava
- Turizm/Eko-turizm

### 2-Arazi ve mülk değeri üzerine olumlu katkı

### 3-Kültür ve topluluklar

- Yerel farklılık
- Eğitim ve sosyal etkileşim fırsatları
- Turizm fırsatları

## **Destekleyici Hizmetleri**

- -N döngüsü/habitatların üretim devamlılığı
- -Toprağın yenilenmesi/arınması
- -Güneş enerjisinin bitkilerde dönüşümü (Panwar, 2021)

## **EEA (2011)'e göre ise destekleyici hizmetler**

### 1-Su yönetimi

- Sürdürülebilir drenaj sistemleri-yüzey suyu akışının azaltılması
- Yeraltına suyun sızmasının teşvik edilmesi
- Kirletici suların uzaklaştırılması

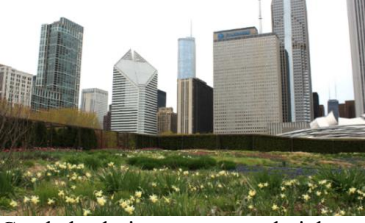
### 2-Gıda retimi ve güvenliği

- Bahçe tahsisi
- Tarım arazisi potansiyelini korumak
- Toprak besin döngüsü
- Toprak erozyonunu önlemek olarak değerlendirilmiştir.

Kentsel biyolojik çeşitliliğin korunmasında kentsel yeşil ve mavi altyapı (UGBS) oldukça önemlidir. Yapılan birçok araştıрма,

UGBS'nin kentsel refah için faydaları üzerine olup, kentsel biyoçeşitliliğin ekolojik etkisini halen tam olarak ortaya koyan araştırma sayısı azdır (Aznarez vd., 2022). Biyoçeşitlilik ve doğanın insanlara yaptığı katkılar açısından kilit alanların korunmasına acil bir ihtiyaç vardır (O'Connor vd., 2021).

Kentsel açık-yeşil alanlar ekolojik, ekonomik, sosyo-psikolojik, estetik, rekreasyonel ve biyoçeşitliliğe katkı sağlama gibi birçok fonksiyonu yerine getirirler (Fuller vd., 2007; Yılmaz vd., 2008; Kendal vd., 2014; Middel vd., 2015; Peschard vd., 2016; Yılmaz vd., 2018; Bartesaghi-Koc, 2020; Balany vd., 2022; Quyang vd., 2023; Young vd., 2020). İklimi düzenleme, olumsuz etkilerini azaltma ve termal konfor açısından daha yaşanabilir kentsel ortamlar oluştururlar (Şekil 10; Şekil 11). Özellikle iklim değişikliğe bağlı olarak artan kentsel ısı adası oluşumu engelleme konusunda kentsel yeşil alanların önemi giderek artmaktadır (Yılmaz vd., 2021).



Çatı bahçeleri ve yapı yüzeyleri kent iklimi ve estetiğine katkısı yanında biyoçeşitliliğin artmasında oldukça etkilidirler/Milenyum Park-Chicago



Konut dokusu yeşil alan uyumu/Zürih

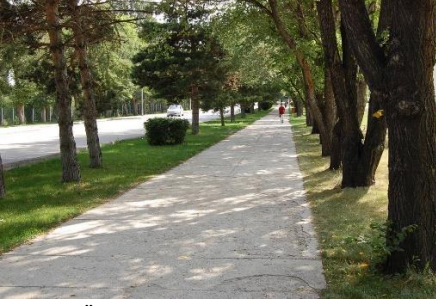


Doğal türlerin kentsel ortama uyumu /High Line/Manhattan



Bitki materyali kentsel ısı adası oluşumunu azaltır/Chicago

**Şekil 10.** Kentsel Yeşil Altyapı İklim Değişikliğine Karşı Kent Direncini Artırırlar.



Atatürk Üniversitesi Kampüsü/Erzurum



Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesi/Erzurum



Central Park-2018/New York



Bryant Park/Manhattan

**Şekil 11.** Kentsel Peyzaj Alanları Görsel Etki, Rekreasyon Fırsatları Yanında Termal Konforunun Artmasına Katkı Sağlarlar.

Mavi-yeşil altyapı planlaması, nüfusunun artması sonucu hızla büyüyen kentleri daha sürdürülebilir kılmak ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilen, sürdürülebilir kentler yaratılmak için benimsenen yapısal çözümlerden birisidir. Yeşil altyapı, toplulukların gelecek nesiller için temiz hava ve su ile yaşanabilir bir çevreye sahip olmasını sağlayarak, giderek önemli bir duruma gelmektedir (Morpurgo vd., 2020; Hoover vd., 2023; URL 5).

### **Sonuç ve Öneriler**

Kentsel biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler iklim değişikliğinden oldukça etkilenmekte olup, bu alanların iklim üzerine olan olası faydaları aşağıda verilmiştir (MC Pearson, 2018).

- Kentsel ekosistemler biyolojik çeşitlilik açısından zengindir ve iklim değişikliğine uyum ve iklim değişikliğinin azaltılması için kritik doğal sermaye sağlar.

- İklim değışikliği ve kentleşmenin biyolojik çeşitlilik sıcak noktalarının, kentsel türlerin ve kritik ekosistem hizmetlerinin hassasiyetini artırması muhtemeldir.
- Kentsel ekosistemler ve yeşil altyapı, iklim değışikliğine uyum sağlamak için uygun maliyetli, doğaya dayalı çözümler sunarken, aynı zamanda sosyal eşitliği, yeşil ekonomileri ve sürdürülebilir kentsel kalkınmayı artırma fırsatları da yaratabilir.
- Kentsel ekosistemlerin ve yeşil altyapının nitelik ve niceliğine yatırım yapmanın, yaşam kalitesinin, insan sağlığının ve sosyal refahın iyileştirilmesi de dâhil olmak üzere birçok ortak faydası vardır.

Kentlerde habitata parçalanması biyoçeşitliliğin ürettiği ekosistem hizmetlerini tehlikeye atmaktadır (Özgeriş, 2023). Bundan dolayı kentlerin iyi planlanması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilmesi yönünde tüm canlılar için fırsatlar sunması açısından önemlidir.

Kentsel biyoçeşitliliğin korunması, onarılması ve yaşam alanlarının artırılmasında; kent ve yakın çevresindeki orman, tarım alanı, koruluk, çayır ve meralar, tarım alanları, yeşil yol ve koridorlar, vadi ve akarsular ve botanik ile hobi bahçeleri, kentsel alan içinde; parklar, yol ağaçları, konut bahçeleri, su yüzeyleri, çatı ve yapı yüzeyi bitkilendirmeleri, mezarlıklar gibi alanlar kent flora ve faunasına dolaylı ile kentsel biyoçeşitliliğe katkı sağlamaktadır. Tür zenginliğini korumada bu alanların korunması ve geliştirilmesine yönelik bütüncül bir yaklaşımla konu ele alınmalıdır.

Kentsel ağaç türleri floristik çeşitliliğin önemli bileşenleri olup, kentsel açık-yeşil alanlar artan kentleşme karşısında kentlerin direncini artıran en önemli yapı taşlarındadır (Şekil 12). Yapılan bir araştırmada ağaç türü sayısı arttıkça ekosistem direnci artmakta olup, tek bir ağaç türü toplam ağaç türlerinin %10-20'sini geçmemesi (Kendal vd., 2014), her bir alan kullanımı için doğal tür kullanımı ile etli meyveli tür sayısı dikkate alınması gerekliliği vurgulanmıştır (Liu ve Slik, 2021).





URL-7



Yapı yüzeyleri bitkilendirilmesi kentsel ortamlarda biyoçeşitliliğe katkı sağlar



Millet bahçeleri kentlerde rekreasyonel faydaları yanında kentsel biyoçeşitliliğe katkı sağlarlar (URL-6)



**Şekil 12.** Değişik İşlev ve Büyüklükte Olan Yeşil Alanlar Artan Kentleşme Karşısında Kentlerin Direncini Artıran En Önemli Yapı Taşlarındadır.

Kentsel bitki çeşitliliğinin doğal/yerli türlerden oluşması kentsel yeşil dokunun sürdürülebilirliği kadar, iklim değişikliğine karşı

duyarlılıkları, yaban hayatını ve yerel faunayı desteklemesi, bakım maliyetin düşük olması gibi birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Kentsel tarım alanları, yeşil alanlardaki meyvesi yenen bitkiler, hobi bahçeleri, çatı ve balkonlardaki küçük alanlarda küçük üretim alanları, meyve bahçeleri ve meyvesi yenen bitki bahçeleri ekolojik, ekonomik ve rekreasyonel işlevleri yanında kentsel biyoçeşitliliğin sigortası durumunda olup, bu gibi bitkilerin kentlerde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır (Şekil 13).



**Şekil 13.** Kentsel Yaşam Alanlarında Meyvesi Yenen Bitki Bahçe Koleksiyonları Artırılmalıdır (Cornell Univ-ABD)

Su yüzeyleri kent iklimini serinletme etkisi, estetik değeri, insan psikolojisine olumlu etkisi, sulama amaçlı kullanımı, taşkınların engellenmesi ve sucul ekosistemlerin geliştirilmesi için zorunludur (Şekil 14).



**Şekil 14.** Kentsel Su Yüzeyleri Kent Ekosistemi İçin Hayati Rol Oynarlar (Atatürk Üniversitesi Ata Botanik Bahçesi/Erzurum)

Hızlı kentleşme ve küresel biyoçeşitlilik kaybı, kentsel ekolojideki politika, yönetim ve korumaya bilgi sağlayacak yeni araştırmaları zorunlu kılmaktadır. Yeni arayışlar olarak; biyoçeşitlilik kazancına karşı biyoçeşitlilik kaybının sosyo- ekonomik ve sosyal-ekolojik itici güçleri; biyolojik çeşitliliğin teknolojik değişime tepkisi; biyoçeşitlilik-ekosistem hizmet ilişkileri; biyoçeşitlilik için sığınak olarak kentsel alanlar; türlerin dinamik yapısı topluluk değişiklikleri ve altta yatan süreçler; ve ekolojik ağlar üzerinde durulmalıdır. Kentsel alanlarda küresel çevre sorunlarına karşı kentsel biyoçeşitlilik araştırması, eğitimi ve uygulaması için kapasite oluşturmak amacıyla birçok alan ve disiplin arasında iletişim, kamuoyu bilincini artırmak ve işbirliği yapılmalıdır. Türleri ve habitatları koruyan, habitat koridorları oluşturmak, kentsel çevre planlamasına yaygınlaştırmak gerekmektedir (Knapp vd., 2021).

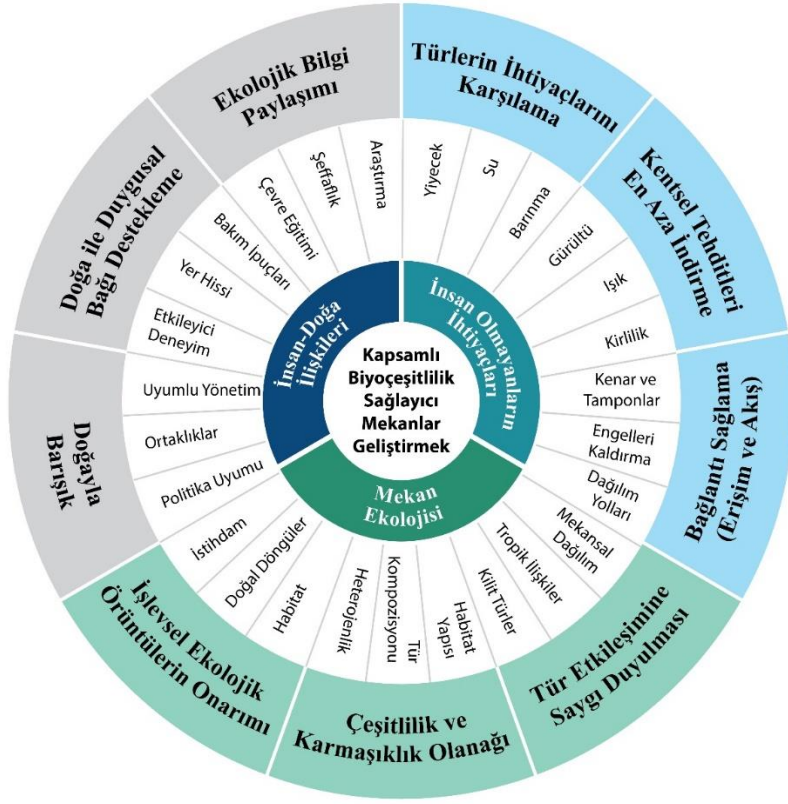
Şehirlerdeki biyolojik çeşitliliğin korunması ve yönetimi, türlerin tepkilerini ve adaptasyonunu yönlendiren ekolojik modeller ve süreçler hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirir (Rega Brodsky vd., 2022). Her yerel yönetim biyoçeşitliliği tespit etmek ve değişim sonuçlarını izlemek için Biyoçeşitlilik Yönetim Komisyonu oluşturabilir. Uygulamadaki örnek kentsel biyoçeşitlilik indekleri göz önünde bulundurulabilir.

Kentleşmenin yerel koşulları değiştirdiği ve kentsel yaşam alanlarını yerli bitki türleri için uygunsuz hale getirebileceği bilinmektedir (Sjöman vd., 2016). Bununla beraber doğal bitki türlerinin kentsel iklime daha dayanıklı olduğu ve en az bir biyoçeşitlilik ölçüsü üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Yeni yerleşim yerlerinin bitkisel tasarımında kentsel biyoçeşitliliğe hangi bitki daha çok katkı sağlayacağı güncel bir tartışma konusu olmalıdır (Berthon vd., 2021). Kentsel arazi kullanımlarının belirlenmesinde ekolojik odaklı yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Selim vd., 2015).

Biyoçeşitlilik Kapsayıcı Tasarım (BID), işlevsel ekolojik sistemleri teşvik etmeyi, türlerin yapılı çevrede kalıcılığını sağlamayı ve insanları doğayla (yeniden) buluşturmayı amaçlayan bir tasarım yaklaşımıdır (Şekil 15). Bu yaklaşımda biyoçeşitliliği kapsayan planlama ve tasarım ilkeleri aşağıda verilmiştir (Hemandez-Santin vd., 2022);

- İşlevsel ekolojik yapının eski haline getirilmesi
- Çeşitliliği ve karmaşıklığın/heterojenliğin etkinleştirilmesi
- Tür etkileşimlerine saygı gösterilmesi
- Türlerin ihtiyaçlarının sağlanması
- Kentsel tehditlerin en aza indirilmesi
- Bağlantı/dağılma yolları-kenar ve tamponlar-engellerin kaldırılması
- Ekolojik bilginin paylaşılması
- Doğa ile duygusal bağların artırılması/yerel türlere ağırlık verilmesi
- Doğayı korumak.

Farklı habitatlar farklı türde ekosistem hizmetleri sağladığından, genel sınıflandırmaların belirli ekosistem türlerine uyarlanması gerekir. Kent ekosistemleri, hava temizleme, gürültü azaltma, kentsel soğutma ve su akışının azaltılması gibi insan sağlığı ve güvenliği üzerinde doğrudan etkisi olan hizmetlerin sağlanmasında özellikle önemlidir. Ancak, belirli bir ölçekte hangi ekosistem hizmetlerinin en alakalı olduğu, her coğrafi konumun çevresel ve sosyo-ekonomik özelliklerine bağlı olarak büyük ölçüde değişmektedir (Gomez-Baggethun vd., 2013). Kentsel biyoçeşitlilik kentin iklim yapısı, yoğunluğu, topoğrafyası, sosyo kültürel ve ekonomik yapısına göre değişeceğinden benzer yapıdaki kentler ve farklı karakterdeki kentler için simgesel bitki türleri kullanımının yaygınlaştırılması kent imajına katkı sağlayacaktır.



Şekil 15. Biyoçeşitliliği Kapsayıcı Tasarım Önerisi (Hemandez-Santin vd., 2022)

Atatürk Üniversitesi Biyoçeşitlilik Uygulama ve Araştırma Merkezi gibi alanlarının sayılarının artırılarak, gen kaynaklarının tanıtılması ve doğa bilincinin geliştirilmesi açısından her bölge gereklidir.

Sonuç olarak, kentleşmenin beraberinde getirdiği alan değişimleri, habitatların parçalanmasına dolayısı ile canlıların ekosisteminin bozulmasına ve kentsel alanlarda bu değişen şartlara adapte olma yeteneğinde daha fazla olan istilacı türlerin artmasına neden olmaktadır. Bunlara ek olarak kentleşmenin oluşturduğu hava, su, toprak, yapay ışık ve gürültü kirliliği, kentsel ısı adası oluşması, yeşil alanların azalması kentsel biyoçeşitliliği tehdit etmektedir.

Güncel olan ve gelecekte de önemli bir çevre sorunu durumuna gelecek olan iklim değişikliği senaryoların kentsel ekosistemlere yansımalarının ekolojik, ekonomik ve sosyolojik birçok sorunu da

beraberinde getirebileceği öngörülmektedir. Bu yüzden ketlerdeki yapılacak her türlü planlama kararlarında ve tüm fiziki yapılaşmalarda sürdürülebilirlik ön plana çıkmaktadır. Daha yaşanabilir kentler için biyolojik çeşitliliğın sürdürülmesine ve genişletilmesine her zamankinden daha fazla ihtiyaç olduğu gözlenmektedir.

## Kaynaklar

- Aznarez C, Svenning JC, Taveira G, Baró F, Pascual U, 2022. Wildness and habitat quality drive spatial patterns of urban biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 228, 104570
- Balany, F, Muttil, N, Muthukumaran, S, Wong, MS, Ng, AWM, 2022. Studying the Effect of Blue-Green Infrastructure on Microclimate and Human Thermal Comfort in Melbourne's Central Business District. *Sustainability*, 14(15), DOI 10.3390/su14159057
- Bartesaghi-Koc C, Osmond P, Peters A, 2020. Quantifying the seasonal cooling capacity of 'green infrastructure types' (GITs): An approach to assess and mitigate surface urban heat island in Sydney, Australia. *Landscape and Urban Planning*, 203, 103893
- Beatley, T. 2011. Biophilic Cities: What Are They? In *Biophilic Cities*, 45–81. Washington, DC: Island Press.
- Berthon K, Thomas F, Bekessy S, 2021. The role of nativeness in urban greening to support animal biodiversity *Landscape and Urban Planning*, 205, 103959
- Çakmak, M, Özden, F, Uslu, A., 2021. Kentsel alanlarda biyoçeşitliliği destekleyen tasarım yaklaşımları; Ankara Keçiören Atatürk Botanik Parkı örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Derneği*, 481):13-27.
- Demir, Ü., Aydın, A., 2020. Antalya Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkında insan aktivitelerinin böcek biyolojik çeşitliliğine etkisinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 21 (4):349-354.
- EEA/European Environment Agency. (2011). Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. Publications Office of the European Union. <https://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-territorial-cohesion>[accessed Feb 14 2024].
- Fuller, R.A., Irvine, K.N., Devine-Wright, P., Warren, P.H., Gaston, K.J., 2007. Psychological benefits of green spaces increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4): 390-384

- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'farrell, Anderson E, Hamstead Z, Kremer, P. 2013. Urban ecosystem services. Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities: A Global Assessment, 175-251.
- Hernandez-Santin C, Amati M, Bekessy S, Desha C., 2022. A Review of Existing Ecological Design Frameworks Enabling Biodiversity Inclusive Design. *Urban Science*, 6(4), 95.
- Hoover FA, Meerow S, Coleman E, Grabowski Z, McPhearson T, 2023. Why go green? Comparing rationales and planning criteria for green infrastructure in U.S. city plans. *Landscape and Urban Planning*, 237, 104781
- IPCC. 2021. Climate Change 2021. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- Kendal, D, Dobbs, C, Lohr, VI., 2014. Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry and Urban Greening*, 13 (3) :411-417
- Knapp S, Aronson MFJ, Carpenter E, Herrera-Montes A, Jung K, Kotze DJ, Sorte FA, Lepczyk CA, MacGregor-Fors I, MacIvor JS, Moretti M, Nilon CH, Piana MR, Rega-Brodsky CC, Salisbury A, Threlfall CG, Trisos C, Williams NSG, Hahs AK, 2021. 2021.A Research Agenda for Urban Biodiversity in the Global Extinction Crisis. *BioScience*, 71(3):268–279
- Kowarik I, 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159:1974–1983
- Kowarik I, 2023. Urban biodiversity, ecosystems and the city. Insights from 50 years of the Berlin School of urban ecology. *Landscape and Urban Planning*, 240, 104877.
- Liu, J, Slik, F., 2021. Are Street trees friendly to biodiversity?. *Landscape and Urban Planning*, 218, 104304.
- Mc Phearson, T, Karki M, Herzog C, Santiago Fink H, Abbadie L, Kremer P, Clark CM, PalmerMI, Perini K., 2018. Urban ecosystems and biodiversity. In Rosenzweig, C., W. Solecki, P. Romero-Lankao, S. Mehrotra, S. Dhakal, and S. Ali Ibrahim (eds.), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of*



- the Urban Climate Change Research Network. Cambridge University Press. New York. 257–318
- Mısırlıoğlu, M, 2019. Zoolojik servetimiz-Türkiye Faunası. TÜBİTAK yayınları, Bilim ve Teknik, 72-82.
- Middel A, Chhetri N, Quay R., 2015. Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods”, *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(1), 178-186.
- Morpurgo J, Remme, RP, Bodegom PV, 2020. CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for assessing ecosystem services and biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 234, 104726
- Müller N, Ignatieva M, Nilon J, Werner P., 2013. Patterns and Trends in Urban Biodiversity and Landscape DOI:10.1007/978-94-007-7088-1\_10 ‘Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities, 123-174
- Nordon BA, Evans KL, Warren PH, 2016. Urban biodiversity and landscape ecology; patterns, process and planning. *Landscape Design and Planning*, 1:178-192.
- O’Connor, L. M., Pollock, L. J., Renaud, J., Verhagen, W., Verburg, P. H., Lavorel, S., ... & Thuiller, W. 2021. Balancing conservation priorities for nature and for people in Europe. *Science*, 372(6544), 856-860.
- Oke, C., Bekessy, S. A., Frantzeskaki, N., Bush, J., Fitzsimons, J. A., Garrard, G. E., ... & Gawler, S. 2021. Cities should respond to the biodiversity extinction crisis. *npj Urban Sustainability*, 1(1), 11.
- Özgeriş M., 2023. Kent ekosisteminde biyoçeşitliliğin önemi ve kentsel biyoçeşitlilik indeksleri. *Mimarlık, Planlama ve Tasarımda Öncü Ve Çağdaş Çalışmalar*, Prof. Dr. Mehmet Emin Başar, Dr. Öğr. Üyesi İlknur Acar Ata, Editör, Duvar Yayınları, İzmir, Ss.163-181
- Panwar H., 2021. *Urban Biodiversity*. Edit. Raina Singh, Vaishnavi. T. G. Shankar, Amanjot Kaur and Mohini Bhaire, Climate Centre for Cities National Institute of Urban Affairs India

- Peschardt KK, Stigsdotter UK, Schipperrijn J., 2016. Identifying features of pocket parks that may be related to healthy promoting use. *Landscape Research*, 41(1): 79-94.
- Pyšek P, Chocholoušková Z, Pyšek A, Jarošík V, Chytrý, M, Tichý L. 2004. Trends in species diversity and composition of urban vegetation over three decades. *Journal of Vegetation Science*, 15, 781–788
- Rega Brodsky CC, Aronson M, Piana MR, Carpenter ES, Hahs AK, Herrera Montes A, Knapp, S, Kotze DJ, Lepczyk, CA, Moretti M, Salisbury AB, Williams NSG, Jung K, Katti M, MacGregor Fors I, MacIvor JS, La Sorte FA, Sheel V, Threfall CG, Nilon CH, 2022. Urban biodiversity: State of the science and future directions. *Urban Ecosystems* 25:1083-1096
- Selim C, Mutlu SS, Selim S., 2015. Kentsel alanlarda biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği ve koruma yaklaşımları. *Türk Bilimsel Derlemeler Derg.*, 8(1):38-45
- Silva RT, Lambry T, Cameron E, Belluau M, Paquette A, 2023. Urban forests – Different ownership translates to greater diversity of trees. *Urban Forestry and Urban Greening*, 88, 128084
- Sjöman H, Morgenroth J, Sjöman JD, Sæbø A, Kowarik I, 2016. Diversification of the urban forest—Can we afford to exclude exotic tree species? *Urban Forestry and Urban Greening*, 18: 237-241
- Sukopp H, Wurzel, A., 2003. The effects of climate change on the vegetation of central European cities. *Urban Habitats*, 1: 66–86
- Ouyang WL, Morakinyo TE, Lee Y, Tan, Z, Ren C, Ng E, 2023. How to quantify the cooling effects of green infrastructure strategies from a spatio-temporal perspective: Experience from a parametric study. *Landscape and Urban Planning*, 237, 104808
- Yılmaz H., Demircioğlu N., Yılmaz S., 2008. Effects of snow reflected light levels on human visual comfort. *Environmental monitoring and Assessment*, 144:367-375
- Yılmaz, S., Mutlu, E., Yılmaz, H., 2018. Alternative scenarios for ecological urbanizations using ENVI-met model. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(26):26307-26321

- Yilmaz S., Mutlu B.E., Aksu A., Mutlu E., Qaid A., 2021. Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3): 3672-3693. DOI 10.1007/s11356-020-10555-z
- Yılmaz H., 2023. The concept of a biodiverse-friendly city in the face of climate change. III. International Architectural Sciences- And Application Symposium. September 14-15, 1032-1038, Naples, Italy, Doi: 10.528/zenodo.10032598
- Young C, Hofmann M, Frey D, Moretti M, Nicole Bauer N, 2020. Psychological restoration in urban gardens related to garden type, biodiversity and garden-related stress. *Landscape and Urban Planning*, 198, 103777
- Zari MP, 2018. The importance of urban biodiversity – an ecosystem services approach. *Biodiversity International Journal*, 2/ 4
- URL 1. <https://qbiodiversity.org/category/research>
- URL 2. <https://www.google.com/search?q=kral+kelebekler+meksika>
- URL 3. <https://www.wildlondon.org.uk/>
- URL 4. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-47865681>
- URL 5. <https://www.asla.org/greeninfrastructure.aspx>
- URL 6. [https://www.google.com/search?sca\\_esv=41af24155a5007c9&q=trabzon+millet+bah%C3%A7es](https://www.google.com/search?sca_esv=41af24155a5007c9&q=trabzon+millet+bah%C3%A7es)
- URL 7. <https://worldlandscapearchitect.com/ningbo-eastern-new-town-ecological-corridor-turenscape/?v=ebe021079e5a>
- .

## **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Yazar %100 katkıda bulunmuştur. Çıkar çatışması yoktur.

**Prof. Dr. Hasan YILMAZ**

E-mail: [hyilmaz@atauni.edu.tr](mailto:hyilmaz@atauni.edu.tr)

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: Atatürk University

Yüksek Lisans: Atatürk University

Doktora: Ege University

Mesleki Deneyim: Ekim 1987

---

**Kentsel Yeşil Alanların Kent Mikro İklimine Etkileri**

---

**Prof. Dr. Sevgi YILMAZ** <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Erzurum/Türkiye.

ORCID: 0000-0001-7668-5788

E-mail: sevgiy@atauni.edu.tr; syilmaz\_68@hotmail.com

---

**Citation:** Yılmaz, S. (2024). Kentsel Yeşil Alanların Kent Mikro İklimine Etkileri. İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 13, 357-385. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698894>

---

## 1. Giriş

Birleşmiş Milletlerin en son raporuna göre, Dünya genelinde kentli nüfusunun artması, kentleşme hızının da artmasına neden olmuştur. Buna bağlı olarak kentlerde artan yoğun yapılaşma, çarpık kentleşme, kentsel dokudaki değişim, açık-yeşil alanların azalması gibi birçok çevre sorunu dikkate alındığında, iklim değişikliği, termal konforsuz mekânlar ve buna bağlı oluşan enerji etkin kullanım senaryolarının oluşturulması gündeme gelmektedir. Doğa temelli olmayan kentsel planlamalar, daha fazla enerji tüketimine, hava kirliliğine, ekonomik zararlara, geçirimsiz yüzey artışına, yeşil alanların azalmasına ve bunlara bağlı olarak gelişen yaşam standartları düşük mekânlara yol açmaktadır. Bu bağlamda önemli küresel bir sorun olarak ortaya çıkan iklim değişikliği ve etkileri birçok bilim insanı tarafından araştırılmaktadır. Çünkü, canlı yaşamını etkileyen iklim değişikliğinin potansiyel etkileri araştırılması gereken önemli ve güncel bir konu olarak gündemde yer almaktadır.

İnsan kaynaklı iklim değişikliği verilerine göre, 1850'den bu yana küresel ortalama sıcaklıklar yükselmektedir (Mayer ve Höppe, 1987). IPCC 2022 (Intergovernmental Panel on Climate Change=DMO+BM) raporuna göre; ortalama dünya sıcaklığı 1.1 °C artış göstermiştir. Bu artışta en büyük payın son yirmi yıla ve kentlere ait olduğu ifade edilmektedir. IPCC (2022) raporlarına göre bu artışı 1.5 °C'de sabit tutmak hedeflenmektedir (IPCC, 2022a,b,c).

Coğrafi, iklimsel, ekonomik, sosyolojik vb. pek çok değişkene bağlı olarak kentler, iklim değişikliği ve bu değişikliğin beraberinde getirdiği risk ve tehditlerle sıkça karşılaşmakta ve bundan sonra da karşılaşmaya devam edeceği beklenmektedir. Günümüz koşullarında iklim değişikliklerinin kentler üzerinde olumsuz sonuçlar doğuracağı öngörülmektedir. İklim ve kentleşme aynı çember içerisinde yer almaktadır ve iklimin kentler üzerinde etkisi olduğu kadar kentlerinde iklim üzerinde etkisi bulunmaktadır.

Akademik araştırmalar, kentsel mekânların planlama ve tasarımında alanın doğal kaynak değerleri doğru analiz edilerek çalışmalara aktarıldığında, sürdürülebilir kentleşme koşullarının sağlandığını göstermektedir. Çalışma alanına ait doğal veriler dikkate alınarak tasarlanan yapı çevrelerde dış mekân termal konforunun olumlu etkilendiği belirlenmiştir (Oke vd., 2017; Yılmaz vd., 2022). Her kent

için dönüşüm ve yenileme alanlarında, uygulamaya geçmeden önce mutlaka iklim duyarlı “Farklı Kentsel Tasarım Senaryolarının” üretilmesi hedeflenmelidir.

Dış mekân termal konfor koşullarının iyileştirilmesi için kentsel mekân içinden alınan mikro-iklim verileri, oluşturulan simülasyonlarda güncel yazılımlar ile analizler yapılmaktadır. Bu amaçla özellikle yeşil alanları oluşturan parklar (Oke vd., 2017; Jamali vd., 2021), ağaç türleri (Irmak vd., 2018; Ma vd., 2020), su yüzeyleri (Wu vd., 2019; Gupta vd., 2019; Xu vd., 2019; Yang vd., 2019), cadde/sokak kanyon tipleri (Ali-ToudertveMayer, 2007; Morakinyo vd., 2017; Mutlu vd., 2018; Gölcü ve Yılmaz, 2023) ve kaldırımlarda kullanılan materyal seçimine kadar (Irmak vd., 2017; Sarı ve Yılmaz, 2019; Bozdoğan vd., 2021) ayrıntılı araştırmalar yapılmaktadır.

Sürdürülebilir kentleşme ve yeşil altyapının önemli bir bileşeni olan kent parkları halkın rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılaması yanı sıra, termal konforlu mekân oluşturma ve stresin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Yılmaz,2022). Botanik bahçesinde yapılan bir araştırmada, açık-yeşil alanda bulunan gençlerin kapalı bir odada bulunanlara göre çevreye daha olumlu baktığı, doğaya müdahale etmekten sakındıkları ve duyguları üzerinde pozitif etkileri olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin botanik bahçesinde negatif duygularının oranı %23.3 iken, kapalı bir sınıf ortamında %40.1'e yükseldiği saptanmıştır (Yılmaz vd., 2023a).

Sonuç olarak kentler için üretilen modellemeler, yerel yönetimlerle paylaşılabilir, dönüşüm/yenileme alanlarında girdi olarak kullanılabilir, enerji etkin sürdürülebilir tasarımlar açısından avantaj sağlayabilir nitelikte olacaktır. Mikro-iklim değerlerinin doğru yöntemle analizi ve fiziki plan kararlarına aktarılması oldukça önem arz etmektedir (Yılmaz, 2023). Bu durum, ekstrem iklim şartlarına sahip olan kentler dahil kentsel yaşanabilirlik şartlarının iyileştirilmesine yönelik standartların elde edilmesi açısından yardımcı olacaktır. Bu tip çalışmaların sonuçları, Türkiye'nin çoğu kentinde yaşanan kentsel dönüşüm uygulamaları ve iklim değişikliğinin belirlenmesi için de bir örnek teşkil edecek, sürdürülebilir ve daha yaşanabilir kentleşmeyi destekleyecektir.

Bu çalışmada, kentsel tasarım modellemeleri üzerinde durularak, kentlerin termal konforunu iyileştirmeye yönelik senaryolar ve iklim

değişikliğine karşı kentlerin daha dirençli olmasına yönelik öneriler, yapılan çalışma örnekleri ele alınmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Kentsel tasarım senaryolarını oluşturmak ve termal konfor için hangisinin daha olumlu sonuç vereceğini önceden belirlemek için çeşitli bilgisayar yazılımları kullanılmaktadır. Bu yayında genel hatları ile TÜBİTAK 1001 tarafından desteklenen ve tamamlanan iki adet proje kapsamında üretilen çalışmaları içermektedir.

Kentsel mekân tasarımları için çalışma yapılan alanın mikro-iklim verilerinin kullanılması daha doğru ve sağlıklı sonuç verdiği belirlenmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda kırsal alan ile kentsel alan arasında 4.0 ile 6.0 °C farklılık görülebilmektedir (Connor vd., 2013; Oke vd., 2017; Sun vd., 2017). Aynı kent içinde bile bitkisel ve yapısal doku özelliğine göre mikro-iklim değerlerinde değişiklikler görülmektedir. Bu nedenle de kentsel tasarım çalışmalarında mekândan veri alınması daha sağlıklı sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır (İrmak ve Yılmaz, 2023; Liu vd., 2023).

Desteklenen projeler kapsamında kent merkezinde on üç adet meteorolojik ölçüm istasyonu kurulmuştur. Elde edilen veriler kullanılan güncel yazılımlar ile değerlendirilerek termal konfor çalışmaları üretilmiştir.

Kentsel alan içinde dış mekân termal konfor çalışmalarında kullanılan oldukça fazla sayıda yazılım geliştirilmiş ve geliştirilmeye de devam etmektedir. Geçtiğimiz yüzyılda dünya çapında, insanlar için termal koşulları değerlendirmek, termal konforu tanımlamak ve termal stresi belirlemek amacı ile 165'den fazla termal indeks geliştirilmiştir (de Freitas ve Grigorieva, 2017). Akademik alanda bu yazılımlardan en fazla kullanılanlar tercih edilmiştir. Yazılımlardan RayMan Pro 2.1, ENVI-met Bio Science ve UrbClim satın alınarak çalışmalar yürütülmüştür.

**Termal Konfor**, canlıların kendilerini en rahat hissettikleri, ısıtma ve soğutmaya ihtiyaç duymadıkları koşullar olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel Eşdeğer Sıcaklık (FES)=Physiologically Equivalent Temperature (PET) analizleri RayMan pro 2.1 modeli kullanılarak analizler yapılmaktadır. Termal konfor çalışmalarında kullanılan çok



sayıda yazılım modeli olmasına rağmen, kentsel tasarım çalışmalarında en yaygın olarak kullanılanı **RayMan** pro 2.1'dir (Potchter vd., 2018). PET indeksi insan ısı enerjisi denkleğinden türetilen karmaşık indeks grubunda yer almaktadır. Bu nedenle PET indeksinin kullanılması farklı iklim tiplerindeki termal konfor aralığı belirlendiğinde ideal bir araçtır. Bu indeksten çıkan rakamsal değerlerin günümüzde en yaygın kullanılan sıcaklık birimi santigrat ( $^{\circ}\text{C}$ ) cinsi olmasından dolayı anlaşılması daha kolaydır (Matzarakis vd., 1999; JavanroodiveNik 2020). Bu modelde insan vücuduna ait sıcaklık giysili ve giysisiz alanların sıcaklığı olarak ele alınmıştır. PET ayrıca elbisenin ısı geçirim direncini ve metabolik ısı üretimini de hesaba katmaktadır. Konfor değerlerinin hesaplandığı mekânın çevresel özellikleri; sıcaklık=ortalama sıcaklık:  $T_a=T_{mrt} = ^{\circ}\text{C}$ ; Rüzgâr Hızı:  $v = 0,1 \text{ m/s}$ ; Nispi nem:  $RH=\%$ , güneş radyasyonu:  $W/m^2$ , Buhar Basıncı:  $VP = 12,0 \text{ hPa}$ ; Bulutluluk:  $N=$  Oktas şeklindedir. Konfor değerlerinin hesaplandığı hayali iç mekânın çevresel özellikleri;  $T_{mrt} = T_a$ ,  $v = 0,1 \text{ m/s}$ ;  $VP = 12,0 \text{ hPa}$  şeklindedir (Gulyás ve Matzarakis 2009). PET indeks değerlerinin, insan termal konforunu tanımlayan aralıkta 18.1 ile 23.0  $^{\circ}\text{C}$  arası en uygundur (Mayer ve Höppe 1987).

**ENVI-met:** Mekânsal tasarımlarda termal konforun daha iyi olduğu koşulların analiz edildiğı bir yazılımdır. Mikro-iklim parametreleri ile çalışan bir modeldir. Alandan alınan iklim verilerinin 24 saatlik verisi veya ortalaması kullanılarak simülasyonlar gerçekleştirilmektedir. Bruse (2022) tarafından geliştirilen, güncellemesi devam eden ücretli bir yazılımdır. Kentsel mekânların mikroiklim odaklı termal konfor açısından daha iyi planlanması noktasında, üretilen kentsel tasarım modellerine ENVI-met modeli uygulanmaktadır. Yapılan bir derlemeye göre, son beş yıldaki çalışmaların %77'sinde en yaygın olarak ENVI-met yazılımının tercih edildiğı saptanmıştır (Tsoka vd., 2018). ENVI-met modeline tanımlanan program x-y-z koordinatlarına sahip olup, gridlerden oluşmaktadır. Kent ortamlarının yüzey-bitki-hava etkileşimlerini mikro-klimatik ölçekte 3D modelleme olarak kullanılan ENVI-met de yatay çözünürlük 0.5-10 m arasında olup; farklı yaklaşımlarla kıyaslama şansı vermesi açısından avantajlı bulunmaktadır (Bruse, 2022; Yılmaz vd., 2018a; Yılmaz vd., 2021a).

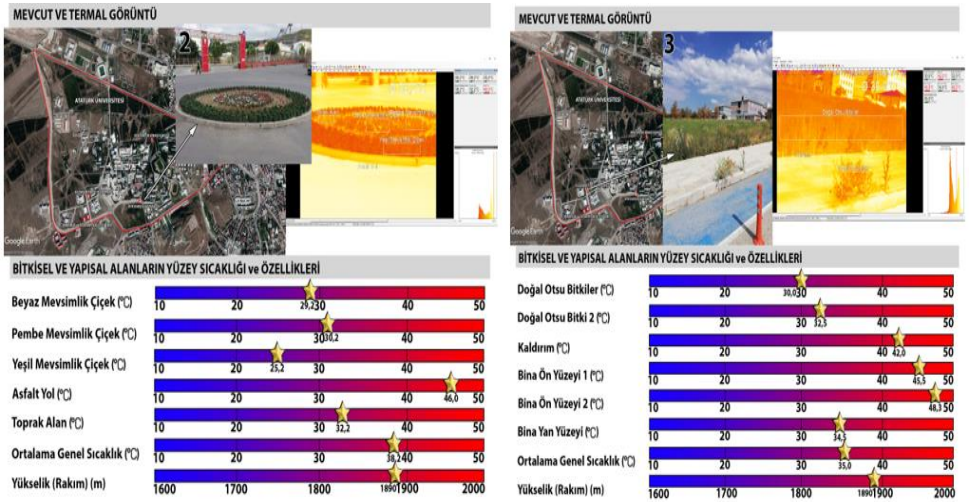
**UrbClim;** İleriye dönük kentsel iklim projeksiyonlarını oluşturmak için kullanılan en güncel kentsel mikroiklim modelidir. Uluslararası bilim standartlarına uygun olduğu doğrulanmıştır. UrbClim kentsel iklim

değişikliğini birkaç yüz metre uzaysal çözünürlükte modellemek ve incelemek üzere tasarlanmış bir modeldir. Modeli çalıştırmak için gerekli iklim verilerinin elde edilmesi ve yazılım programlarına işlenmesi gerekmektedir. UrbClim, kentsel sınır tabaka iklim modeli, aglomerasyon ölçeği alanlarını 100 metreye kadar yüksek bir mekânsal çözünürlükte kapsayacak şekilde tasarlanmıştır (De Ridder vd., 2015; Lauwaet vd., 2018).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Kentsel mekânlarda bulunan yeşil alan özelliklerine göre çalışmalar

Yeşil alanların termal konfor üzerine etkisini belirlemek için oldukça fazla akademik çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara göre, son yıllarda özellikle doğal bitkilerin kullanılması hem ekonomik hem de sürdürülebilirlik açısından oldukça önemli olarak görülmektedir. Bu kapsamda kentlerde mevsimlik bitki yerine yaygın olarak otsu bitkilerin kullanılması önerilmektedir. Yapılan bir araştırmada otsu bitkilerin ekzotik mevsimlik bitkilere göre ortalama sıcaklıkta 2.0-3.0 °C daha serin olduğu belirlenmiştir (Zengin vd., 2019; Şekil 1).



Şekil 1. Termal Kamera ile Aynı Mekânda Doğal ve Egzotik Mevsimlik Bitki Sıcaklık Ölçümü

Kentsel yerleşim içinde yer alan kitle yeşil alanların kentsel dirençliliğe katkısının yüksek olduğu, yaz aylarında sıcaklığın kent merkezine göre

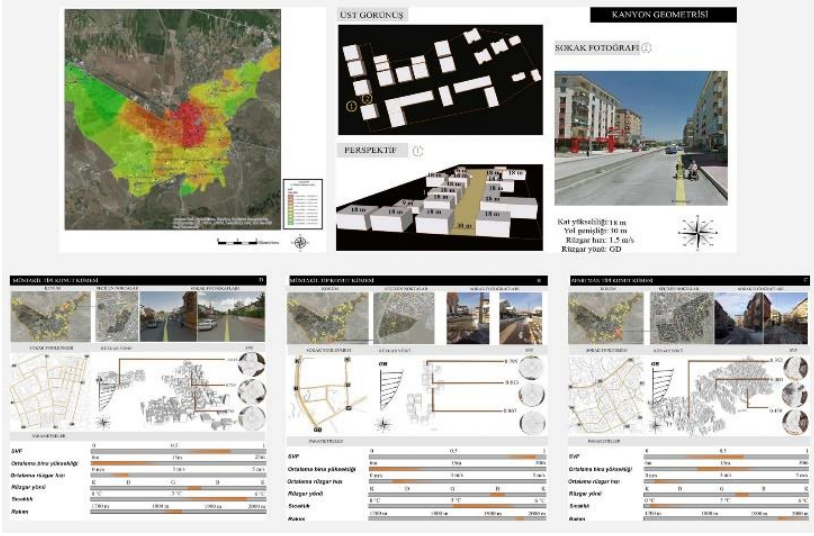
%10 daha düşük, kışın ise karışık dikili ibreli bitkilerin yoğun olduğu alanda sıcaklığın daha yüksek olduğu saptanmıştır (Yılmaz vd., 2017; Şekil 2).

Çevre sorunlarının oluşmasında ısıtma ve soğutma çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle soğuk iklim bölgelerinde ısıtma amaçlı kullanılan yakıtlar hava kirliliğini artırmaktadır (Yılmaz vd., 2021b).



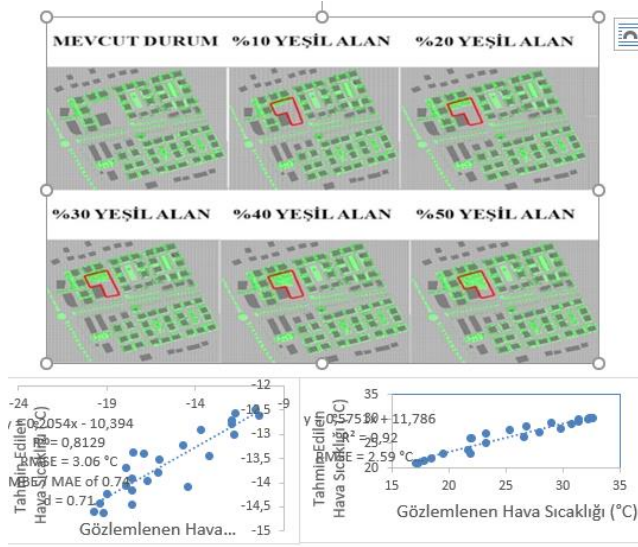
**Şekil 2.** Yeşil Alanların Ortamın Termal Konforuna Etkisinin Analizi (Yılmaz vd., 2017)

Soğuk iklim bölgesinde farklı konut dokusu özelliklerinin hava kirliliği ile ilişkisi analiz edilmiştir. Bu çalışmada, apartman tipi konut dokusunun, emisyon değerleri ve basınç değerleri açısından diğer konut dokularına göre anlamlı olarak daha yoğun, değere sahip olduğu belirlenmiştir. Site tipi konut dokusunun ise diğer konut dokularından rüzgâr hızı konusunda anlamlı olarak daha iyi değere sahip olduğu saptanmıştır (Şekil 3; Sarı ve Yılmaz, 2023).



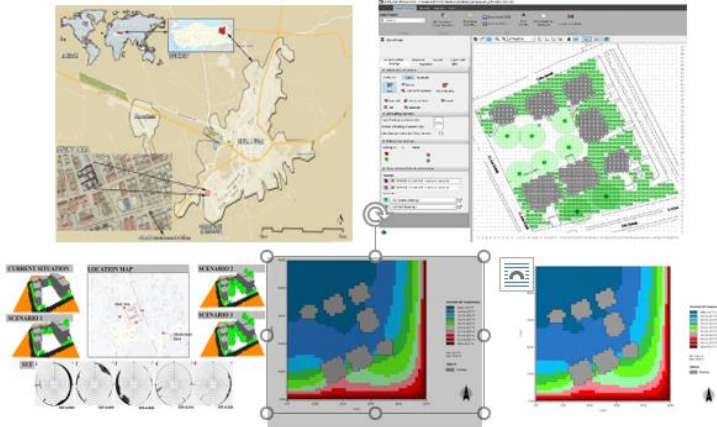
**Şekil 3.** Farklı Konut Doku Özellikleri ile Termal Konfor İlişkisi (Sarı ve Yılmaz, 2023)

Kentsel mekân içinde yeşil alanlarının termal konfora etkisini belirlemek içinde çalışmalar yapılmıştır. Kent dokusu içindeki bir alanda mevcut ağaçların sayısı yüzde olarak artırılmış ve ENVI-met yazılımı ile analiz edilmiştir. Bu çalışmada amaç ağaçların sayısının artırılmasının termal konforla ilişkisini analiz etmektir. Yapılan analizlerde kışın çok fazla değişiklik olmamakla birlikte en uygun senaryonun % 30 ağaç sayısını artırmak olduğu belirlenmiştir. Ayrıca %10 yeşil alan oranında artış yapıldığında  $T_{mrt}$  değerinin kış ayı için mevcut duruma göre 0.2 °C arttığı, yazın ise ortalamada 0.2 °C düştüğü saptanmıştır (Şekil 4; Mutlu ve Yılmaz, 2023a; Mutlu ve Yılmaz, 2024).



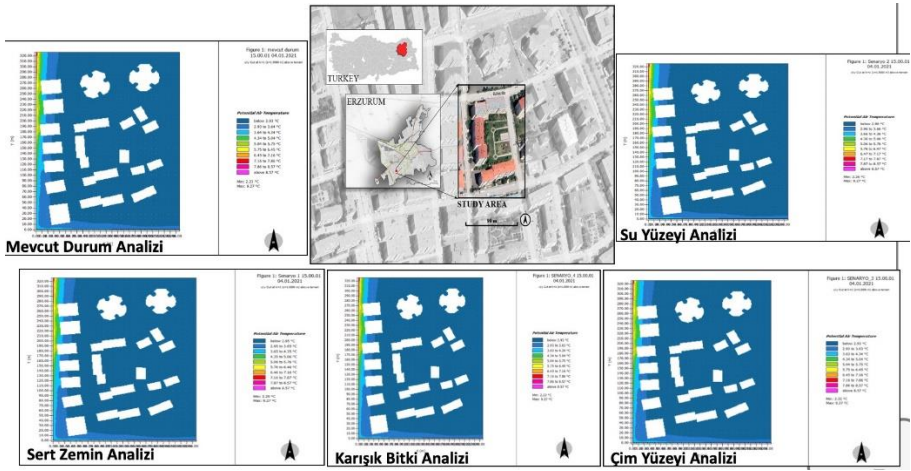
**Şekil 4.** Farklı Yeşil Alan Oranlarının Termal Konfora Etkisi (Mutlu ve Yılmaz, 2024).

Yaya ve araçlar için kentsel ulaşımı sağlayan cadde, sokak gibi yolların peyzaj tasarım kriterlerine göre bitkilendirilmesi ortamın termal konforunu iyileştirmektedir. Özellikle cep park niteliğinde düzenlenen küçük bir alanda ağaçların %20 artırılması sıcaklığın  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  düşmesine yol açmıştır (Mutlu ve Yılmaz, 2021; Şekil 5).



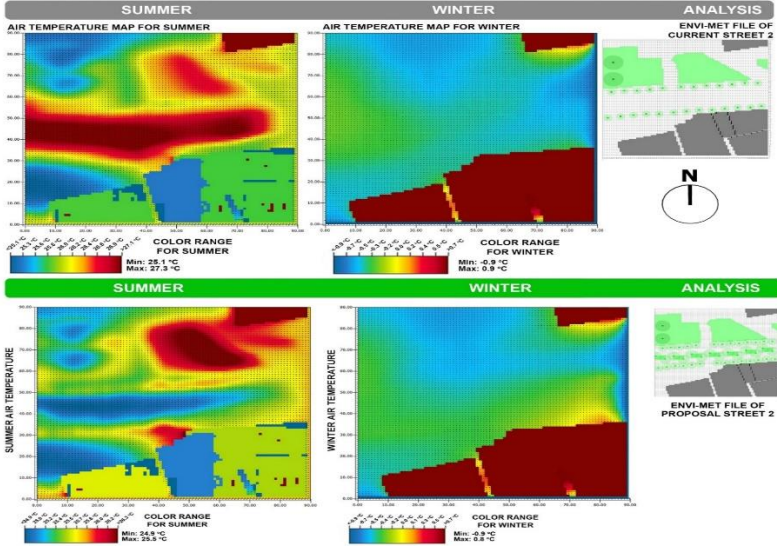
**Şekil 5.** Küçük Bir Cep Parkda Yeşil Alanın %20 Artırılması Sıcaklığı  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  Azaltmıştır (MutluveYılmaz, 2021)

İklim uyumlu planlama ve tasarım kriterlerinin uygulanmasının dış mekân termal konforu iyileştirmede oldukça etkin rol oynadığı belirtilmektedir. Kentsel alanlarda insanların kolayca erişebileceği ve yakın çevrelerinde daha sık bulunabilen cep parklarının tasarımı oldukça önemlidir. Bu tip yerlere ulaşmak insanlar için her yaş grubu için daha kolaydır. Uygun mekâna uygun peyzaj tasarım projelerinin kullanılması durumunda çevresel termal konforunun iyileştirilmesine olumlu katkıda bulunduğu bilinmektedir. Nitekim yapılan bir cep park çalışmasında da, çevresine göre termal konfor açısından daha avantajlı olduğu saptanmıştır (Şekil 6; Mutlu vd., 2022).



Şekil 6. Cep Parkın ENVI-Met ile Analizi (Mutlu vd., 2022)

Tasarımın da doğaya dayalı çözümlerin üretilmesi, termal konforun iyileştirilmesi açısından oldukça önemli olarak değerlendirilmiştir. Uygun bitki tür seçimi yapıldığında ortamın sıcaklığının yazın çevresine göre 1.8 °C daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 7; Yılmaz vd., 2021a).



Şekil 7. ENVI-Met Analizi ile Termal Konfor Analizi (Yılmaz vd., 2021a)

Kentsel çevredeki termal koşullar, kentte yaşayan canlıların bedensel ve ruhsal sağlığı için oldukça önemlidir. Dış mekânda gerçekleştirilebilecek yürüme, koşma, bisiklete binme gibi günlük aktiviteler ve rekreasyonel faaliyetler, kentsel mekânın mikro-iklimsel koşullarından ve sunduğu avantaj/dezavantajlardan etkilenmektedir. Uygun termal koşullar sağlandığında, halk sağlığı, sosyal yaşam, toplumsal etkileşim konularında olumlu sonuçlar alınırken; rahatsız edici termal koşullarda dış mekân kullanımı fiziksel sağlığı olumsuz yönde etkileyeceğinden dış mekân kullanımı azalır, toplumda sosyalleşme ve içe kapanıklık artar, sosyal etkileşim minimuma iner ve psikolojik rahatsızlıklar baş göstermeye başlar. Deneysel araştırmalar, kentsel fiziksel çevreye ilişkin özelliklerin termal koşullar üzerindeki etkisini kantitatif değerlerle ortaya koymuştur (Canan vd., 2020; Yılmaz vd., 2024).

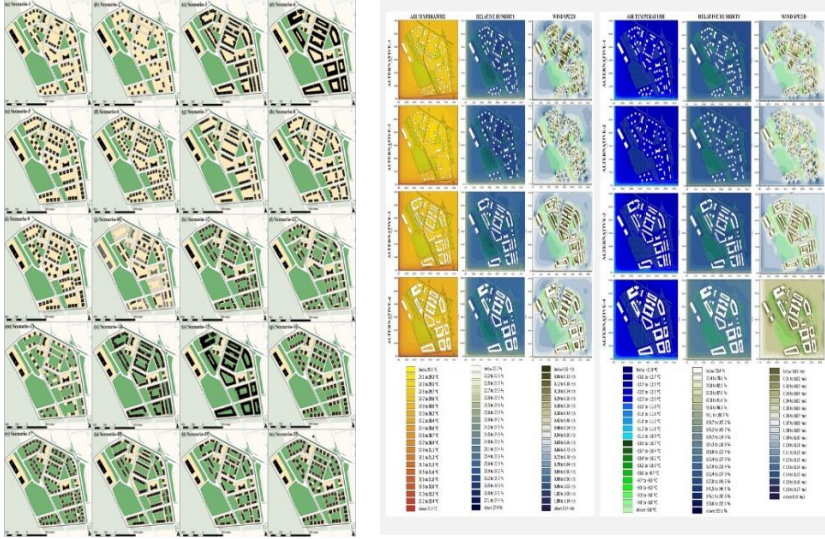
Erzurum kentinde, dış mekân termal konfor koşullarının iyileştirilmesi amacıyla yapılan çalışmada, mevcut bir yerleşmenin fiziksel özelliklerinin modifikasyonu ve çeşitli iyileştirme önerileri doğrultusunda tasarım alternatifleri geliştirilmiştir. Söz konusu senaryolar, *arazi kullanımı, malzeme, vejetasyon, yapı ve konum* olmak üzere beş ana başlıkta toplanan kontrol parametreleri kullanılarak geliştirilmiştir (Çizelge 1; Şekil 8). Çalışmada, kontrol parametrelerine

ilişkin değerlerin, parametrik kombinasyonlarıyla üretilen kentsel tasarım alternatifleri vasıtasıyla, kentsel ısı adası etkisini azaltarak termal konforun artmasını sağlayan ve yüksek verimlilik performansı sergileyen en uygun alternatifin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yirmi farklı senaryonun yaz ve kış için ENVI-met analizleri sonucuna göre, Erzurum gibi soğuk iklim tipine sahip bölgede yer alan bir kentin tasarımında hem kış hem de yaz dönemi için, TAKS değerinin temel senaryo üzerinden %50 oranında azaltılması, sıralı-avlulu bir yapılaşma düzeni benimsenmesi, yeşil alan oranının da %50 oranında artırılması mikro iklim konforu açısından en iyi çözüm olarak ortaya konulmuştur (Yavaş ve Yılmaz, 2020; Yılmaz vd., 2024).

**Çizelge 1.** Kentsel Tasarım Senaryolarına İlişkin Kontrol Parametreleri (Yılmaz vd., 2024).

<b>Kontrol Parametreleri</b>	<b>Bileşenler</b>	<b>Açıklamalar</b>
Arazi kullanımı	Konut, yeşil, su, yol	Bir yapı adasındaki kullanım oranları
Malzeme	Albedo, renk	Kentsel yüzey malzemelerinin yansıtma kapasitesi
Vejetasyon	Ağaç türü, yer örtücü	Zemin, çatı ve düşey yüzeylerin vejetatif etkisi
Yapı	Taban alanı katsayısı	Bileşen değerleri (0-1) arasında değişir
	Kat alanı katsayısı	
	Bina yüksekliği	
	Gökyüzü görünürlük oranı	Bileşen değerleri (0-1) arasında değişir
	En-boy oranı	1:1, 1:1.3 en-boy oranına sahip yapılar tercih edilmelidir
Konum	Yapı yöneliş	Güney-Doğu, Güney, Doğu, Güney-Batı yönleri tercih edilmelidir





**Şekil 8.** Kentsel Tasarım Senaryolarına ENVI-Met Analizi Uygulaması (Yılmaz vd., 2024).

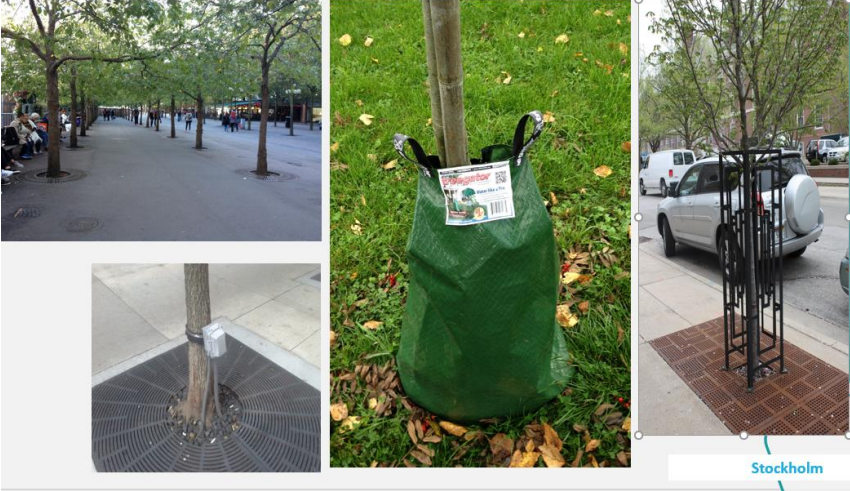
Etkin ve dirençli bir yeşil altyapının oluşması için yapılı çevre içinde bulunan açık yeşil alanların mutlaka ulaşım ağları da bitkilendirilerek birbirine organik bağ ile bağlanması gerekmektedir. Nitekim şekil 9’ da görüldüğü gibi park alanları ile bitkilendirilmiş yollar süreklilik oluşturacak şekilde tasarlanmıştır.



**Şekil 9.** Sürdürülebilir Yeşil Altyapı İçin Öneri Yeşil Örgün (Yılmaz vd., 2024)

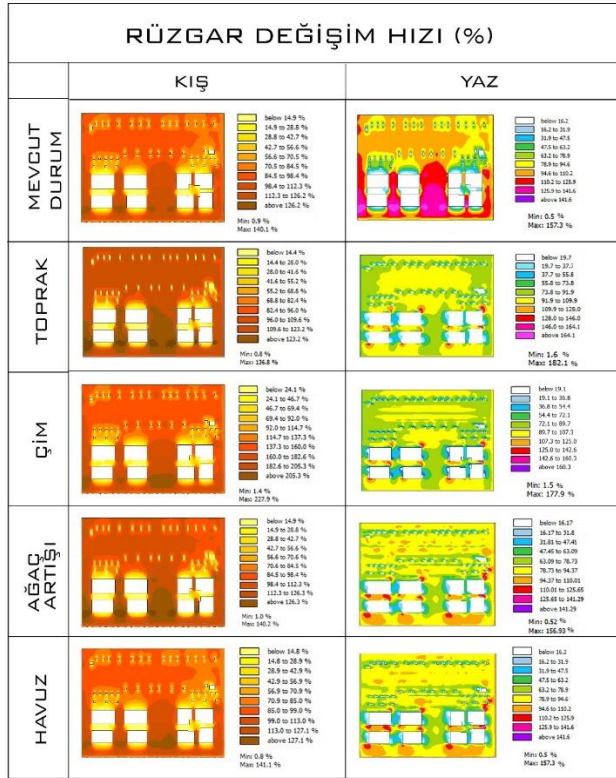
### 3.2 Cadde/sokak/kanyon/yön özelliklerine göre çalışmalar

Özellikle kentsel mekânda yeşil alan varlığı yanı sıra, cadde/sokak genişlikleri, yapıların yüzey/hacim özellikleri, rüzgâr ve güneşe göre yöneliş gibi kent mekânına ilişkin parametreler, kentsel sıcaklıkların dengelenmesinde ve dış mekânda optimum termal konfor koşullarının oluşturulmasında vurgulanan özelliklerdir. Kentsel mekân içinde termal konforun iyileştirilmesinde cadde, sokak ve ulaşım ağlarının uygun bitki tercihleri ile bitkilendirilmesi ve kitle yeşil alanlara bağlanması dirençli yeşil altyapı için oldukça önemlidir. Yeşil ağ sistemi ile oluşturulan kent ulaşım aksları sürdürülebilir yeşil alt yapıyı desteklemekte ve ortamın mikro-iklim koşullarını olumlu olarak etkilemektedir. Yapılı çevreyi oluşturan kentsel alan içindeki ulaşım ağlarında ağaçlandırma yapmak ve sağlıklı sonuç almak oldukça zor ve zahmetli bir süreç gerektirmektedir. Bu nedenle yeni oluşturulan kaldırım alanlarında sağlıklı ağaç yetiştirebilmek için bir metre küp (1m<sup>3</sup>) toprağın yerinden çıkartılması ve besin maddesince zengin toprağın konulduktan sonra ağaçların dikilmesi gerekmektedir (Grabosky vd., 2009; Bassuk, 2003). Etrafının da mutlaka ağaç tutana kadar korunması ve ızgara ile üzerinin kapatılması gerekmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Ulaşım Ağlarında Ağaçlandırma Teknikleri

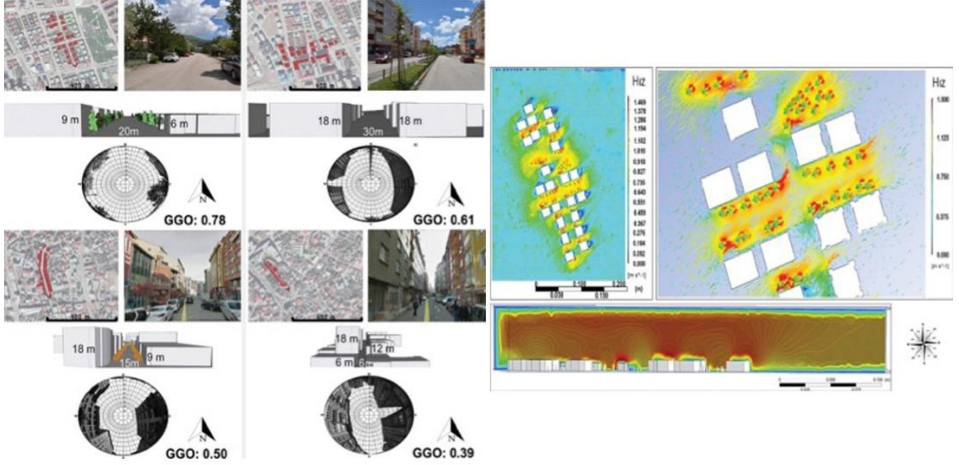
Dış mekân termal konforunu etkileyen önemli bir parametrede rüzgârdır. Ancak, bitkisel tasarım kriterleri dikkate alınmadığında rüzgâr hızının azalmasına ve ortamda sıcaklığın artmasına da neden olduğu saptanmıştır. Nitekim farklı senaryolara göre, rüzgâr değişim hızına (%) ait analizler Şekil 11’de verilmiştir. Yaz ayı rüzgâr analizinde bitki materyallerinin yoğun olduğu, karışık dikildiği alanda rüzgârın ortalama hızındaki değişim % 78.7 ile en düşük hız değişimine sahip olduğu saptanmıştır (Yılmaz vd., 2018b; Yılmaz vd., 2023b). Benzer analizlerde de bitkilerin rüzgârın hızını keserek azalttığı belirlenmiştir. Bitkiler belirli bir düzende dikilmediğinde rüzgâr sirkülasyonunu engellediği ve hızını azalttığı belirlenmiştir (Chan ve Chau, 2021).



Şekil 11. Senaryolara Göre ENVI-met Analizi İle Rüzgâr Değişim Hızı (Yılmaz vd., 2023b).

Erzurum’da sayısal akışkanlar dinamiği (Computational Fluid Dynamic-CFD) yazılımı kullanılarak sokaklarda rüzgâr analizi yapılmıştır. Bu analizlere göre, sokak kanyonları özelliklerine göre

rüzgârın yönünü ve hızını etkileyerek, hava kirliliğinin dağılımında önemli rol aldığı belirlenmiştir. Sokağın hakim rüzgâr yönüne paralel olması ve rüzgârı engelsiz olarak alması hava kirliliğinin dağılmasında iyileştirici bir etken olarak görülmüştür. Dar sokak kanyonlarında ise ağaçların kullanılmasının rüzgâr hızını engellediği saptanmıştır. Hava kirliliğinin yüksek olduğu sokaklarda; ağaçsız sokak %29 ve ağaçlı sokak da %57 oranında rüzgâr hızında azalma olduğu saptanmıştır. Ayrıca, binalar arası mesafesi az olan ve dar kanyon özelliği gösteren sokaklarda ise hava kirliliğinin daha fazla yoğunlaştığı belirlenmiştir. Geniş sokak kanyonlarının ağaçlandırılmasında rüzgârın hızını kesmeyen, yüksekte dallanan ve geçirgen dokuya sahip olan ağaç türlerinin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Şekil 12; Sarı ve Yılmaz, 2021).



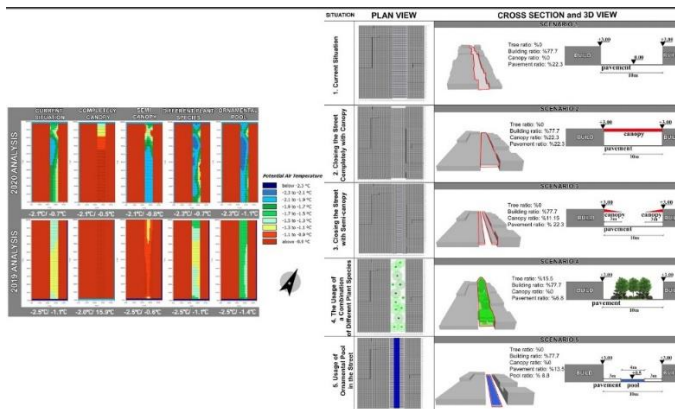
Şekil 12. Erzurum Sokaklarında Yapılan Rüzgâr Analizi (Sarı ve Yılmaz, 2021)

Cadde/sokak yön ve açısının da termal konforu etkilediği ve uygun açının yapılan analizler ile belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada Erzurum için 45 derecelik açı ile caddelerin konumlanmasının termal konforu desteklediği belirlenmiştir (Şekil 13 ;Mutlu ve Yılmaz, 2018; Mutlu ve Yılmaz, 2023b).



**Şekil 13.** Cadde/Sokak Konumlandırma Yön ve Açılı Analizi (Mutlu ve Yılmaz, 2018)

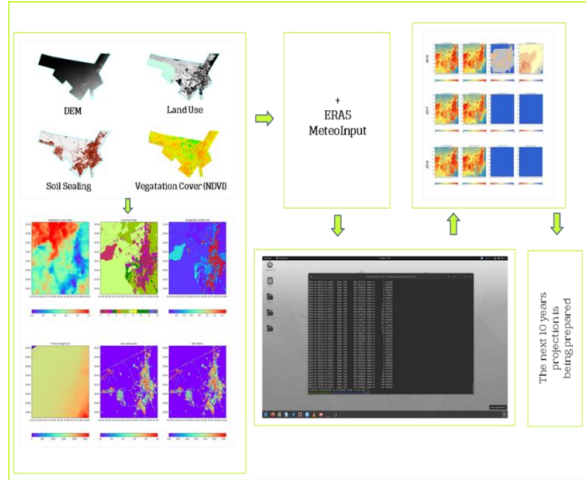
Özellikle araç trafiğine kapatılmış ve yayalar için konforlu dolaşım imkanı sağlayan sokakların peyzaj tasarımı oldukça önemlidir. İnsanların kendini güven içinde hissederek gezdiği, alışveriş yaptığı alanlarda rekreasyonel ihtiyaçlarını da karşılamaları dirençli yeşil altyapı bileşenleri arasında öncelikli olarak bulunmaktadır. Bu amaçla bir yaya yolunda termal konforun nasıl artırılabilceği araştırılmıştır. Yaz için ağaçlı ve üstü yarı açık yarı kapalı uygulamanın daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Su yüzeyinin ise küçük olması nedeni ile etkisi yüksek bulunmamıştır (Şekil 14; Yılmaz vd., 2021c).



**Şekil 14.** Yaya Yolunda Yapılan Peyzaj Tasarımlarının Termal Konfora Etkisi (Yılmaz vd., 2021c)

### 3.3 Geleceğe yönelik iklim değişikliği tahmin çalışmaları

Kentsel ısı adası etkisini birkaç yüz metre uzaysal çözünürlükte modellemek, ileriye dönük olarak şehirleşmenin toplu etkisini tahmin etmeye yönelik 2013 yılında VITO tarafından tasarlanmış olan UrbClim modeli Avrupa'nın birçok kentinde uygulanmıştır. UrbClim modeli; iklim projeksiyonlarını oluşturmak için yeterince uzun süre kapsayacak kapasiteye sahip ilk kentsel iklim modelidir. Uluslararası bilim standartlarına uygun olduğu doğrulanmıştır. Model ilk olarak Toulouse ve Ghent kentlerinde kısa zaman dilimi için test edilmiştir (De Ridder vd., 2015; Hooyberghs vd., 2016; Maheng vd., 2019). İklim değişikliğinin kentsel uyumla azaltılabilecek olması göz önünde bulundurularak Üsküp kenti için UrbClim modeli kullanılarak geleceği dair sıcaklık ve kentsel ısı adası yoğunluğu tahmini yapılmıştır. Sonuçlar ısı adası yoğunluğuna bağlı olarak ölüm oranının artacağını göstermiştir (Martinez vd., 2018). Hollanda için kentsel ısı adasını mekânsal değişkenliği UrbClim modeli ile incelenmiştir. Elde edilen haritada yeşil ve mavi altyapının soğutma etkisine dikkat çekilmiştir. Yerel yönetimlere iklim adaptasyon önlemleri için hedef bölgeleri tanımlamada yardımcı olması hedeflenmiştir (Lauwaet vd., 2018). Türkiye için de ilk olacak şekilde Erzurum ilinde UrbClim modeli kullanılarak, 2050-2070 için geleceğe dönük iklim değişikliği tahmini projeksiyon hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 15; Yılmaz vd., 2023c).



Şekil 15. UrbClim Modelinin Çalışma Adımları (Yılmaz vd., 2023c)

## 1. Sonuç ve Öneriler

Sürdürülebilir bir kentsel tasarım, farklı yaş gruplarındaki kişilerin bağımsız ve güvenli bir şekilde her mevsimde kentsel mekânlarda var olmalarını sağlayabilmeye dayanmaktadır. Ekolojik, erişilebilir, okunaklı ve nitelikli tasarlanmış kentsel çevreler, yüksek kentsel yaşam kalitesi için kilit unsurlar arasında yer almaktadır.

Daha yaşanabilir bir alan için yapılı çevreler dışında bulunan açık-yeşil alanların, bitkilendirilen kentsel ulaşım ağları ile bağlanması ve sürekliliğin oluşturulması gerekmektedir. Bu her yapılı çevre için kentsel dirençliliğe uyumlu ekolojik koridorları ve rüzgâr hareketliliğini destekleyecektir.

Kentsel dönüşüm, yenileme veya yeni imara açılan yapılaşma alanlarında mutlaka doğanın sesine kulak verilmelidir. Her mekânın kendine has fiziki dokusu, topoğrafik yapısı, sosyal ve kültürel özellikleri olduğu göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak, bu araştırma verileri ile uyumlu tasarımlar uygulandığında, kentsel mekânlarda yaşayan insanlar için daha iyi bir yaşam kalitesi ve sürdürülebilir bir çevre sağlamak mümkün olacaktır. Amaç, iklimsel uyum, estetik ve fonksiyonellikle birleştirilerek, gelecek nesillere daha iyi bir yaşam alanı bırakma hedefine katkı sağlamaktır. Bu araştırmaların sonuçları, kentsel tasarımın sadece fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda toplumun refahını nasıl etkileyebileceğini gösteren örnekleri teşkil etmektedir. Bundan sonraki planlama-tasarım aşamalarında yerel yönetimler ve diğer karar vericilerin yapılan analiz sonuçlarından yararlanması, sorunların oluşmaması veya çözümünde ortak projelerin gerçekleştirilmesi umut edilmektedir. Tüm kentlerde dış mekân yapısal ve bitkisel tasarımlarında estetik kadar, sürdürülebilir gelişme açısından doğal yapı malzemeleri tercih edilmeli, ekonomi, ekoloji beraber düşünülmelidir.

Daha yaşanabilir kentler, daha sağlıklı yaşam mekânları için doğaya kulak veren, saygılı ve uyumlu planlama ve tasarım kriterlerini göz önünde tutmak ümidi ile...

### **Teşekkür ve Bilgi Notu**

Bu çalışma, Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından 2-4 Şubat 2024 tarihinde Kayseri’de “*Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi Çalıştayı*” kapsamında sunulmuştur. Çalıştay etkinliğinin düzenlenmesinden dolayı ilgili kuruluşa teşekkür ederim.

Sunulan veriler genel olarak 2150627 ve 1190479 numaralı proje kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenen projelerden üretilmiştir. TÜBİTAK’a ve verilerini ücretsiz olarak paylaşan Meteoroloji Genel Müdürlüğüne teşekkür ederim.

### **Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme**

Birinci yazar makaleye %100 katkıda bulunmuştur. Çıkar çatışması yoktur.



## Kaynaklar

- Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2007). Effects of asymmetry, galleries, overhanging facades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. *Solar Energy*, 81(6), 742-754.
- Bassuk, N. (2003). Recommended urban trees: Site assessment and tree selection for stress tolerance. Cornell University, *Urban Horticulture Institute*.
- Bozdogan, Sert, E., Kaya, E., Adiguzel, F., Cetin, M., Gungor, S., Zeren Cetin, I., & Dinc, Y. (2021). Effect of the surface temperature of surface materials on thermal comfort: a case study of Iskenderun (Hatay, Turkey). *Theoretical and Applied Climatology*, 144(1-2), 103-113.
- Bruse, M. 2022. "ENVI-met 4: A Microscale Urban Climate Model". <http://www.envi-met.info> Son Erişim Tarihi: 2022
- Canan, F., Golasi, I., Falasca, S., & Salata, F. (2020). Outdoor thermal perception and comfort conditions in the Köppen-Geiger climate category BSk. One-year field survey and measurement campaign in Konya, Turkey. *Science of The Total Environment*, 738, 140295.
- Chan, S. Y., & Chau, C. K. (2021). On the study of the effects of microclimate and park and surrounding building configuration on thermal comfort in urban parks. *Sustainable Cities and Society*, 64, 102512
- Connor, JP, Galletti CS, Chow WTL (2013). Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona. *Landsc Ecol.*, 28:271–283.
- De Ridder, K., Lauwaet D., Maiheu B. 2015. UrbClim – a fast urban boundary layer climate model. *Urban Climate*, 12, 21-48.
- de Freitas, C. R., & Grigorieva, E. A. (2017). A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International Journal of Biometeorology*, 61, 487-512.

- Grabosky, J., Haffner, E., & Bassuk, N. (2009). Plant available moisture in stone-soil media for use under pavement while allowing urban tree root growth. *Journal of Arboriculture*, 35(5), 271.
- Gölcü, M., Yılmaz, S., (2023). Analysis of the Impact of Different Green Area Ratios on Outdoor Thermal Comfort in Urban Spaces Using ENVI-met: Atatürk University Housing Settlement. *12<sup>th</sup> Int. Con.on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, ISPEC, 6-8 July 2023, Ordu/Turkey*, 1410-1421
- Gupta, N., Mathew, A., & Khandelwal, S. (2019). Analysis of cooling effect of water bodies on land surface temperature in nearby region: A case study of Ahmedabad and Chandigarh cities in India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(1), 81–93.
- Gulyás, Á., Matzarakis, A. 2009. “Seasonal and spatial distribution of physiologically equivalent temperature (PET) index in Hungary”, *Időjárás*, 113, 221-231.
- Hooyberghs, H., Maiheu, B., De Ridder, K., Lauwaet, D., & Lefebvre, W. (2016). Assessing Climate Change in Cities Using UrbClim. In *Air Pollution Modeling And Its Application XXIV*.
- Irmak, M. A., Yılmaz, S., & Dursun, D. (2017). Effect of different pavements on human thermal comfort conditions. *Atmósfera*, 30(4), 355-366.
- Irmak, A., Yılmaz S., Mutlu E., Yılmaz H., 2018. Assessment of the effects of different tree species on urban microclimate. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (16 ): 15802-15822
- Irmak, MA., Yılmaz S., (2023). The Effect of Green Areas on Thermal Comfort in Cold Climate Regions: The Case of Ata Botanic Garden. 3rd International Architectural Sciences and Applications Symposium, September 14-15, 957-966, Naples-Italy.
- IPCC, (2022a). Summary for policymakers. in: climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Hans-O. Pörtner, et al., (Drafting

- Authors:)]. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC, (2022b). Summary for policymakers. in: climate change 2022: Mitigation of climate change. contribution of working group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Skea ve ark., (Drafting Authors:)]. Cambridge University Press. In Press.
- IPCC, (2022c). Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. contribution of working group II to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Draft.
- Javanroodi, K., & Nik, V. M. (2020). Interactions between extreme climate and urban morphology: Investigating the evolution of extreme wind speeds from mesoscale to microscale. *Urban Climate*, 31, 100544.
- Lauwaet, D., De Nijs, T., Liekens, I., Hooyberghs, H., Verachtert, E., Lefebvre, W., .Broekx, S. (2018). A new method for fine-scale assessments of the average urban Heat island over large areas and the effectiveness of nature-based solutions. *One Ecosystem*, 3, 24880.
- Jamali, F. S., Khaledi, S., & Razavian, M. T. (2021). Seasonal impact of urban parks on land surface temperature (LST) in semi-arid city of Tehran. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 13(2), 248-264.
- Liu, H., Huang, B., Cheng, X., Yin, M., Shang, C., Luo, Y., & He, B. J. (2023). Sensing-based park cooling performance observation and assessment: A review. *Building and Environment*, 110915.
- Ma, X., Wang, M., Zhao, J., Zhang, L., Liu, W. (2020). Performance of different urban design parameters in improving outdoor thermal comfort and health in a pedestrianized zone. *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 17(7), 2258.
- Martinez, G. S., Diaz, J., Hooyberghs, H., Lauwaet, D., De Ridder, K., Linares, C., ... Dunbar Bekker-Nielsen, M. (2018). Heat and health in Antwerp under climate change: Projected impacts and

- implications for prevention. *Environment International*, 111, 135–143.
- Mayer, H., Höppe, P. 1987. “Thermal comfort of man in different urban environments”, *Theoretical And Applied Climatology*, 38(1), 43-49.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. 1999. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature, *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 76-84.
- Maheng, D., Ducton, I., Lauwaet, D., Zevenbergen, C., & Pathirana, A. (2019). The Sensitivity of Urban Heat Island to Urban Green Space—A Model-Based Study of City of Colombo, Sri Lanka. *Atmosphere*, 10(3), 151.
- Morakinyo, T. E., Kong, L., Lau, K. K. L., Yuan, C., & Ng, E. (2017). A study on the impact of shadow-cast and tree species on incanyon and neighborhood's thermal comfort. *Building and Environment*, 115, 1-17.
- Mutlu, E., Yilmaz, S., Yilmaz, H., & Mutlu, B. E. (2018). Analysis of urban settlement unit by ENVI-met according to different aspects in cold regions. *In 6th annual international Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2018)*, Vol. 14, 15.
- Mutlu, B. E. ve Yılmaz S., (2021). Evaluation of the Effect of Green Areas on Thermal Comfort in Urban Areas with Microscale ENVI-Met Software. ", *International Congress Phenomenological Aspects of Civil Engineering, Oral presentation, 20-23 June 2021, PACE\_2021\_387.*, Erzurum, Türkiye, ss.515-519
- Mutlu, EM., Yilmaz, S., Qaid, A. (2022). ENVI-met Analysis of The Effect of Different Landscape Designs on Thermal Comfort in Pocket Parks: A Case Erzurum. 3rd International Mountain and Ecology Congress within the Framework of Sustainable Development, 20-21 Oct, Trabzon/ Türkiye
- Mutlu, BE., Yılmaz, S., (2023a). Erzurum'da Farklı Peyzaj Tasarımlarının ENVI-met ile Mikroklimatik Analizi ve Çevresel Etkileri. IV. International Bashkent Conference on Multidisciplinary Studies- August 4-6, 2023, Ankara, 544-550

- Mutlu, BE., Yılmaz, S., (2023b). ENVI-met ile Dış Mekân Termal Konfor Üzerinde Cadde Yönelimlerinin Analizi. IV. International BASHKENT Conference on Multidisciplinary Studies-IV. August 4-6, 2023, Ankara, 533-539
- Mutlu, BE., Yılmaz, S., (2024). Farklı Yeşil Alan Oranlarının Dış Mekân Termal Konfora Etkisinin Envi-Met Analizi İle Belirlenmesi: Erzurum Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. Baskıda
- Oke, T. R., Mills, G., Christen A. & Voogt, J. A. (2017). *Urban Climates*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Potchter, O, Cohen P, Lin TP, Matzarakis A., (2018.) Outdoor human thermal perception in various climates: a comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ*, 631:390-406.
- Sarı E.N., Yılmaz B.G., Yılmaz S., 2019. Definition of Pedestrian Friendly Street Parameters and Evaluation in the Case of Erzurum City. XXIV International Conference, Oral presentation, *LWC 2019, Pedestrian, Urban Space and Health-Living and Walking in Cities*, 12-13, September 2019, Brescia-ITALY
- Sarı, E. N., & Yılmaz, S., (2023). Farklı konut dokularının hava kirliliği yoğunluğu üzerindeki etkisi: Erzurum örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 75-81.
- Sarı, E. N. , Yılmaz S., (2021). The Effect on Air Pollution Distribution of Wind in Different Street Canyons: The Case of Erzurum", *Planning*, 31 (3): 446-479.
- Sun, S., Xu, X., Lao, Z., Liu, W., Li, Z., García, E. H., Zhu, J. (2017). Evaluating the impact of urban green space and landscape design parameters on thermal comfort in hot summer by numerical simulation. *Building and Environment*, 123, 277-288.
- Tsoka, S.; Tsikaloudaki, A.; Theodosiou, T. (2018). Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications-a review. *Sustainable Cities and Society*. 43:55-76.
- Wu, C., Li, J., Wang, C., Song, C., Chen, Y., Finka, M., & La Rosa, D. (2019). Understanding the relationship between urban blue

- infrastructure and land surface temperature. *Science of The Total Environment*, 133742.
- Xu, X., Liu, S., Sun, S., Zhang, W., Liu, Y., Lao, Z., ... & Zhu, J. (2019). Evaluation of energy saving potential of an urban green space and its water bodies. *Energy and Buildings*, 188, 58-70.
- Yang, L., Liu, X., & Qian, F. (2019). Research on water thermal effect on surrounding environment in summer. *Energy and Buildings*, 109613.
- Yavas, M., Yilmaz S., (2020).Climate Sensitive Urban Design Principles: The Case of Erzurum City. İklim Duyarlı Kentsel Tasarım İlkeleri: Erzurum Kenti Örneği. *Planlama* 2020;30(2):294–312
- Yilmaz, S.,Mutlu E.,Yılmaz H., (2017). Quantification of thermal comfort based on different street orientation in winter months of urban city Dadaşkent. International Symposium on Greener Cities for More Efficient Ecosystem Services in a Climate Changing World, Sep. 12-15, Bologna-ITALY
- Yilmaz, S., Mutlu E., Yılmaz H., (2018a). Alternative Scenarios For Ecological Urbanizations Using Envi-Met Model. *Environmental Science and Pollution Research*, 25 (26): 26307–26321
- Yilmaz, S., Yilmaz, H., Irmak, M.A., Kuzulugil, A.C. and Koç, A., (2018b). Effects of urban *Pinus sylvestris* (L.) plantation sites on thermal comfort. *Acta Hortic.* 1215, 39-44,DOI:10.17660/ActaHortic.2018.1215.6, Eds G. Pennisi, L. Cremonini, T. Georgiadis, F. Orsini, G.P. Gianquinto, ISBN : 978-94-62612-12-9 , ISSN: 0567-7572 (print) 2406-6168.
- Yilmaz, S., Mutlu B. E., Aksu A., Mutlu E., Qaid A.,(2021a). Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey, *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (3): 3672-3693.
- Yilmaz, S., Sezen I., Sari E. N., (2021b).The relationships between ecological urbanization, green areas, and air pollution in Erzurum/Turkey, *Environmental and Ecological Statistics*, 28 (4): 733–759.

- Yılmaz, S., Kulekci E. A., Mutlu B. E. , Sezen I.,(2021c). Analysis of winter thermal comfort conditions: street scenarios using ENVI-met model, *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (45): 63837–63859.
- Yılmaz, S. (2022). Effects of Visual Environment on Students' Adjustment to Stress. *ICONARP International Journal of Architecture and Planning*, 10(1), 43-69.
- Yılmaz, S., Irmak, M. A., & Qaid, A. (2022). Assessing the effects of different urban landscapes and built environment patterns on thermal comfort and air pollution in Erzurum city, Turkey. *Building and Environment*, 109210.
- Yılmaz, S., (2023). Softwares Used in Climate-Sensitive Spatial Planning and Design: PET, SVF, ENVI-met Software, UrbClim Model. In Türker, H.B.& Bolat, F. (Eds.). *Architectural Sciences and Ecological Approaches, 2023, Chapter:9, 234-271*. ISBN:987-625-367-073-3. Iksad Publications.
- Yılmaz, S., Vural, H., & Yılmaz, H. (2023a). Effects of botanical gardens on student environmental perception. *Ecological Informatics*, 73, 101942.
- Yılmaz,S., Kurt A., Gölcü, M., (2023b). ENVI-met Simulations of the Effect of Different Landscape Design Scenarios on Pedestrian Thermal Comfort: Haydar Aliyev Street. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 33(3):338-353
- Yılmaz, S., Bilge, C., Irmak, MA., (2023c). Determining the Climate Future Projection of Erzurum City with the UrbClim Model. *Journal of Architectural Sciences and Applications, JASA 2023*, 8 (1), 112-122.
- Yılmaz, S., Irmak, M. A.,Yılmaz H., Terzi F., Dursun D., Berberoğlu S., Öztaş T., Mutlu E., Bilge C., Mutlu BE., Aksu A., Okumuş DE., (2024). Sürdürülebilir Çevre Odaklı Ekolojik Kentsel Tasarım Modellemesi: Erzurum, TÜBİTAK 1001 Proje No 119O479
- Zengin, M., Yılmaz, S., & Mutlu, B. E. (2019). Mekânsal Termal Konfor Açısından Atatürk Üniversitesi Yerleşkesi Termal Kamera

Görüntülerinin Analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50(3), 239-247.



**Prof. Dr. Sevgi YILMAZ**

E-mail: sevgiy@atauni.edu.tr; syilmaz\_68@hotmail.com

Eğitim Durumu: Doktora

Lisans: ukurova Üniversitesi

Yüksek Lisans: ukurova Üniversitesi

Doktora: Atatürk Üniversitesi

Mesleki Deneyim: Mart 1992



---

## Kentsel Isı Adası ve Yeşil Alan Planlama Önerileri

---

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ <sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, Batı Yerleşkesi, Erzurum/Türkiye.  
ORCID: 0000-0001-7668-5788  
E-mail: sevgiy@atauni.edu.tr; syilmaz\_68@hotmail.com

---

**Citation:** Yılmaz, S. (2024). Kentsel Isı Adası ve Yeşil Alan Planlama Önerileri. İnce, K. (Ed.). *Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi*. (Temmuz, 2024), Bölüm 14, 386-410. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications.  
DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698904>

---

## 1. Giriş

Dünya sürekli bir gelişim ve değişim süreci içinde bulunmaktadır. Birleşmiş Milletlere (UN)'e göre 2050 yılına gelindiğinde, insanlığın üçte ikisinin şehirlerde ve dünya genelinde altı milyardan fazla insanın kentsel alanda yaşayacağı tahmin edilmektedir (James, 2016). Bazı araştırmalarda ise, dünya nüfusunun iki bin elli yılına kadar 9.1 milyara çıkacağı tahmin edilmektedir (Rajagopalan, 2021). Artan nüfusa paralel olarak, kentler büyüdükçe, kent dışındaki biyolojik rezervler azalmakta, kırsal alanlar üzerindeki baskılar da artmaktadır. Kentleşme hızı arttıkça insanlar bir taraftan daha kolay, daha rahat bir hayat standardına sahip olma olanağı bulurken; diğer taraftan doğal kaynaklar hor bir şekilde kullanılarak tahrip edilmekte, bilinçsizce tüketilmektedir.

Doğa temelli olmayan kentsel planlamalarda, daha fazla enerji tüketimine, hava kirliliğine, ekonomik zararlara, geçirimsiz yüzey artışına, yeşil alanların azalmasına ve bunlara bağlı olarak gelişen yaşam standartları düşük mekânların artmasına yol açmaktadır. Doğa dikkate alınmadan artan yapılaşma alanları nedeni ile kentler çevrelerine ve kırsal alana göre daha sıcak olmaktadır (Rajagopalan 2021; da Silva Espinoza vd., 2023; Liu vd., 2023a). Yaklaşık iki yüz yıl önce Luke Howard (1818) tarafından bilimsel olarak tanımlanan bir fenomen olarak görülen “Kentsel Isı Adası (KIA)”, sanayileşmenin ve kentleşmenin bir sonucu olarak 21. yüzyılda insanoğlunun başına gelen en büyük sorunlardan biri olarak kabul görmektedir (Oke vd., 2017; Saaroni vd. 2018; Zhu vd., 2021; IPCC, 2022). KIA, insanları ve çevreyi tehdit eden en önemli sorunlardan birisidir. Kentleşmenin kirlilik, habitat kaybı, sıcaklık artışı, kentsel su havzalarının hidrolojisindeki değişiklikler de dâhil olmak üzere çeşitli olumsuz çevresel sonuçları vardır (Gray vd., 2017). Enteria vd. (2021)'e göre KIA, kırsal alanlara kıyasla kentsel alanlarda malzemelerin yansıtma ve soğurma özelliklerinden kaynaklanan bir termal kirliliktir. Musco (2016)'ya göre bu fenomen kentsel merkezlerin büyüklüğü ve bunun içinde bulunan nüfusla alakalıdır. Buna ek olarak, yerleşim alanlarının yoğunluğu, zemin yüzeylerini oluşturan malzemelerin özellikleri ve antropojenik faaliyetler de dahil olmak üzere kentin fiziksel özelliklerinden etkilenmektedir (Saaroni vd., 2018).

Ekonomik, toplumsal, kültürel ve politik alanda büyük ölçekli değişimleri de beraberinde getiren kentleşme olgusu Türkiye’de hem

dikey hem de yatay manada dengesiz bir gelişim izlemiş, büyük kentlerin daha da fazla büyümesine neden olmuştur (Topal, 2004). Bu hızlı, çarpık ve kontrolsüz kentleşme birçok problemi beraberinde getirmektedir. Orsini vd. (2017)'e göre, insanların günümüze kadar karşılaştığı en büyük zorluklarla karşı karşıya olduğunu söylemek abartı bulunmamıştır. Hızlı büyüme, kent nüfusu üzerinde önemli sosyal, ekonomik ve çevresel baskılar yaratarak sağlıksız yaşam tarzlarını teşvik etmiştir. Kentlerin genişlemesi çoğunlukla ekilebilir araziler üzerinde meydana gelmektedir. Şehir yapılaşma ile büyüdükçe, çevredeki tarımsal alanlarda azalmakta ve buda gıda üretimine olumsuz etki etmektedir (Callau vd., 2017).

Kentleşmenin plansız şekilde artması ile açık- yeşil alanlara erişimi sınırlandırmakta, bu da her geçen gün insanları doğadan daha da uzaklaştırmaktadır. Ekolojik dengenin korunması sürekli göz ardı edilmekte, doğal kaynakların tüketimi hız kazanmakta ve doğayı dikkate almayan kentleşmenin koyduğu kötü sonuçlar geri döndürülemez sorunlar ortaya çıkartmaktadır. Sorunların kent içinde yoğunlaştığı düşünüldüğünde, çözümün de yine kent içerisinde aranması gerektiği ortadadır. Bugün kentlerde çevresel bozulmaların ilerlemesi ve doğal kaynakların azalması sorunlarına yönelik çözümün hayati bir parçası olarak “Sürdürülebilirlik” kavramı önem kazanmıştır. Ekolojik tabanlı bir sistemi barındıran sürdürülebilirlik kavramı, planlamacılar için son derece önemli bir değerdir. Sürdürülebilir kent; yapısında yaşam kalitesini arttıran, güçlü ekonomi, sağlıklı ve aydın toplum ve temiz sürdürülebilir bir çevre ana bileşenlerini beraberce barındıran yaşam ortamı olarak tanımlanmaktadır. Sürdürülebilir kent kavramının gündeme gelmesinden sonra, çevreye duyarlı kentsel gelişimi sağlamak için, kentsel mekânların ekolojik planlama anlayışıyla planlanması gerektiği ortaya çıkmıştır. Günümüzde kentsel gelişimin sürdürülebilir olması için ekolojik temele dayandırılması gerekmektedir. Ekolojik temele dayalı kentsel gelişme, bugün ve gelecek kuşaklar için daha iyi bir yaşam kalitesini ve çevreyi korumayı amaçlamaktadır (Korkut vd., 2017).

21. yüzyılın başından itibaren sanayileşmenin artması ile birlikte iklim değişikliği, önemli bir sorun olarak ortaya çıkmıştır. Kentleşmenin çevre üzerindeki olumsuz etkileri, özellikle yapılaşmanın yoğun olduğu kentlerde daha fazla hissedilmektedir (Georgatou ve Kolokotsa 2016). Bu tip kentler, büyük ölçüde fosil kaynaklara ve küresel bir ekonomik

ağa bağılı oldukları için sürdürülebilir kullanımlarda kısıtlamalar yaşanmaktadır. Nüfus artışı, arazi kullanımı, enerji kullanımı, sanayileşme ve küresel kentleşme, iklim değişikliğinin ana nedenlerini oluşturmaktadır (Oke vd. 2017; IPCC, 2022).

Yüksek sıcaklıklar, yapıların enerji tüketimini etkileyerek, şehirdeki çevrenin kalitesini bozmaktadır. Kentsel alanlarda meydana gelen daha yüksek sıcaklıklar, ekolojik ayak izini arttırarak, çevresel bir bozulmanın önünü açmaktadır (Santamouris 2016). Nemli ve sıcak alanlarda kentsel ısı adası etkisi, bu alanlarda yaşayan insanların günlük yaşamını etkilemekte, kent sıcaklığını yükselterek, canlılarda artan rahatsızlığa neden olmaktadır (Enteria vd. 2021). Küresel ısınmanın olumsuz etkilerinin yanı sıra, kentsel ısı adası etkisi kentsel alanların yaşanılabilirliğini azaltmaktadır (Gartland 2008; Okumus ve Terzi, 2021; Liu vd., 2023b). Son yıllarda bu alanda yapılan bazı yayınlar Çizelge 1’de verilmiştir.

## **2. Analizlerde Kullanılan Başlıca Araçlar**

Son araştırmalarda teknolojik gelişmeler kullanılarak sağlıklı verilerin elde edildiği yöntemler uygulanmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımı ile dağılım haritaları yapılabilmektedir. Özellikle uydu görüntüleri analizleri ile yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Alanın geneli hakkında bilgi edinmek için oldukça uygun araçlar olarak değerlendirilmektedir. Alan içinden her zaman veri almak zor ve zahmetli bir süreç gerektirmektedir. Oysa uydu görüntüleri analizi ve termal kamera ile daha geniş alanlar hakkında bilgi edinilebilmektedir. Yurtdışı çalışmalarda görüldüğü üzere, özellikle termal kameralar tarımsal üretim sahalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Üretim sahası üzerinde dronlar ile ölçümler alınarak bitkideki renk değişiklikleri görülmekte ve karşılaşılan sorunlar belirlenebilmektedir. Buda tarımsal ürün kaybının önüne geçilmesini sağlamaktadır.

Web of Science alanında yapılan makalelerde, Kentsel Isı Adası oluşumunda da en yaygın kullanılan uydular, MODIS, ASTER, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, SPOT, IRS, İkonos, Quickbird, Landsat 8 OLI/TIRS ve ECOSTRESS’ dir.

## Çizelge 1. Kentsel Isı Adası Konusunda Yapılan Çalışmalar

Yazarlar	Çalışma Konumu	Mevsim	Çalışma Alanı	Kullanılan Yöntem	Çalışmanın Sonuçları
<b>Bottyan vd., 2005)</b>	Debreceen, Macarista	İlkbahar dönemi	Kent Merkezi	Mobil ölçümlerin yapılması	Ortalama kentsel ısı adası yoğunluğu kırsal alanlara nazaran şehir merkezinde 2,0 ve 2,5 °C'nin üzerine çıkmaktadır
<b>Hathway ve Sharples (2012)</b>	Sheffield, UK	İlkbahar ve yaz dönemi	Nehir	Yerel ölçüm cihazları ile yapılan sıcaklık ve nem ölçümleri	İlkbaharda nehir üzerinde ortalama 1,5 °C'nin üzerinde bir soğuma seviyesi tespit edilmiştir, ancak nehir suyu sıcaklığının daha yüksek olduğu yaz aylarında bu düşüş azalmıştır.
<b>Kuşçu Şimşek 2016</b>	İstanbul, Türkiye	Yaz dönemi	Parklar	Uzaktan algılama (Landsat TM, ETM)	Parkların fiziksel özelliklerine bağlı olarak oluşturduğu mikro iklimsel yapının parkların çevre bölgelerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır.
<b>Kaplan vd. (2018)</b>	Skopje, Makedonya	Yaz dönemi	Kent Merkezi	Uzaktan algılama (Landsat-8)	LST ve NDVI arasındaki negatif korelasyon, yeşil alanın kentsel ısı adası üzerindeki etkiyi zayıflatabileceğini gösterirken, LST ve NDBI arasındaki pozitif korelasyon, yapılaşmış arazinin çalışma alanındaki kentsel ısı adası etkisini güçlendirmektedir. Park sınırlarından uzaklaştıkça park soğutma etkisi yoğunluğu da değişmektedir.
<b>Chibuike vd. (2018)</b>	Abuja, Nijerya	Kış dönemi	Parklar	Uzaktan algılama (Landsat-8 OLI/TIRS)	
<b>Emecen ve Erdem (2019)</b>	Samsun, Türkiye	Dört mevsim	İlçe Merkezi	Uzaktan algılama (Landsat-8 OLI/TIRS)	Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü açısından incelendiğinde su yüzeylerin özellikle yaz mevsiminde kentsel alanlarda soğutmada etkin olduğu görülmektedir.
<b>Naserikia vd. (2019)</b>	Mashhad, İran	Yaz dönemi	Kent Merkezi	Uzaktan algılama (Landsat TM/OLI)	Toprak veya asfaltla çevrili yerleşim alanları, yoğun yerleşim alanlarına kıyasla daha yüksek arazi yüzeyi sıcaklıklarına maruz kaldığı saptanmıştır.

<b>Amami-Beni vd. (2021)</b>	Beijing, Çin	Yaz dönemi	Yeşil alanlar	Mobil geçiş yöntemi	Yeşil alan daha istikrarlı bir termal ortam tasarlamak için kullanılabilir. Yeşil alanın eşit dağılımına sahip bir şehir planı en yüksek termal konforu sağlayacaktır.
<b>McCarthy vd. (2021)</b>	Dallas, Texas, USA	Yaz dönemi	Parklar	Coğrafi Sistemleri, metodolojik yaklaşım	Yeşil alanlar, konut ve ticari/ofis alanları yer yüzey sıcaklığı üzerinde en büyük etkiye sahiptir.
<b>Gao vd. (2020)</b>	Sydney, Avustralya	Kış dönemi	Kent Merkezi	Uzaktan algılama (MODIS)	Sulamanın neden olduğu soğutma etkisi, sulamadan önce toprağın daha kuru olduğu kentsel alanlarda daha yüksek olma eğilimindedir. Günlük sulama planı, yaklaşık 1,3 °C'lik maksimum günlük sıcaklık düşüşüne ve ortalama 0,5 °C'ye yakın bir sıcaklık düşüşüne yol açmıştır.
<b>Yuan vd. (2023)</b>	Wuhan, Çin	Yaz kış dönemi	Kent Merkezi	Arazi Katkı Endeksi	Nehirlerin kentsel ısı adası üzerinde göllerden daha farklı etkileri vardır. Kentsel ısı adası yazın kışa göre daha şiddetlidir.
<b>Menteş vd. (2023)</b>	Elazığ, Türkiye	Yaz dönemi	Kent merkezi	Uzaktan algılama (Landsat 8)	Yoğun bitki örtüsüne sahip mahallelerin yazın ait yer yüzey sıcaklığı diğer mahallelere göre 2,8 °C daha düşük çıkmıştır.
<b>Yılmaz vd. (2023)</b>	Erzurum, Türkiye	Dört mevsim	Kent Merkezi	Uzaktan algılama (Landsat-8 OLI/TIRS)	COVID-19 önlem ve kısıtlamalarının soğuk bölge şehirleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla hava kirliliği göstergeleri, yer yüzeyi sıcaklığı ve hava sıcaklığı verilerinin analiz edilmiştir. COVID 19 döneminde CO <sub>2</sub> , PM10 ve SO <sub>2</sub> emisyonlarının sırasıyla %14,9, %14,3, %47,1 ve %28,5 azaldığı, O <sub>3</sub> emisyonunun ise %16,9 arttığı, Nisan 2020'deki COVID-19 karantinası ve yoğun kısıtlamalar sırasında ortalama LST ve hava sıcaklığı değerlerinin Nisan 2019'a kıyasla sırasıyla 14,7 °C ve 1,6 °C düştüğü tespit edilmiştir.
<b>da Silva Espinoza vd. (2023)</b>	Manaus, Brezilya	Yaz dönemi	Kent Merkezi	Uzaktan algılama (Landsat 5-8)	Kentsel alanda sıcaklıklar 30,0 °C'nin üzerinde seyrederken, kırsal alanda sıcaklıklar 25,0 ile 26,5 °C arasında değişmiştir.



### **3. Kentsel Isı Adası Konusunda Yapılan Çalışmalar**

Sürdürülebilir kentleşmenin sağlanabilmesi için planlama ve tasarımlarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem vermek ve alanın doğal özelliklerini dikkate almak gerekmektedir. Dünyada bu tür çalışmalar uydu görüntülerinin ilk alınmaya başlandığı tarihlerden itibaren yapılmakta olup, günümüzde artık çok çeşitli ve ayrıntılı görüntüler farklı yöntemlerle kent iklimlerini araştırılmaktadır. Avrupa'da iklim verileri bilgisayar programları yardımı ile rüzgâr, eğim, bakı, kent içi analizler yapılmaktadır. ABD'nin orta batı ve kuzey doğusuna ait elliden fazla alanda kentsel ısı adalarını belirlemek için çalışma yapılmıştır. Analiz yapılan kentlerde maksimum kentsel – kırsal sıcaklık farkının 2.6 ile 6.5°C arasında değiştiği belirlenmiştir (Matson vd.,1978). Vancouver, Seattle ve Los Angeles'da yüzey sıcaklıklarından oluşan ısı adasını belirlemek için uydu verileri kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre KIA oluşumunun alan kullanımları ile çok yakından ilişkili oldukları belirlenmiştir (Roth vd.,1989). Oldukça önemli sonuçlar içerdiği görülen bu çalışmada farklı alan kullanımları ile KIA oluşumu arasında bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Dolayısı ile KIA'na neden olan veya oluşumunu önleyen alan kullanımları çok iyi analiz edilmelidir. KIA etkisini azaltan veya önleyen alan kullanım kriterlerinin belirlenmesi ve plan kararlarına aktarılması daha yaşanabilir çevrenin tasarlanması için bir zorunluluk olarak görülmektedir. Bu amaçla KIA oluşumunun azaltılması, azaltıldığında sağlayacağı faydalar ve bu alanda yapılan güncel çalışmalar aşağıda ele alınmıştır.

#### **3.1 Kentsel ısı adası etkisini azaltma stratejileri**

Farklı araştırmalar, kentsel alanlarda ısı azaltma teknolojilerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi için bir takım değişkenlerin hesaplanması gerektiğini göstermektedir. Bunlar arasında; iklim, yeşil alan, kentsel alan tipi, kullanılan teknolojiler ve ulaşım yer almaktadır (Emmanuel, 2005; Kolokotsa, 2009).

Kent iklimi ile ilgili olarak, uyum ve azaltma çalışmaları bağlantılı görünmektedir. Bir kentsel iklime uyum sağlamak, kentleşmenin sıcaklıklar ve diğer çevresel değişkenler üzerindeki etkisini azaltmaya çalışmak anlamına gelmektedir. Bu azaltma stratejileri arasında ise

(Palme vd. 2021)'e göre; kentleri soğutmak için havalandırma koridorlarını kurmak, yeşil alan miktarını arttırmak, soğutma tekniklerini kullanmak, serinletme sağlayacak malzeme seçmek olarak belirtmiştir. Genel olarak yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, KIA etkisini azaltmak için en uygun yolun; yeşil alan miktarını arttırmak ve kitle yeşil alanlar ile bağlantısını bitkilendirme ile sağlayarak sürekliliği oluşturmak gelmektedir (Spronken-Smith ve Oke,1998; Shi vd., 2023). Bununla birlikte kentlerin planlanması ve tasarımı sırasında doğaya uyum gözetilerek, gölgelikler, rüzgâr koridorları, bitki türleri, açık ve yeşil alan gibi faktörler ile KIA oluşumunu önlenmektedir.

Yapılan literatür taramasına göre, KIA etkisini azaltma stratejileri arasında genel olarak, Yeşil Alanların Artırılması (1), Geçirimli Yüzeylerin Artırılması (2), Yapı Yüzeyi Malzeme Seçimi (3), Cadde-Sokak-Yapı-Yön-Açı-Kanyon Özelliklerinin Belirlenmesi (4), Ekolojik Koridorlar Oluşturularak Kitle Yeşil Alanlara Bağlanması (5), Ulaşım Analizleri (6), Yağmur Suyu-Biyolojik Gölet- Su Yönetimi (7) geldiği görülmektedir. Bu stratejiler, kentsel ısı adası etkisini azaltmak için birlikte veya ayrı ayrı uygulanabilir niteliktedir. Genellikle kentsel planlama-tasarım süreçlerine entegre edilmesi ile de daha sürdürülebilir ve konforlu bir kentsel ortamın oluşturulmasına katkı sağlayacağı görülmektedir.

### **3.2 Kentsel ısı adasının etkilerinin azaltılmasında sağlanan faydalar**

KIA etkisinin sınırlandırılması ile canlıların sağlığı, enerji ve ekonomi olumlu yönde etkilenmektedir. Sıcak hava dalgalarının ve aşırı sıcaklıkların neden olduğu sağlık sorunlarının azalmasına yol açabilmektedir. Daha düşük sıcaklıklar, insanların rahatlamasını ve fiziksel aktivite yapmasını sağlamakta, böylece sağlık ve refahlarını artırmaktadır. Kentsel ısı adasının azaltılması, binaların daha az ısıtma ve soğutma ihtiyacı duymasına neden olmaktadır. Buda direkt olarak enerji tasarrufu sağlanmasına yansımaktadır. Isı adası azaltma stratejileri ile hava sıcaklığı düşüşleri, enerji tasarrufu, hava kalitesinin iyileşmesi, termal konfor, ekonomik ve estetik faydalar sağlanabilmektedir (Kim vd., 2019; Lan vd., 2022; Liu vd., 2023a).

Kentsel gelişim oranı ile bitki örtüsü arasındaki ilişki çoğunlukla olumsuzdur. Khadpecker ve Jacob'a (2004) göre, "doğal bitki örtüsü türleri kentleşmenin ilk kurbanları" olarak tanımlanmaktadır (Jusuf ve Hien 2016). KIA konusunda kentsel unsurlar arasında en çok yönde etkili olanı bitki örtüsüdür. Kent içinde bulunan yeşil alanlar kentlerin estetik, hidrolojik ve ekolojik ortamına önemli katkılar sağlamaktadır. Kent içinde birçok faydası olan bitki örtüsü, sağlıklı bir kentin en önemli bileşenleridir (Oke vd. 2017). Isı adası yoğunluğunun bitki örtüsünün zayıf olduğu yoğun yerleşim alanlarında daha yüksek olduğunu göstermiştir (Gartland 2008).

Genel olarak bitkilendirme çalışmaları, kentsel soğutma için en yaygın kullanılan strateji olarak kabul edilmektedir. Bitki örtüsü ısı adası etkisini en temelde iki şekilde azaltmaktadır. Bunlardan birincisi zeminlerin gölgelenmesi yoluyla yüzey sıcaklıklarının azaltılması, diğeri ise buharlaşma yoluyla hava sıcaklığının düşürülmesidir (Saaroni vd. 2018; Yao vd., 2020; He vd., 2021). Bitki ile birlikte kentsel mekânı oluşturan yapay donatıların etkileri de Çizelge 2'de verilmiştir.

### **3.3 Güncel teknolojiler kullanılarak yapılan çalışmalar**

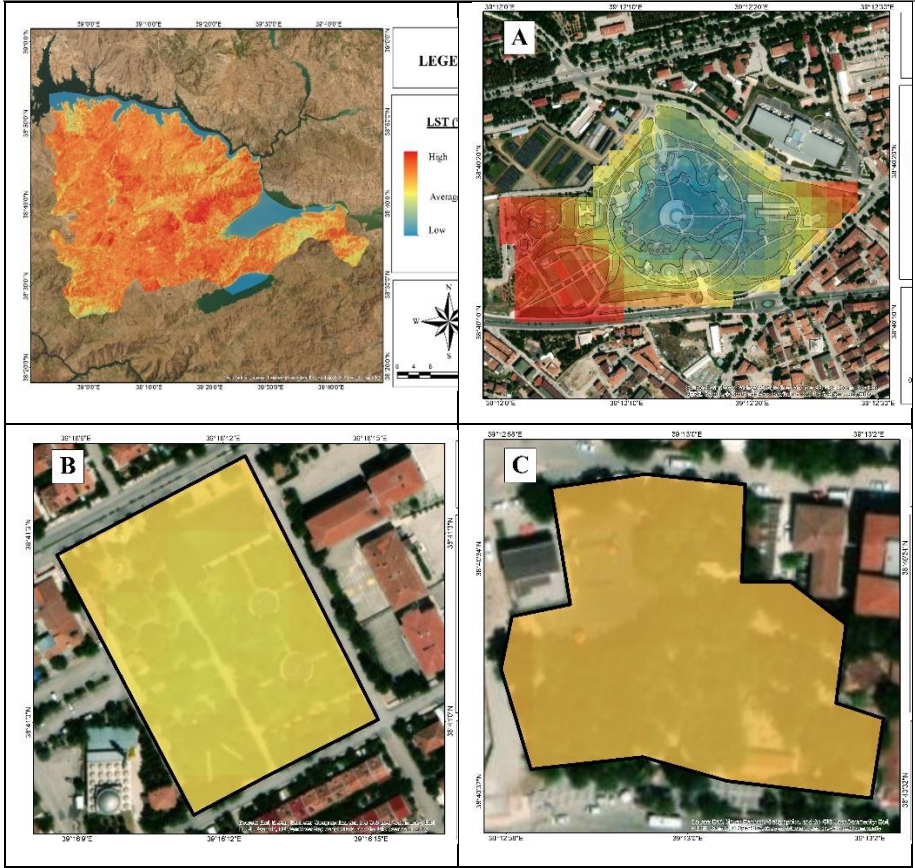
Uydu görüntüleri analizleri ile yapılan çalışmalarda KIA alansal dağılımı ve farklı alan kullanımlarının etkisinin belirlenmesi çalışmaları yapılmaktadır. Bir derleme çalışmasında parkların %79'unun çevresinden daha düşük yüzey sıcaklığına sahip olduğu belirlenmiştir (Liu vd., 2023b). Bir başka araştırmada, yeşil alanların etkisini belirlemek için Landsat 9 uydusu kullanılarak farklı büyüklüğe sahip park alanları analiz edilmiştir (Şekil 1). Bu park alanlarında içe ve dışa doğru zonlamalar atılarak analizler yapılmıştır. Zonlamalarda dışa doğru parktan uzaklaştıkça serinleme etkisinin de azaldığı belirlenmiştir (Menteş vd., 2024).

## Çizelge 2. Bitki Örtüsünün KIA Etkisini Azaltmada Sağladığı Faydalar

Gölgeleme/ Serinletme	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yüze sıcaklıklarını azaltarak havanın soğuması sağlanır (Sharifi vd. 2021; Peng vd., 2021).</li><li>- Termal konfor iyileştirilir (Saaroni vd. 2018; Zhao vd., 2021; Shi vd., 2023).</li><li>- Binaların enerji kullanımı azaltılır (Gartland 2008; Du vd., 2016; Raj ve Yun, 2024).</li></ul>
Buharlaştırma/ Evapotransp irasyon	<ul style="list-style-type: none"><li>- Güneşin enerjisi suyun buharlaştırılmasında kullanılır (Coccolo vd., 2018; Guha vd., 2020; Liao vd., 2023).</li><li>- Bağıl nemi artırır (Gartland 2008; Yao vd., 2020).</li></ul>
Rüzgâr Koruması	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kış aylarında binalar ve etrafındaki alanlar rüzgârdan korunur. Yapıların etrafındaki daha yavaş rüzgâr hızları, ısı kaybını azaltır (Gartland 2008; Sarı ve Yılmaz, 2021; Lai vd., 2022).</li></ul>
Rüzgâr Hızı- Yönü	<ul style="list-style-type: none"><li>- Yapılan bitki tür seçimi, dikim şekilleri, mekân içindeki tasarım şekli, bitkinin formu vb. gibi özellikleri (Acero ve Arrizabalaga 2018; Irmak vd., 2018)</li></ul>
Fotosentez	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bitkiler bu işlem sırasında Karbondioksiti emer, büyümek için Karbonu depolar ve Oksijeni atmosfere bırakır (Gartland 2008; Yu vd., 2020).</li></ul>
Kuru biriktirme	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ağaçlar, gazları emerek veya yaprakları aracılığıyla partikülleri toplayarak kirletici maddeleri havadan uzaklaştırır. Bu tür kirletici uzaklaştırma kuru biriktirme olarak adlandırılır. Kuru biriktirme ile Nitrojen oksitler, Kükürt oksitler, partikül madde ve Ozon havadan uzaklaştırılır (Gartland 2008; Yuan vd., 2018; JavanroodiveNik 2020; Yılmaz vd., 2023).</li><li>- Bu tür kirleticilerin uzaklaştırılması, atmosferik soğutma veya ısınma oranlarını etkiler (Gunawardena vd. 2017).</li></ul>
Kent Kanyonu	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kent içindeki bina yükseklik-yol genişlik oranını temsil eder (Oke vd., 2017). Rüzgâr hızını, rüzgâr yönünü ve dalga radyasyonu dengelerini etkiler. Bina yüksekliği, alanın gökyüzü görünümünü ve en boy oranını etkiler. Bu durum, Kentsel Isı Adası etkisini iyileştirir veya kötüleştirir (Giridharan ve Emmanuel 2018; Yuan vd., 2020).</li></ul>
Ulaşım	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tüm ulaşım işlemleri, büyük ölçüde ısı üretir (Evola vd., 2017; Pomerantz, 2018).</li><li>- Geçirimsiz yüzeyleri oluşturan yollar ısı adası etkisini artırır (de Quadros ve Mizgier, 2023).</li></ul>
Kaldırım	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kullanılan malzeme seçimine ve geçirimsiz yüzey alanına göre oluşumu etkiler (Irmak vd., 2017).</li><li>- Yaya kaldırımları, bazı kentsel şehirlerin %24 ila %45'ini oluşturur (He vd., 2021).</li><li>-Düşük albedoya sahiptir ve güneş ışınlarını yüksek oranda emer. Özellikle gece zamanlarında kentsel sıcaklığı artırır (Santamouris, 2013; Chen vd., 2019).</li><li>- Doğru malzeme seçimi ile yüzey sıcaklık 6 °C azaltılabilir (Litardo vd., 2020).</li></ul>

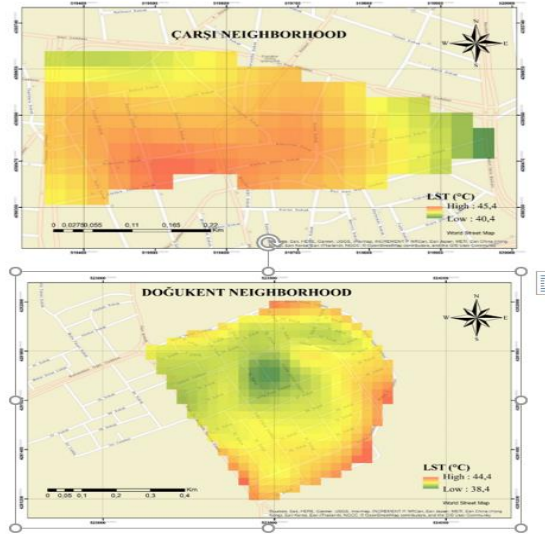
## Binalar

- Yoğun binalar düşük albedo değerlerine sahip olduklarından dolayı yansıtıcı soğutmayı azaltırlar (He, 2019).
- Yapıy malzemeler ısı etkisini artırır (Mainhart vd., 2020).



**Şekil 1.** Farklı Park Alanlarının Yüze Sıcaklık Analizi (YSA), Büyük Park (A), Orta Park (B) Ve Küçük Park(C) (Menteş vd., 2024).

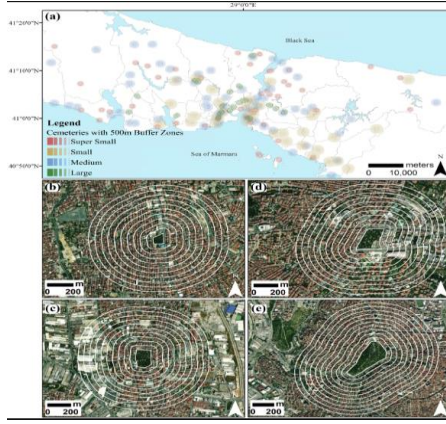
Yine yapılan bir uydu görüntüsü analizinde iki farklı özellikteki yerleşim alanı dokusuna göre yüzey sıcaklıkları kıyaslanmıştır. Kent merkezindeki yerleşim alanının yakın çevresindeki yeni yapılaşma alanına göre 2.8 °C daha sıcak olduğu belirlenmiştir (Menteş vd., 2023, Şekil 2).



**Şekil 2.** Kent Merkezi Kent Çevresine Göre 2.8 °C Daha Serindir (Menteş vd., 2023)

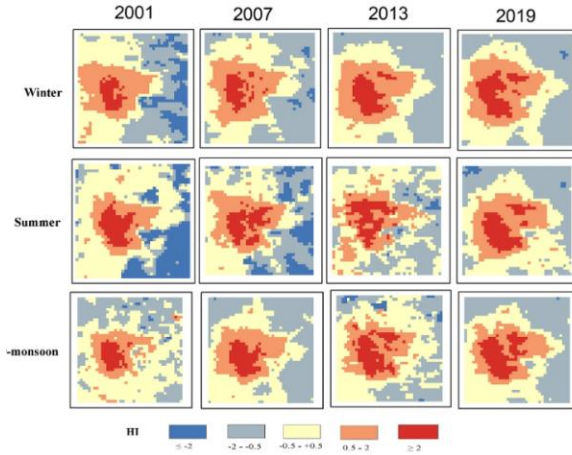
KIA'nı etkileyen önemli yapı parametresi kapsamında yapı yoğunluğu, yapı düzeni, yapı yönelişi ve yapıların en-boy oranına ilişkin kentsel tasarım faktörleri ele alınmaktadır. Mekânsal planlama süreçlerinde önemli bir araç ve kontrol mekânizması olarak imar planlarının birer bileşeni olan yapı yoğunluğu ve yapı düzeni, kentsel sıcaklık anomalileri ve termal konfor üzerinde de belirgin etkilere sahiptir. Yapıların büyüklüklerine referans veren en- boy oranları, imar planlarının bir aracı olmamakla birlikte, yapıya ilişkin diğer bileşenlerle birlikte kentsel yüzeylerin güneş radyasyonuna maruz kalma durumunu ve kentsel mekândaki hava sirkülasyonunu etkileyerek kentlerin mikro-iklim koşullarını önemli ölçüde belirlemektedir (Yang vd., 2020; Liao vd., 2023; Yılmaz vd., 2024).

KIA etkisinin yeşil alanlar ile azaltıldığını saptayan bir başka çalışmada ise mezarlıklar araştırılmıştır. Uydu görüntüsü ile yapılan analizlerde farklı büyüklüğe sahip mezarlıklar analiz edilmiştir. Yapılan çalışma sonucuna göre mezarlıkların büyüklüklerine göre değişmekle birlikte yapılı çevreye göre 1.5- 3.0 °C daha serin olduğu saptanmıştır (Şekil 3; Okumus ve Terzi, 2023).

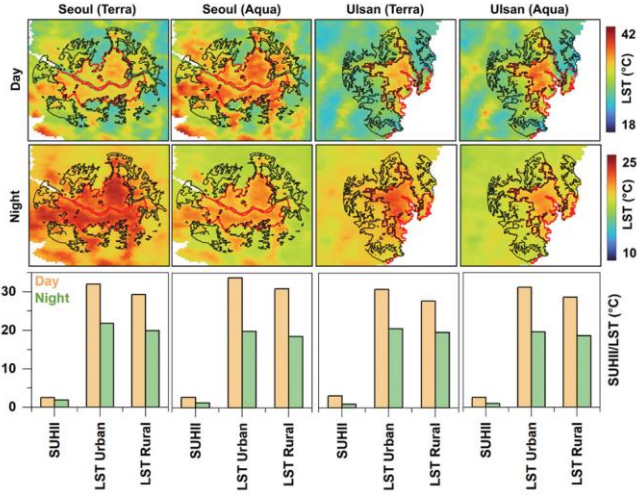


**Şekil 3.** Farklı Büyüklükte Mezarlık Alanlarında Yüze Y Sıcaklık Analizi (Okumus ve Terzi, 2023)

Hindistan'ın farklı şehirlerinde yapılan yüze y sıcaklığı analizinde yıllara ve mevsime göre alan kullanımlarının etkisi araştırılmıştır. Yapılı çevrenin genişlemesine bağı olarak yüze y sıcaklıklarının da arttığı belirlenmiştir (Şekil 4; Bala vd, 2024). Seul'de yapılan bir araştırmada ise kentsel serinlemede ve enerji etkin çözümlerde en etkili faktör olarak bitkisel materyal belirlenmiştir (Şekil 5; Raj ve Yun, 2024).

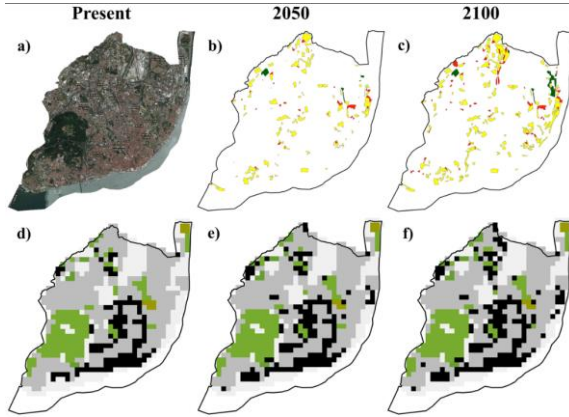


**Şekil 4.** Hindistan'ın Farklı Kentlerinde Uydu Analizi ile Yüze Y Sıcaklıkları Dağılımı (Bala vd., 2024)



**Şekil 5.** Kır ve Kent Yüzey Sıcaklık Farklarının Analizi (Raj ve Yun, 2024)

Uydu verileri analizi ile güncel durum belirlenebildiği gibi ileriye dönük tahminlerde yapılabilmektedir. Lizborn’da yapılan bir çalışmada mevcut veriler kullanılarak uydu analizleri ile 2050-2100 için tahminlerde bulunulmuştur. Kentlerde yeşil alan oranlarının azalması ile gelecekte özellikle gece yüzey sıcaklığında %37.8 artış olacağı belirlenmiştir (Silva vd., 2022-Şekil 6).



**Şekil 6.** Mevcut Veriler Kullanılarak İleriye Yönelik Tahminlerin Üretilmesi (Silva vd., 2022)



#### 4. Sonuç ve Öneriler

İmar Planlarında kentlerin fiziki değerlerine bölgesel olarak nesnel bir yaklaşım gösterilse de her kentin kendine özgü nitelikleri olduğu dikkate alınmalıdır. Bu niteliklerin mekânsal planlama/tasarım aşamalarında dikkate alınması, sağlıklı kentleşme modellerinin üretilmesi için oldukça önemlidir. Bu tasarımlar yapılırken bölgenin doğal özellikleri ve mikro iklim verilerinden yararlanılmalıdır. Her fiziki plan ve tasarım alanında altlık olarak kullanılan bu veriler ışığında mahalle ve konut yerleşim planları yapılmalıdır. Bu bağlamda güneş ışığını kullanan, topoğrafyayı önemseyen ve en iyi rüzgâr sirkülasyonunu sağlayan tasarımlar sürdürülebilir kentsel tasarımlar için bir gereklilik olarak görülmelidir. Bunu yapmakla, yaşanabilir, sürdürülebilir çevre standartlarında iyileşmeye yol açabilmek mümkündür. Nitekim yapılan analizlere göre, şehir planlama ve peyzaj tasarım çalışmalarında mekânın doğal özellikleri dikkate alındığında ortamın termal koşullarının iyileşebileceği belirlenmiştir. Nitekim, iklim değerlerinin doğru yöntemle analizi ve fiziki plan kararlarına aktarılması sonucu, kentsel yaşanılabilirlik şartlarının iyileştirilebileceğine yönelik birçok akademik çalışma bulunmaktadır.

Türkiye’de neredeyse hemen hemen her ilimizde yaşanan kentsel dönüşüm/yenileme çalışmalarında doğaya kulak verilerek yapılan, iklim ve mikro-iklim odaklı planlarla avantaja dönüştürmek mümkündür. Bu tip çalışmalarda amaç, KIA etkisinin azaltılmasında doğanın sesini dinleyen, doğaya duyarlı her kente özel tasarım stratejileri oluşturmaktır. İnsanoğlunun doğayla barışık yaşamaktan başka şansının olmadığı artık görülmelidir.

#### Teşekkür ve Bilgi Notu

Bu çalışma, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü tarafından 2-4 Şubat 2024 tarihinde Kayseri’de “*Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi Çalıştayı*” kapsamında sunulmuştur. Çalıştay etkinliğinin düzenlenmesinden dolayı ilgili kuruluşa teşekkür ederim.

## Yazar Katkıları ve Çıkar Çatışması Bilgilendirme

Yazar %100 katkıda bulunmuştur. Çıkar çatışması yoktur.

### Kaynaklar

- Aceró, J. A., & Arrizabalaga, J. (2018). Evaluating the performance of ENVI-met model in diurnal cycles for different meteorological conditions. *Theoretical and Applied Climatology*, 131, 455-469.
- Amani-Beni M, Zhang B, Xie G-D, Odgaard AJ. (2021). Impacts of the Microclimate of a Large Urban Park on Its Surrounding Built Environment in the Summertime. *Remote Sensing*, 13(22),4703.
- Bala, R., Yadav, V. P., Kumar, D. N., & Prasad, R. (2024). Quantification of Surface Urban Heat Island Intensity Using MODIS Satellite Imagery in Different Indian Cities. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-15.
- Bottyán, Z., Kircsi, A., Szegedi, S., & Unger, J. (2005). The relationship between built-up areas and the spatial development of the mean maximum urban heat island in Debrecen, Hungary. *Inter. Journal of Climatology*, 25(3), 405-418.
- Callau, S., Montasell, J., Villa, A. (2017). Food Cells and Food Nodes. Two new concepts for rethinking traditional urban and food planning practices. The case of Barcelona's metropolitan region (pp: 111-128). In: Soulard, C., Perrin, C., Valette, E. (Ed.), *Toward Sustainable Relations Between Agriculture and the City*. Springer International Publishing, Switzerland.
- Chen, J., Zhou, Z., Wu, J., Hou, S., & Liu, M. (2019). Field and laboratory measurement of albedo and heat transfer for pavement materials. *Construction and Building Materials*, 202, 46-57.
- Chibuiké, E. M., Ibukun, A. O., Abbas, A., & Kunda, JJ. (2018). Assessment of green parks cooling effect on Abuja urban microclimate using geospatial techniques. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 11, 11–21.
- Coccolo, S., Pearlmutter, D., Kaempf, J., & Scartezzini, J. L. (2018). Thermal Comfort Maps to estimate the impact of urban greening

- on the outdoor human comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35, 91-105.
- da Silva Espinoza, N., dos Santos, C. A. C., de Oliveira, M. B. L., Silva, M. T., Santos, C. A. G., da Silva, R. M., ... & Ferreira, R. R. (2023). Assessment of urban heat islands and thermal discomfort in the Amazonia biome in Brazil: A case study of Manaus city. *Building and Environment*, 227, 109772.
- de Quadros, B. M., & Mizgier, M. G. O. (2023). Urban green infrastructures to improve pedestrian thermal comfort: A systematic review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 128091.
- Du, H., Wang, D., Wang, Y., Zhao, X., Qin, F., Jiang, H., & Cai, Y. (2016). Influences of land cover types, meteorological conditions, anthropogenic heat and urban area on surface urban heat island in the Yangtze River Delta Urban Agglomeration. *Science of the Total Environment*, 571, 461-470.
- Emmanuel, M. R. (2005). *An urban approach to climate-sensitive design strategies for the tropics*. London: Spon Press.
- Emecen, Y., & Erdem, N. (2019). Kent İklimi Üzerinde Yeşil Alanların Etkileri. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2), 24-30.
- Enteria, N., Cuartero, O., Santamouris, M. & Eicker, U. (2021). “Morphology of buildings and cities in hot and humid regions”. In M. Enteria, N., Santamouris, M. & Eicker (Eds.), *Urban Heat Island (UHI) Mitigation: Hot and humid regions* (pp. 1-13). Singapore: Springer International Publishing.
- Evola, G., Gagliano, A., Fichera, A., Marletta, L., Martinico, F., Nocera, F., & Pagano, A. (2017). UHI effects and strategies to improve outdoor thermal comfort in dense and old neighbourhoods. *Energy Procedia*, 134, 692-701.
- Gartland, L. (2008). *Heat Islands: Understanding and mitigating heat in urban areas*. London.

- Gao, K., Santamouris, M., & Feng, J. (2020). On the cooling potential of irrigation to mitigate urban heat island. *Science of the Total Environment*, 740, 139754.
- Georgatou, C., Kolokotsa, D. (2016). “Urban climate models”. In M. Santamouris & D. Kolokotsa (Eds.), *Urban Climate Mitigation Techniques* (pp. 175-194). London: Taylor & Francis Group.
- Gray, L., Diekmann, L., Algert, S. (2017). North American urban agriculture: barriers and benefits (pp: 24-37). In: WinklerPrins, A. (Ed.), In *Global Urban Agriculture*. CAB International, Boston, USA.
- Giridharan, R., & Emmanuel, R. (2018). The impact of urban compactness, comfort strategies and energy consumption on tropical urban heat island intensity: A review. *Sustainable Cities and Society*, 40, 677-687.
- Gunawardena, K. R., Wells, M. J., & Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment*, 584-585, 1040–1055.
- Guha, S., Govil, H., Gill, N., & Dey, A. (2020). Analytical study on the relationship between land surface temperature and land use/land cover indices. *Annals of GIS*, 26(2), 201-216.
- Hathway, E. A., & Sharples, S. (2012). The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study. *Building and Environment*, 58, 14-22.
- He, B. J., Wang, J., Liu, H., & Ulpiani, G. (2021). Localized synergies between heat waves and urban heat islands: Implications on human thermal comfort and urban heat management. *Environmental Research*, 193, 110584.
- He, B. J. (2019). Towards the next generation of green building for urban heat island mitigation: Zero UHI impact building. *Sustainable Cities and Society*, 50, 101647.
- Irmak, M. A., Yilmaz, S., & Dursun, D. (2017). Effect of different pavements on human thermal comfort conditions. *Atmósfera*, 30(4), 355-366.

- Irmak, M. A., Yilmaz, S., Mutlu, E., & Yilmaz, H. (2018). Assessment of the effects of different tree species on urban microclimate. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 15802-15822.
- IPCC, (2022). Summary for policymakers. in: climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. contribution of working group 11 to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Hans-O. Pörtner, et al., (Drafting Authors:)]. Cambridge University Press. In Press.
- James, S. (2016). Farming on the Fringe, Peri-Urban Agriculture, Cultural Diversity and Sustainability in Sydney. *Springer International Publishing*, Switzerland, 197 p.
- Javanroodi, K., & Nik, V. M. (2020). Interactions between extreme climate and urban morphology: Investigating the evolution of extreme wind speeds from mesoscale to microscale. *Urban Climate*, 31, 100544.
- Jusuf, S. K., Hien, W. N. (2016). “Valuing green spaces as a heat mitigation technique”. In M. Santamouris & D. Kolokotsa (Eds.), *Urban Climate Mitigation Techniques* (pp. 41-65). London: Taylor & Francis Group.
- Kaplan, G., Avdan, U., & Avdan, Z. Y. (2018, March). Urban heat island analysis using the landsat 8 satellite data: A case study in Skopje, Macedonia. *In Proceedings*, 2 (7), 358.
- Kim, H., Jung, Y., & Oh, J. I. (2019). Transformation of urban heat island in the three-center city of Seoul, South Korea: The role of master plans. *Land Use Policy*, 86, 328-338.
- Kolokotsa, D., Psomas, A., & Karapidakis, E. (2009). Urban heat island in southern Europe: The case study of Hania, Crete. *Solar Energy*, 83(10), 1871-1883.
- Korkut, A., Kiper, T., Topal, T. T. (2017). Kentsel peyzaj tasarımıda ekolojik yaklaşımlar. *Artium*. 14-26.

- Kuşçu Şimsek, Ç., (2016). Orta ölçekli parkların mikro iklimsel etki alanlarının araştırılması: Gezi parkı, maça parkı ve serencebey parkı örneği. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 33(2).
- Lan, T., Liu, Y., Huang, G., Corcoran, J., & Peng, J. (2022). Urban green space and cooling services: Opposing changes of integrated accessibility and social equity along with urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 84, 104005.
- Lai, Y., Ning, Q., Ge, X., & Fan, S. (2022). Thermal Regulation of Coastal Urban Forest Based on ENVI-Met Model—A Case Study in Qinhuangdao, China. *Sustainability*, 14(12), 7337.
- Liao, W., Guldmann, J. M., Hu, L., Cao, Q., Gan, D., & Li, X. (2023). Linking urban park cool island effects to the landscape patterns inside and outside the park: A simultaneous equation modeling approach. *Landscape and Urban Planning*, 232, 104681.
- Litardo, J., Palme, M., Borbor-Córdova, M., Caiza, R., Macías, J., Hidalgo-León, R., & Soriano, G. (2020). Urban Heat Island intensity and buildings' energy needs in Duran, Ecuador: Simulation studies and proposal of mitigation strategies. *Sustainable Cities and Society*, 62, 102387.
- Liu, H., Huang, B., Cheng, X., Yin, M., Shang, C., Luo, Y., & He, B. J. (2023a). Sensing-based park cooling performance observation and assessment: A review. *Building and Environment*, 110915.
- Liu, Z., Fu, L., Wu, C., Zhang, Z., Zhang, Z., Lin, X., & Ge, H. (2023b). Spatialized importance of key factors affecting park cooling intensity based on the park scale. *Sustainable Cities and Society*, 99, 104952.
- Mainhart, M., Pasken, R. W., Chiao, S., & Roark, M. (2020). Surface mesovortices in relation to the urban heat island effect over the Saint Louis metropolitan area. *Urban Climate*, 31, 100580.
- Matson, M., McClain, EP., McGinnis Jr, DF.& Pritchard, JA(1978). Satellite detection of urban heat islands. *Monthly Weather Review*, 106(12), 1725-1734.

- McCarty, D., Lee, J., & Kim, H. W. (2021). Machine Learning Simulation of Land Cover Impact on Surface Urban Heat Island Surrounding Park Areas. *Sustainability*, 13(22), 12678.
- Menteş, Y., Yilmaz, S., Qaid, A., & Yilmaz, H. (2023). Assessment of the impact of the different settlement patterns on the summer land surface temperature: Elazığ. *Environmental Science and Pollution Research*, 30 (11), 30793-30818.
- Menteş, Y., Yilmaz, S., & Qaid, A. (2024). The cooling effect of different scales of urban parks on land surface temperatures in cold regions. *Energy and Buildings*, 308, 113954.
- Musco, F. (Ed.). (2016). Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario. Venice, Venezia, Italy: *Springer Nature*.
- Naserikia, M., Asadi Shamsabadi, E., Rafieian, M., & Leal Filho, W. (2019). The urban heat island in an urban context: A case study of Mashhad, Iran. *International Journal of Environ. Research and Public Health*, 16(3), 313.
- Oke, T. R., Mills, G., Christen A. & Voogt, J. A. (2017). *Urban Climates*. United Kingdom: Cambridge University Press
- Okumus, D. E., & Terzi, F. (2021). Evaluating the role of urban fabric on surface urban heat island: The case of Istanbul. *Sustainable Cities and Society*, 73, 103128.
- Okumus, D. E., & Terzi, F. (2023). Ice floes in urban furnace: Cooling services of cemeteries in regulating the thermal environment of Istanbul's urban landscape. *Urban Climate*, 49, 101549.
- Orsini, F., Dubbeling, B., Zeeuw, H., Gianquinto, G. (2017). Rooftop Urban Agriculture. Springer Nature, Switzerland, 394.
- Palme, M., Inostroza, L., Villacreses, G. & Carrasco, C., Lobato, A. (2021). “Urban Climate in the South American Coastal Cities of Guayaquil, Lima, Antofagasta, and Valparaíso, and Its Impacts on the Energy Efficiency of Buildings”. In M. Henríquez, C., Romero, H. (Eds.), *Urban Climates in Latin America* (pp. 33-62). Switzerland: Springer International Publishing.

- Peng, J., Dan, Y., Qiao, R., Liu, Y., Dong, J., & Wu, J. (2021). How to quantify the cooling effect of urban parks? Linking maximum and accumulation perspectives. *Remote Sensing of Environment*, 252, 112135.
- Pomerantz, M. (2018). Are cooler surfaces a cost-effect mitigation of urban heat islands?. *Urban Climate*, 24, 393-397.
- Rajagopalan, P. (2021). "Urban Heat Island and Mitigation in Tropical India". In M. Enteria, N., Santamouris, M. & Eicker (Eds.), *Urban Heat Island (UHI) Mitigation: Hot and humid regions* (pp. 183-203). Singapore: Springer International Publishing.
- Raj, S., & Yun, G. Y. (2024). Exploring the role of strategic urban planning and greening in decreasing surface urban heat island intensity. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 1-14.
- Roth, M., Oke, T. R., & Emery, W. J. (1989). Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, 10(11), 1699-1720.
- Sarı E. N. , Yılmaz S., (2021). The Effect on Air Pollution Distribution of Wind in Different Street Canyons: The Case of Erzurum", *Planning - Planlama*, 31 (3): 446-479.
- Saaroni, H., Amorim, J. H., Hiemstra, J. A., & Pearlmutter, D. (2018). Urban Green Infrastructure as a tool for urban heat mitigation: Survey of research methodologies and findings across different climatic regions. *Urban Climate*, 24, 94–110.
- Santamouris, N. (2016). "Urban warming and mitigation: Actual status, impacts and challenges". In M. Santamouris & D. Kolokotsa (Eds.), *Urban Climate Mitigation Techniques* (pp. 1-25). London: Taylor & Francis Group.
- Santamouris, M. (2013). Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island—A review of the actual developments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 224-240.



- Shi, M., Chen, M., Jia, W., Du, C., & Wang, Y. (2023). Cooling effect and cooling accessibility of urban parks during hot summers in China's largest sustainability experiment. *Sustainable Cities and Society*, 93, 104519.
- Silva, R., Carvalho, A. C., Pereira, S. C., Carvalho, D., & Rocha, A. (2022). Lisbon urban heat island in future urban and climate scenarios. *Urban Climate*, 44, 101218.
- Spronken-Smith, R. A., & Oke, T. R. (1998). The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates. *International Journal of Remote Sensing*, 19(11), 2085-2104.
- Sharifi, E., Zawarus, P., Lehmann, S. (2021). "Morphology of buildings and cities in hot and humid regions". In M. Enteria, N., Santamouris, M. & Eicker (Eds.), *Urban Heat Island (UHI) Mitigation: Hot and humid regions* (pp. 169-182). Singapore: Springer International Publishing
- Topal, A.K. (2004). Türkiye'nin kentleşme sürecinin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi. *Türk İdare Dergisi*. 107-130.
- Yao, L., Li, T., Xu, M., & Xu, Y. (2020). How the landscape features of urban green space impact seasonal land surface temperatures at a city-block-scale: An urban heat island study in Beijing, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 52, 126704.
- Yang, J., Shi, B., Xia, G., Xue, Q., & Cao, S. J. (2020). Impacts of urban form on thermal environment near the surface region at pedestrian height: a case study based on high-density built-up areas of Nanjing City in China. *Sustainability*, 12(5), 1737.
- Yilmaz, S., Menteş, Y., Angin, S. N., & Qaid, A. (2023). Impact of the COVID-19 outbreak on urban air, Land surface temperature and air pollution in cold climate zones. *Environmental Research*, 237, 116887.
- Yilmaz, S., Irmak, M. A., Yılmaz H., Terzi F., Dursun D., Berberoğlu S., Öztaş T., Mutlu E., Bilge C., Mutlu BE., Aksu A., Okumuş DE., (2024). Sürdürülebilir Çevre Odaklı Ekolojik Kentsel Tasarım Modellemesi: Erzurum, TÜBİTAK 1001 Proje No 119O479

- Yuan, M., Huang, Y., Shen, H., & Li, T. (2018). Effects of urban form on haze pollution in China: Spatial regression analysis based on PM2.5 remote sensing data. *Applied Geography*, 98, 215-223.
- Yuan, S., Ren, Z., Shan, X., Deng, Q., & Zhou, Z. (2023). Seasonal different effects of land cover on urban heat island in Wuhan's metropolitan area. *Urban Climate*, 49, 101547.
- Yuan, C., Adelia, A. S., Mei, S., He, W., Li, X. X., & Norford, L. (2020). Mitigating intensity of urban heat island by better understanding on urban morphology and anthropogenic heat dispersion. *Building and Environment*, 176, 106876.
- Yu, Z., Yang, G., Zuo, S., Jørgensen, G., Koga, M., & Vejre, H. (2020). Critical review on the cooling effect of urban blue-green space: A threshold-size perspective. *Urban Forestry & Urban Greening*, 49, 126630.
- Zhao, J., Zhao, X., Liang, S., Wang, H., Liu, N., Liu, P., & Wu, D. (2021). Dynamic cooling effects of permanent urban green spaces in Beijing, China. *Remote Sensing*, 13(16), 3282.
- Zhu, W., Sun, J., Yang, C., Liu, M., Xu, X., & Ji, C. (2021). How to measure the urban park cooling island? A perspective of absolute and relative indicators using remote sensing and buffer analysis. *Remote Sensing*, 13(16), 3154.

**Prof. Dr. Sevgi YILMAZ**

E-mail: sevgiy@atauni.edu.tr, syilmaz\_68@hotmail.com

Eğitim Durumu: Doktora

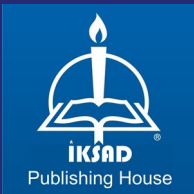
Lisans: Cukurova University

Yüksek Lisans: Cukurova University

Doktora: Ataturk University

Mesleki Deneyim: Mart 1992' den beri





**ISBN: 978-625-367-746-6**