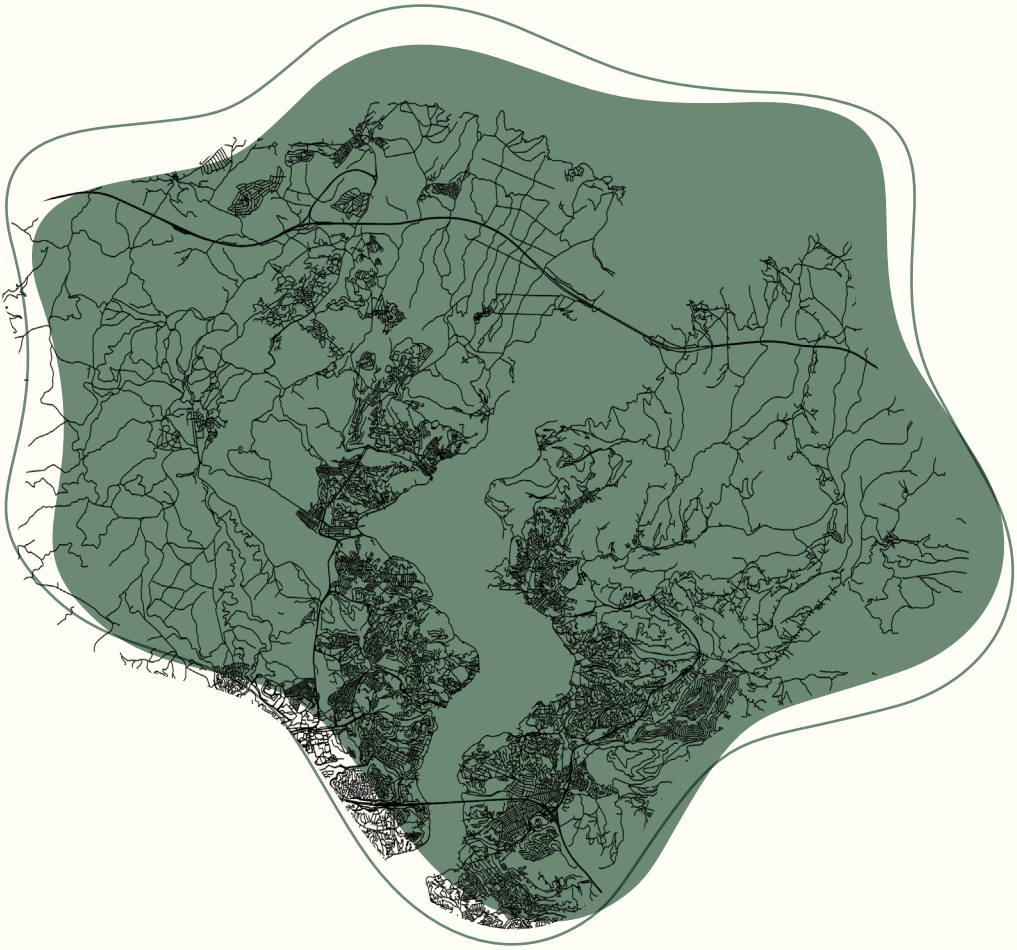
İklim Duyarlı Bitkisel Peyzaj Tasarım Yaklaşımı

İstanbul Üzerine Düşünmek



Fatma Nur Karanfil

İstanbul Planlama Ajansı | iBB KÜTÜPHANE

İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMI

İstanbul Üzerine Düşünmek

İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMI

İstanbul Üzerine Düşünmek

Fatma Nur Karanfil

İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

İPA İstanbul Planlama Ajansı

İstanbul Araştırmaları Misafir Araştırmacı Programı - 3

İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIM YAKLAŞIMI

İstanbul Üzerine Düşünmek

Fatma Nur Karanfil

Yayın Ekibi
Bülent Bilmez
İrfan Çağatay
İzzet Umut Çelik
Serhat Bozkurt

Redaksiyon/Son Okuma
Bayram Şen

Grafik Uygulama
Devrim Koçlan

Kapak
Turan Ercan

e-ISBN 978-625-6788-38-1
İstanbul, 2024

© 2024. Bu kitapta yayınlanan yazı ve resimlerin bütün hakları İBB Kütüphane ve Müzeler Müdürlüğü'ne aittir.

İBB Kütüphane ve Müzeler Müdürlüğü
Miralay Şefik Bey Sok. No: 6
Taksim, Beyoğlu, İstanbul
(212) 249 95 65 - (212) 249 09 45
kutuphanemuzeler@ibb.gov.tr

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Kütüphane ve Müzeler Müdürlüğü (KMM) ve İstanbul Planlama Ajansı (İPA) tarafından yürütülen İstanbul Araştırmaları Misafir Araştırmacı Programı çerçevesinde 15 Ekim 2023 - 15 Şubat 2024 döneminde gerçekleştirilen, "Planlamayı İstanbul'da Yeniden Düşünmek" temalı proje kapsamında yayına hazırlanmıştır.

Proje Koordinasyon
Bülent Bilmez
Elif Yıldız Kızılca
Oktay Kargül

Proje Danışma Kurulu
Alev Erkmen (Doç. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi)
Bülent Bilmez (Prof. Dr., İstanbul Bilgi Üniversitesi)
Erdem Yörük (Doç. Dr., Koç Üniversitesi)
Evren Balta (Prof. Dr., Özyeğin Üniversitesi)
Fatma Ünsal (Prof. Dr., MSGSÜ)
Hatice Kurtuluş (Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi)
İlhan Tekeli (Prof. Dr., ODTÜ)
Kurtul Erkmen (Aura İstanbul)
Mustafa Çağhan Keskin (Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi)
Nurhan Yentürk (Prof. Dr., İstanbul Bilgi Üniversitesi)
Özlem Çaykent (Doç. Dr., İstanbul 29 Mayıs Üniversitesi)
Şevket Pamuk (Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi)
Şükrü Aslan (Prof. Dr., MSGSÜ)
Uğur Tanyeli (Prof. Dr., İstinye Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER

Ekrem İMAMOĞLU 7

SUNUŞ Fatma Nur Karanfil 9
GİRİŞ 13

BİRİNCİ BÖLÜM 21
KENTLEŞME ve İKLİM 21
KENTSEL İKLİM ve İKLİM HARİTALARI 28
Kentsel İklim 28
Kentsel İklim Haritası ve Bitki Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Zonları 30
Kentsel Alanda Arazi Kullanım Dağılımı ve İklim İlişkisi 40
Yeşil Altyapı Yaklaşımı ve İklim 41
KENTSEL ALANDA BİTKİ-İKLİM İLİŞKİSİ 44
Bitki Materyalinin Önemi, İşlevi ve İklimi Konforlu Hâle Getirme Potansiyeli 46
İklim ve İklime Etki Eden Ölçütlerin Bitki Materyali Seçimine Etkisi 51
Sıcaklık ve bitki materyali ilişkisi 51
Nem-yağış ve bitki materyali ilişkisi 57
Rüzgâr ve bitki materyali ilişkisi 60
Güneşlenme ve bitki materyali ilişkisi 62
Doğal Bitki Materyali Seçiminin Kent Ekolojisine Katkısı 63

İKLİM, BİTKİ ve YAPI İLİŞKİSİ 68
İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Güneş-Gölge İlişkisinin Değerlendirilmesi 68
İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Rüzgâr Durumunun Değerlendirilmesi 71
İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Yağış Durumunun Değerlendirilmesi 74

İKİNCİ BÖLÜM 79
İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIM SÜRECİ NASIL İŞLEMELİ? 79

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM 89
İSTANBUL'UN İKLİM ÖZELLİKLERİ 89
Sıcaklık 93
Yağış ve Nem 96
Rüzgâr 99
Güneşlenme 100
İSTANBUL'UN DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ ve BİTKİ ÇEŞİTLİLİĞİ 101
İSTANBUL'UN İKLİM TABANLI SORUNLARI 104
Artan Sıcaklıklar ve Azalan Açık Yeşil Alan Miktarı 105
Yağış Rejimi ve Desenindeki Bozulmalar 113
Doğal Vantilasyonun Sağlanamaması 114
İSTANBUL'UN İKLİM TABANLI SORUNLARINA MÜDAHALE ÖNERİLERİ 116
Kentin İklimlendirilmesi 117
Su Kaynaklarının Akılcı Kullanımı 122
Hava Kalitesinin Artırılması ve Yüksek Enerji Tüketiminin Azaltılması 126

SONUÇ 129
Son Söz 134

KAYNAKÇA 137

Ekrem İMAMOĞLU
Türkiye Belediyeler Birliği Başkanı
İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı

Değerli İstanbullular,

İstanbul sadece geçmişiyle değil, bugünü ve geleceğiyle ilgili de sözü olan bir yaşam alanı. Kentin binlerce yıllık kesintisiz tarihinde nice anlatı birikmiş durumda. Bu birikimi şekillendiren en önemli faktörlerden biri de İstanbul'un çok kültürlü bir yapıya sahip olması. Bu çok katmanlı birikim, İstanbul'a kendine özgü kent planlamasını ve dokusunu kazandırmış.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak İstanbul için yeni yaklaşımlar öneren projelere önem veriyoruz. Bu anlayış dâhilinde İstanbul Planlama Ajansı ile Kütüphane ve Müzeler Müdürlüğü iş birliğiyle bu yıl ilk kez gerçekleştirilen "İstanbul Araştırmaları Misafir Araştırmacı Programı"nı hayata geçirdik. Proje kapsamında kent ve şehirleşme alanında çalışan araştırmacılara kütüphane hizmetleri ile diğer araştırma imkânlarının yanı sıra çalışmalarına uygun bilimsel ortamı sağlamayı hedefliyoruz.

Yeni yaklaşımlar ve yayımlanmamış belgelerle İstanbul çalışmalarına katkıda bulunan araştırmaların değerlendirildiği programımıza çok sayıda başvuru yapıldı. "Planlamayı İstanbul'dan Düşünmek" temasıyla yaptığımız çağrıya başvuranlar arasından danışma kurulu tarafından seçilen beş araştırmacı, yoğun bir emek ile projelerini tamamladı.

Sizlerle paylaştığımız kitap programa kabul edilen araştırmacılardan Fatma Nur Karanfil tarafından kaleme alındı. "İklim Duyarlı Bitkisel Peyzaj Tasarım Yaklaşımı: İstanbul Üzerine Düşünmek" başlıklı çalışma güncel bir problem üzerine odaklanıyor. İklimin, kentsel tasarım ve gelişim planlarında önemli bir sınırlayıcı olduğu biliniyor. Planlı bir kent dokusunda bitki planlamasının iklim duyarlılığı çerçevesinde ele alınmasının önemini vurgulayan bu özgün çalışmayı

sizlerle paylaşmak çok anlamlı. İstanbul Büyükşehir Belediyesi olarak iklim merkezli problemlerin geleceğimiz için taşıdığı önemin farkındayız. Bu anlamda olası sorunlara karşı önlem almak adına bizim için de yol gösterici olacak bu çalışmayı çok kıymetli buluyoruz.

Tüm yönleriyle planlamayı yeniden tartışmayı, günümüzün sorunlarını ve çözümlerini planlama üzerinden çok boyutlu olarak düşünmeyi teşvik etmek üzere hayata geçirilen projeye katılan tüm akademisyenlere ve araştırmacılara teşekkürlerimi sunuyorum. Projenin süreklilik kazanmasının kent çalışmaları adına önemini tekrar hatırlatarak hayata geçirilmesinde emek veren tüm çalışma arkadaşlarıma İstanbullular adına teşekkür ediyorum.

SUNUŞ

Fatma Nur Karanfil
Kentsel Tasarımcı ve Peyzaj Mimarı

Bitkilerin kentsel alandaki rolleri ve sorumlulukları, onları estetik değerlerinin çok daha ötesine taşıyarak başarılı ve konforlu alanlar yaratmada tasarımın göz ardı edilemez parçası haline getirmektedir. Bu duruma bir de günümüz sorunlarından iklim değişikliği eklenince, kentsel alanlarda tutarlı bir bitki-iklim ilişkisi kurulmasının hem sürdürülebilir bir çevre yaratmaya hem de iklim değişiminin sonuçlarıyla mücadeleye önemli katkılar sunabileceğini düşünmekteyim. Bu sebeple 2022 yılında Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde İklim Duyarlı Peyzaj Tasarımında Bitki Kullanım Ölçütlerinin Belirlenmesi: Bilkent Üniversitesi Kampüsü isimli yüksek lisans tez çalışmamı tamamladım.

İklimin kentsel tasarım ve gelişim planlarında önemli bir sınırlayıcı olduğu bilinmektedir. Bitkisel tasarım ise sistematik, başlangıçtan itibaren tasarım sürecinin bütünü içinde ve tasarımı tamamlayacak ve anlamlandıracak şekilde gelişmesi gereken, nesnel ve öznel bilgilerin kombinasyonuna dayalı, mantıklı ve ardışık kararların ürünü bir iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada İstanbul'un bitki planlamasının iklim duyarlılığı çerçevesinde ele alınmasının "Planlamayı İstanbul'da Yeniden Düşünmek" temasıyla yola çıkan Misafir Araştırmacı Programı'nda önemli bir parça olduğunu düşünmekteyim. Tezimde ortaya koyduğum modelin, İstanbul'un gelecek yıllarda yüzyüze kalacağı tahmin edilen iklim tabanlı problemlerine çözüm getirmede rol alabileceği motivasyonuyla bu kitabı yazmaya başladım. Planlama kavramını bitki-iklim ve kent ilişkisi üzerinden ele almaya çalıştım.

Elbette kitabın yazım sürecinde bir takım zorluklarla karşı karşıya kaldım. Bunlardan kısaca bahsetmemin bu kitap hakkındaki beklentinizi belirlemede önemli olduğunu düşünüyorum. Öncelikle hedefim tezimde ortaya koyduğum tasarım modelinin İstanbul'da seçili bir alan üzerinde uygulanması, verilerle bu alanın mevcut durumunun incelenmesi, gelecek öngörüleriyle karşılaşacağı sorunların tespiti ve nihayetinde peyzaj tasarım kararlarının geliştirilmesiydi. Ancak süreç içinde verilere erişimimdeki zorluk sebebiyle geliştirdiğim modeli uygulayamadım. Bu sebeple "model" yerine "tasarım yaklaşımı" ifadesini kullanmak durumunda kaldım. Dolayısıyla örnek bir bitkisel peyzaj tasarım projesi görebileceğiniz, iklim simülasyonu sonucunda somut önerilerin yer aldığı, bitki listesi öneren bir kitap ummanız hayal kırıklığı yaratabilir. Yine de iklim duyarlı peyzaj tasarım projelerinin geliştirilebilmesi doğrultusunda bitki tür seçimi ve bitki yerleşim ilkelerinin belirlenme aşamalarını tanımlayan, yeşil alanlara nasıl müdahale edileceğine dair fikirler geliştirmeye çalışan ve bitkisel peyzaj tasarım süreci için bir altlık olabilecek, elimden geldiğince derli-toplu ve güncel bilgiler olmasına çabaladığım bir kitap bulacaksınız. Arzum bu kitabın önerisinin kentsel tasarımcılar, peyzaj mimarları, mimarlar, şehir ve bölge plancılar, orman mühendisleri nezdinde bir "yeşil alan müdahale biçimi önerisi" olarak kabul görmesi ve kentsel gelişim politikaları üretenlerce bir altlık çalışma olarak değerlendirilmesidir. Mevcut ekosistemlerin korunması, inşa edilmiş mekanların iyileştirilmesi, kaybolan ve hasar gören dokuların yeniden kurgulanması için önemli bir adımdır. Kitabın eksikleri olduğu kuşkusuzdur. Ancak iklimi ve ekolojik dengeyi öncelikleyen projelerin geliştirilebilmesi için iklim değişikliği üzerinde düşünmek, fikir üretmek, farkındalık oluşturmak ve yenilikçi projelerle sürece katkı sağlamak gereklidir. Bu sebeple hem kitabın eksiklerini kapatmak hem de iklim duyarlı tasarımlar üzerine düşünme sürecini güçlendirmek adına tüm okurların eleştirilerini ve katkılarını bekliyorum.

Son olarak, İBB İPA İstanbul Kitaplığı ve İBB Atatürk Kitaplığı ortaklığında gerçekleştirilen ve İstanbul'un planlamasıyla ilgili nitelikli bilgi üretilmesi amaçlanan bu iyi niyetli çalışmanın bir parçası olmaktan dolayı memnuniyetimi dile getirmek istiyorum. Tüm çalışanlarına, proje yürütücülere ve yayın ekibine emekleri için teşekkür ederim.

GİRİŞ

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ne göre peyzaj, insanlar tarafından algılandığı şekliyle, özellikleri insan ve/veya doğal faktörlerin etkileşimi ve faaliyetleri sonucu oluşan alanlardır.[1] Her yerde karşımıza çıkan bu tanım peyzajın, içinde canlı (biotik) bileşenleri yani flora, fauna ve biyolojik çeşitliliği barındıran; iklim, mikroiklim, jeoloji, jeomorfoloji, topografya, hidroloji ve toprak gibi cansız (abiotik) bileşenlerle şekillenen ve kültürel desenlerin etkisi altında olan bir etkileşim alanı olduğunu ifade eder. Bu etkileşim sahası canlı ve dinamik bir yaşam ortamıdır.

Ekosistem içinde enerji ve maddeler devamlı canlıdan cansıza ve cansızdan canlıya geçerek dolaşım hâlindedir. İnsana dayalı kullanımlar ekosistemden fayda sağlamak ve kaynakları kullanmak için sosyokültürel kodlar ve yer/mekân üzerinde etkiler oluşturur. Bu etkileşimlerin birlikteliği peyzaj alanlarında anlamlı, canlı ve dinamik bir yaşam ortamı oluştuğunun ispatı niteliğindedir. Bu sebeple peyzajı bir resim, bir film sahnesi ya da bir heykel gibi düşünmek onun doğasına aykırı olacaktır. Çünkü peyzaj doğa, çevre ve insan etkileşimi sonucunda ortaya çıkan dönüşümlü, sürekli, canlı, dinamik, değişken ve etkileşimli bir yapıdır. Gün içinde, mevsimsel olarak veya çok daha uzun zaman dilimleri içinde değişen bir manzara bu devingen sürecin kanıtıdır. Belirli bir sınır içinden baktığınız alanda, bir andan

1 Council of Europe, *The European Landscape Convention*, 2000. Erişim 24 Ocak 2024.

diğerine değişen manzara, ses ve koku, aynı peyzajın çok farklı görünümlerle karşımıza çıkmasına sebep olur. Dolayısıyla peyzaj daima hem canlı bir şimdiki zaman hem de bir hatıra gibi o yerin gerçek hâliyle hatırda kalan imgelerinin bir palimpsesti olarak yorumlanır.[2] Yani peyzaj, dün aklımızda kalan "o yer" ile bugün baktığımızda gördüğümüz ve/veya hissettiğimiz "yeni yer" arasında zihnin üst üste çizdiği manzaralarla bağ kurdurur. Bu durum peyzajın geçmiş ve bugün arasında birleştirici bir rol oynaması demektir. Bunu oldukça anlamlı ve romantik bir yorum olarak değerlendirmekle birlikte bir eksiğini de ortaya koymak gerekir: "Gelecek".

Tüm bileşenlerinin etkileşimi sebebiyle sürekli bir canlılık ve dinamizmin gözlemlendiği peyzaj alanları, geçmişle bugün arasında bağ kurduğu gibi bugünü de geleceğe taşıyacak olan hareketli ve tekdüze olmayan ekolojik yaşam alanlarıdır. Bu sebeple peyzajın gelecekle kuracağı bağ, ekosistemle uyumlanabildiği kadar güçlü olacaktır. Dolayısıyla doğa ile insan arasındaki rekabetin sonlandırılıp, karşılıklı uyum içinde kurgulanan ve yarar sağlayan ortak bir yaşam formuna geçilmesi gerekmektedir. Bu noktada peyzaj ekolojisi kavramını ele almak faydalı olacaktır.

Planlamada ekolojik yaklaşımlar 1960'larda konuşulmaya başlanan bir konudur. Peyzaj ekolojisi kavramı ise 1939 yılında Carl Troll tarafından kullanılmış ve ekoloji biliminin bir alt dalı olarak değerlendirilmiştir.[3] Peyzaj ekolojisi kısa bir özetle, insan ve ekosistem arasındaki ekolojik ilişkilerin kurulması üzerinden kurgulanan bir alandır. Ekoloji, ölçek adaptasyonu sorunu yüzünden ya mekânsal karmaşıklığı göz ardı etmek zorunda kalır ya da ekolojik süreçlerin mekânsal desenleri nasıl ortaya çıkarttığına odaklanır. Fakat peyzaj ekolojisi tam tersinden giderek mekânsal desenin ekolojik süreç üzerindeki etkilerinin incelenmesi kaygısını güder.[4] Peyzajı günlük hayatımızda bir arka plan olarak görmekten ziyade, bakılması ve yönetilmesi gereken bir kaynak olarak değerlendirir. Mevcut kaynaklarımızın hoyratça kullanımının önüne geçilmesinde, insan eylemleri kaynaklı çevresel sorunlarımızın tanımlanması ve ortaya konmasında ve geleceğe yönelik uygun yönetim stratejilerinin ve politikaların geliştirilmesinde kapsamlı bir peyzaj ekolojisi yaklaşımı büyük bir öneme sahiptir.

2 Fairchild Ruggles, İslami Bahçeler ve Peyzajlar (İstanbul: Koç Üniversitesi Yayınları, 2017).

3 Monica G. Turner, Robert H. Gardner ve Robert V. O'neill, *Landcape Ecology in Theory and Practice Pattern and Process* (New York: Springer, 2001); Sara Demir, Öner Demirel, "Peyzaj Planlamada Peyzaj Ekolojisi Yaklaşımı", Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi 1, no.1 (2018):1-8

4 Kimberly A. With, *Essentials of Landscape Ecology* (Oxford: Oxford University Press, 2019).

Peyzaj mimarları, çalışmalarında ekolojinin rolü ile estetiğin rolü arasında anlaşmazlığa düştüklerinde, eğer seçme hakkı verilse, bir çok peyzaj mimarı çevrenin ekolojik sağlığını koruyan ve iyileştiren peyzaj müdahalelerini tasarlamayı tercih eder.[5] Peyzaj planlama ve tasarım süreçlerinde bir uçta kent ve mimarinin diğer uçta doğa ve yaban hayatının olduğunu düşünürsek, düzenlenmiş peyzaj alanları bu iki ucun kesintisiz bir biçimde birleşmesi için çalışır. Bu amacın başarıya ulaşması planlanmış mekânda çevre kalitesinin iyileşmesi ve bozulan koşulların onarılması demektir. Günümüzde ise bu kaygılara bir yenisi daha eklendi: Küresel ısınma ve iklim değişikliği.

"Küresel ısınma" ve "küresel iklim değişikliği" birbirinin yerine kullanılan ancak farklı anlama sahip iki terimdir. Küresel ısınma yerkürenin sıcaklığındaki artışı belirtmek için kullanılır ve iklim değişikliğinin sadece bir yönünü ifade eder. Dünyayı çevreleyen atmosferin sıcaklık ortalamasındaki artış küresel ısınma olarak tarif edilir.[6] İklim değişikliği ise; Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde, karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlenen doğal iklim değişikliğinin yanı sıra, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde meydana gelen değişiklikler olarak tarif edilir.[7] İklim değişikliği, aşırı ve beklenmedik hava olaylarına sebep olan iklim bileşenlerindeki (sıcaklık, yağış, rüzgâr vb.) fark edilir değer değişimidir. Bu değer değişimleri Dünya'nın yörüngesinin değişimi, volkan hareketleri, güneşten gelen enerjinin miktarındaki değişimler gibi doğal ve önlenemez sebeplere bağlı olduğu gibi, insan faaliyetleri sonucunda artan sera gazları, ormanların tahribatı, hızlı ve kontrolsüz kentleşme gibi insan kaynaklı faktörlere de bağlıdır.[8]

Bugünkü hesaplamalar ile dünyanın yaşının 4,5 milyar yıl olduğu tespit edilmiştir. Ömrü boyunca belirli dönemlerde ısınan belirli dönemlerde soğuyan dünya, bu değişiklikler sırasında atmosferin yarattığı farklı iklim koşullarının etkisi altında kalmıştır. Araştırmalar tarihte dünyanın ikliminin birden fazla kez değişikliğe uğradığını göstermiştir. Bu değişimler çoğunlukla büyük miktarda karbondioksitin atmosfere salınması ve sıcaklıkların hızla değişmesi neticesinde canlı türlerinin yok olmasıyla sonuçlanmıştır. İklim bilimci Prof. Dr. Levent Kurnaz'ın da kitabında bahsettiği "Büyük Ölüm" olayı, bundan 252 milyon yıl önce Sibirya'da geniş alanda

5 Robert E. Cook, "Do Landscapes Learn? Ecology's New Paradigm and Design in Landscape Architecture", *Projective Ecologies* içinde, der. Chris Reed ve Nina Marie Lister (Harvard: Harvard University Graduate School of Design, 1999).

6 U.S. Environmental Protection Agency, 2016. Erişim 24 Ocak 2024.

7 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), 1992.

8 İhsan Çiçek, "İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Şehir Adası", *Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri* içinde, der. Mehmet Somuncu (Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2016), 117-139.

görülen volkanik aktivitenin atmosferdeki karbondioksit oranını yükseltmesi sonucu yaşanmış ve deniz canlı türlerinin %90'ının, karadaki omurgalı türlerin %70'inin yok olmasına sebep olmuştur. Bu olay süresince 85 bin milyar ton karbondioksit salındığı tahmin edilmektedir.[9] Günümüzde ise yaklaşık yıllık karbondioksit salınımı 40 milyar ton olarak hesaplanmaktadır. İki veri arasındaki büyük açığın şaşırtıcı tarafı ise şudur: "Büyük Ölüm" 60 bin sene süren bir süreç olarak bilinmektedir. Bu durumda sürece yaydığımızda her sene atmosfere yaklaşık 1,4 milyar ton karbondioksit salınmıştır. Dolayısıyla günümüzün 40 milyar tonluk yıllık karbondioksit salınımı ile 60 bin yıl boyunca her sene 1,4 milyar tonluk salınımın karşılaştırılması, bugün nasıl bir risk altında kalındığının en basit kanıtı olarak değerlendirilebilir.[10]

Bugünün karbon değişimini dikkate değer kılan şey, doğada daha önce de görülen ve doğal kabul edilen tüm değişikliklerden çok daha hızlı gerçekleşiyor olmasıdır. Değişikliklerin hep var olacağını kabul edebiliriz ancak bu değişiklikler canlıların yetişebileceği ve adapte olabileceği hızın üzerine çıktığında türler yok olurlar.[11] Bu noktada iklim kaygısının ve telaşının başlaması hem normal hem de gereklidir.

1988 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kurulan ve ilk raporunu 1990'daki panelde yayınlayan Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, insan faaliyetlerinden kaynaklı sera gazı artışının küresel ısınmanın bir kısmından sorumlu olabileceğini, ancak sıcaklık artışından doğal ve önlenemez sebeplerin sorumlu olduğunu belirtmiştir (IPCC 1990). 1995'te yayınlanan ikinci raporda elde edilen bulgularda, "İnsan faaliyetlerinin küresel iklim değişikliği üzerinde fark edilir etkiler yarattığı görülmüştür" sonucuna varılmıştır (IPCC 1996). 2001 raporunda ise son 50 yılda gözlenen ısınmanın büyük ölçüde insan etkinliklerine bağlanabileceğini gösteren yeni ve daha güçlü kanıtlara ulaşıldığı belirtilmiştir (IPCC 2001). 2007'de hazırlanan dördüncü raporda ise küresel ısınmanın var olduğu, %90 oranında insan faaliyetlerinden kaynaklandığı ve iklim değişimine sebep olduğu açıklanmıştır (IPCC 2007). 2014 yılına ait raporda ise şu cümle geçmektedir: "Atmosferdeki karbondioksit, metan ve diazot monoksit oranları son 800 bin senede görülmemiş bir seviyeye çıkmıştır." 2022 yılındaki 6. Rapor'da sera gazı emisyonlarına sebep insan faaliyetleri, tartışmasız bir şekilde küresel ısınmaya neden olmuş ve 2011-2020 yıllarının küresel yüzey sıcaklığı 1850-1900 yılı

9 Qingyan Tang, Mingjie Zhang, Chusi Li, Ming Yu, Liwu Li, "The chemical compositions and abundances of volatiles in the Siberian large igneous province: Constraints on magmatic CO2 and SO2 emissions into the atmosphere", Chemical Geology 339, (2013): 84-91.

10 Levent Kurnaz, *Son Buzul Erimeden* (İstanbul: Doğan Kitap, 2019), 123-130.

11 Kurnaz, *Son Buzul Erimeden,* 123.

ile kıyaslandığında 1,1°C fazla çıkmıştır. Bu duruma neden olarak ülkeler ve bölgeler arasında eşit olmayan sürdürülemez enerji kullanımı, arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği, bölgeler arası yaşam tarzları ve tüketim-üretim kalıpları sayılmıştır.

Bu noktada insan faaliyetlerinin yoğunlaştığı kentsel alanlar, hem iklim değişikliğini tetiklemekte hem de bunların olumsuz sonuçlarının etkisi altında kalmaktadır.[12] İnsan yoğunluğu ve faaliyetleri ile orantılı bir şekilde artan olumsuz çevre koşulları, doğa ve insan arasında yeni ilişkilerin oluşmasına yol açmıştır. Bir yandan faaliyetleriyle ekolojik dengeye zarar veren insan, diğer yandan yüzleşmeye başladığı olumsuzluklarla mücadele etme ve yeniden bir denge kurma çabası içine girmiştir. Bu durum insan yaşamını olduğu kadar doğadaki diğer canlıların da yaşamını olumsuz bir şekilde etkileyen "kentleşme" olgusuna karşı, "çevre düzenleme", "kentsel peyzaj planlama" kavramlarını ortaya çıkarmıştır.[13] Bu çalışma alanları gelişen teknoloji ve artan nüfusla birlikte hızlanan kentleşmenin ortaya çıkardığı sorunların çözümü üzerine eğilse de her geçen gün artan doğa-insan ilişkisindeki bozulmalardan kaynaklı sorunlar için yeterli olmamıştır. Temeli ekolojik ilişkilerin güçlendirilmesine dayanan peyzaj mimarlığı disiplini, günümüzde kent ekosisteminde birçok döngüyü sekteye uğratan sorunlarla mücadele etmede güvenilir bir yoldur. Söz konusu iklim değişikliği ve buna bağlı gelişen küresel ısınma sorunu olunca, bunların kentte oluşturduğu tehditler elbette tek başına bir strateji ile çözülemeyecek kadar karmaşıktır. Bu çok boyutlu sorun için birden fazla disiplinin birlikte çalışması gerekir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin temel nedenlerini ve ekosistem üzerindeki etkilerini anlamak için çevre bilimcilere, süreci ve gelecekteki değişimleri öngörmek için iklim bilimcilere, kentin fiziksel yapısını, altyapı sistemlerini ve kullanım planlamalarını iklim değişikliğine karşı dirençli hâle getirmek ve sürdürülebilir, enerji etkin tasarımlarla kentlerin baş etme ve uyum kapasiteleri artırmak için şehir planlama, kentsel tasarım, mimarlık ve peyzaj mimarlığı disiplinlerine, fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak ve sürdürülebilir enerji kaynakları bulmak için enerji uzmanlarına ve mühendislik bilimlerine, toplumsal ölçekte ekonomik, sosyal ve kültürel etkilerini görmek, anlamak ve

12 Ülkü Duman Yüksel, "İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri", İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar içinde, der. Semiha Demirbaş Çağlayan ve Gülin Özdemir (Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014), 17-33.

13 Şükran Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler," Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1989.

toplumların bu değişime adapte olma stratejileri geliştirmesi ve sosyal eşitsizliğin azalması noktasında çözüm üretmek için sosyal bilimler ve ekonomi alanlarında çalışmalara, hava kalitesi, su kaynakları ve bulaşıcı hastalıklar gibi faktörler sebebiyle bozulan toplum sağlığının onarılması ve risklerin azaltılması için halk sağlığı alanınca çalışan profesyonellere ihtiyaç vardır. Tüm bu çalışmaların sağlıkla yürütülebilmesi için ise iklim değişikliği konusunu önemseyen, bu konuda çalışmalar yapan ve destekleyen, politika üretilmesi sürecine aktif katkı sağlayan politikacılara, toplumu bilgilendirmek, bilinçlendirmek ve farkındalık yaratmak için iletişim uzmanlarına ihtiyaç vardır.

Kentleşmenin iklim değişikliğine olan etkisi göz önünde bulundurulduğunda; kentsel peyzaj tasarımı süreçlerinde bitki-iklim ilişkisinin tutarlı biçimde kurulması hem sürdürülebilir bir çevre yaratmada hem de iklim değişikliği ile mücadelede önemli katkı sağlayabilir. Bu kitapta, kentleşmenin iklim üzerine etkisi, iklim değişikliğinin kentte meydana getirdiği sorunlar, kentsel iklim haritaları ve gerekliliği, kentsel alanda iyi kurgulanmış bitki-iklim ilişkisinin iklimi konforlu hâle getirme potansiyeli konuları ele alınmıştır.

İklim duyarlı peyzaj tasarım projelerinin geliştirilebilmesi doğrultusunda bitki tür seçimi ve bitki yerleşim ilkelerinin belirlenme aşamalarının tanımlandığı bir model üretilmiştir. Bu model iklim bileşenlerinden sıcaklık, yağış, rüzgâr ve güneşlenme verilerini kullanmaktadır. Topografya, mevcut yapılar, yollar, yeşil alanlar gibi mekânsal verileri içermektedir. Toprak, jeoloji, hidroloji, bitki örtüsü, sosyo kültürel peyzaj özellikleri gibi peyzaj karakterine dair verilere ihtiyaç duymaktadır. Bitkilerin sıcağa ve soğuğa dayanıklılık zonları, ekolojik istekleri, doğal tür olma durumları ve bitki-yapı ilişkisi, bitki seçim sürecinin iklim duyarlı belirleyici ve sınırlayıcı etmenleri olarak değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda, geliştirilecek tasarım ilkelerinin, peyzaj tasarımında, bitkilendirilmiş mekânların iklim duyarlılığı bakımından başarımlarının değerlendirilmesinde ve aynı zamanda bitkilendirilmiş alanlarda iklim tabanlı problemlerin çözümünde kullanılması planlanmıştır. Bu yaklaşımın İstanbul özelinde tasarlanacak bir alanda kullanılması, "İstanbul'un İklim Duyarlı Bitkisel Peyzaj Tasarımı Planlaması" sürecine katkı sunacak ve kentsel planlama, yeşil altyapı geliştirme ve iklim değişikliği ile baş etme ve uyum sağlama stratejileri için bilinçli kararlar almayı kolaylaştıracaktır.

KENTLEŞME VE İKLİM

Kentler, iklim değişikliğinde hem aktör hem mağdur hem de çözümün bir parçasıdır. [1] Kentsel alanlar yoğun nüfusun, altyapının ve ekonomik döngünün merkezi olması sebebiyle, düşük maliyetli ve etkin çözümlerin uygulanmasında elverişli yerler haline gelmektedir. Bu sebeple iklimle ilişkili eylemlerin kent ölçeğinde ele alınması durumunda, bireysel eylemlere kıyasla çok daha etkin ve ekonomik çözümler üretilecektir.[2] Bundan dolayı kent ve iklimin bir arada ele alınması; kentleşmenin kent iklimi üzerine etkisinin, iklimdeki bozulmaların kent üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi ve bunların planlama ve tasarım süreçlerine dahil edilmesi kent gelişimini daha sağlıklı, sürdürülebilir, enerji etkin ve iklim değişikliğine dayanıklı bir hâle getirecektir.

İnsan faaliyetlerinin yoğunlaştığı kentsel alanlar yeniliklerin ve büyümenin itici gücüdür.[3] Bu sebeple yüksek seviyede enerji harcayan, büyük miktarlarda atık ve sera gazı üreten merkezlerdir. Kentler bir yandan medeniyetin simgesi ve ekonomik kalkınmanın gerçekleştiği yerken, bir yandan da canlı türlerinin devamlılığını tehlikeye atan sera gazı seviyesini artıran alanlara dönüşmektedir.[4]

1 Yüksel, "İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri", 17-33.

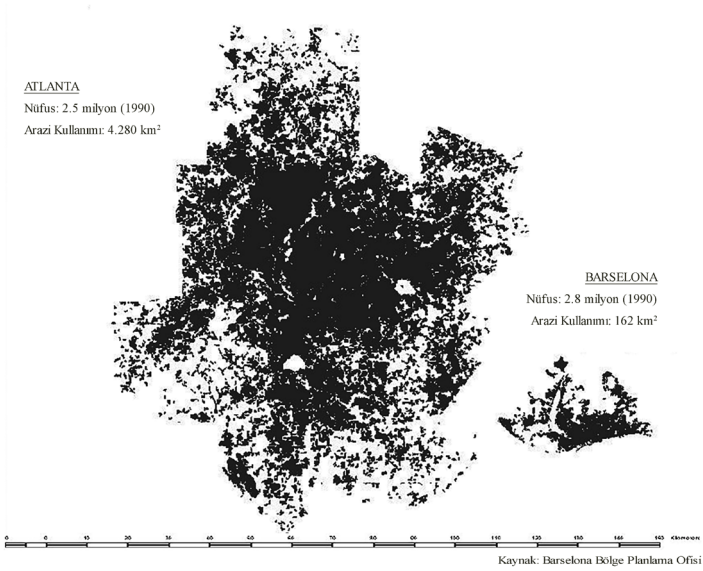
2 Çiğdem Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*, (Ankara: Ernst Reuter İskan ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, 2018), 4.

3 European Environment Agency (EEA), *Urban Adaptation To Climate Change in Europe 2016,* 2016.

4 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*.

Kentlerde gerçekleşen faaliyetlerin sera gazı emisyonunun %80'ine sebep olduğu bilinmektedir. Ancak her kentin sera gazı emisyonu birbirinden farklılık gösterir. Kentin iklimi, coğrafik ve demografik yapısı, yoğunluğu, makro formu, arazi kullanım kararları, ekonomik ve sosyal yapısı karbon emisyon değerlerini farklılaştırmaktadır.[5]

Bir kentin makro formu, "kompakt kent"[6] modelinden uzak ve "uydu kent"[7] modeline yakınsa; genişleyen ulaşım ağı, araç sahiplilik oranı ve artan enerji tüketimi sebebiyle kentin sera gazı emisyonu miktarını artırır.[8] 1990 yılında aynı nüfusa sahip Atlanta ve Barcelona'nın kentsel arazi haritası kıyaslamasında görüleceği üzere; geniş arazi kullanımlı Atlanta için her ne kadar birim hektar başına düşen yoğunluk az olsa da, yerleşim alanları arasındaki mesafe arttığı için CO_2 (karbondioksit) emisyon miktarı yüksektir (Şekil 1). Barselona'da kişi başı 38 ton hesaplanan CO_2 emisyonu Atlanta'da 400 tona kadar ulaşmıştır (Tablo 1). [9]



ŞEKİL 1 Aynı Nüfusa Sahip Kentler Atlanta ve Barcelona'nın Arazi Kullanımları

5 Yüksel, "İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri", 17-33.

6 **Kompakt Kent:** Kentlerin daha sınırlı mekânlarda, daha yüksek yoğunluklu konut alanlarına, karışık arazi kullanımlarına ve az enerji tüketimine olanak verecek biçimde yeniden tasarlanmasıdır.

7 **Uydu Kent:** Kentin merkezden kent çeperine doğru saçaklanarak (desentralizasyon) geliştiği kent modelidir.

8 UN-Habitat, Global Report on Human Settlements 2011: Cities and Climate Change, 2011.

9 Alain Bertaud ve Robert W. Poole, *Density in Atlanta: Implications for Traffic and Transit Report,* Reason Foundation, 2005.

	Nüfus	Yüzölçümü	Yoğunluk	Yerleşim Alanları Arasındaki Mesafe	CO_2 Emisyonu
Atlanta	2.8 milyon	4280 km²	6 kişi/ha	137 km	400 ton
Barcelona	2.8 milyon	162 km²	176 kişi/ ha	37 km	38 ton

TABLO 1 Atlanta ve Barcelona'nın Nüfus, Yüzölçümü, Yoğunluk, Yerleşim Alanları Arasındaki Mesafe ve CO_2 Emisyonu Karşılaştırması

Benzer şekilde, ekonomik ve sosyal yapı da kentlerdeki karbon salınım miktarlarını farklılaştırmaktadır. Kentsel ekonomik faaliyetler, düşük gelirli ülkelerde gayrisafi millî hasılanın (GSMH) %55'ini, orta gelirli ülkelerde %73'ünü ve yüksek gelirli ülkelerde %85'ini oluşturmaktadır.[10] Kentlerin ekonomik gücü artarken, dünyadaki enerji tüketiminin %60-80'inin, doğal kaynak tüketiminin ise en az %75'ininin ve karbon salınımlarının %75'inin sorumlusu kentler olarak gözükmektedir.[11]

Kentleşmeyle birlikte doğal ortama olan baskı artmaktadır. Azalan bitki örtüsü; kentin hava kalitesinin azalmasına, karbon tutma kapasitesinin düşmesine ve ısınmasına yol açarak kentsel ısı adası oluşumuna sebep olmaktadır. Bu durum kentsel alandaki iklimi, enerji kullanımını ve habitatları etkilemektedir.[12] Dolayısıyla kentleşmenin doğrudan ya da dolaylı olarak iklim üzerinde birçok etkisi olduğu gözlenebilir.

Kentler, yoğunlaşan nüfusun ve insan faaliyetlerinin yarattığı sera gazı salınımları nedeniyle küresel iklim değişikliğinde başrol oynarken; diğer bir taraftan da iklim değişikliğinin sonucunda karşı karşıya kalınan tehlikelerden de zar ar görmektedirler.

İklim bilimci Levent Kurnaz'ın ifadesine göre, yeraltından kontrolsüzce çıkarılan fosil yakıtların (petrol, doğal gaz, kömür gibi) fazla miktarlarda kullanılmasıyla açığa çıkan CO_2 miktarı iklimin değişmesine yol açmaktadır. Bu değişimin etkisi ilk olarak artan ortalama sıcaklıkla, ikincisi değişen yağış rejimleriyle ve üçüncüsü ekstrem hava olaylarıyla gözlenmektedir. Çok sıcak, çok soğuk, çok yağışlı, çok kurak şeklinde ifade edilen günlerin sayısı artarak, uzun süren kuraklıklar ardından gelen şiddetli yağışlarla, don ve dolu gibi doğa olaylarına sebep olmaktadır. Bu durum yıllık rekolteler[13] başta olmak üzere birçok ekonomik ve ekolojik veriyi etkilemektedir.

10 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*.

11 Worldwatch Enstitüsü, *Dünyanın Durumu 2016 Raporu: Bir Kent Sürdürülebilir Olabilir Mi?* (İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2016).

12 Nalan D. Yıldız, Ugur Avdan, Sevgi Yılmaz ve M. Akif Irmak "The Effect of The Temperature of The Surface of Vegetation to The Temperature of an Urban Area." *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Tecnologies* 2, no.2, (2018): 76-85.

13 **Rekolte**: Tarımda herhangi bir ürünün bir yılda elde edilen toplam miktarı.

Kentsel alanlardaki iklim değişikliğinden kaynaklı tehlikeler; artan sıcaklıklar ve yağış, deniz seviyesinde yükselme ve artan aşırı hava olayları olarak sınıflandırılmaktadır. Bu tehlikeler potansiyel birincil etkileri, birincil etkiler ise potansiyel ikincil etkileri ortaya çıkarmaktadır. Örneğin artan sıcaklıklarla birlikte yeraltı suyunun azalması, kuraklıklar, su kıtlıkları, hava kalitesinin düşmesi gibi potansiyel birincil etkiler ortaya çıkmaktadır. Bunlara bağlı olarak kuraklık nedeniyle kentlere göç, üretimde düşüş, enerji ve gıda fiyatlarında yükseliş gibi potansiyel ikincil etkiler ortaya çıkmaktadır.[14] İklim tehlikeleri ve potansiyel birincil ve ikincil etkileri Tablo 2'de özetlenmiştir.[15]

İklim değişikliği, küresel ölçekte gerçekleşen fakat etkileri yerel ölçekte de hissedilen ve sadece fiziksel değişimlerle açıklanması yeterli olmayacak bir süreçtir.[16] Bu durum iklim değişikliğini küresel ölçekte, kent ölçeğinde, ekonomik ve sosyal yapıda ve politikada ele almayı gerekli hâle getirmektedir. Bazı değişimler ve iyileştirmelerle, kentin mevcut yapılaşmış alanlarının iklim değişikliğine karşı dayanıklılığının artabileceği, yeni yapılaşacak alanlarının ise iklim duyarlı, sürdürülebilir ve ekolojik temeller üzerine tasarlanabileceği düşünülmektedir.[17]

İklim değişikliğine uyum, gözlenen veya gözlenmesi beklenen etkileri azaltmak ve bu etkileri fırsata dönüştürecek şekilde ekolojik, ekonomik ve sosyal sistemleri duruma uyumlu konuma getirmek şeklinde tanımlanmaktadır.[18] İklim değişikliğinin etkileri; kentin yapılı çevresi, altyapısı, su kaynağı, insan sağlığı, biyolojik çeşitliliği, hava kalitesi, sosyal ve ekonomik yapısı gibi hem fiziksel hem sosyal bileşenleri üzerinde gözlenmektedir.[19] Kentin her bileşeni eşit derecede etki altında kalmayabilir ancak bazı bileşenlerin iklim değişikliğinden çok daha fazla etkilendiği ortaya konmuştur.

Bu sebeple, iklim değişikliğiyle mücadele sürecinde kentsel sistemlerin ve onların şekillendirdiği kentsel mekânların zarar görebilirliğinin belirlenmesi çalışmaları, kentin minimum düzeyde hasar alması ve iklim değişikliğine uyum sağlaması için yapılacak çalışmalara (planlama, yönetim, politika gibi) bir ön çalışma ve analiz aşaması olarak katkı sağlamaktadır.[20]

---

14 Sümeyye Kahraman ve Pervin Şenol, "İklim Değişikliği: Küresel, Bölgesel ve Kentsel Etkileri", *Academia Journal of Social Sciences* (2018): 353-370.

15 UN-Habitat, Planning for Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners, 2014.

16 Yüksel, *"İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri"*, 17-33.

17 Yüksel, *"İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri",* 17-33.

18 Barry Smit ve Olga Pilifosova, *Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity* (Cambridge University Pres, 2001), 879-902.

19 Yüksel, *"İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri",* 17-33.

20 Pınar Çobanyılmaz ve Ülkü Duman Yüksel, "Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği.", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 17, no.3 (2013): 39-50

İklim Tehlikesi	Potansiyel Birincil Etki	Potansiyel İkincil Etki
Artan Sıcaklıklar	Yeraltı suyunun tükenmesi Su kıtlıkları Kuraklık Hava kalitesinin düşmesi	Su kıtlıkları Kırsal alanlardan kentlere göç Düşük gıda arzı ve yüksek fiyatlar Potansiyel enerji fiyatlarındaki artış Kentsel ısı adası etkisi Daha fazla atık su artımı ihtiyacı Nüfusun insan sağlığı üzerindeki etkileri (sıcak dalgalar sebebiyle artan mortalite, gıda erişimi zorluğu vb.)
Artan Yağış	Sel Heyelan riskinde artış	Düşük gıda arzı ve yüksek fiyatlar Maddi hasar Yerleşimlerin ekonomilerinin bozulması Altyapı hasarları Kırsal alanlarda taşkın nedeniyle şehirlere göçün artması Salgın hastalıklarda artış
Deniz Seviyesinin Yükselmesi	Kıyı selleri Kıyı bölgelerinde yeraltısuyu kaynakalarına tuzlu su girişi Fırtına dalgalanmas tehlikesinin artması Kıyı erozyonu	Kıyı bölgelerinde yer değiştirme ve nüfus hareketi Maddi hasar Altyapı hasarları Yerleşimlerin ekonomilerinin bozulması Düşük gıda arzı ve yüksek fiyatlar Nüfusun sağlık üzerindeki etkileri (yaralanma, mortalite, hastalık artışı) Erozyon nedeniyle üretken / yerleşim alanlarının kaybedilmesi
Artan Aşırı Hava Olayları	Şiddetli ve sık görülen sel, heyelan, erozyon, rüzgar fırtınaları Fırtına, kasırga ve don görülme sıklığı	Maddi hasar Nüfusun sağlık üzerindeki etkileri (yaralanma, mortalite, hastalık artışı) Yerleşimlerin ekonomilerinin bozulması Düşük gıda arzı ve yüksek fiyatlar

TABLO 2 İklim Tehlikelerinin Potansiyel Birincil ve İkincil Etkileri

İklim değişikliğinin potansiyel etkilerinin değerlendirilmesinde "baş etme ile uyum kapasitesi" ve "zarar görebilirlik ile dayanıklılığı" bütüncül ve çok boyutlu kavramlardır[21] Zarar görebilirlik ve dayanıklılığı değerlendirmek, uyum planlama sürecinde kentin önceliklerinin belirlenmesinde önemli bir araçtır.[22] Bu nedenle iklim değişikliğiyle mücadele sürecinin sağlıklı işlemesi için ortaya konacak ekonomik, sosyal, politik ve planlama kararlarının ilk basamağı zarar görebilirliğin değerlendirilmesi olmalıdır.

21 R. H. Moss, A. L. Brenkert ve E. L. Malone, *Vulnerability to Climate Change A Quantitative Approach* (Washington: U.S. Department of Energy, 2001).

22 Yüksel, *"İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri"*, 17-33.

IPCC (2001) Üçüncü Değerlendirme Raporu'nda zarar görebilirlik, "bir sistemin, iklim değişkenliği ve ekstrem olaylar da dahil olmak üzere iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı duyarlılık ya da baş edememe derecesi" olarak tanımlanmaktadır. Yani zarar görebilirlik, bir sistemin maruz kaldığı değişimin karakterine, büyüklüğüne ve hızına göre sistemin karşılayamadığı duyarlılık ve uyum sağlama kapasitesidir.

İklim değişikliği, kentte var olan sosyal, ekonomik, çevresel ve toplumsal tüm sistemleri etkilemektedir. Kentlerin varlığını sürdürebilmesi, birbirleri ile ilişkili bu sistemlerin iklim değişikliğinin etkileriyle baş edebilme derecelerine ve iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitelerine bağlıdır. Bu sebeple tüm sistemlerin zarar görebilirliğinin ve dayanıklılığının saptanması iklim değişikliğiyle mücadele sürecinin önemli noktalarından birini oluşturmaktadır.[23]

Bilimsel açıdan iklime duyarlı sistemlerin ortaya konması, hassas sektör ve bölgelerin politika ve araştırmalara dahil edilmesi ve iklim değişikliğine uyum sağlama stratejilerinin geliştirilmek istenmesi gibi birçok konu, zarar görebilirlik değerlendirmelerinin yapılmasının sebebidir.[24]

Dayanıklılık, zarar görebilirliğin karşıt anlamlısı olarak kullanılmaktadır. Ekolojik veya sosyal sistemin bir stres veya baskı karşısında bulunduğu hâli koruma, işlevini devam ettirme, değişiklik karşısında kendini yeniden organize etme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır.[25] Kentlerin, bölgelerin ve sistemlerin iklim değişikliğine nasıl cevap vereceklerinin tespitinde hem zarar görebilirlik hem de dayanıklılık analizleri kullanılmaktadır.[26]

İklim değişikliğiyle meydana gelen çeşitli ölçek ve konulardaki olumsuz etkilerin azaltılması, gelecekteki belirsizliklerin kontrol altına alınması ve çevresel, sosyal, politik ve ekonomik gelişimin sürdürülebilirliğinin sağlanması için kentin iklim değişikliğine uyum sağlaması gerekmektedir.[27] Çünkü kentler, iklim değişikliğine ilişkin azaltım (baş etme) ve uyum faaliyetlerinin sonuç vermesinde en önemli etmenlerden biri olarak düşünülmektedir.[28]

23 Çobanyılmaz ve Yüksel, "Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği", 39-50.

24 Hans Martin Füssel ve Richard J.T. Klein, "Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking", Climatic Change 75, no.3 (2006): 301-329.

25 Maria E. Ibarraran, Elizabeth L. Malone ve Antoinette L. Brenkert, "Climate Change Vulnerability and Resilience: Current Status and Trends for Mexico", Environment Development Sustainability 12 (2010): 365-388.

26 Georgina H. Endfield, "The Resilience and Adaptive Capacity of Social-Environmental Systems in Colonial Mexico" Proceedings of the National Academy of Sciences 109, no.10 (2012): 3676-3681.

27 Yüksel, "İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri", 17-33.

28 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*, 2018.

Azaltım (migitasyon), iklim değişikliğine sebep olan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının veya yanlış arazi kullanımı uygulamalarının azaltılması yoluyla iklim değişikliğinin hızının kontrol altına alınmasına yönelik etkinliklerin tümü olarak tanımlanmaktadır.[29] Uyum (adaptasyon) ise beklenen iklimsel uyaranlara ve etkilere karşı ekolojik, sosyal veya ekonomik sistemlerde yapılan düzenlemelerdir. Potansiyel zararları hafifletmek ve iklim değişikliği ile ilgili süreçler, uygulamalar ve değişimler oluşturmak olarak ifade edilmektedir.[30]

Dünyada her geçen gün yoğunlaşan kentsel alan nüfusunun, iklim değişikliğine karşı hem azaltım hem de uyum politikaları ile kontrol altına alınması gerekmektedir. Yayılan kentsel alanların ve nüfusun büyüme eğilimine eşlik eden küresel iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kayıpları, COVID-19 pandemisi gibi küresel sorunlar dünya kentlerini nasıl bir kentsel dayanıklılık sağlanacağı ortak hedefinde buluşturmuştur.[31] Tüm dünyada etkisi görülen çevresel ve ekolojik sorunlara karşı yerel ve uluslararası organizasyonlar yeni kentsel planlama stratejileri geliştirmektedir.

Dünyanın farklı yerlerinde iklim değişikliğine dayanıklı kent planlaması ve tasarımı ilkelerini içeren, enerjiyi etkin kullanan, iklim ve topografya bilgisinin ve yerel koşulların planlamaya ve tasarım sürecine dahil edildiği alternatif kentleşme modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller ortak unsurlar içerse de kurgulandıkları yere ve ölçeğe göre farklılıklar göstermektedir.[32] ABD'de "yeni kentleşme (*new urbanism*)" ve "akıllı kentleşme (*smart urbanism*)", Avrupa'da "derişik kent (kompakt kent)", "eko-kent (*eco-city*)" gibi isimlerle yer bulmuşlardır.[33]

İklim değişikliğinin etkilerine uyum için sürdürülebilir nitelikte, enerji verimliliğini önceleyen, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı dayanıklı kentlerin nasıl planlanacağı ve tasarlanacağı, bulunduğu bölgenin şartları dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Örneğin bir çalışmada, Türkiye için sürdürülebilir, enerji etkin ve iklim değişikliğine dayanıklı olarak öne çıkmış iki kent modeli seçilerek uygunlukları değerlendirilmiştir. Seçilen OECD (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) Kompakt Kent yaklaşımı ve AB (Avrupa Birliği) Eko-kent yaklaşımı modellerinden ilkinin kültürel değerleri arka planda tutarak baskın bir ekonomik bakış açısı taşıdığı, ikincinin ise gelişmekte olan bir ülkenin ekonomisinin taşıyamayacağı de-

29 UN-Habitat, Planning for Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners, 2014.

30 UN-Habitat, Planning for Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners, 2014.

31 Sevgi Görmüş, Elif Oktay ve Serhat Cengiz, "Kentsel Ekosistemin Dayanıklılık Hedefini Karşılamada Ekolojik Planlama Yaklaşımları", Peyzaj Eğitim Bilim Kültür ve Sanat Dergisi 3, no.2 (2021): 122-134.

32 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*.

33 Frans Dieleman ve Michael Wegener, "Compact City and Urban Sprawl.", Built Environment 30, no.4 (2004): 308-323.

recede ekolojik duyarlı ve teknoloji baskın olduğu görülmüştür. Bu sebeple, Türkiye için söz konusu kentleşme yaklaşımlarının kullanılamayacağı, koşullara uygun olan kısımların tespit edilip alınması ve yerel özelliklerin dikkate alınarak yeni bir eylem planı oluşturulması gerektiği sonucuna varılmıştır.[34]

KENTSEL İKLİM VE İKLİM HARİTALARI

Küresel düzeyde meydana gelen iklim değişikliğiyle birlikte kentlerde bölgesel ısınmaların gözlenmesi, kentlerin mikro ikliminde değişikliklere sebep olmaktadır. Bu durum insan sağlığı ve canlıların yaşamını her gün daha fazla etkileyerek kent iklimi konusundaki araştırmaları daha önemli hâle getirmektedir.[35] Her kent ve her bölge için mikro iklim analizleri ve planlama ihtiyacı, kentsel iklim haritalarının gerekliliğini artırmaktadır. Kentsel iklim haritaları; meteoroloji, planlama, arazi kullanımı, topografya, bitki örtüsü ve mekânsal analiz bilgilerinin bir araya getirilerek, rüzgâr ve termal konfor etkisinin değerlendirildiği ve kentsel planlama stratejisi üretilmesi hedefiyle oluşturulan planlama haritaları olarak tanımlanmaktadır.[36] Bu haritalar; sürdürülebilir, sağlıklı ve konforlu kentler tasarlamak için kentsel iklim verilerinin analiz edilerek kentsel planlama stratejilerine ve tasarım sürecine temel oluşturma anlamında önemli bir kaynak olmaktadır.[37]

Kentsel İklim

Kent, farklı disiplinlerce tarif edilen birçok tanıma sahiptir. İklim odaklı bir tanımda kent, "insan yapısı saha" olarak adlandırılmış. Doğal bitki örtüsü değiştirilmiş, farklı sıcaklık ve yağış rejimi gösteren, insan yapısı malzemelerden oluşan alan olarak tarif edilmiştir.[38] Bu sebeple her kentin kendine özgü özelliklerinin yarattığı bir iklimi olduğu kabul edilmiştir.

İlk olarak 1820 yılında Londra'da Howard tarafından sayısal verilerle ortaya konan bu durum, tüm dünyada farklı zamanlarda gündem oluşturmuş, kent atmos-

34 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*.

35 Çağdaş Kuşçu Şimşek ve Betül Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi" Megaron Journal 7, no.2 (2012): 116-128.

36 Chao Ren, Edward Ng ve Lutz Katzschner, "Urban Climatic Map Studies: A Review", International Journal of Climatology 31, no.15 (2011): 2213-2233.

37 Dieter Scherer, U. Fehrenbach ve E. Parlow, "Improved Concepts and Methods in Analysis and Evaluation of the Urban Climate for Optimizing Urban Planning Process", Atmospheric Environment 33, no.24 (1999): 4185-4193.

38 Erkan Yılmaz, "Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 2013.

ferinin yapısı, iklim elemanlarının etkisi, kır ve kent iklim elemanları arasındaki farklılıklar ve iklimin insanlar üzerindeki etkisi gibi konular ele alınmıştır.[39]

İklim Elemanları	Kentin Kırsal Alan İle Karşılaştırması
Rüzgâr Hızı (Yıllık Ortalama)	%20-30 daha az
Sıcaklık (Yıllık Ortalama)	0.5-1^{0}C daha yüksek
Yağış (Yıllık Ortalama)	%5-10 daha fazla
Bağıl Nem (Yıllık Ortalama)	% 2 daha düşük (kış) %8 daha düşük (yaz)
Bulutluluk (Kapalı Günler)	%5-10 daha fazla
Radyasyon (Toplam)	%15-20 daha az
Kirlilik (Partikül Yoğunluğu)	10 kez daha fazla

TABLO 3 Kentleşmenin Sebep Olduğu İklimsel Değişiklikler

Kent iklimi ve kırsal iklim birbirinden farklılık gösterir. Bu farklılık, çevrede hâkim makro iklim koşullarının, kentsel alandaki topografik yapı ve atmosfer içerisindeki antropojenler (hava kirliliği ve aerosoller) sebebiyle değişime uğramasıyla ortaya çıkar. Kentler; ikliminin niteliklerine bakıldığında, rüzgâr hızının düştüğü ve yönünün değişime uğradığı, sıcaklığın yükselip nemin azaldığı, yağışın çok ve bulutlanmanın yüksek oranda olduğu, hava kalitesinin düştüğü, atmosferin daha kirli unsurlar taşıdığı yerler olarak gözlemlenir. Kentleşmenin sebep olduğu bu farklılıklar klimatolojik ve fenolojik gözlemlerle kanıtlanmış ve araştırma sonuçları Tablo 3'te özetlenmiştir. [40]

Kentleşme süreci, kent iklimi üzerinde değişiklikler oluşturur. Kentler kırsal alana kıyasla, barındırdığı yapı malzemeleri sebebiyle daha fazla ısı depolar. Bu durum, yani kentlerin çevresindeki kırsal alanlardan daha yüksek hava sıcaklığına

39 Süleyman Toy, "Türkiye'deki Kent İklimi, Kentsel Isı Adası ve Biyoklimatik Konfor Konusundaki Çalışmalara İklimbilim Açısından Eleştirel Bir Bakış", TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu. 2018.

40 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler."

sahip olması, "Kent Isı Adası" olarak ifade edilir. Kentlerin kırlara kıyasla ortalama 3-4 °C daha sıcak olabileceği belirtilmektedir.[41] Bu sıcaklık farkı günün saatine ve mevsime göre değişiklik gösterebilir.

Oke'ye göre kent ve kırsal alan ısınma oranları ve sıcaklık değişimi şu şekilde yorumlanmaktadır:

- Gün ortasında kent ve kır arasındaki sıcaklık dengededir.
- Öğleden sonra kentler, kırlara göre daha fazla ısınmaya başlar.
- Güneş battıktan sonra kırlar kentlerden çok daha hızlı bir şekilde soğur.
- Aynı şekilde güneş doğarken de kırlar kentlere göre daha hızlı ısınmaya başlar.

Bu sebeple kırlar sabah saatlerinde kentlerden bir miktar daha sıcak değerler gösterebilir. Dolayısıyla kentlerin daima kırdan sıcak olduğunu söylemek doğru değildir. Buna bir diğer örnek ise, kışın kar yansıması sebebiyle kırların kentlerden sıcak olduğu anların varlığıdır.[42]

Kent yapısının yoğunlaştığı, cadde genişliklerinin azaldığı ve bina yüksekliklerinin arttığı, sert peyzaj malzemeleriyle kaplı yüzeylerin varlığı şehir ısınma şiddetini (ŞIA) artırmaktadır (Şekil 3). Kent içindeki park alanları ve yoğun ağaçlandırmalar ise tam kırsal özellik göstermese de farklı ısınma-soğuma özelliği gösterdiği için kente göre daha soğuk alanlar olarak değerlendirilmektedir.[43]

Yağış sıklığı, yoğunluğu ve desenindeki değişiklikler de kentlerin yerel iklimini etkiler. Bu değişiklikler bölgesel koşullara bağlı olarak farklılık göstererek kent ikliminin bir parçasını oluşturur. Sonuç olarak kentin fiziki yapısı, yapı malzemesi, atmosferinin fiziksel ve kimyasal bileşenlerindeki farklılığı, enlemi, yükseltisi ve denize uzaklığı gibi özellikleriyle çevresinden farklı iklim özelliği göstermesi, planlama ve tasarım süreçlerinin başarıyla sonuçlanabilmesi için göz ardı edilmemesi gereken değişkenlerin incelenmesini gerektirir. Bu noktada oluşturulan kentsel iklim haritaları önemli bir yardımcıdır.

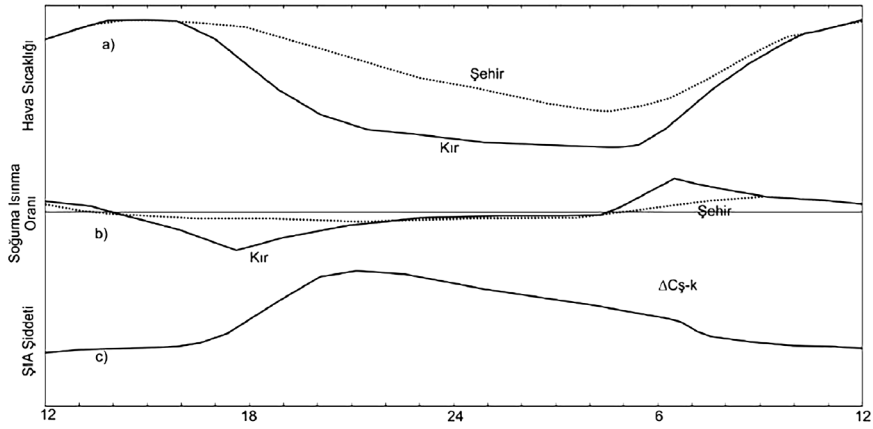
Kentsel İklim Haritası ve Bitki Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Zonları

Kentsel İklim Haritaları (*Urban Climate Map - UCMap*), iklim olayları ve problemlerini mekânsal haritalarla ifade ederek, kentsel iklim faktörleri ve kent

41 Yılmaz, "Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu", 282.

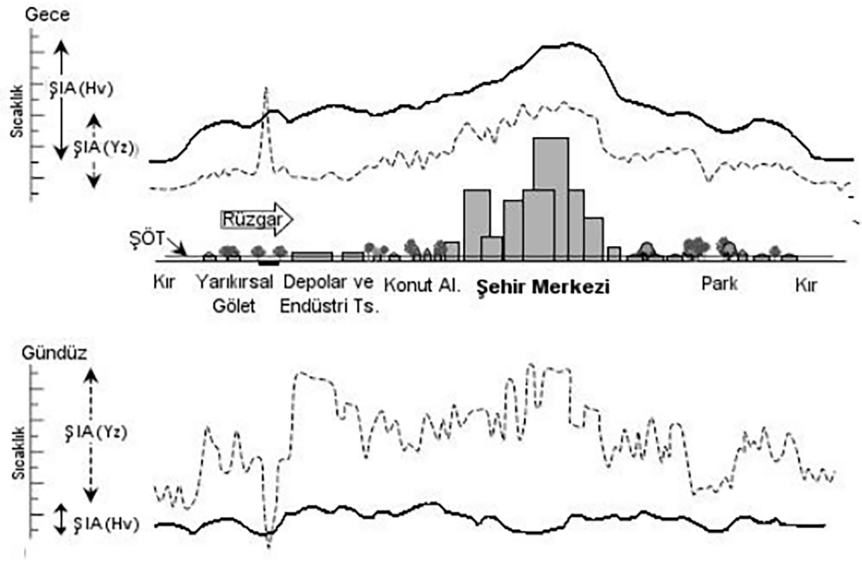
42 Timothy R. Oke, "The Energetics Basis of the Urban Heat Island", Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society 108, no.455 (1982): 1-24.

43 Yılmaz, "Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu", 282.



ŞEKİL 2 Şehir ve Kırsal Alanda Günlük Isınma Oranları ve Sıcaklık Değişimi (ŞIA: Şehir Isınma Şiddeti; Yatay Eksen: Saat)

Kaynak: Oke, "The Energetics Basis of the Urban Heat Island", 1-24.



ŞEKİL 3 Gece ve Gündüz Kent Isınma Şiddeti (Yz: Yüzey; Hv: Hava)

Kaynak: James A. Voogt, "Urban Heat Island", The Encyclopedia of Global Environmental Change 3, (2002): 660-666.

planlama stratejileri hakkında kapsamlı değerlendirme yapabilmenin ve bilgi edinebilmenin bir yolu olarak oluşturulur.[44] Kentsel İklim Analiz Haritası (*Urban Climate Analysis Map - UCAnMap*) ve Kentsel İklim Planlama Öneri Haritası (*Urban Climate Recommendation Map - UCReMap*) olmak üzere iki bileşeni bulunmaktadır.[45] Bu haritalama kavramı ilk olarak 1970'lerin sonlarında Alman araştırmacılar tarafından geliştirilmiştir.[46] Dünyada, bugüne kadar kendi kentsel iklim haritasını işleyen ve yerel planlama uygulamalarına dahil ederek iklim önlemleri ve yönergeleri uygulayan 15'ten fazla ülke bulunmaktadır (Şekil 4).[47]

Kentsel iklim haritaları, iklim bileşenleri ve meteorolojik verileri içerir. Bu haritalar, coğrafi arazi verileri, kent topografyası, yeşil alanlar, yapılar, ulaşım gibi planlama verileriyle meteorolojik veriler birleştirilerek oluşturulur. Kentsel iklim planlama öneri haritası ise iklimsel bakış açısıyla kurgulanmış kentsel planlama stratejilerini içerir. Bu sayede, farklı iklimlerde daha doğru ve uygulanabilir kararlar alınmasına olanak sağlar.[48]

Kent iklim haritalarının en önemli özelliği; sayısal olarak toplanan fiziksel verilerin ve iklim verilerinin birleştirilmesinin yanı sıra, bu bilgileri mekânsal olarak sunma imkânı sağlamasıdır. Mekânsal sunuş sayesinde kent içerisinde sorunlu alanların tespiti kolaylaşır. Kentsel ısı adalarının belirlenmesi, rüzgâr alanlarının ve temiz hava koridorlarının tespiti gibi konularda kolaylık sunar. Böylelikle kentsel alanlarda hızlı ve etkili bir biçimde iklim duyarlı planlama strateji ve eylemleri oluşturulabilir.[49] Kent iklim haritaları tasarım sürecinde bölgelere özel planlama stratejileri gelişmesine yardımcı olarak en üst ölçekten en alt ölçeğe kadar kent ile ilgili sorunların çözülmesine olanak sağlar.

Bitki dayanıklılık zonları haritası, kentsel iklim haritasından çıkarılmış bir sonuç verisi olarak yorumlanabilir. Bu haritalar o bölgede daha önce denenmemiş bir bitki türünün yetişip yetişmeyeceğinin kararının verilmesinde kullanılır.

44 Scherer, "Improved Concepts and Methods in Analysis and Evaluation of the Urban Climate for Optimizing Urban Planning Process", 4185-4193.

45 Ren, Ng ve Katzschner, "Urban Climatic Map Studies: A Review", 2213-2233.

46 Andreas Matzarakis, Rainer Röckle ve Claus-Jürgen Richter, "Urban Climate Analysis of Freiburg - An Integral Assessment Approach", The 4th Japanese–German Meeting on Urban Climatology (2005).

47 Ren, Ng ve Katzschner, "Urban Climatic Map Studies: A Review", 2213-2233.

48 Ren, Ng ve Katzschner, "Urban Climatic Map Studies: A Review", 2213-2233.

49 Hayriye Balık ve Ülkü Duman Yüksel, "Planlama Sürecine İklim Verilerinin Entegrasyonu", Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 7, no.2 (2014): 1-6.



ŞEKİL 4 Kentsel İklim Haritasına Sahip Ülkeler

Kaynak: Ren, Ng ve Katzschner, "Urban Climatic Map Studies: A Review", 2213-2233.

Bitki dayanıklılığı bitkinin ekstrem koşullara uyumu ile bağlantılıdır.[50] Sıcaklık, soğuk, hava kirliliği, kuraklık gibi ekstrem koşullar bitki yetişmesinde sınırlayıcı faktörlerdir. ABD Tarım Bakanlığı (USDA)'nın hazırladığı Bitki Soğuğa Dayanıklılık Bölge Haritası ve Amerikan Bahçecilik Derneği'nin hazırladığı Bitki Sıcağa Dayanıklılık Bölge Haritası; ortalama sıcaklık değerleri ile geliştirilen sınıflamalardır.[51] Bitki soğuğa dayanıklılık zonları en düşük sıcaklık ortalamaları, bitki sıcağa dayanıklılık zonları ise sıcaklığın 30 °C üzerinde olduğu günlerin yıllık toplamların ortalamasına göre ayrılmaktadır. Bitkilerin yetişebildikleri dayanıklılık zonları ise gözlemlere dayanarak belirlenmektedir. Hem soğuğa hem de sıcağa dayanıklılık zonları haritaları, bitkilerin yaşayabildikleri zonlar bilinmeden kullanılamaz. Bu nedenle uzun yıllar süren gözlemlerle bitkilerin yaşayabildikleri zonların belirlenmesi gerekir. Daha sonra bir bölge ya da ülke için dayanıklılık zonları haritaları oluşturularak hangi zonda yetiştiği bilinen bir bitkinin o yörede yetişip yetişmeyeceği kararı verilebilir.[52]

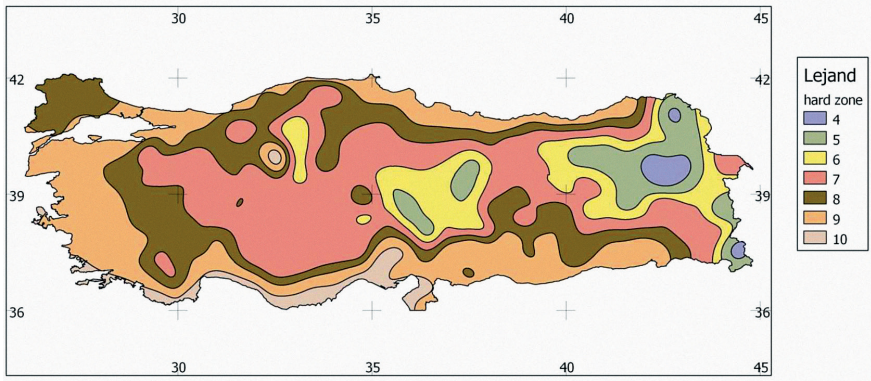
Türkiye için bitki soğuğa ve sıcağa dayanıklılık zonları Yalçın ve Tolunay tarafından 1975-2008 yılları arasındaki meteorolojik veriler kullanılarak oluşturulmuştur. Ancak Devlet Meteoroloji İstasyonu (DMİ) tarafından belirtilen ve 1994 yılından sonra meydana gelen sıcaklık artışlarının, bitki soğuğa ve sıcağa dayanıklılık zon haritalarında değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, 1975-1994 ve 1994-2008 yılları arasında ortalama sıcaklık değerlerindeki değişimi göstermektedir (Şekil 5 ve Şekil 6). İki farklı dönem için üretilen Türkiye bitki soğuğa ve sıcağa dayanıklılık zonları haritaları incelediğinde 1994-2008 yıllarında zonların çoğunlukla bir üst zona kaydığı görülmektedir (Şekil 7 ve Şekil 8). Bu haritalar Türkiye'nin de küresel iklim değişikliği etkisi altında kaldığını göstermektedir. Sayısal verilerle değerlendirilmesi çizelgelerdeki gibidir (Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6).[53]

50 Yalçın O. Yılmaz ve Doğanay Tolunay, "İklim Değişikliğinin Türkiye'deki Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Zonları Üzerindeki Etkileri", *5th Atmospheric Science Symposium Proceedings* içinde, der. Orhan Şen ve Ceyhan Kahya (İstanbul: İstanbul Technical University, 2011), 395-404.

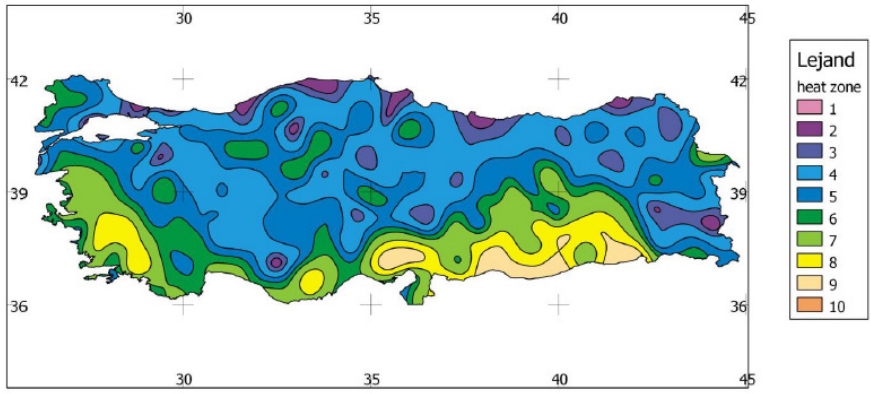
51 MGM. *Bitki Soğuğa ve Sıcağa Dayanıklılık*, 2022.

52 Yılmaz ve Tolunay, *"İklim Değişikliğinin Türkiye'deki Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Zonları Üzerindeki Etkileri"*, 395-404.

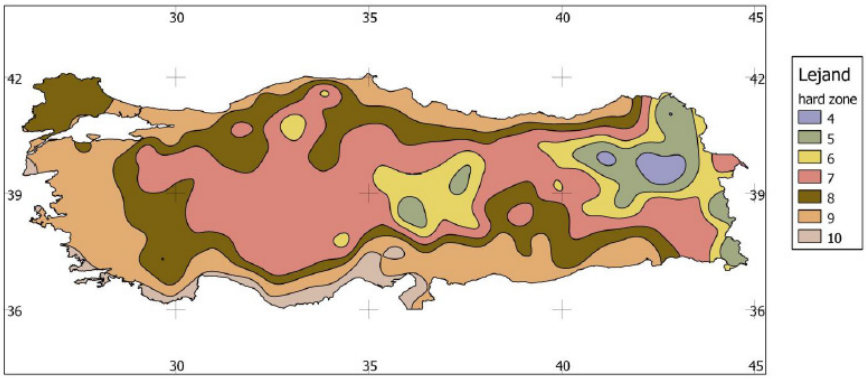
53 Yılmaz ve Tolunay, "İklim Değişikliğinin Türkiye›deki Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık *Zonları Üzerindeki Etkileri",* 395-404.



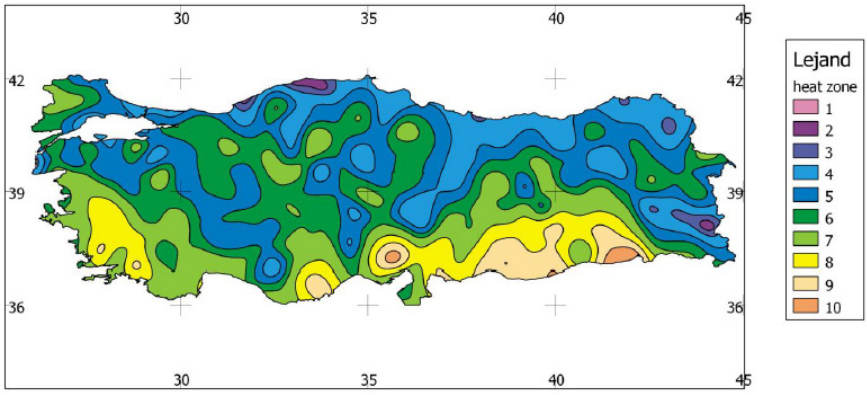
ŞEKİL 5 Türkiye'nin 1975-1993 Yılları Arasındaki USDA Bitki Soğuğa Dayanıklılık Zonları Haritası



ŞEKİL 6 Türkiye'nin 1975-1993 Yılları Arasındaki AHS Sıcağa Dayanıklılık Zonları Haritası



ŞEKİL 7 Türkiye'nin 1994-2008 Yılları Arasındaki USDA Bitki Soğuğa Dayanıklılık Zonları Haritası



ŞEKİL 8 Türkiye'nin 1994-2008 Yılları Arasındaki AHS Sıcağa Dayanıklılık Zonları Haritası

USDA Bitki Soğuğa Dayanıklılık Zonları			AHS Bitki Sıcağa Dayanıklılık Zonları		
Zonlar	Dönemler		Zonlar	Dönemler	
	1975-1993	1994-2008		1975-1993	1994-2008
PHZ 1	-	-	AHZ 1	-	-
PHZ 2	-	-	AHZ 2	1.221.058	259.399
PHZ 3	-	-	AHZ 3	5.273.047	916.361
PHZ 4	991.405	896.610	AHZ 4	24.968.459	11.121.264
PHZ 5	5.264.434	4.642.211	AHZ 5	18.430.784	19.735.653
PHZ 6	8.454.685	7.376.779	AHZ 6	10.317.939	20.044.743
PHZ 7	23.451.228	25.432.191	AHZ 7	10.004.157	15.010.359
PHZ 8	18.266.485	18.196.830	AHZ 8	5.473.373	7.018.470
PHZ 9	18.764.533	18.532.829	AHZ 9	2.170.808	3.346.630
PHZ 10	2.666.857	2.782.177	AHZ 10		406.746
Toplam	77.859.627	77.859.627	Toplam	77.859.625	77.859.625

TABLO 4 Türkiye Arazi Varlığının USDA Bitki Soğuğa Dayanıklılık ve AHS Bitki Sıcağa Dayanıklılık Zonlarına Dağılımı (ha)

Zonlar	USDA Bitki Soğuğa Dayanıklılık Zonlarındaki Değişim (ha)						Toplam
	-3	-2	-1	0	1	2	
PHZ 4				751.435	239.970		991.405
PHZ 5			145.175	4.188.323	930.936		5.264.434
PHZ 6			213.918	6.215.858	2.024.909		8.454.685
PHZ 7			229.985	21.594.787	1.598.586	27.870	23.451.228
PHZ 8			1.543.638	15.593.811	1.116.889	12.147	18.266.485
PHZ 9		182.617	1.003.272	17.110.546	468.098		18.764.533
PHZ 10	86.240	1.161	277.524	2.301.932			2.666.857
Toplam	86.240	183.778	3.413.512	67.756.692	6.379.388	40.017	77.859.627
%	0,11	0,24	4,38	87,02	8,19	0,05	100,00

TABLO 5 1975-1993 Dönemindeki Bitki Soğuğa Dayanıklılık Zonlarında 1994-2008 Yıllarında Meydana Gelen Değişim (ha)

Zonlar	AHS Bitki Sıcağa Dayanıklılık Zonlarındaki Değişim (ha)						Toplam
	-2	-1	0	1	2	3	
AHZ 2			251.150	342.647	624.428	2.833	1.221.058
AHZ 3		8.249	571.536	4.389.090	304.172		5.273.047
AHZ 4		2.178	6.100.148	14.710.954	4.091.146	64.033	24.968.459
AHZ 5		7.598	4.198.766	11.940.836	2.283.584		18.430.784
AHZ 6		494.268	3.417.699	6.226.914	174.425	4.633	10.317.939
AHZ 7	24.660	595.062	6.238.195	2.860.306	285.934		10.004.157
AHZ 8		197.633	3.724.015	1.551.282	443		5.473.373
AHZ 9		259.724	1.504.781	406.303			2.170.808
AHZ 10	24.660	1.564.712	26.006.290	42.428.332	7.764.132	71.499	77.859.625
Toplam	0,03	2,01	33,40	54,49	9,97	0,09	100,00

TABLO 6 1975-1993 Dönemindeki Bitki Sıcağa Dayanıklılık Zonlarında 1994-2008 Yıllarında Meydana Gelen Değişim (ha)

1975-1993 döneminde, 12 bitki sıcağa dayanıklılık zonundan 8 tanesinin (2-9. zonlar arasında kalanlar) Türkiye'de bulunduğu görülmektedir. Bu dönemde en geniş alan kaplayan bitki sıcaklık zonu 4. zon olarak belirtilmiştir. 1994-2008 dönemine gelindiğinde ise, 2. ve 4. sıcaklık zonlarının kapladığı alan azalarak, en geniş zon 6. zon olmuştur. Bununla birlikte, Türkiye'nin yıllık ölçümde günlük sıcaklık ortalamasının 30 °C'nin üzerinde olduğu gün sayısının 150-180 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum yeni bir sıcaklık zonuna (10. zon) geçiş yapıldığını göstermektedir. Yapılan tespitlere göre Türkiye arazisinin %33,40'ında bitki sıcağa dayanıklılık zonu değişmemiştir.

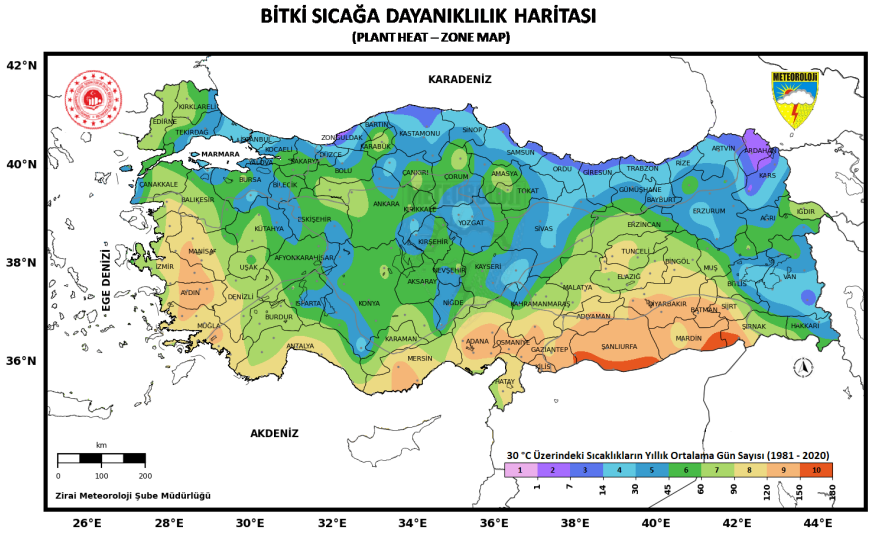
Bir üst sıcaklık zonuna geçen kısım %54,49, iki üst sıcaklık zonuna geçen kısım ise %9,97 dir. Kalan %2'lik kısım ise alt zona geçen kısıtlı bölgeleri ifade etmektedir (Tablo 6). Bu verilerle oluşturulan haritalar Türkiye'nin karşı karşıya kaldığı küresel ısınma ve iklim değişikliğinin göstergesi niteliğindedir. Şu anda kullanılmakta olan, mevcut sıcağa ve soğuğa dayanıklılık haritaları (Şekil 9) ve (Şekil 10)'daki gibidir.

Bir başka çalışmada ise farklı bir iklim simülasyon modeli kullanılarak Türkiye'nin büyük bölümünün yakın gelecekte (21. yüzyılın ilk yarısında) günümüz ikliminden daha sıcak ve daha kurak bir iklimle karşı karşıya kalacağı ve iklim değişikliğinin sonuçlarından ciddi oranda etkileneceği belirtilmektedir.[54] Model sonuçlarına göre, 1970-2000 dönemi referans dönemi olarak kabul edilmiş ve 2020-2050 dönemine dair tahminler ortaya konmuştur. Buna göre, Türkiye'de 2020-2050 dönemi için ortalama hava sıcaklıklarında, referans dönemine kıyasla, 0,5 °C ile 4 °C arasında değişen artışlar olacağı öngörülmektedir. Bu artışın, sıcak mevsimlerde soğuk mevsimlere göre daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklık artışlarının kuvvetinin genel olarak yazı kurak ve sıcak subtropikal Akdeniz ikliminin egemen olduğu batıdan, karasal iklimin egemen olduğu doğuya gidildikçe artacağı açıkça belirtilmektedir. Diğer bir taraftan artan sıcaklık değerleri yağış seviyesinde düşüşlere de sebep olmaktadır. Aynı çalışma sonucuna göre, yağışlarda, Akdeniz ikliminin egemen olduğu batı ve güney bölgeleri için tüm mevsimlerde geçerli olacak, yaklaşık 0.4 mm/gün ile 1.2 mm/gün arasında değişen azalma beklenmektedir.[55]

Bu sebeple, kısa dönemde bile bitki sıcaklığa dayanıklılık zon haritalarında değişiklikler olacağı öngörülebilir. Bu durum, yapılacak olan bitkilendirme çalışmalarında değişen iklim koşullarını dikkate almayı gerektirir. Artan sıcaklıklar, azalan yağışlar ve bunlara bağlı meydana gelen kuraklık ya da don gibi ani gelişen hava olayları sebebiyle bitki türlerinin seçim sürecinde bitki sıcağa ve soğuğa dayanıklılık tolerans aralıkları tespit edilmelidir. Bitkiler ekolojik isteklerinin tam anlamıyla karşılanabileceği bölgelere yerleştirilmelidir.

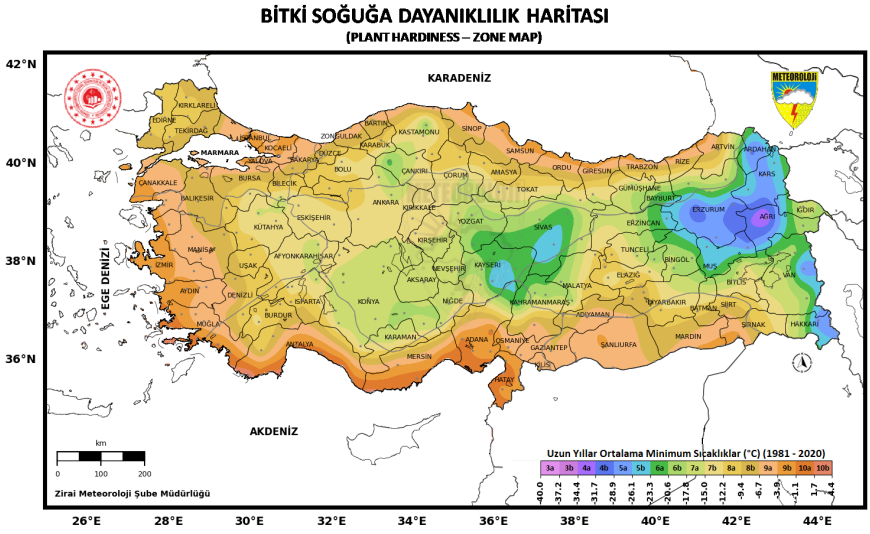
54 Mustafa T. Turp, Tuğba Öztürk, Murat Türkeş ve Levent Kurnaz, "RegCM4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri için Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi", Ege Coğrafya Dergisi 23, no.1 (2014): 1-24.

55 Turp, Öztürk, Türkeş ve Kurnaz, "RegCM4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri İçin Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi", 1-24.



ŞEKİL 9 Türkiye'nin Bitki Sıcağa Dayanıklılık Haritası (AHS)

Kaynak: MGM. *Bitki Soğuğa ve Sıcağa Dayanıklılık*, 2022.



ŞEKİL 10 Türkiye'nin Bitki Soğuğa Dayanıklılık Haritası (USDA)

Kaynak: MGM. *Bitki Soğuğa ve Sıcağa Dayanıklılık*, 2022.

Kentsel Alanda Arazi Kullanım Dağılımı ve İklim İlişkisi

İklim ve arazi kullanımının doğrudan bir ilişki içinde olması, toprak ve iklim arasında oluşan etkileşimin sonucu olarak karşımıza çıkar. Yeryüzündeki karasal ekosistemler sera gazları üretirken, toprak ve biyokütle[56] bu gazları depolar. Toprakta meydana gelecek her bozulma, depolanan karbonun salınmasına ve sera gazı emisyonunun artmasına sebep olur. Artan sera gazı emisyonu ise yeryüzünde ısınmaya sebep olarak iklim değişikliğine ortam hazırlar. Dolayısıyla; tarım arazilerinin yönetimi, arazi kullanım planları (kır, kent, rekreasyon vb.) ve ormancılık faaliyetleri gibi toprakla bağlantılı her şey, atmosferdeki sera gazı yoğunluğuyla doğrudan ilişki içindedir.

Diğer bir taraftan bitki örtüsü hem iklimi etkileyen hem de iklimden en hızlı etkilenen kentsel ögelerden biridir. Bitki örtüsü, toprak yüzeyinden yansıyan enerjinin güneşten gelen enerjiye olan oranını yani albedoyu[57] artırarak ya da azaltarak iklimle bir ilişki kurar. Bu ilişki ilk etapta iklim bileşenlerinden sıcaklıkla bağlantılı gözükse de sıcaklık değişiminin yağış rejimi ve deseninde değişikliklere sebep olacağı göz ardı edilmemelidir. Bu noktada arazi kullanımı, toprak ve bitki örtüsünün bütünleşik ilişkisi sebebiyle, sıcaklık ve yağış değerleri üzerinde de etki sahibidir. Dolayısıyla önemli bir iklim değişikliği etmenine dönüşür.

Landsberg kentsel alanlarda arazi kullanım planlarının iklim üzerindeki etkili olduğunu belirtmektedir.[58] Auer tarafından St. Louis üzerinde yapılan analize göre kentte %35 oranında bitki örtüsünün azalması, yaklaşık 20 km^2'lik bir alanı etkilemektedir.[59] Bitki örtüsünün azalmasıyla meydana gelecek değişiklikler şöyle sıralanmaktadır:

- Kentsel ısı adası yoğunluğu artar.
- Yüzey yağmur tutma özelliği düşer.
- Taşkın olaylarının kontrolü zorlaşır.
- Su yönetimi problemi ortaya çıkar.

56 **Biyokütle:** Bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanabilir. Biyokütle aynı zamanda bir organik karbon olarak da kabul edilmektedir.

57 **Albedo:** Bir yüzeyin üzerine düşen enerjiyi yansıtma kapasitesidir. Cismin yüzey alanına, dokusuna ve rengine bağlıdır. Yüksek albedoya sahip cisim, gelen radyasyonun daha büyük bir kısmını yansıtırken, düşük albedoya sahip cisim radyasyonun az bir kısmını yansıtabilir.

58 Helmut E. Landsberg, *The Urban Climate* (New York: Academic Press Inc, 1981), 23-50.

59 August H. Auer, "Correlation of Land Use and Cover With Meteorological Anomalies", Journal of Applied Meteorology 17, (1978): 636-643.

- Ani ve çabuk değişen rüzgârlar görülür.
- Yağmur deseninde değişiklikler oluşur.
- Yüzey sıcaklığı artar.[60]

Bu süreçte kentsel alan kullanımının kent iklimine etkisi; yapılaşmış alanın büyüklüğü ve yoğunluğu, yapıların formu, büyüklüğü ve konumlanmaları, sokakların genişliği, tasarımı, doğrultusu ve hâkim rüzgâr yönüyle ilişkisi, sert peyzaj malzemelerinin şekil ve büyüklüğü ile binaların ilişkisi, sokaklar ve park alanlarındaki gölgelenme durumları, kentin makro formu, endüstri alanları ve konumları, kent içi ulaşım dağılımı, yeşil alanların büyüklüğü ve dağılımı ile belirlenebilir.

İklim değişimi sürecinde, kent iklimi ve kentsel alan kullanımı arasındaki güçlü ilişkinin anlaşılması ve kent iklim bilgisinin kentsel planlama sürecine dahil edilmesi gereklidir. Bunun için politikacılar, plancılar ve klimatologlar arasındaki iletişimin güçlendirilmesi, kentsel iklim konusunda bilgi ve bilincin artırılması ve plancıların kent iklimi bilgisini planlama sürecine dahil edebilmek amacıyla kullanacağı uygun araçların sağlanması önemlidir.[61]

Yeşil Altyapı Yaklaşımı ve İklim

Düzenli ve sağlıklı kentlerin gelişimi, kentsel açık-yeşil alanların kent içindeki dağılımlarının, büyüklüklerinin, işlevsel ve estetik değerlerinin sistemli bir planlama ve tasarım anlayışı içinde ele alınmasıyla mümkündür.[62] Kentsel açık-yeşil alanlar; kente ekolojik, sosyal, ekonomik ve estetik katkı sağlayan kentsel alan kullanımlarından biri olmakla birlikte kentsel yeşil altyapının en önemli bileşenlerindendir.

Kentsel yeşil altyapı; ekolojik, sosyal, çevresel ve ekonomik sorunlara çözüm alternatifi sunan, sürdürülebilir alan kullanım planlanması kapsamında kullanılan bir stratejik yaklaşım olarak tarif edilmektedir.[63] Kentsel yeşil altyapı planlaması, 1800'lü yılların ortasında Frederick Law Olmsted tarafından, New York ve Boston kentlerindeki kentsel açık-yeşil alanların birleştirilerek çok amaçlı ve fonksiyonel peyzaj tasarımlarına dönüştürülmesi hedefiyle ortaya çıkmıştır. Bu sayede

60 Landsberg, *The Urban Climate,* 23-50.

61 Balık ve Yüksel, "Planlama sürecine iklim verilerinin entegrasyonu", 1-6.

62 Ayşe Yavuz ve Zehra Eminağaoğlu, "Artvin Kentinde Yeşil Alanların Yeterlilik Bakımından İrdelenmesi", TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi (2007).

63 Jost Wilker, Karsten Rusche ve Christine Rymsa-Fitschen, "Improving Participation in Green Infrastructure Planning", Planning Practice & Research 31, no.3 (2016): 229-249.

kullanıcıların birbirleriyle etkileşiminin artırılması ve ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması hedeflenmiştir. Yeşil altyapı ağlarının gelişmesi, kente iklim düzenlenmesi, hidrolojik düzenleme, su kalitesinin artışı, besin çeşitliliği ve kalitesinin iyileşmesi, toprak tutma, tozlaşma, rekreasyon olanakların artışı ve estetik değerler oluşması gibi faydalar sunmaktadır.[64]

Yeşil altyapı sistemleri; kentsel leke, kentsel koridor ve kentsel matrisler (*patch-corridor-matrix*) olmak üzere 3 bileşenden oluşan ve ekolojik kaynakları birbirine bağlayan bir ağ sistemidir.[65] Bu sistemlerin analiz edilmesi yeşil altyapı planlamasının başlangıç noktasını oluşturmaktadır.[66] Lekeler (*patch*) farklılaşmış, çevresine kıyasla homojen ve doğrusal olmayan alanlar olarak tarif edilmektedir. Parklar, bahçeler, spor alanları, mezarlıklar, kampüsler, sulak alanlar, ormanlar, tarım alanları, çöl bölgeleri, bataklıklar veya otlak alanlar birer leke örneğidir.[67] Lekeler biyolojik çeşitlilik anlamında diğer yeşil altyapı bileşenlerinden daha zengin alanlardır.[68] Koridorlar, lekeler arasında bağlantı sağlayan, doğrusal alanlardır. Bitki, insan ve hayvan hareketine olanak sağlayan hatlardır. Bu sebeple ekolojik döngünün sağlıklı çalışabilmesi için koridorların korunması ve devamlılığının sağlanması gerekmektedir. Akarsular, kanallar, drenaj yolları, kara ve demir yolları, enerji nakil hatları kentsel koridor örnekleridir. Matrisler ise, leke ve koridorun tamamından oluşan arazi kullanımı olarak tanımlanmaktadır.[69] Matrislerde oldukça bağlantılı ve homojen bir toprak örtüsü vardır. Yerleşim alanları, endüstriyel alanlar, ticari merkezler ve altyapı alanları matris örnekleridir (Şekil 11).

Yeşil altyapı yaklaşımı için "bütüncül bir ağ planlaması" ifadesi kullanılır. Bu ağ; kıtasal, ulusal, bölgesel ve yerel ölçekte planlanabilir. Ekolojik fonksiyonları sağlayan, ekosistem etkileşimini koruyan, biyoçeşitliliği sürdürebilen, rekreasyonel ihtiyaçlara cevap verebilen birçok işleve sahip bir yaklaşımdır.

64 Cemil Bilgili, "Ankara Kenti Yeşil Alanlarının Kent Ekosistemine Olan Etkilerinin Bazı Ekolojik Göstergeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma." Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2009.

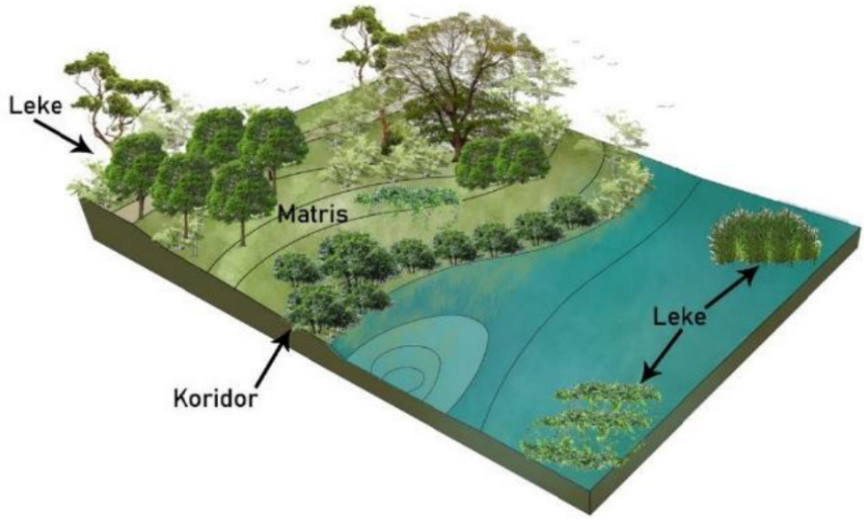
65 Jack Ahern, "Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension", *Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management* içinde, der. Vladimir Novotny ve Paul Brown (London: IWA Publishing (2007): 265-283.

66 Paul C. Hellmund ve Daniel Somers Smith, *Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People* (Washington: Island Press, 2013): 207-256.

67 Karen Firehock, *Strategic Green Infrastructure Planning: A Multi-scale Approach* (Washington: Island Press, 2015).

68 M. A. Benedict ve E. T. McMahon, *Why Green Infrastructure? Linking Landscapes And Communities* (Washington: Island Press, 2012).

69 Hellmund ve Smith, *Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People*, 207-256.



ŞEKİL 11 Yeşil Altyapı Bileşenleri; Leke, Koridor ve Matris Görseli

Yeşil altyapı planlama yaklaşımının hedefleri;

- açık-yeşil alanlar arası bağlantıları oluşturmak,
- yeşil ve gri altyapıyı birleştirmek,
- birden fazla işlevi bir arada sunmak,
- uzun vadeli planlama stratejisinin olması,
- iş birlikçi ve katılımcı planlama yaklaşımları içermek,
- biyolojik çeşitliliği korumak,
- iklim değişikliğine uyum sağlamak olarak belirlenmiştir.[70]

Açık yeşil alanlar sahip oldukları bitki örtüsüyle, ekosisteme birçok hizmet sunarak peyzaj sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlar. Bu hizmetler; havayı serinletmek, ısı adası etkisini azaltmak, karbon tutma ve depolama, kirleticileri uzaklaştırarak havayı temizlemek, organik materyaller ile toprağı zenginleştirmek, yaban hayatı için besin ve barınma ortamı sağlamak, biyolojik çeşitliliği desteklemek, yağış sularının yüzey akışa geçmesini önlemek, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını beslemek, rüzgâr ve yağış erozyonunu azaltmak, gürültüyü filtrelemek, enerji tüketimini azaltmak,

70 Bahriye Gülgün Aslan ve Kübra Yazıcı, "Yeşil Altyapı Sistemlerinde Mevcut Uygulamalar", Ziraat Mühendisliği Odası Dergisi 363 (2016): 31-37.

rekreasyonel olanaklar sağlamak, arazilerin ekonomik değerini artırmak olarak sıralanabilir.[71] Kentin sağlıklı gelişmesi ve yaşam kalitesinin yükselmesi bu işlevlerin etkin bir şekilde gerçekleşmesine bağlıdır. Birbirleriyle işlevsel bağlantılar oluşturacak şekilde kurgulanmış, ekolojik nitelikleri yüksek yeşil alanlar iklim değişiminin etkilerini azaltır. Kentlerde iklim değişikliği etkilerinin azaltılması ve kentlerin bu etkilere karşı dayanıklılığının arttırılmasında, ekosistemlerin sağladığı düzenleyici ekosistem servislerinin önemli bir rolü vardır. Hava ve toprak kalitesinin iyileştirilmesi, iklim regülasyonu, taşkın ve heyelan gibi doğal afetlerin etkisinin azaltılması, hastalık kontrolü, suyun arıtılması, atık yönetimi, tozlaşma, zararlı türlerin kontrolü düzenleyici servislerin arasında yer alabilir.[72] Bu bağlamda, yeşil altyapı sisteminin mekânsal planlama sürecinin bir parçası haline gelmesi kentin iklim değişikliği etkilerine karşı dayanıklı hâle gelmesine katkı sağlayacaktır.

KENTSEL ALANDA BİTKİ-İKLİM İLİŞKİSİ

Kentsel yeşil alanların kent iklimi üzerindeki etkisi, çoğunlukla sıcaklık, havadaki nispi nem, rüzgâr, oksijen miktarının artışı ve havanın filtrelenmesi üzerinden değerlendirilir.[73] Bitki örtüsünde azalma meydana gelmesi, kentin ikliminin, enerji kullanımının ve habitatlarının farklılaşmasına yol açar.[74] Bu durum bitkilerin güneş ışığını sönümleme mekanizmaları olmasından kaynaklanır. Güneş ışığı bitki yüzeyiyle karşılaştığı anda %50 ile %80 arasında bitki tarafından absorbe edilebilir.[75] Böylece bitkiler aşırı ışık alınımını kontrol altında tutar. Bitkiler hem yeryüzüne doğrudan ışıma olmasını engelleyerek hem de yaprak yüzeyinde gerçekleşen transprasyon ve evoporasyonun serinletici etkisiyle, kentteki sıcaklığı optimize eder. Bitki örtüsünden yoksun kalan kentsel alanlarda ise beton, taş ve asfalt yüzeyler ısıyı depolayarak sıcaklık ortalamalarını yükseltir.[76] 1943 yılının ağustos ayında Ankara İncesu Vadisi'nde, 30 gün

71 Richard T. Forman, *Urban Ecology Science of Cities* (New York: Cambridge University Press, 2014).

72 Çiğdem Coşkun Hepcan, *Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri* (Ankara: Weglobal Danışmanlık, 2019).

73 Aloys Bernatzky, "The Effects of Trees on the Urban Climate", *Trees in the 21st Century* içinde, Academic Publishers (1983): 59-76.

74 Yıldız, Avdan, Yılmaz ve Irmak, "The Effect of the Temperature of the Surface of Vegetation to the Temperature of an Urban Area", 76-85.

75 İlçin Aslanboğa, "Kentiçi Yol Ağaçlamalarına İlişkin Temel İlkelerin Saptanması." Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. 1982

76 Turgay Ateş, "Ankara Kenti Yeşil Alan Sisteminin Planlanmasında Mogan Gölü Akköprü Arasındaki Göl-Akarsu Sistemi Çevresine İlişkin Potansiyel Ağırlığın Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma." Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1986.

boyunca her sabah ve öğlen yapılan ölçümlerle oluşturulan çalışmada bitki örtüsünden yoksun alanların ısıyı depolayarak sıcaklık ortalamalarını nasıl yükselttiği ortaya konmuştur (Şekil 12). Bu noktada, kentsel yeşil alandaki artışın, tüm şehrin ısı dengesini değiştirebileceği ve kentsel ısı adalarının yoğunluğunu düzenleyebileceği açık bir şekilde görülebilir.[77]

YER: Ankara İncesu Vadisi (1943)

AMAÇ: Bitki örtüsünden yoksun yüzeylerin kentin ısı dengesi üzerindeki etkisinin görülmesi

YÖNTEM: Ağustos ayı boyunca sıcaklık ölçümlerinin kaydedilmesi

Ölçüm Yapılan Yer	Ağustos Ayı Ortalama Sıcaklığı (1943)		1926- 1970 Yılları Arası Ortalama
	Sabah	Öğle	
ASFALT	26.8	26.9	23.3
ÇİMEN	25.1	25.8	
TOPRAK	26.0	26.4	
AĞAÇSIZ VADİ TABANI	25.1	25.4	
AĞAÇLI VADİ TABANI	21.4	22.1	
KUZEY BAKARLI YAMAÇ	25.1	25.3	
GÜNEY BAKARLI YAMAÇ	25.3	25.7	
SU DEPOSU VADİ TABANI	24.6	24.6	

SONUÇ: Bitki örtüsünden yoksun alanlarda beton, taş ve asfalt yüzeyler ısıyı depolayarak sıcaklık ortalamalarını yükseltmektedir.

ŞEKİL 12 Ankara İncesu Vadisi Sıcaklık Ölçüm Değerleri

Benzer bir çalışma kentsel alan yoğunluğuyla dikkat çeken İstanbul'da yapılarak bitki örtüsünün sıcaklık üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Şekil 13). Bu çalışmada, bağımlı değişken sıcaklık, bağımsız değişken bitki yoğunluğu (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi-NDVI) olarak kabul edilmiştir. Yapılan regresyon analizinde, İstanbul yerleşim alanı için bitki örtüsünün en az olduğu küme ile en yoğun olduğu kümenin beklenen sıcaklık değeri arasındaki fark 4.24 ^{0}C olarak hesaplanmıştır. Yoğun yapılaşma ve yapı malzemeleri gibi pek çok etmenden etkilenen kentsel sıcaklığa, %20 gibi önemli bir oranda bitki örtüsünün serinletici etki sağladığı sonucuna varılmıştır.[78]

77 Hashem Akbari, "Shade Trees Reduce Building Energy Use and CO2 Emissions From Power Plants" Environmental Pollution 116 (2002): 119-126.

78 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

YER: İstanbul (2012)

AMAÇ: Bitki örtüsünün en az olduğu küme ile en yoğun olduğu kümenin sıcaklık farkının belirlenmesi

SONUÇ: Sıcaklık değerleri arasındaki fark 4.24 °C olarak hesaplanmıştır. Yoğun yapılaşma ve yapı malzemeleri gibi pek çok etmenden etkilenen kentsel sıcaklığa, %20 oranında bitki örtüsü etki etmektedir sonucuna varılmıştır.

ŞEKİL 13 İstanbul'da Bitki Örtüsü Yoğunluğunun Sıcaklığa Etkisi

Kent iklimi konusunda yapılan bu çalışmalar; yapılaşmanın yoğunlaştığı alanlarda kent sıcaklığının arttığını gösterir. Buna karşılık, kentlerin havalandırma ve bitkilendirme olanaklarının artması ise kentsel iklim konforunun iyileşmesini sağlar. Bitkiler her iklim etmeniyle ayrı bir ilişki kurarak, iklim üzerinde etki sahibi olabilir. Örneğin, rüzgârlara karşı bariyer oluşturan bitkiler, binaları soğuk kış rüzgârlarından koruyarak enerji tasarrufu sağlar. Bu durum iklimlendirme maliyetlerini ciddi oranda düşürebilir. Aynı zamanda kentlerdeki hava kirliliğine karşı absorbe etme görevi görerek hava kalitesinin artmasına imkân sunar.[79] Sonuç olarak, dolaylı ya da doğrudan bir şekilde iklim bileşenlerinin her biriyle ilişki içinde olan bitkiler, gerek kendi ekolojik ve fizyolojik özellikleriyle gerek kent içinde kullanım kararlarıyla kentin iklimi üzerinde söz sahibidirler.

Bitki Materyalinin Önemi, İşlevi ve İklimi Konforlu Hâle Getirme Potansiyeli

Bitkisel materyaller çevreye sağladıkları yararla, sürekli gelişen ve değişen kentsel alanların en sağlıklı ve dinamik parçasıdırlar.[80] Kentsel alanlarda bitkilendirme; kente işlevsel, ekolojik, estetik ve sembolik değer katar. Başarılı bir bitkisel tasarım kentsel çevre kalitesini artırmada önemli rol oynar.[81] Peyzaj tasarımında bitkilerin

79 Yıldız, Avdan, Yılmaz ve Irmak, "The Effect of the Temperature of the Surface of Vegetation to the Temperature of an Urban Area", 76-85.

80 Çapan D. Akbulut, Serpil Önder, "Kentsel Açık-Yeşil Alanlarda Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi: Aksaray Kenti Örneği" *Selçuk Üniversitesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2) (2011): 93-100.

81 Jun Yang, Joe McBride, Jinxing Zhou ve Zhenyuan Sun, "The Urban Forest in Beijing and its Role

işlevsel kullanımı şu şekilde sınıflandırılmaktadır: mimaride kullanımı, mühendislikte kullanımı, estetik kullanımı ve iklim kontrol kullanımı.[82] İşlevine yönelik kullanılan bitkiler büyük ölçüde mimari ve mühendislik hatalarını gizleyerek kente estetik bir zenginlik sunar. Böylece kentlilerin günlük yaşam kalitesini artırarak mekân planlamasına katkı sağlar. Elbette bitkilerin işlevlerini sadece estetik değerle sınırlı tutamayız. Kent içinde üstlendikleri roller şöyle sıralanmaktadır:

- Ağaç gövdeleri düşey düzlemde mekânın yanal yüzlerini oluştururken, çalılar bu yanal yüzeylere doku, yoğunluk ve renk katarak alan içinde hareketi yönlendirirler.[83]
- Gürültüyü emmek, yutmak ve dağıtmak gibi bir işlev üstlenerek mekânın yaşam kalitesini artırır. Bu duruma bağlı gürültü kirliliği gibi çevre sorunlara karşı çözüm olarak kullanılırlar.
- Toprak aşınımını engelleyerek erozyon kontrolünde rol alırlar.
- Güneş ışığı perdeler ve gölge alanlar oluşmasını sağlarlar. Bu şekilde kent içi termal konforun sağlanmasında destekleyici elemanlar olarak kullanılırlar.
- Kentin soğutulmasında doğal bir kaynak olarak kullanılarak soğutma için gerekli enerji miktarını düşürürler. Buna bağlı ortaya çıkacak enerji kaybını ve fosil yakıt kullanımını azaltmış olurlar.[84]
- Rüzgârı tamamen ya da kısmen engeller veya istenen doğrultuya yönlendirirler. Bu durum kent içi hava akımı oluşması açısından oldukça önemlidir.[85]
- Bitki örtüsündeki çeşitlilik biyoçeşitliliğin artmasını sağlar. Dolayısıyla yaban hayatına da destek olurlar. Bu özellikleriyle yeryüzünde doğal filtre görevi görür ve ekolojik döngünün eksiksiz şekilde devir daim etmesini sağlarlar.
- Tüm bu potansiyelleriyle birlikte kentlerde mikroiklim yaratır ve iklim kontrolü sağlar.

Bitkilerin kent ve kentli üzerinde sağladığı yararlar bitkileri kentlerin vazgeçilmez bir parçası haline getirir. Bitki materyalinin doğru ve amaca yönelik kullanımı, bitkilerin belirtilen işlevleri yerine getirmesini sağlayarak kentlilerin yaşam kalitesini ve konforunu artırır.

---

in the Air Pollution Reduction", *Urban Forestry & Urban Greening* (2005): 65-78.

82 Gary Robinette, *Plants, People and Environmental Quality; A Study of Plants and Their Environmental Functions* (Washington: U.S. Department of the Interior, National Park Service, 1972).

83 Nazire P. Seçkin, Yasin Seçkin, Çağatay Seçkin, Öznur Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri* (İstanbul: Literatür Yayınevi, 2011), 96-100.

84 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

85 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 16-19.

Kent iklimi üzerine yapılan çalışmalarda çoğunlukla bitki örtüsünün kent üzerinde yarattığı olumlu etkilerden bahsedilmektedir. Birçok gelişmiş ülke, kullanılacak ağaç türlerinin seçiminde nelere dikkat edilmesi gerektiğine, hangi ağaç türünün kent iklimini ne derecede etkileyeceğine ve nasıl konumlandırılacağına dair derinlemesine araştırmalara sahiptir. Bu konuda Mayer (2006) bazı termo-fizyolojik endeksleri kullanarak Almanya'nın Freiburg şehrinde ağaçların insan konforu üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Araştırma yöntemi olarak, iç mekânlar için belirlenmiş fizyolojik eşdeğer sıcaklıklar (PET) endeksi kullanılmıştır.[86] Buna göre, sıcak yaz döneminde atkestanesi ağaçlarının gölgesinde oluşan termal konfor düzeyi modellenmiştir. Sonuç olarak küçük atkestanesi topluluklarının hatta tekil bir ağaç gölgesinin bile bağıl nemi ve sıcaklığı azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 14).

YER: Almanya / Freiburg

AMAÇ: Sıcak yaz döneminde atkestanesi ağaçlarının gölgesinde oluşan termal konfor düzeyi modellenmesi

YÖNTEM: İç mekanlar için belirlenmiş fizyolojik eşdeğer sıcaklıklar (PET) endeksi kullanılmıştır.

SONUÇ: Küçük atkestanesi topluluklarının hatta tekil bir ağaç gölgesinin bile bağıl nemi ve sıcaklığı azalttığı tespit edilmiştir.

ŞEKİL 14 Almanya'nın Freiburg Kentinde Atkestanesi Ağaçlarının Gölgesinde Oluşan Termal Konfor Düzeyi

Bir diğer iklim odaklı çalışmada, yapılaşmış kentsel alanlarda yeni dikilen ağaçların kenti soğutmaya ve hava kalitesinin iyileşmesine önemli katkı sağladıklarını belirtmiştir.[87] Ağaçların gölge oluşturma, rüzgâr kesme, terleme-buharlaşma özellikleriyle, yaz dönemlerinde soğutma için kullanılan enerji miktarını azalttığı tespit edilmiştir (Şekil 15). Bu durum enerji tesislerindeki tüketim maliyetlerine de yansıyarak enerji tüketiminin %1 oranında azaldığı ifade edilmektedir. [88]

86 M. Mayer ve A. Matzarakis, "Impact of Street Trees on the Thermal Comfort of People in Summer." Merchavim 6, (2006): 285-300.

87 Hashem Akbari, Leanna Shea Rose, "Urban surfaces and heat island mitigation potentials." Journal of the Human-Environmental System 12, no.2 (2008): 85-101.

88 Hashem Akbari, Arthur H. Rosenfeld, Haider Taha, "Summer heat island,urban trees and white surfaces" ASHRAE Winter Conference (1990).

AMAÇ: Ağaçların yaz dönemlerinde soğutma için kullanılan enerji miktarına etkisinin belirlenmesi

YÖNTEM: Enerji tesislerindeki tüketim maliyetlerinin takibi yapılmıştır.

SONUÇ: Ağaçların gölge oluşturma, rüzgâr kesme, terleme-buharlaşma özellikleriyle enerji tüketiminin %1 oranında azaldığı ifade edilmektedir.

ŞEKİL 15 Ağaçların Soğutma İçin Kullanılan Enerji Miktarına Etkisi

Bölgesel bir çalışmada ağaçların gölge örtüsündeki %15 oranında artışın, konut çevresinde 2 °C' ye kadar serinletme etkisine sahip olabileceği belirtilmiştir.[89] Bu durum elbette başka değişkenlerin de etkisinde olmakla birlikte, kentlerde binaların soğutma talebini azaltarak önemli bir enerji tasarrufu sağlama yöntemine dönüşebileceğini gösterir.

Elektrik faturaları bilgisinin veri olarak analiz edildiği deneysel bir çalışmada Kaliforniya Sacramento'da konut yapılarının yaz döneminde güney ve batı cephelerindeki ağaçların %5,2, kuzey cephesindeki ağaçların ise %1,5 oranında enerji tüketimini azalttığı sonucu elde edilmiştir (Şekil 16).[90]

YER: ABD / Kaliforniya / Sacramento

AMAÇ: Yaz döneminde ağaçların yapı cephelerine göre enerji tüketimi üzerindeki etkisi

YÖNTEM: Elektrik fatura verilerinin analizi yapılmıştır.

SONUÇ: Yaz döneminde; konut yapılarının güney ve batı cephelerindeki ağaçların % 5.2, kuzey cephesindeki ağaçların ise % 1.5 oranında enerji tüketimini azalttığı sonucu elde edilmiştir.

ŞEKİL 16 Kaliforniya Sacramento'da Yaz Döneminde Ağaçların Enerji Tüketim Maliyeti Üzerine Etkisi

89 A. Middel, N. Chhetri ve R. Quay, "Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods." Urban Forestry & Urban Greening 14, no.1 (2015): 178-186.

90 G. H Donovan ve D. Butry, "The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use." Energy and Buildings 41, no.6 (2009): 662-668.

Enerji tasarrufunun yanı sıra, bitki örtüsünün oluşturduğu açık renk yüzey atmosferdeki CO_2 artışını yavaşlatmaktadır.[91] Ormanlar alanları oluşturdukları yüzeyle yeryüzünde CO_2 artışını azaltmada etkilidir. Ancak ağaçlandırma çalışmalarının bazı durumlarda olumsuz etkileri görülebilir. Buna örnek olarak bitki örtüsünün ve sık orman alanlarının CO_2'i yutmanın ötesinde, bir diğer etkisi gösterilebilir: Aklık (albedo) değişimi. Bir çalışmada, öncesinde çorak olan bir arazinin ağaçlandırılması durumu değerlendirilerek bölgede güneş ışınlarının %70'inin yüzeyden yansıması durumu söz konusuyken, ağaçlandırmayla birlikte %40'ının yansıdığı görülmüştür. Bölgenin aklığındaki bu değişim, yani aradaki %30'luk yansıma farkının, bölgeye ısınma olarak geri döndüğü tespit edilmiştir. Bu durum benzer şekilde Konya Ovası'ndaki buğday tarlasının iğne yapraklı ormana çevrilmesi üzerine teorik olarak denenmiştir (Şekil 17). Model simülasyonu sonucunda yağışlarda artış olduğu ancak sıcaklığın 2-3 ^oC yükseldiği tespit edilmiştir. Bitkilendirme ile birlikte yağışların artması doğal kabul edilirken buna bağlı sıcaklıkta düşüş olması beklenir. Buradaki etkinin bölgenin aklığıyla ilgili olduğu görülmüştür.[92]

YER: Konya Ovası

AMAÇ: Konya Ovası'ndaki buğday tarlasının iğne yapraklı ormana çevrilmesiyle üzerine teorik bir deneme

SONUÇ: Model simülasyonu sonucunda yağışlarda artış olduğu ancak sıcaklığın 2-3 °C yükseldiği tespit edilmiştir."

ŞEKİL 17 Konya Ovası'ndaki Buğday Tarlasının İğne Yapraklı Ormana Çevrilmesi Simülasyonu Çalışması

Sonuçlar her zaman geniş alan kaplayan sık dokulu ormanların bölgeyi serinletmeyeceği gerçeğinin ortaya çıktığını göstermektedir. Ağaçların bile bizi kurtaramayacağı[93] noktaya gelmeden önce izlenecek yol, uygulanacak tasarım kararı ya da ağaçlandırma politikası fark etmeksizin, iklim bileşenlerinden gelecek her geri bildirimin değerlendirilmesi ve karbon salınımının sonuçlarıyla yüzleşmeden önce, salınıma sebep olan faaliyetlerin kontrollü bir şekilde azaltılması üzerine çözümler üretmek olmalıdır.

91 Akbari, Rosenfeld ve Taha, "Summer heat islands."

92 Levent Kurnaz, *Ağaçlar bile bizi kurtaramayacak,* İklim Gazetesi, 2021.

93 Kurnaz, Ağaçlar bile bizi kurtaramayacak, İklim Gazetesi.

İklim ve İklime Etki Eden Ölçütlerin Bitki Materyali Seçimine Etkisi

Peyzaj düzenleme çalışmalarında kullanılan bitkisel materyalin, doğal yetişme ortamındaki formunu alabilmesi, sağlıklı bir gelişim göstererek, aranılan nitelikte ve çevre peyzajıyla uyum içerisinde olabilmesi için doğal yetişme ortamı şartlarının sağlanması gerekir.[94] Her bölge, en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri ve dönemleri, güneşin geliş açısı, hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti, yağış rejimi ve tipleri, güneşli gün sayısı ve nem değerleri gibi bir grup iklimsel koşulla tanımlanır.[95] Bitki materyali seçimi konusunda iklimsel verilerdeki bu farklılıklar, çalışılan her bölge için ayrı bir süreç tanımlaması gerektirir. Dolayısıyla yetişme ortamı içerisinde uyum içinde hayatını sürdürebilecek bitki türleri ve kompozisyonları oluşturabilmek için peyzaj tasarım sürecinde iklim verilerinin dikkate alınması gerekir.

Sıcaklık ve bitki materyali ilişkisi

Landsberg çalışmalarında, kentleşmeden en çok etkilenen iklim elemanının sıcaklık olduğunu belirtmiştir.[96] Chandler (1965) ve Landsberg (1981)'e göre, kentlerin doğal yüzey yapısının geçirimsiz yüzeylerle kaplanması, yeşil alanların ve nemin azalması, binalardan kaynaklı kanyon etkisi kentsel ısı adasının oluşmasına sebep olur.[97] Yoğun yapılaşmadan kaynaklanan kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında ise bitkilerin serinletici etkisi önemli rol oynar.[98] Özellikle bitkilerin gölge sağlama özelliği ve terleme-buharlaşma mekanizması, kentsel alanda doğal soğutma etkisi oluşmasını sağlar. Bitkiler, gün içerisinde ısınmayla birlikte meydana gelen ve kentin örtü tabakasında (Urban Canopy Layer) oluşan negatif etkileri azaltarak iklim değişikliği karşısında kentin uyum yeteneğini artırabilir.[99]

Yeşil alanların varlığının kenti serinletmeye olan pozitif etkisi birçok araştırmayla desteklenmiştir. Çalışmaların detaylandırılmasıyla yeşil alanların karakterinin, bitkilerin yaşam formunun, morfolojik özelliklerinin, türünün, yüksekliğinin[100] di-

94 İpek Özgüç, "Türkiye'de Yapılacak Peyzaj Düzenleme Çalışmalarında Kullanılacak Odunsu Bitkilerin Yörelere Göre Belirlenmesi" İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 49, no.2 (1999): 167-180.

95 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 11-26.

96 Helmut E. Landsberg, *The Urban Climate.*

97 İhsan Çiçek, Uğur Doğan, "Detection of Urban Heat Island in Ankara, Turkey." Nuovo Cimento Della Societa Italiana Di Fisica C-Colloquia on Physics 29, no.4 (2006): 399-409.

98 Andras Jung, Péter Kardevan ve Laszlo Tokei, "Detection of Urban Effect on Vegetation in a Less Built- up Hungarian City by Hyperspectral Remote Sensing" Physics and Chemistry of the Earth 30 (2005): 255-259.

99 Şimşek ve Şengezer. "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

100 Zheng Tan, Kevin K. Lau ve Edward Ng, "Urban tree design approaches for Mitigating Daytime Urban Heat Island Effects in a High-Density Urban Environment." Energy and Buildings 114 (2016): 265-274.

kim düzeninin[101] ve gölgelendirme potansiyelinin[102] de sıcaklık ve termal konfor üzerindeki etkilerini gösteren çalışmalar yapılmıştır.[103] Yeşil alanların karakterinin serinletmeye etkisini araştırmak için Spronken-Smith ve Oke (1998), Kaliforniya (Sacramento) ve Kanada (Vancouver)'da olmak üzere iki park seçmiştir. İki park da yazları sıcak geçen Akdeniz iklimine sahip alanlardır. Bu parklara ait uydu görüntüleri, gece ve gündüz yapılan mobil ölçümlerle yüzey ve hava sıcaklığı verileri toplanmıştır. Parkların ve yapılı çevrenin sıcaklığı arasındaki farklar rapor edilmiş ve park kaynaklı serinliğin büyüklüğü, "parkın serin adası" etkisini karakterize etmek için kullanılmıştır. Bu sonuçlar diğer çevresel etkenlerle ilişkili olsa bile, sonuç olarak ideal koşullarda Vancouver'da yaklaşık yapılı çevreden 5 °C, Sacramento'da 5-7 °C serinlik etkisi olduğu gözlenmiştir. Bu farkın oluşmasında parklardaki bitkilerin yaşam formunun etkili olduğu görülmüştür. Geceleri ağaç yoğunluklu parkın çim yoğunluklu olana kıyasla daha sıcak olduğu görülmüştür. Ağaç yoğunluklu parkta serinletici etki, öğleden sonra maksimum olurken, çimen ya da yüzeysel bitkilerle kaplı parkta güneşin batışından sonra serinletici etki oluşmaktadır. Aynı zamanda geceleri, parkın yüzey geometrisinin ve sulamadan kaynaklı nem durumunun soğutma üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür (Şekil 18).[104]

Murphy vd. tarafından yapılan çalışma da aynı sonucu desteklemektedir. Çalışmaya göre; otsu alanların gün içindeki serinletme etkisi az olurken, ağaç örtüsü ile kaplı alanlar gün içi ısısını azaltmada daha başarılıdır.[105] Bu durum güneş ışınlarının ağaçların üst kısımlarına gelerek topraktan çok daha yüksek bir noktada buharlaşmaya bağlı soğumaya dönüşmesiyle açıklanmıştır. Böylece toprak yüzeyini ısıtacak güneş radyasyonunun geçişi engellenerek yüzeye yakın bölgelerde hissedilen ısının düşmesi sağlanmaktadır. Çayır ve otsu alanlar ise aynı koruyuculuğu yapamayarak gün içi ısısını artırmaktadır, bunun yanı sıra gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkını artıran gece soğumaları da meydana getirmektedir.

101 Dragan D. Milošević, Ivana V. Bajšanski ve Stevan M. Savić, S. "Influence of Changing Trees Locations on Thermal Comfort on Street Parking Lot and Footways." Urban Forestry & Urban Greening (2017): 113-124.

102 Yupeng Wang, Hashem Akbari, "The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal." Sustainable Cities and Society 27 (2016): 122-128.

103 Ayşegül Aksu, Sevgi Yılmaz, Başak E. Mutlu ve Hasan Yılmaz, "Ağaçların Bina ile Olan Mesafesinin Dış Mekan Termal Konfor Üzerine Etkisi: Erzurum Kenti Örneği." Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2) (2020): 1298-1307.

104 R. A. Spronken-Smith, ve Oke Timothy, R, "The Thermal Regime of Urban Parks in Two Cities with Different Summer Climates." International Journal of Remote Sensing 19, no.11 (1998): 2085-2104.

105 David J. Murphy, H. Hall Myrna, A. S. Hall Charles, Gordon M. Heisler, Stephan V. Stehman, ve Carlos Anselmi-Molina. "The Relationship between Land Cover and the Urban Heat Island in Northeastern Puerto Rico." International Journal of Climatology 31 (2011): 1222-1239.

Bitkilerin yaşam formunun (karakterinin) sıcaklığa etkisi

YER: Kaliforniya (Sacramento) ve Kanada (Vancouver) 'da farklı bitki yaşam formlarına sahip iki park

AMAÇ: Yeşil alanların karakterinin serinletmeye etkisinin araştırılması

YÖNTEM: Parklara ait uydu görüntüleri ve gece ve gündüz yapılan mobil ölçümlerle yüzey ve hava sıcaklığı verileri toplanmıştır. Parkların ve yapılı çevrenin sıcaklığı arasındaki farklar rapor edilmiştir.

SONUÇ: Vancouver'da yaklaşık yapılı çevreden 5 °C, Sacramento'da 5-7 °C serinlik etkisi olduğu gözlenmiştir. Bu farkta bitkilerin yaşam formunun etkili olduğu görülmüştür.

- Geceleri ağaç yoğunluklu parkın çim yoğunluklu olana kıyasla daha sıcak olduğu görülmüştür.
- Ağaç yoğunluklu parkta serinletici etki, öğleden sonra maksimum olurken, çimen yada yüzeysel bitkilerle kaplı parkta güneşin batışından sonra serinletici etki oluşmaktadır.
- Aynı zamanda geceleri, parkın yüzey geometrisinin ve sulamadan kaynaklı nem durumunun soğutma üzerinde önemli etkisi olduğu görülmüştür.

ŞEKİL18 Bitkilerin Yaşam Formunun Sıcaklığa Etkisi Üzerine Yapılan Araştırmanın Özeti

Sonuç olarak, çim veya otsu yaşam formundaki bitkilerin etkisi hiçbir zaman odunsu bitkiler kadar etkin değildir. Dolayısıyla gelişmiş ağaçların kesilerek yerine çim alanlar oluşturulması kentlerde serinletici etkiyi azaltan bir sonuç doğurur. Ancak su yoksunluğu yaşamayan kentlerde beton yüzeylerle kaplı alanlarda, çatı ve cephe kaplamalarında otsu karakterli bitkilerin kullanımı, ısı düşürmede etkili ve tercih edilebilir bir yöntemdir.[106]

Bitkinin yaşam formunun yanı sıra yaprak alanı endeksi (Leaf Area Index) olarak ifade edilen toprakta birim alana düşen yaprak sayısı; fotosentez, terleme-buharlaşma ve diğer biyolojik süreçler üzerinde etkilidir.[107] Bu durum bitkilerin serinletme etkisi

106 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında", 116-128.

107 R. Waring, "Estimating Forest Growth and Efficiency in Relation to Canopy Leaf Area," Advan-

üzerinde farklılıklara sebep olur. Bitkiler terlemeleri için gereken sıcaklığı kendi çevrelerinden sağlarlar. Terlemenin meydana gelmesiyle birlikte bitkiye yakın yüzeylerde soğuma görülür. Bu durum yaprak yüzey alanının az, dikim aralığının geniş olduğu ve toprak yüzeyinin görülebildiği şekilde yayılış göstermiş türlerin daha yüksek sıcaklıklara sebep olduğunu gösterir. Yapılan bir çalışmada çim ve *Cerastium tomentosum L.* bitkisi ile kaplı alanın sıcaklık değerinin düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum alandaki yaprak yüzeyinin fazlalığı ile açıklanmıştır. Aynı şekilde, *Petunia x hybrida* ve *Tagates erecta L.* ile kaplı çiçek kümelerinin, *Cerastium tomentosum* ile kaplı alanlara kıyasla daha sıcak olduğu değerlendirmesi yapılmıştır.[108] Bir diğer örnekte *Thuja occidentalis L.* ile *Pinus sylvestris I.* türleri arasında verilmiş ve *Thuja occidentalis* kaplı alanların daha serin olduğu sonucu paylaşılmıştır. Bu durumda, sahip oldukları bitki örtüsünün özelliğine göre Güneş ışınlarına direk bir şekilde maruz olan ve canlı materyallerle dolu açık alanların, farklı derecelerde güneş radyasyonunu tutma potansiyeli olduğundan söz edilebilir (Şekil 19).[109]

Bitkilerin yaprak alanı endeksinin sıcaklığa etkisi

SONUÇ:

- Çim ve Cerastium tomentosum bitkisi ile kaplı alanın sıcaklık değerinin düşük olduğu saptanmıştır.
- Petunia x hybrida ve Tagates erecta ile kaplı çiçek kümelerinin, Cerastium tomentosum ile kaplı alanlara kıyasla daha sıcak olduğu belirtilmiştir.
- Thuja occidentalis ile Pinus ve diğer sylvestris türleri arasında Thuja occidentalis kaplı alanların daha serin olduğu sonucu paylaşılmıştır.



Cerastium tomentosum Petunia x hybrida Tagetes erecta Thuja occidentalis Pinus sylvestris

ŞEKİL 19 Bitkilerin Yaprak Alanı Endeksinin Sıcaklığa Etkisi Çalışması Özeti

ced Ecology Research 13 (1983) 327-354; G. Bonan, "Importance of Leaf Area Index and Forest Type When Estimating Photosynthesis in Boreal Forest," Remote Sensing of Environment 43 (1993) 303-314; S. Jose ve A. Gillespie, "Leaf Area Productivity Relationships Natural Disturbances Among Mixed-Species Hardwood Forest Communities of the Central Hardwood Region," Fores Science 43(1) (1997) 56-64.

108 Yıldız, Avdan, Yılmaz ve Irmak, "The Effect of The Temperature of The Surface of Vegetation to The Temperature of an Urban Area", 76-85.

109 Yıldız, Avdan, Yılmaz ve Irmak, "The Effect of The Temperature of The Surface of Vegetation to The Temperature of an Urban Area", 76-85.

Bitkilerin su tutma potansiyelleri havayı serinletmede etkili bir diğer özellikleridir. Su tutma potansiyeli yüksek bir bitkinin terlemesi ya da toprak yüzeyinde buharlaşmanın gerçekleşmesi durumunda hava soğumasında 1°C-5°C arasında fark oluşabilir.[110]

Bitkilerin türlerine göre karbon tutma oranları da değişiklik gösterir. Bu durum, kullanılan bitki türüne göre sıcaklık üzerinde farklı etkiler oluşturabilir. Frelich (1992) tarafından yapılan çalışmada; ABD'nin Minnesota eyaletine bağlı Twin Cities'te seçilen 12 ağaç türü üzerinde yaş, yükseklik, taç alanı ve göğüs çapı yüksekliği bilgileriyle biyokütle hesabı yapılarak karbon tutulum oranları hesaplanmıştır (Şekil 20).

Bitki türlerinin CO tutma potansiyeli ve sıcaklık ilişkisi

YER: ABD / Minnesota / Twin Cities

AMAÇ: Farklı ağaç türlerinin karbon tutma değerlerinin hesaplanması

YÖNTEM: Seçilen 12 ağaç türü üzerinde yaş, yükseklik, taç alanı ve göğüs çapı yüksekliği bilgileriyle biyokütle hesabı yapılarak karbon tutulum oranları hesaplanmıştır.

SONUÇ: 50 m^2 ye ulaşana kadar yılda 4.5 kg, 50 m^2 ye ulaşmış ağaçların yılda 11 kg karbon tutması beklenir.

Ağaç Türleri	Yaş	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Ortalama Karbon Tutma Miktarı (kg/yıl)	Olgun Çağda (50m^2 taç alanı) Karbon tutma Miktarı (kg/yıl)
Acer platanoides	30	33.0	10.1	3.2	9.9
Acer saccharum	29	29.5	11.2	2.9	7.8
Celtis	25	27.4	10.3	2.7	8.5
Tilia cordata	33	41.4	11.5	5.3	13.8
Juglans nigra	32	31.0	11.2	3.0	8.0
Fraxinus pennsylvanica	26	30.2	11.7	3.6	10.8
Robusta	33	52.1	20.5	14.9	29.6
Gymnocladus dioicus	40	31.0	9.9	2.1	3.6
Acer rubrum	24	27.4	10.2	2.8	8.9
Pinus strobus	34	34.5	13.6	4.2	15.2
Picea glauca	60	37.6	15.9	3.3	7.7
Picea pungens	60	49.3	18.9	6.7	12.8
Ortalama				4.6	11.4

- Ağaçların tek başlarına karbon tutma değerleridir.
- Her ağacın 50 m^2 tac yaptığı varsayılmıştır.

ŞEKİL 20 Bitki türlerinin CO tutma potansiyeli ve sıcaklık ilişkisini gösteren çalışmanın özeti

110 J. William Manning, "Plants in Urban Ecosystems: Essential Role of Urban Forests in Urban Metabolism and Succession Toward Sustainability", International Journal of Sustainable Development and World Ecology 15, no.4 (2008): 362-370.

Araştırmanın yönteminde; ilk olarak ağaçların koni formunda olduğu var sayılarak çap ve gövde yüksekliğini baz alan bir hacim hesabıyla gövdenin ıslak biyokütle tahmini yapılmıştır. Daha sonra, ana dallar ve köklerin hacminin hesaba katılması için 1,5 katsayısı ile çarpılmıştır. Biyokütle ağırlığının, hacmin 900 kg/m^3 yoğunluğunda olduğu tahmin edilmiştir. Kuru kütle ağırlığı ise ıslak kütlenin %50'si olarak alınmıştır. Karbon miktarı kuru kütlenin %50'si olarak tahmin edilmiştir. Sonuç olarak, ağacın ömrü boyunca yani yaklaşık olarak taç alanı 50 m^2'ye ulaşana kadar, yılda ortalama 4,5 kg karbon tuttuğu hesaplanmıştır. Bu durum ağaçların büyüklükleriyle karbon tutma kapasitelerinin doğru orantılı olduğu sonucunu göstermektedir. Hesaplamalara göre taç alanı 50 m^2'ye ulaşmış bir ağaçtan yıllık 11 kg karbon tutması beklenir. Dolayısıyla kent içindeki ağaçların küresel ısınmayı geciktirmede etkili olduğu söylenebilir.[111] Rosenfeld vd. (1998) benzer şekilde Los Angeles'ta kent içinde ekilen bir gölge ağacın yıllık 18 kg karbonun salınımı önlediğini hesaplamıştır. Ağaçların yetişkinlik seviyesine göre yılda 4,5-11 kg arasında karbon tuttuğu bilgisi göz önünde bulundurulduğunda, Los Angeles'ta kent içindeki bir gölge ağacının yaklaşık olarak 3-5 orman ağacına denk görülebileceği söylenmiştir.[112] Bu durum, bitkilerin karbon döngüsüyle kent ısınmasında azaltıcı rol oynadığını gösterir.

Bitkilerin kenti serinletici özelliklere sahip olması, kent içindeki ani sıcaklık değişimlerinden aynı ölçüde zarar görebileceğini gösteren çalışmalar da vardır. Trafiğin yoğun olduğu saatlerde artan kent ısısının aniden düşmesi bu duruma örnek gösterilebilir.[113] Yol kenarı ağaçlarında trafikten ya da çevre kirliliğinden kaynaklı tozların bitkilerin stomalarını tıkaması sonucunda buharlaşmanın gerçekleşememesi ve ısının yapraklarda kalması, yaprakların yanmasına sebep olabilir.[114] Bitkideki sıcaklığın 40-50 ^{0}C'ye yükselmesi ve uzun süre bu sıcaklıklarda kalması ise bitki enzimlerinin kimyasal yapısını bozarak solunum, fotosentez, terleme gibi yaşamsal faaliyetlerini sınırlamaya başlayabilir.[115]

111 Frelich, E. L. " Predicting Dimensional Relationship for Twin Cities Shade Trees." Department of Forest Resources University of Minnesota, (1992): 1-33

112 Arthur H. Rosenfeld, Hashem Akbari, Joseph J. Romn ve Melvin Pomeranthz, "Cool Communities: Strategies for Heat Island Mitigation and Smog Reduction." Energy and Building 28, no.1 (1998): 51-62.

113 Ira Nadel, *Trees in the City* (USA: Pergamon Press, 1977).

114 Ann F. Rhoads, Paul W. Meyer ve Robert Sanfelippo, *Trees For Urban Park: A Guide For The Selection And Culture of Trees in Northeastern Cities* (Philadelphia : Department of the Interior, National Park Service, Mid-Atlantic Regional Office, 1982).

115 Aslanboğa, "Kentiçi Yol Ağaçlamalarına İlişkin Temel İlkelerin Saptanması."

Sonuç olarak mikro-iklim ölçeğinde, bitkilerin gölgelendirme potansiyeli ve terleme-buharlaşma mekanizması kent üzerinde serinletici bir etkiye sahiptir. Bu etkinin şiddetini, yeşil alanların karakteri, bitkilerin fiziksel özellikleri; boyları, çapları, gölge oluşturma potansiyelleri, yaprak alanı indeksleri belirler. Bunlara ek olarak, her bitkinin karbon ve su tutma potansiyelleri de farklılık gösterir. Bitkiler bu özellikleriyle birlikte kent sıcaklığı ve dolayısıyla kent iklimi üzerinde direk etkiye sahiptir. İklim duyarlı bitkisel tasarım planlamasında bitkilerin tüm bu özellikleri bir arada değerlendirilerek sıcaklığın kent üzerindeki olumsuz etkisiyle mücadele edilebilir.

Diğer bir taraftan şunu belirtmek gerekir ki; bu sonuçlar mikro-iklim ölçeğinde yapılan ve ölçümleri kısa süredeki verilerden elde edilen çalışmalara aittir. Yeryüzünde kilometrekarelerle ifade edilen büyüklükteki alanların bitkilendirilmesi çalışmaları daha geniş çaplı iklim analizleri gerektirmektedir. Nitekim bugün Amazon ormanlarının varlığının bile iklim değişikliğinde tetikleyici rol oynayıp oynamadığı tartışılan bir konudur.

Nem-yağış ve bitki materyali ilişkisi

Nem ve yağış doğanın hidrolojik döngüsünün elemanlarıdır. Bu terimlerin tanımlarının anlaşılır bir şekilde yapılması ve yanlış kullanımının önüne geçilmesi, iklim verilerinin doğru bir şekilde yorumlanabilmesi açısından önemlidir.

Nem, atmosferde bulunan su buharıdır. Havanın birim (m^3 veya cm^3) başına içerdiği su buharının gram cinsinden değerine mutlak nem veya buhar yoğunluğu (*absolute humidity*) denir.[116] Mutlak nemin gram olarak ölçülmesinin zorluğundan dolayı havadaki su buharı, buhar basıncı olarak mm veya mb birimleriyle ifade edilir.[117] Mutlak nem miktarı, sıcaklıkla doğru orantılıdır.

Bağıl (nispi) nem (*relative humidity*) belirli bir sıcaklıkta, havanın o andaki (gözlem anı) mevcut su buharının, aynı havanın potansiyel su buharına oranıdır.[118]

$$Bağıl\ Nem = \frac{Havadaki\ buhar\ basıncı\ (mutlak\ nem)}{Doymuş\ buhar\ basıncı\ (maksimum\ nem)} \times 100$$

116 Sırrı Erinç, *Planlamada İklime Müdahale: İmkanlar ve Metodlar* (İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1961), 47-67.

117 Oğuz Erol, *Genel Klimatoloji* (Ankara: Gazi Büro Kitabevi, 1993).

118 Edward Tarbuck ve Frederick Lutgens, *Earth Science* (New Jersey: Prentice Hall, 1997).

Bağıl nem yüzde (%) ile ifade edilir. Hava taşıyabileceği maksimum nemi içerdiğinde doymuş hava olur. Ancak her zaman taşıyabileceği maksimum nemi taşımayabilir. Ölçüm anındaki mevcut nemin, taşıyabileceği maksimum neme olan oranı bağıl nem olarak ifade edilir. Havanın taşıyabileceği maksimum nem ise sıcaklıkla orantılıdır.

Mutlak ve bağıl nemin tanımının yapılması iklim elemanlarıyla ilişki kurulurken önem kazanır. Örneğin "Sıcaklık arttıkça mutlak nem miktarı artar" gibi kesin ifadelerin her durumda geçerli olmadığı bir gerçektir. Burada söylenmek istenen mutlak nem miktarı değil, mutlak nem kapasitesinin sıcaklığa bağlı değişimidir. Bir hava kütlesinin ekvatoral bölgede hem mutlak nem kapasitesi hem de mutlak nem miktarı fazladır. Fakat sıcak-kurak bir bölgedeki hava kütlesinde mutlak nem kapasitesi yüksekken, nem açığını kapatamadığı için mutlak nem miktarı düşük olacaktır. Aynı şekilde ülkemizin Doğu Karadeniz bölümünde mutlak nem kapasitesi ve mutlak nem miktarı yüksek olmasına karşın, Dicle bölümünde mutlak nem kapasitesi yüksek ancak mutlak nem miktarı düşüktür.[119]

Mutlak nem miktarının, mutlak nem kapasitesine oranının % olarak ifadesi bağıl nemdir. Bağıl nem bir orandır ve miktar ile karıştırılmamalıdır. "Sıcaklık arttıkça bağıl nem oranı düşer" ifadesi her zaman doğru olmaz. Sıcaklık artışı mutlak nem kapasitesini artırır. Eğer hava kütlesinin ihtiyacı olan nem karşılanırsa, mutlak nem miktarı da artarak bağıl nem oranını yükseltebilir. Dolayısıyla bağıl nem oranı, hava kütlesinin bulunduğu yere, bölgeye ve nem kaynağına yakın ya da uzak olma durumuna göre farklılık gösterebilir. Bu tanımların bilinmesi; iklim elemanlarından sıcaklık, basınç, rüzgâr ve yağışın birbiriyle etkileşimde olmasından dolayı önemlidir. Nemin bitkiler için önemi şu şekilde sıralanabilir;

- Nem, güneşten gelen ve topraktan yansıyan ışınların bir kısmını tutarak ortamın fazla ısınmasını ve fazla soğumasını önler. Böylece bitkiler için optimum sıcaklık koşullarının oluşmasına yardımcı olur.
- Bitkinin terleme ile kaybettiği su ile topraktan aldığı su arasında dengenin bozulmaması, bağıl nem oranının %65'in altına düşmemesine bağlıdır. Bağıl nem oranının düşmesi durumunda, terleme ve buharlaşma oranı artabilir. Terleme ile kaybedilen su miktarı, topraktan alınan su miktarını geçerse, bitki terlemeyi azaltıp su dengesini kurabilmek için stomalarını kapatabilir. Dolayısıyla stomalardan gerçekleşen, fotosentez ve solunum gibi yaşamsal faaliyetler için gerekli gaz giriş çıkışları yavaşlayabilir ya da tamamen durabilir.

119 Coşkun, "Nem Konusundaki Kavram Yanlışlıkları ve Giderilmesine Yönelik Öneriler", 147-158.

- Bağıl nem oranının bitkinin gelişim döneminde yüksek olması, bitkilerin iyi gelişim göstermesini ve kendilerine özgü renkleri kazanmasını sağlar.
- Çok yüksek bağıl nem oranı ise; sis ve çiğ gibi hava olaylarıyla birleşerek, ilkbahar döneminde bitkinin tozlaşmasını ve döllenmesini güçleştirip meyve oluşumunu engelleyebilir. Bununla birlikte hastalık mantarlarının; kül, gri küf, kara leke gibi hastalıkların oluşmasına sebep olabilir.

Havadaki nemin bitki gelişimine etkisi olduğu gibi, bitkinin de havada nem oluşmasına katkısı vardır. Terleme (transpirasyon) olayı, stomaların yakınında bir hava nemi oluşmasını sağlar. Bu nem miktarı, bitki topluluğunun bulunduğu ortamın mikro klimasını etkileyecek derecede güçlü bir etkiye sahiptir.[120]

Güneş radyasyonu ve ortam sıcaklığı buharlaşmayı tetikleyen birincil enerjilerdir. Yüzey ve hava arasındaki buhar basıncı farkı buharlaşmayı artırarak havanın nem doygunluğuna ulaşmasına yardımcı olur.[121] Bu durum sıcaklığın, rüzgârın ve bağıl nem oranının buharlaşma sürecindeki etkisini gösterir. Bitki yüzeyindeki terlemeden kaynaklı buharlaşmaya ek olarak, toprak yüzeyinde de buharlaşma (evaporasyon) meydana gelir. Bu buharlaşmanın sürekliliği su takviyesine bağlıdır.[122] Terleme ve buharlaşma olaylarının birlikteliği "evapotranspirasyon" terimi ile ifade edilir. Sıcak yaz günlerinde bir ağaç yaklaşık 100 galon (100 galon = 378,54 litre) kadar su kullanarak doğal bir soğutucu görevi görebilir.[123] Kışın yaprak sayısındaki azalma ve ortam sıcaklığındaki düşüş sebebiyle evapotranspirasyon (terleme ve buharlaşma) etkisi minimum düzeyde gerçekleşir. Yaz aylarında ise artan ağaçlanma miktarına bağlı evapotranspirasyon miktarı kentsel ortamda önemli ölçüde sıcaklık düşüşü sağlayarak "vaha etkisi" ne (*oasis effect*) sebep olabilir.[124]

Havanın içindeki nemin katı ya da sıvı şekilde yeryüzüne inmesine yağış denir. Bağıl nem oranı yüksek havanın sıcaklığı azaldığında, belli hacimdeki havayı doyurmuş olan su buharının fazlası yoğunlaşarak, hava sıcaklığı 0 ^{0}C ise sıvı, 0 ^{0}C'nin altında ise

120 Ali E. Gümüş, "Meteorolojik Parametreler Işığında Ankara İklimindeki Farklılıkların Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi", Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2005.

121 Wesam M. El-Bardisy, Mohammad Fahmy ve Germeen F. El-Gohary, "Climatic Sensitive Landscape Design: Enhancing the Microclimatic of Public Schools Courtyards in Egypt", *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 216 (2016): 206-216

122 Gümüş, "Meteorolojik Parametreler Işığında Ankara İklimindeki Farklılıkların Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi."

123 Paul J. Kramer ve Theodore T. Kozlowski, *Physiology of Trees* (New York: McGraw-Hill Book Campany, 1960).

124 Hashem Akbari, "Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants",119-126.

katı yağışlar meydana gelir.[125] Bitki türlerinin iyi gelişim gösterebilmeleri için belirli bir toplam yağış miktarına ihtiyaçları vardır. Bu miktar bitkilerin türlerine, ekolojik isteklerine, bulundukları bölgenin koşullarına göre değişiklik gösterir.

Her yağış bitkilerin yetişmesinde aynı etkiye sahip olmayabilir. Yağışların şekli, süresi ve bıraktığı su miktarı bitki yetişmesinde önemli bir faktördür. En yararlı yağışlar yavaş ve uzun süreli olanlardır. Çünkü suyun toprak tarafından daha iyi emilmesine olanak sağlar. Kısa süreli ve bol yağışlar, sıcak günlerde görülen, yüzey akışı ve buharlaşmayla kaybolan yağışlardır. Bitkiye çok az bir miktarı geçtiği için bitki yetiştirmesinde etkileri az olmaktadır.

Kuraklığı tolere edebilen bitkiler bile yaşamını sürdürebilmek için bir miktar suya ihtiyaç duyar. Yağışların yetersiz olduğu durumlarda takviye suya ihtiyaç vardır. Düzensiz sulama veya su yoksunluğu dal ve tomurcuklanmada azalmaya, büyümede gerilemeye sebep olur. Aynı zamanda bitkinin su ihtiyacı konusunda toprak tipi, kalitesi, içerdiği besin maddeleri ve suyu tutma potansiyeli de çok önemlidir.[126]

Dolayısıyla bitkilerin yaşamsal faaliyetlerinin önemli bir kısmının oluşmasına zemin hazırlayan nem ve yağış miktarı, bitki materyali üzerinde oldukça etkilidir. Bitkilerin nem ve yağışla olan etkileşimli ilişkisi bitkinin iyi gelişim göstermesi ve varlığını sürdürebilmesi açısından önemlidir.

Rüzgâr ve bitki materyali ilişkisi

Kentlerde, bitkiler rüzgârın oluşumu, tutulması ve yönlenmesi üzerinde etki gösterirken, bir yandan da oluşan rüzgârdan hızla etkilenen canlı organizmalardır. Bu karşılıklı etkileşim bitki ve rüzgâr ilişkisini göz önünde bulundurmayı gerektirir.

Kent içinde bitkiler, yapılarla birlikte rüzgâr perdesi etkisi yaparak ortalama rüzgâr hızı üzerinde etkili olmaktadır. Bir çalışmada, ağaçların rüzgâr tutma etkisi, açık cadde ve meydanlarda 0.9-1.5 m/s olarak ölçülmüşken, ağaç kaplı alanlarda ya da caddelerde 0.5-0.9 m/s olarak ölçülmüştür. Bir diğer çalışmada; kent içinde ölçülen ortalama hızın ağaçların yardımıyla 5.1 m/s'den 3.9 m/s'ye düştüğü gözlenmiştir.[127] Bu durum kent içinde ağaçların belirgin bir rüzgâr tu-

125 Gölge Sarıkamış, Ankara Üniversitesi Ekoloji Ders Notları.

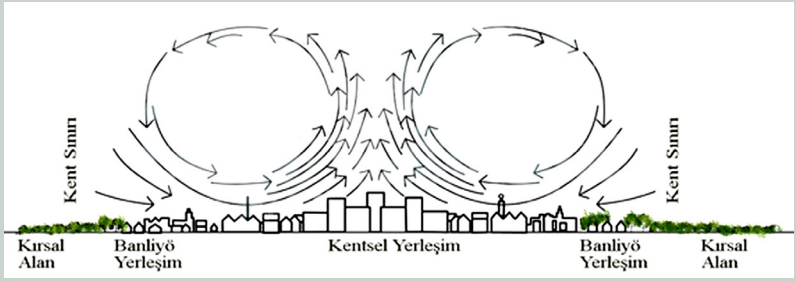
126 W. Abdel, *Enviromental Planning & Designing For Green Pubic Spaces In Cities* (Beirut: Dar El-Maaref Publisher, 1989).

127 Gümüş, "Meteorolojik Parametreler Işığında Ankara İklimindeki Farklılıkların Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi."

tucu görevi gördüğünü gösterir. Diğer bir taraftan, hâkim rüzgâr hızının azalması ve kent içindeki hava akımının kesilmesi, kent içi ısının artmasına neden olur.[128] Hava hareketinin engellenmesi kirli havanın birikmesi gibi sorunları da beraberinde getirir. Yapıların dizilişiyle ortaya çıkabilen rüzgâr hızındaki artış ve rüzgâr kanalları, benzer şekilde otoyol kenarlarındaki yol ağaçlarının taçları altında da görülür.[129] Rüzgâr kanalları ya da koridorları olarak ifade edilen bu alanlar rüzgârın yönlendirilmesini sağlar. Bu özellik sayesinde geniş ve trafik yoğunluklu caddeler tasarlanırken rüzgâr yönü göz önüne alınarak aşırı ısınma azaltılabilir.[130]

Yeşil alanlar, kent içindeki hava hareketlerine imkân vererek kendi rüzgâr sistemlerini oluştururlar. Yapı yüzeyleri ise oluşan rüzgârların sürtünerek hızının düşmesine ve sıcaklığın artmasına sebep olarak havayı kentin belirli bir seviyesinde devamlı tutabilir.[131] Dolayısıyla kent üzerinde rüzgâr hareketi, yönlenişi ve hızı değişiklik gösterebilir. Rüzgârın kentteki hareketi Şekil 21'de şema olarak verilmiştir.[132]

Rüzgârın kent üzerindeki hareketi



Yapı yüzeyleri rüzgârların sürtünerek hızının düşmesine ve sıcaklığının artmasına sebep olabilir.

ŞEKİL 21 Rüzgârın Kent Üzerindeki Hareketi

128 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları."

129 Gümüş, "Meteorolojik Parametreler Işığında Ankara İklimindeki Farklılıkların Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi."

130 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları."

131 Aslanboğa, "Kentiçi Yol Ağaçlamalarına İlişkin Temel İlkelerin Saptanması."

132 Franz H. Meyer, *Baume in Der Stadt* (Stuttgart: Verlag in Eugen Ulmer Gmbh und Co, 1982).

Görsel olarak ifade edilen rüzgâr çalkalanmaları için sayısal değerler vermek güçtür. Ancak kent içindeki rüzgârın hızının yüzeye yakın yerlerde daha düşük olduğu söylenebilir.[133] Rüzgâr asıl hızına ağaç taçları üzerinde ve yapıların çatı yüksekliğinde ulaşır.[134]

Kentlerde oluşan 1-2 ^{0}C'lik sıcaklık farkı bitkileri önemli ölçüde etkiler. Ağaçlar için en uygun rüzgâr hızının 3-5 m/s olduğu söylenmiştir. Bu hız aralığında solunum ve terleme normal seyreder. Oluşan hafif hava akımı, CO_2 oranı yüksek havayı bitkinin yakınına taşıyarak fotosentezi hızlandırabilir. Havayı temizleyerek toz birikiminin önüne geçebilir. Şiddetli rüzgârlar ise normalin üstünde bir hava akımına sebep olduğu için bitkide fiziksel yaralanmalara sebep olabilir. Terleme derecesindeki azalma dolayısıyla kurumalar görülebilir.[135]

Güneşlenme ve bitki materyali ilişkisi

Bitkilerin büyüme, gelişme, renk, çiçeklenme ve dayanıklılık gibi birçok özelliği, aldıkları güneş ışığı miktarına göre değişiklik gösterir. Bitkilerin canlılıklarını sürdürebilmeleri için fotosentez yoluyla enerji üretmeleri gerekir. Güneş ışığı, fotosentez sırasında klorofil pigmenti tarafından yakalanır ve kimyasal enerjiye dönüştürülür. Bu enerji, su ve karbondioksitin organik bir bileşik olan karbonhidrata dönüştürülmesinde kullanılır. Bu biyokimyasal reaksiyon bitki için hayati önem taşır. Güneş ışığı olmadan bitkiler enerji üreme, büyüme ve gelişme için gerekli olan besinleri sentezleyemez ve hayatlarını devam ettiremezler. Aynı şekilde enerji üretimi sebebinden dolayı bitkinin tüm morfolojik özellikleri, çiçeklenme zamanı, tohum oluşumu gibi biyolojik süreçleri fotosentez yapmalarına yani güneş ışığını kullanmalarına bağlıdır. Bitkinin büyüme ve gelişme sürecinin başlangıcına "vejetasyon başlangıcı" denir. Bu sürecin başlamasında birçok faktör etkilidir. Güneşlenme süresi ve güneş ışığının şiddeti bu faktörlerin başında gelir. Vejetasyon süreci ile ilgili yapılan bazı çalışmalar, +5 ^{0}C ve üzeri sıcaklığın olduğu günü vejetasyon başlangıcı olarak kabul etmektedir.[136] Bazı çalışmalar tomurcukların açmaya başladığı ve sıcaklığın süreklilikle devam ettiği eşik sıcaklık değerini +8 ^{0}C olarak baz almaktadır.[137] Bir başka çalışma ise +10 ^{0}C ve üzerini

133 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları."
134 Aslanboğa, "Kentiçi Yol Ağaçlamalarına İlişkin Temel İlkelerin Saptanması."
135 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları."
136 Sırrı Erinç, *Klimatoloji ve Metotları* (İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım, 1996).
137 İ. Atalay, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası* (İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1994).

vejetasyon dönemi başlangıcı olarak almaktadır.[138] Bu eşik değerlerin tespiti bitki türünün seçimi için önemlidir.

Güneş ışınları, hava kirliliği gibi sebeplerle toprağa ulaşıncaya kadar enerjilerinin %10-%40 gibi bir kısmını kaybeder.[139] Kent içindeki yapıların, yoğunluk ve yükseklik ilişkileri gölgelenmeyi etkiler. Günün saatine göre yapılar bitkilere ve diğer yapılara gölge yapabilir.[140] Ancak bitkilerin gelişim bozuklukları çoğunlukla ışıkla değil bulundukları toprakla ilişkilendirilir. Çünkü kent içinde yapılardan yansıyan ışınların da bitkilerin ışık gereksinimini karşıladığı bilinmektedir.[141] Kuzey yarımkürede gölgelenme karşılıklı ağaçlandırılmış yollarda şu şekilde değerlendirilir;

- Doğu-Batı doğrultulu yol; kuzeyde yer alan ağaçlar güneydekilerden daha fazla ışık görür.
- Kuzey-Güney doğrultulu yolda; ışık ve gölge durumu her iki yol kenarı için aynıdır.
- Diğer tüm doğrultularda gölgeler büyük değişiklikler gösterebilir.

Eğim, yükselti ve bakı gibi faktörler de güneş ışığını alma konusunda farklılıklara sebep olabilir. Kuzey yarım kürede güneye bakan bir yamaç daha fazla güneş ışığına maruz kalırken, kuzey yamaçlar daha az güneş alır. Bu durum dolaylı olarak sıcaklık, yağış ve nem durumunu da etkiler ve kuzey yamaçlarda daha nemli ve serin ortam şartları oluşur. Bu noktada, bu şartlarda uygun gelişim gösterebilecek bitkilerin tercihi önemlidir.

Doğal Bitki Materyali Seçiminin Kent Ekolojisine Katkısı

Bir bitkinin "doğal bitki" olarak tanımlanması, alanda yabani olarak yetişebilir olması koşuluna bağlıdır. Ancak tek koşul bu değildir; o alana insanlar tarafından taşınmamış olması gerekir. Peyzaj tasarımlarında mevcut bitki örtüsünün korunması ve doğal bitki örtüsünün kullanılması, etkin bir iklim değişikliği mücadele yöntemi olarak ele alınır. Bölgede kendiliğinden yetişen bitki türü; iyi adapte olmuş, ortamın ekstrem koşullarına uyum sağlamış, ekolojik istekleri

138 Y. Dönmez, *Bitki Coğrafyası* (İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1985).
139 Meyer, *Baume in Der Stadt*.
140 John E. Oliver, *Climate and Man's Environment* (Colombia: John Wiley & Sons, 1972)
141 Şahin, "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları."

(toprak, nem ve yağış isteği) herhangi bir maliyet gerektirmeden karşılanabilen, çevresindeki bitkiler ve diğer canlılarla bir ekosistem oluşturmuş ve bu ekosistem içinde iyi gelişim göstermekte olan, karşılaşacağı problemlere (tuzluluk, taşlılık, yüksek eğim, kurak koşullar vb.) adapte olmuş, tolerans değeri yüksek türler olarak tanımlanır.[142]

Doğal bitki örtüsünün peyzaj tasarımlarında kullanımının artırılması; bakım masraflarının azalmasında, yaban hayatının desteklenmesinde ve sürdürülebilir tasarımların oluşmasında etkilidir. Tüm Avrupa kıtasında 13.000'e yakın bitki taksonu ve 3.500'e yakın endemik tür olduğu bilinmektedir. Sadece Türkiye'de ise yaklaşık olarak, alttür ve varyetelerle birlikte, 3.200'ü endemik olmak üzere 11.300 tür tespit edilmiştir.[143] 2013 verilerinde bu sayı 11.707'ye ulaşmıştır. Bu durum, Türkiye florasının çok zengin bir çeşitliliğe sahip olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Ancak ülkemizde yayılış gösteren; doku, renk, form, çiçeklenme gibi özellikleriyle dikkat çeken ve peyzaj düzenlemelerinde kullanılması elverişli olan doğal ve endemik türlerin çok azı ıslah edilerek piyasaya sunulmuştur.[144] Bu türlerin sayısının artırılması; üretim, çoğaltım, stok ve nakil faaliyetleriyle peyzaj tasarımlarına kazandırılması, iklim değişikliğine karşı bir mücadele yöntemi olmakla birlikte; çevre baskısıyla zarar gören, yok olma tehlikesi altına giren türlerin geri kazanılması konusunda da önem taşımaktadır. Doğal türlerin peyzaj tasarımlarına aktarılması; iklim kontrolü sağlayan peyzaj tasarımları oluşmasına, bitki türleri için korunaklı alanlar yaratılmasına ve kullanıcılar tarafından doğal türlerin tanınarak koruma bilinci oluşmasına katkıda bulunmaktadır. Doğal türlerin korunmasının ve peyzaj tasarımlarında kullanılmasının teşvik edilmesi sadece iklim değişikliğine karşı bir yöntem değil, aynı zamanda ekosistem üzerindeki baskılardan dolayı kaybolma tehlikesi ile karşı karşıya kalan türlerin devamlılığının sağlanması için önemli bir adım olarak görülmektedir.[145]

Doğal tür kullanımının faydaları şu şekilde sıralanabilir:

142 Zuhal Dilaver, "Ayaş Beli ve Çevresi Doğal Bitki Örtüsü Örneklerinin Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma", Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2001.

143 Dilaver, "Ayaş Beli ve Çevresi Doğal Bitki Örtüsü Örneklerinin Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma."

144 S. Demirbaş, ve G. Özdemir, İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle *Sürdülebilir Uygulamalar* (Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014).

145 Dilaver, "Ayaş Beli ve Çevresi Doğal Bitki Örtüsü Örneklerinin Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma."

1. Biyoçeşitliliğin korunması,
2. Yaban hayatı türleri için alan sunması,
3. Sağlıklı bitki dokusu oluşturması,
4. Gübreleme sulama ihtiyaç giderlerinin azalması,
5. Bakım masraflarının azalması,
6. Çevre kalitesinin iyileştirilmesi.[146]

Bazı bitki türlerinin insan aktiviteleri sonucu taşındıkları yerlere çok iyi uyum sağlayarak doğallaştıkları bilinmektedir. Bu türlere sık rastlıyor olmak, onları doğal tür olarak sınıflandırabileceğimiz anlamına gelmemektedir. Örneğin, milyon yıl önceki fosillerde İstanbul'da *Gingko biloba* ve *Prunus serrulata*'lara rastlanmış olması, bu türlerin bölgenin koşullarına uyum sağlamış ve iyi gelişim göstermiş olması, onları İstanbul'un doğal bitkileri yapmayacaktır.[147] İnsan müdahalesiyle doğal ortamından alınmış ve başka yere taşınmış, çeşitli özellikler kazandırılarak adaptasyonu kolaylaştırılmış ve şartlara uyum sağlayabilmiş türler için "doğallaşmış" tanımı yapılır. *Acer negundo L.* gibi ülkemizin bir çok noktasında yayılış gösteren, ekolojik isteklerini karşılayabildiği için ekosistemin parçası olmakta zorluk çekmeyen doğallaşmış türler vardır. Bunların peyzaj tasarımlarında kullanılması belirli koşulları sağlaması durumunda uygun olabilir. Bu koşulların en başında ise su tüketimi miktarını konuşmak gerekir.

Son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili endişeler peyzaj mimarlığında suyun akılcı kullanımı ve kuraklığa dayanıklı bitki materyali seçimlerini de gündeme getirdi. Küresel ısınmayla birlikte azalan yağışlar, nem ve yağışı seven türleri olumsuz etkilerken, sıcağa ve susuzluğa dayanıklı kurakçıl türleri fazla etkilememektedir.[148] Dolayısıyla kuraklığa dayanıklı türlerin seçimi de bitkisel uygulamalar için önemli hâle gelmiştir. Doğal türlerin kullanımının yaygınlaşması su kaynaklarının korunmasıyla ilişkilendirilir. Aynı şekilde doğallaşmış bitki türlerinin tercih edilmesi durumunda da su tüketimi ve ekolojik isteklerinin uyumluluğu dikkate alınmalıdır.

Doğal bitkilerin temin süreci, tasarımın uygulanmasında ilk ve en zorlu adımdır. Peyzaj mimarları tarafından belirlenen kriterlere uygun seçilen bitki materyalinin, yerli fidanlıklarda bulunamamasından dolayı bitki tür listelerinde

146 Meryem Atik, Osman Karagüzel. "Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği." T*arımın Sesi TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını* 15 (2007): 9-12.

147 İPA 'da gerçekleşen Prof.dr. Ünal Akkemik'in İstanbul'un Bitkileri adlı sunumundan (15 Aralık 2023).

148 Atik ve Karagüzel, "Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği", 9-12.

değişikliğe gidilmesi talep edilir. Bu noktada fidanlıklarda yetiştirilen egzotik türlerin ya da yurtdışından ithal edilen egzotik türlerin kullanılması kaçınılmaz olur. Temin sürecinde artan ithalatın fiyatlara yansımasına bir de egzotik türlerin bakım ve sulama maliyetlerinin eklenmesiyle birlikte, peyzaj çalışmaları maliyetli bir noktaya taşınmış olur. Bugün karayolları plantasyonu, gölet ve baraj çevresi düzenlemeleri gibi büyük ölçekli uygulamalarda bile birçok egzotik bitki türün kullanıldığı görülmektedir. Proje maliyetini düşürmedeki ilk adım ise yine bitki sayısında ve türünde kısıtlamaya gidilmesiyle olmaktadır. Sonuç olarak tasarımda hedeflenen görsel etkiyi sağlamak için yine egzotik türlere mecbur kalınmaktadır.

Bitki temini konusunda karşılaşılan bir diğer sorun ise peyzaj uygulamalarında iyi formlu bitkilere erişim zorluğudur. Hızlı bir ekonomik dönüş isteyen fidanlıklar, henüz yetişme sürecinde olan az yıllık fidanlarını elden çıkararak çok daha ucuza satmaktadır. Bu durumun asıl sebebi, uzun yaşlara kadar eldeki bitkilere bakım sağlayacak ekonomik güçte fidanlık sayısının az olmasıdır. Gelişimini tamamlayamadan uygulamalarda kullanılan fidanlar ideal formuna ulaşamadığı için yeterli görsel etkiyi oluşturamamaktadır. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda fidanlıklarda egzotik türler yerine doğal türlerin üretiminin sağlanması, fidanlıkların da üretim ve bakım maliyetlerinde azalma sağlayacaktır.

Bu noktada karşılaşılan sorunların çözümü olarak çok daha erken dönemlerde standartlaşmaya giden ülkeler olmuştur. Örneğin; 1876'da fidancı, çiçekçi ve tohumcu şirketlerin birleşimiyle Amerikan Fidanlık ve Peyzaj Derneği (ANLA) kurulmuştur. 1880'lerin başında çiçekçi ve tohumcuların ayrılmasıyla Amerikan Fidancılar Birliği olarak isim değiştirmiş ve geliştirdikleri fidan standartlarını kullanmaya başlamıştır. 1 Ocak 2014'te AmerikanHort adı altında, Amerikan Fidanlık ve Peyzaj Derneği ve Bahçıvanlık Profesyonelleri Derneği tekrar toplanmıştır. Bu birlik belirlediği standartlarla, fidanlıkların ve sera yetiştiricilerinin, peyzaj firmalarının, distribütörlerin, perakendecilerin ve müttefik tedarikçilerin çıkarlarını temsil etmeye devam etmektedir. Avrupa'da ise 1996 yılında altı firmanın birleşmesiyle Avrupa Fidancılar Birliği (ENA) kurularak, 2010 yılında on beş farklı ülkedeki fidanlıkların da katılımıyla genişlemiş ve revize edilen fidan standartları uygulanmaya başlamıştır. Tüm bu standartlar bitkinin üretimi, çoğaltılması, stoklanması, bakımı ve nakil süreçlerinde yol gösterici niteliktedir. Dünyadaki birçok ülkenin doğal bitki türlerini kullanma eğilimindeki artış, Türk Fidan Standardı'nın

oluşturulması gerekliliğini açık bir şekilde ortaya çıkarmaktadır.[149] Bu standartlaşmanın oluşmasına zemin hazırlayacak basamaklar şöyle sıralanabilir:

1. Peyzaj bitkilerinin nasıl üretilebileceği ve nasıl piyasaya sunulacağı ile ilgili bir standartlaşmayla doğal türler önceliklenerek tür çeşitliliği ve devamlılığı sağlanacaktır.
2. Fidanlık işletmeleri, dernekler, üreticiler ve birlikler tarafından oluşturulan Türkiye'de üretilen bitkilerin listelenmesi ile piyasada bulunabilecek türler açık bir şekilde ortaya konacaktır.
3. Kurum ve kuruluşlar bu bitki listelerinde bulunan bitkilerin kullanıma dair şartnamelerini oluşturarak standart dışı ürünlerin kullanımının önüne geçmiş olacaktır.

Bu gerekliliklerin düzenlenmesiyle ortaya çıkacak Türk Fidan Standardı, doğal bitki kullanımı ve üretimini destekleyecektir. Ülkemizde doğal bitki kullanımının desteklenmesi için şu şekilde öneriler getirilmiştir:

- Fidanlıklara doğal türlerin üretimi için teşvik edici destekler sağlanmalıdır. Bunun ısıtma giderlerinin azaltılması amacıyla jeotermal, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi enerjinin üretimde kullanılması sağlanmalıdır. Üretim için uzun dönemli arazi kiralama noktasında destek olunmalıdır. Bu şekilde ithal edilen ve yüksek bedellerle ülkeye getirilen egzotik türlerin, bakım ve yetiştirme konusunda daha az maliyetli doğal türlerle değişimi sağlanmalıdır. Hem ülke hem de üretici ve tüketici ekonomisine büyük bir katkı sağlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır.
- Orman Genel Müdürlüğü tarafından doğal türlerin tespiti yapılarak, belediyelerin ya da kurumların işbirliği ile geçici egzotik türler yerine, adaptasyon yönünden daha güçlü ve kalıcı doğal türlerin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Ülkemiz florası için istilacı olabilecek türlerin tespiti yapılarak ithalatının önüne geçilmelidir.
- Özel alanlar kurularak doğal türlerin çoğaltılması teşvik edilmelidir. Kamu arazilerinin kiralanmasında önceliğin bu sektöre verilmesi, belediye arazileri içindeki mera alanlarının uzun dönem kiralanmasının kolaylaştırılması, organize tarım arazileri için alan ayrılması gibi destekler bitki çeşitliliğini çoğaltacaktır. Çoğaltılan doğal bitkilerin satışını yapacak kamu fidanlıklarının sayısının artırılması ve özel fidanlıkların kurulması sağlanmalıdır.

149 E. Y. Doğan, "Süs Bitkileri Açısından Ar-Ge Öncelikleri" V. Süs Bitkileri Kongresi (Yalova: Yalova Üniversitesi Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü: 2013), 978-980.

- Doğal peyzaj bitkilerinin Avrupa ve Ortadoğu pazarlarına ihracatı yaygınlaştırılmalıdır.[150]
- Peyzaj düzenlemelerinde doğal türlere yer verilmesi için tasarımcılar ve üreticiler arasında işbirliğinin geliştirilmesi gereklidir. Bu amaçla eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yapılması anlamlı olacaktır.

Böylece sahip olduğumuz zengin flora ve ekolojik avantajlarımız iyi değerlendirilerek, iklim duyarlı, sürdürülebilir, ekolojik istekleri başarıyla sağlanmış, bakım ve onarım maliyetleri düşürülmüş peyzaj projeleri oluşturulmuş olacaktır.

İKLİM, BİTKİ VE YAPI İLİŞKİSİ

Bitkinin yapısal çevre ile kurduğu ilişki hem bitkinin yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirmesi için hem de tüm potansiyeliyle tasarımı desteklemesi için önemli olduğu kadar, yapının da kolaylaştırıcısı ve tamamlayıcısı olma görevini üstlenir. Bu noktada bitki-yapı ilişkisinin iklim bileşenleriyle ilişkilendirilmesi tasarımda fark edilir sonuçlar ortaya koyar. Bu ilişkiler iklim duyarlı bitkisel tasarımda güneş-gölge ilişkisinin değerlendirilmesi, rüzgâr durumunun değerlendirilmesi, yağış durumunun değerlendirilmesi ve mevcut bitki örtüsünün değerlendirilmesi başlıklarıyla ele alınmıştır.

İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Güneş-Gölge İlişkisinin Değerlendirilmesi

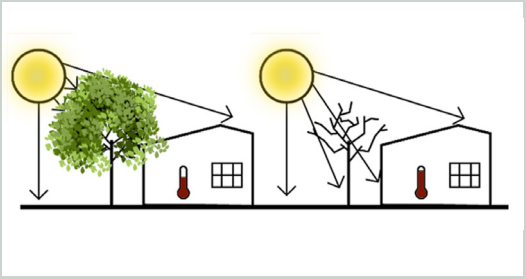
Her bir iklim verisi ayrı bir sınırlama gücüne ve birbiri üzerinde etkiye sahiptir. Sıcaklık, rüzgâr, yağış, nem, basınç verileri ya birbirlerinin sebebi ya da sonucu olarak biçimlenir. Ancak güneşin enerji ve ısı kaynağı olmasından dolayı iklimi en hızlı ve şiddetli etkileyen faktör sıcaklık ve güneşlenme olarak önceliklendirilebilir. Bu durumda, enerji ve ısı kaynağının başrol olduğu yaz ve kış dönemleri, bitkiler için de önemsenmelidir. Bitkisel tasarımda bitki yerleşim ilkelerinin belirlenmesi, bitkilerin etkin oldukları yaz dönemine ve uykuya geçtikleri kış dönemine uygun şekilde planlamayla mümkündür.

Güneş ve gölge ilişkisinin değerlendirilmesinde güneşin günlük ve yıllık hareketi önem taşır. Yaz aylarında, ağaçların gölge oluşturma ve evapotranspirasyon-

150 B. Cengiz, K. P. Dağlı ve S. Yiğittekin, "Peyzaj Ekonomisi Açısından Peyzaj ve Süs Bitkileri Fidanlık İşletmelerine Yönelik Bir Analiz", Bartın Orman Fakültesi Dergisi 19(2) (2017): 50-62.

la kentsel sıcaklığı düşürme özelliğinden yararlanmak istenilir.[151] Gölge temini, sadece kullanıcıların fiziksel konforu için değil, yapıların serinleme maliyeti ve enerji tüketiminin azaltılması için de gereklidir. Bu amaçla kullanılan bitkilerin yerleşim yerleri kuzey yarım kürede; güney, güneybatı ve batı yönlerinde tercih edilir. En ideal yön ise güneybatı olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak seçilen bitkinin uzun boylu, yüksek ve seyrek dallı, geniş çaplı, yoğun yapraklı ve kışın yaprak döken bir tür olmasına dikkat edilmesi önerilir.[152] Yazın gölgesinden faydalanılan ve terleme-buharlaşma özelliği sayesinde ortamı serinleten bitkinin, kışın yapraklarını dökerek güneş ışınlarını geçirir hâle gelir (Şekil 22).

Yapı yakınında yaprak döken bitki tercihi ve sıcaklık ilişkisi



Kuzey Yarımküre'de
Güneybatı'da /
Uzun boylu /
Yüksek ve seyrek dallı /
Geniş çaplı /
Yoğun yapraklı /
Kışın yaprak döken tür

ŞEKİL 22 Yapı Yakınında Yaprak Döken Ağaç Seçiminin Etkisi

Bu yolla yaz güneşinin ısıtıcı etkisine karşı serinleme masraflarında %15-75 arasında bir düşüşün sağlanabileceği belirtilmiştir.[153] Kışın yaprak dökmeyen, sık dokulu ve uzun boylu bir bitkinin yapı yakınlarında tercih edilmesi durumunda ise, güneşin ısıtıcı etkisinden faydalanmak zorlaşır. Bu durum ısınma için harcanacak enerji miktarını ciddi oranlarda artırır. Çatı ve bina cephelerinde ise yaz güneşinden yansıyan ışınlar ısıya dönerek ortam sıcaklığını yükseltir.[154] Dolayısıyla sıcak bölgelerde sert

151 Thomas Panagopoulos, "Using Microclimatic Landscape Design to Create Thermal Comfort and Energy Efficiency" (University of Algarve, Department of Landscape Architecture, 2008), 1-4.

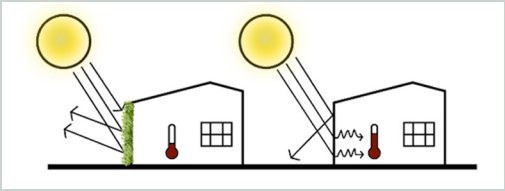
152 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 11-26

153 Pete Melby,Tom Cathcart, *Regenerative Design Techniques: Practical Applications in Landscape Design* (New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002)

154 William C. Welch, "Landscaping for Energy Conservation." Collage Station: Texas Agricultural Extension Service (1979). Erişim Tarihi: 17 Aralık 2023. https://aggie-hort.tamu.edu/extension/homelandscape/energy/energy.html

yapı yüzeyleri için tırmanıcı bitkilerle bitkilendirme çalışmaları yapılarak ısınma ve soğutma maliyetleriyle oynamak mümkündür.[155] Şekil 23'de bitkilendirilmiş duvar yüzeyi ve sert yapı yüzeyinin yapı içerisindeki ısınmaya etkisi görsellenmiştir. [156]

Bitkilendirilmiş yüzeyin sıcaklığı düşürme etkisi



Bitkilendirilmiş duvar yüzeyi ve sert yapı yüzeyinin yapı içerisindeki ısınmaya etkisi

ŞEKİL 23 Bitkilendirilmiş Yüzeyin Sıcaklığı Düşürme Etkisi

Aynı durum yol ağaçlandırmaları için de söylenebilir (Şekil 24).[157] Sıcak iklimlerde, gölge ağaçlarının olduğu caddelerde yapıların, güneş ışımasından kaynaklı ısınmadan bu yöntemle korunduğu bilinmektedir.[158]

Gölge ağaçlarının yapı sıcaklığını düşürme etkisi



ŞEKİL 24 Gölge Ağaçlarının Yapı Sıcaklığını Düşürme Etkisi

Şekilde görüleceği üzere, sert peyzaj materyalleri (beton, asfalt, taş döşeme vb.) güneş ışınlarının yansıması ve ısıya dönmesi konusunda daha etkilidir. Bu kent-

155 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 11-26

156 Welch, "Landscaping for Energy Conservation"

157 Panagopoulos, "Using Microclimatic Landscape Design", 1-4.

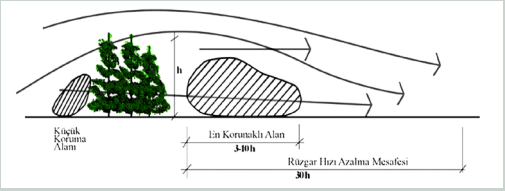
158 Marialena Nikolopoulou, Nick Baker, Koen Steemers 2001. "Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: Understanding the Human Parameter." Solar Energy 70, no.3 (2001): 227-235.

sel sıcaklık etkisi, bitkilendirme ile azaltılabilir. Bir çalışmada, ABD şehirlerindeki tek katlı binaların yapı başına üç ağaç ekleyerek, yaz boyu soğutma yükünü %17 ile %57 arasında azaltabileceğini tespit edilmiştir.[159]

İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Rüzgâr Durumunun Değerlendirilmesi

Bir diğer iklim etmeni olan rüzgâr, hem bitkinin sağlıklı yetişmesi ve devamlılığının sağlanması hem kullanıcı konforunun tesis edilmesi hem de yapılardaki enerji tasarrufu üzerinde oldukça etkili, dolayısıyla iklim duyarlı peyzaj tasarımında büyük payı olan bir iklim verisi olarak görülür. Rüzgâr verisi değerlendirilirken hâkim rüzgârın yönü, yani o bölgenin en şiddetli esen ve sürekliliği olan rüzgârının yönü baz alınır. Bitkiler, tasarımda rüzgârı perdeleme veya istenilen yöne yönlendirme işlevi görürüler. Bu işlev; en etkili şekilde, rüzgâra dayanıklı iğne yapraklı ve herdem yeşil türlerle sağlanabilir. Yakın dikim aralığı ve alttan dallanmaya başlayan türlerin seçimi ile rüzgâra bir perde çekilebilir ve rüzgârın yönü aşağıdan yukarıya doğru yönlendirilebilir. Şekil 25'te görüldüğü gibi, bitkilerle oluşturulan perdenin önünde ve arkasında korunaklı alanlar oluşur.

İğne yapraklı herdemyeşil bitki perdesiyle soğuk rüzgârlara karşı koruma



Bitkilerle oluşturulan perdenin önünde ve arkasında taralı olarak işaretlenen mesafelerde korunaklı alanlar oluşur.

ŞEKİL 25 İğne Yapraklı-Herdem Yeşil Bitki Perdesiyle Soğuk Rüzgârlara Karşı Koruma
Kaynak: Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 16-19.

Bu tip rüzgâr perdeleri için perdenin arka tarafında, perde yüksekliğinin yaklaşık 10-20 katı kadar mesafede korunaklı alanlar oluşacağı ve rüzgâr hızının yaklaşık %50'ye kadar azaltılabileceği söylenmektedir. Rüzgâr hızının en fazla düştü-

159 Hashem Akbari, Dan M. Kurn, Sarah E. Bretz ve James W. Hanford, "Peak power and cooling energy savings of shade trees." Energy and Buildings 25, no.2 (1997): 139-148.

ğü alan ise hemen perdenin arkasından başlayan ve perde yüksekliğinin 3 ile 10 katı arasında bir uzunluğa etkisi olan alandır.[160]

Bitkinin kitlesel yoğunluğu değerlendirildiğinde, en etkili rüzgâr perdesi, bitkinin %50-60'ının gövde, dal ve yapraklardan; kalan %40-50'ının ise boşluklardan oluşması durumunda sağlanabilmektedir.[161] Bunun sebebi, bitki kitlesi içine girebilen rüzgârın yukarı doğru yönlenebilmesinin ve daha uzun bir koruma bandı oluşmasının sağlanabilmesidir. Doku sıkılaştıkça, yani bitki kitlesi içindeki hareket azalıp duvara çarpma etkisi gibi güçlü bir etki oluştukça, rüzgâr yukarı doğru yönlenmek yerine daha kısa mesafeden aşağı doğru yönlenerek koruma alanı uzunluğunun kısalmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple orta yoğunluklu rüzgâr perdeleri, sık yoğunluklu rüzgâr perdelerine göre çok daha etkili sonuç vermektedir.[162] Buna ek olarak, bitkinin bütündeki formu da koruma mesafesi üzerinde etkili olmaktadır. Rüzgârın geldiği yönde, aşağıdan yukarı doğru hava hareketini sağlamak ve rüzgâr hızının azalması istenen yönde yukarıdan aşağı doğru hava hareketiyle koruma mesafesini genişletebilmek için piramidal formlu bitkiler tercih edilmektedir (Şekil 26). [163]

Bitkinin sıkı dokuda olmasının ve formunun rüzgâr geçirgenliğine etkisi



Rüzgarın hızını azaltmak ve hareket yönünü değiştirerek koruma mesafesini artırmak için piramidal formlu bitkiler tercih edilebilir.

ŞEKİL 26 Bitkinin Sıkı Dokuda Olması Ve Formu Rüzgâr Geçirgenliğini Etkiler

Aynı zamanda bitkinin dalgalı bir yüzeye sahip olması da perdelemenin başarısını etkiler. Sürtünme yüzeyi arttıkça rüzgârın şiddeti azalır. Perdenin genişliği bir diğer etken konudur. Eğer iğne yapraklı bitkilerle perde oluşturuluyorsa; iki ya

160 R. Pragnell. *Scenic Road* (USDA: Forest Service, 1970); J. Watkins ve Wright, T., *The Management & Maintenance of Historic Parks* (Londra: Frances Lincoln Gardens & Landscapes, 2007); Ö. Seçkin, *Peyzaj Uygulama Tekniği* (İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2003); N. Booth ve J. Hiss, *Residential Landscape* (New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008).

161 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 16-19.

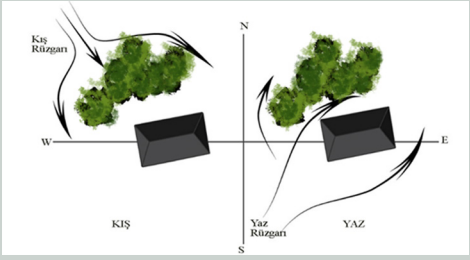
162 Booth ve Hiss, *Residential Landscape Architecture*.

163 Panagopoulos, "Using Microclimatic Landscape Design", 1-4.

da üç sıra, yaprak döken bitkilerle oluşturuluyor ise dört ya da beş sıra bitki dikimi önerilir.[164] Ancak yapıların manzara ve caddeye bakan cephelerinde rüzgârdan korunmaya ihtiyaç olması durumunda, herdem yeşil iğne yapraklı ağaçlar tercih edilmek istenmeyebilir. Böyle durumlarda duvar diplerinde herdem yeşil çalı uygulaması yapılarak, rüzgârın yapı ve bitki perdesi arasında yalıtım tabakası işlevi görmesi sağlanabilir. Bu durum ısınma masraflarında kısmi bir tasarruf sağlamaya yardımcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Öte yandan, sıcak ya da karasal iklimlerde yaz rüzgârından yararlanmak gerekir. Bunu değerlendirebilmek için rüzgârın esme yönünde, yapıların güney-güneybatı taraflarında geniş açıklıklar bırakılabilir. Bu açıklıklar 60 cm'den alçak boylu çalı, yerörtücü, çim, çayır gibi bitki örtüleriyle örtülebilir.[165] Sıcak rüzgârların rahatsız ediciliğinin azaltılması, bitkilerle rüzgârın yönlendirilmesine bağlıdır. Rüzgâr hangi zemin üzerinden eserse onun özelliğini taşır. Çim, çalı, yerörtücü gibi bitkilerle kaplı yüzeylerin ya da deniz, göl, havuz gibi su yüzeylerinin üzerinden esen rüzgârlar serinletici etkiye sahipken; araç yolu, otopark, döşeme gibi sert yapı malzemeleriyle kaplı yüzeyler üzerinden gelen rüzgârlar, tüm gün biriken ısıyı yapılara taşır. Bu sebeple kışın rüzgârın soğutucu etkisinden korunmak için rüzgârın perdelemesi, yazın rüzgârın serinletici etkisinden faydalanmak için rüzgârın doğru yönlendirilmesi gerekir (Şekil 27).[166]

Karasal iklimlerde örnek bitki yerleşimi



Kışın rüzgârın soğutucu etkisinden korunmak için rüzgârı perdeleyen, yazın rüzgârın serinletici etkisinden faydalanmak için rüzgâra engel olmayan bitkilendirme yapılabilir.

ŞEKİL 27 Karasal İklimlerde Kış Rüzgârından Korunma, Yaz Rüzgârından Faydalanmak İçin Örnek Bitki Yerleşimi

164 Welch, "Landscaping for Energy Conservation."
165 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 16-19.
166 Welch, "Landscaping for Energy Conservation."

Rüzgârla ilgili geliştirilen stratejiler öncelikle kullanıcı odaklı gözükse de bitkilerin rüzgâra dayanıklılığı bir diğer önemli seçim kriteridir. Her bitki her şiddette rüzgâra karşı dayanıklılık gösteremez. Bu durum bitkinin esnekliği ile ilişkilendirilir. Bitki ne kadar esnek yapılıysa rüzgâra o kadar dayanıklılık gösterebilir.

İklim Duyarlı Bitkisel Tasarımda Yağış Durumunun Değerlendirilmesi

Bitkisel tasarımda yağış durumu değerlendirilirken karşılaşılan ilk endişe, küresel ısınmanın sebep olduğu artan sıcaklık ve azalan yağış değerleri sebebiyle kuraklık sorununun ortaya çıkmasıdır. Çünkü su; bitki verimliliğin ilk unsuru, alternatifi olmayan, yenilenemez ve yaşamı doğrudan etkileyen doğal kaynaklardan sayılmaktadır. [167] Bu sebeple iklim değişikliğinin sebep olduğu kuraklıklar bütün canlıların hayatını etkilediği gibi bitkisel materyali de etkilemektedir. Yeterli su ihtiyacının karşılanamadığı durumlarda bitkilerin gelişimi duraksar, kurur ve ölürler. Doğal yağışlardan ve yer altı suyundan yeterli verim alınamadığında takviye sulamaya ihtiyaç duyulur. Bu durum ise tekrar yerine konulamayan doğal kaynağın savurganca tüketilmesi anlamına gelir. Su tasarrufu sağlamaya yönelik bazı yaklaşımlar şunlardır;

- Doğal bitki türlerinin tercih edilmesi, [168]
- Bitki gruplarının tükettikleri su miktarına göre gruplandırılarak bir sulama programı dahilinde yerleştirilmeleri, [169]
- Çim yüzeyin olabildiğince minimum miktarda kullanılmasıdır.[170]

Bu yaklaşımlar "Su-Etkin Peyzaj Düzenlemesi", "Suyun Akılcı Kullanımı", "Az Su Kullanımı", "Doğal Peyzaj Düzenleme" gibi kavramlarla ifade edilmektedir.[171] Günümüzde ise yeni bir kavram olarak "Kurakçıl Peyzaj Düzenlemesi (Xeriscape)" benimsenmektedir.[172] Bu düzenlemeyle hedef, daha az su ile yetişebilen ve kurak-

167 Ömer Lütfü Çorbaci ve Murat Özyavuz, "Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape", Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4, no.1 (2011): 25-31.

168 Atik ve Karagüzel, "Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği.", 9-12.

169 Elif Bayramoğlu ve Ömer Demirel, "Damlama sulama sistemi ile berberies thunbergii 'atropurpurea nana' ve ilex aqualifolium bitkilerinin sulama olanaklılığının araştırılması", Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi (2013).

170 Recep Efe, İsa Cürebal ve Carmen Bizzarri, *Environment and Ecology at The Beginning of 21st Century* (Sofia: St.Kliment Ohridski University Press, 2015), 180-190.

171 Elif Bayramoğlu, "Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xeriscape açısından değerlendirilmesi." *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2) (2016): 119-127.

172 M. Emin Barış, "Kurakçıl Peyzaj "Xeriscape", İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle

lığa toleranslı türlerin seçilmesidir.[173] Bölgenin doğal türlerinin tercih edilmesi bu yöntemi kolaylaştıran bir adımdır. Çünkü bölgeye has doğal türlerin kullanılması su kaynaklarının etkin kullanımında etkili bir çözüm olarak benimsenir.[174]

Suyun en etkin ve az miktarda kullanımı aynı zamanda akılcı bir sulama sisteminin önerilmesiyle mümkündür. Bitkinin su ihtiyacı yapraklardaki terleme ve topraktaki buharlaşma miktarlarıyla ölçülür. Ortalama bitki tipleri ve su tüketim değerleri Tablo 7'deki gibi hesaplanmıştır. Bu değerler bitkinin türüne ve toprağın su emme hızına göre değişir. Toprağın suyu emme hızı ise toprak tipi ve arazi eğimine göre değişir (Tablo 8).

Bu sonuçlar gerçek arazi ölçümleri yerine geçmese de göreceli olarak fikir edinmeye ve bitki türü seçiminde su ve toprak ilişkisi üzerinden çıkarımlar yapmaya kısmen yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra, son yılların gündeminde olan yüzey akış sularının toplandığı çeşitli drenaj ve havuz sistemleri ve yağmur suyu hasadı yöntemleri önemli ölçüde su tasarrufu sağlamaktadır.[175] Bir çok peyzaj projesinin olmazsa olmazı haline gelmiştir. Bu noktada yerel yönetimlerin de hassasiyet göstermesi ve bunun gibi tasarruf yöntemlerini tasarımcıların iradesine bırakmaksızın bir zorunluluk haline getirilerek hayata geçirilmesinin sağlanması dikkate değer bir konudur.

Peyzaj sulama tekniği yüzey akışı ve buharlaşmayı minimuma indirerek su kaybını azaltacak şekilde planlanırsa su tasarrufu konusunda katkı sağlamış olur. Bu duruma en uygun sulama "damlama sulama" yöntemi olarak bilinmektedir. Bitkinin sadece kök çevresinin ıslanmasını sağlayan bu yöntem hem su kaybını engeller hem de bitkinin yapraklarını ıslatmadığı için küllenme gibi hastalıkların meydana gelmesine engel olur. Ancak sadece damlama sulama yönteminin uygulanması yeterli değildir. Her bitki türünün ihtiyacının hesaplanması, toprağın sus tutma kapasitesinin bilinmesi ve bir sulama planı dahilinde tasarım yapılması önceliklenmelidir. Bu konuda yapılan çalışmalar çoğunlukla tarımsal sulama planlaması üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak bilinen ve iyi sonuç veren analiz yöntemleri ile toprak nem takibi, yaprağın su potansiyelinin ölçülmesi, krolofil miktarının tespiti, yaprak alanı indeksi, fotosentez hızı, stoma direnci gibi verilere ulaşmak mümkündür. Bu tes-

Sürdürülebilir Uygulamalar", İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar. Doğal Bitkilerle İklim Dostu Çankaya Parkları Projesi Eğitim Kitapçığı içinde, der. Ö. Algedik, Ü. Duman Y., Z. Dilaver ve E. M. Barış (Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014), 55-89.

173 Ashwani Vasishth, "A Scale-Hierarchic Ecoecosystem Approach to Integrative Ecological Planning", Progress in Planning 70(3) (2008): 99-132.

174 Atik ve Karagüzel, "Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği", 9-12.

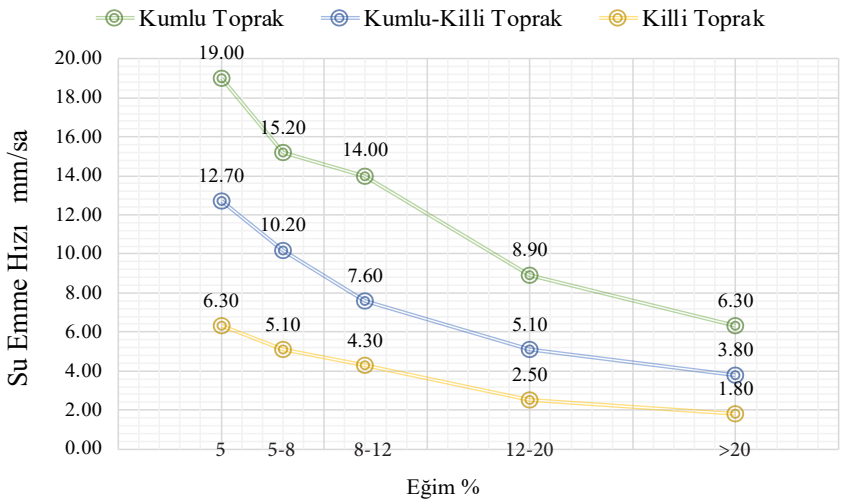
175 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 11-26

pitler bir takım ölçüm cihazlarının kullanımı ve laboratuvar süreçlerini içermektedir. Çıkan sonuç bitkinin bulundurduğu su miktarını ve ihtiyacını ortaya koyarak sulama zamanının planlanmasına yardımcı olur.

Bitki Tipi	**Su Tüketimi mm/hafta**
Çim	38-51
Yerörtücü Bitkiler	13-25
Çalılar	25-38
Ağaçlar	25-38
Güller	51
Yıllık ve Çok Yıllık Bitkiler	38-51
Sebzeler	> 51

TABLO 7 Bitki Tipleri ve Su Tüketim Değerleri

Kaynak: Pete Melby, *Simplified Irrigation Design* (New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995)



TABLO 8 Toprak Tipi ve Arazi Eğimine Göre Toprağın Su Emme Hızları

Kaynak: Harlow C. Landphair ve Jr. Klatt Fred, *Landscape Architcture Construction* (New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1999).

İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIM SÜRECİ NASIL İŞLEMELİ?

Bitkiler, değişiklik gösteren çeşitli iklim koşulları altında başarılı ve konforlu alanlar yaratmak için tasarımın göz ardı edilemez parçasını oluşturur. Bitkilerin kentlerde çoğunlukla doğal yetişme ortamına uygun olmayan koşullar altında yaşamak zorunda kaldığı herkes tarafından gözlenebilir bir gerçektir. İklim özellikleri, hava kalitesi, su ihtiyacı, toprak yapısı gibi faktörler kentsel peyzajlarda bitki yetiştirmeyi önemli ölçüde zorlaştırır.[1] Her bir iklimsel veri bitki yetişmesinde belirleyici ya da sınırlayıcı olabilir. Bu bağlamda bitkilerin sağlıklı büyüme gösterebilmesi ve tasarımda yüklenen rolü yerine getirebilmesi için özel seçim, uygulama, temin, bakım ve onarım tekniklerinin ortaya konulması gerekir.

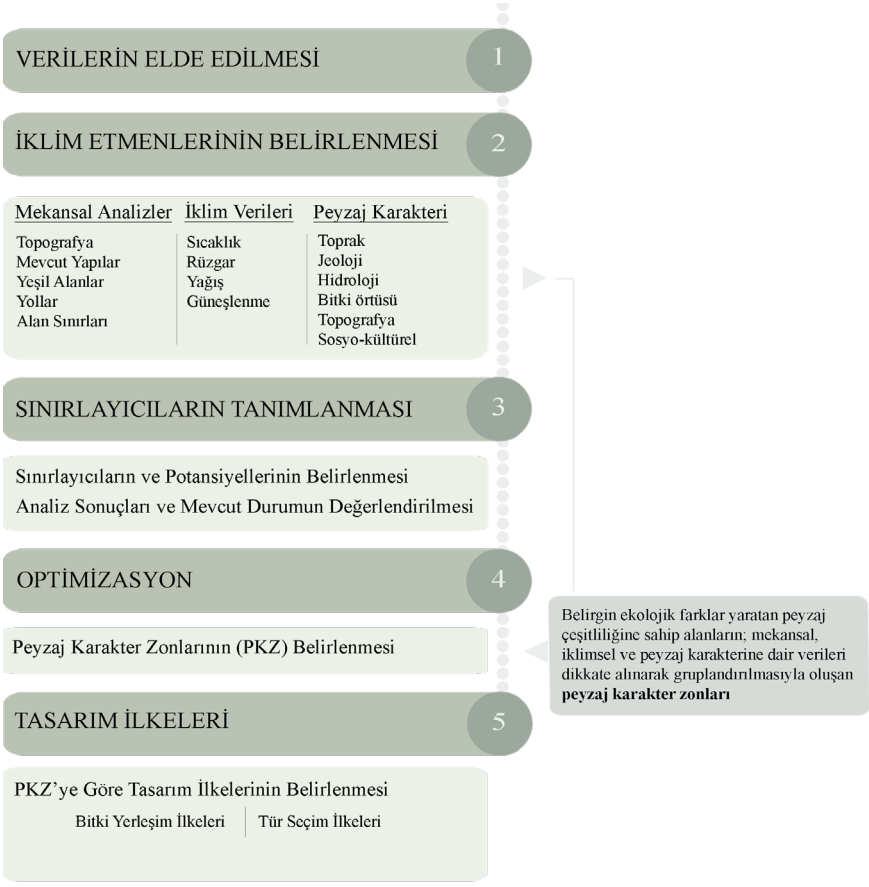
Peyzaj tasarım ve planlama süreçlerinde alınan kararlar iklim verileri ile uyumlu bir şekilde ortaya konulduğunda, iklim etmenleri belirli ölçülerde kontrol altına alınabilir.[2] Örneğin ağaç perdeleri ve bölgesel yoğun ağaçlandırmalar gibi yöntemlerle mikro klimaya müdahale etmek mümkündür.[3] Bu sebeple iklim duyarlı peyzaj projeleri geliştirilirken,

1 Ç. D. Akbulut ve S. Önder, "Kentsel Açık-Yeşil Alanlarda Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi: Aksaray Kenti Örneği." Selçuk Üniversitesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25, no.2 (2011): 93-100.

2 Y. Koç, "Kentlerde Isı Adası Oluşumu Ve Yeşil Alanlar", Mezuniyet tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2003.

3 Sırrı Erinç, "Planlamada İklime Müdahale:İmkanlar ve Metodlar", İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi 7, no.12 (1961): 47-67.

bitkisel tasarım sürecinin nasıl işleyeceği üzerine odaklanmak gerekir. Bu gerekliliklе ortaya çıkan çalışmada sürecin tanımlandığı bir model ortaya konulmuştur. Her ne kadar tasarım süreci doğrusal bir sırayla anlatılmaya çalışılsa da elbette tasarım basamaklarının yerleri değişebilir, yeni eklemeler yapılabilir ve eksikleri tartışılabilir. Çünkü tasarım süreci düz ve dar bir yol değildir.[4] Bu, tasarım disiplinleri tarafından bilinen bir gerçektir. Ancak çalışmalara altlık oluşturacak bir analiz ve yaklaşım yönteminin tanımlanmış olması, kentsel yeşil alanlarda ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması bağlamında "yeşil alanlara müdahale biçimi önerisi" olarak hem tasarımcılara hem yerel yönetimlere rehberlik edebilir. İklim duyarlı bitkisel peyzaj tasarımı şeması şu şekildedir:



4 N. Robinson, *The Planting Design Handbook* (Burlington: Ashgate Publishing Company, 2004).

Bu şemaya göre;

1. Aşama: Verilerin elde edilmesi

Verilerin elde edilmesi ve bir araya getirilmesiyle ön hazırlık safhasının tamamlandığı aşamadır. Doğru analizlerin yapılabilmesi için kapsamlı ve gerçek verilere ulaşmak önemlidir. Bu verilerin temin süreci devlet ya da özel kurumların veri paylaşım politikaları ve prosedürlerine bağlı olarak değişebilir. Veri talep edilecek kurumun izin ve onay politikalarını, gizlilik kurallarını ve etik standartlarını anlamak önemlidir. Proje/araştırma konseptini açıklayan tasarımcının/araştırmacının, hedefinin ve yaklaşımının ilgili kişilerce doğru anlaşıldığından emin olması gerekir. Gelen verilerin sınıflandırılması ve istenen formata getirilmesi bu aşamanın içinde gerçekleşir.

İklim duyarlı bitkisel peyzaj tasarım projeleri için öngörülen veri taleplerini şu şekilde özetleyebiliriz;

Mekânsal analiz verilerinin talebi

- Yapı yoğunlukları,
- alan kullanımları,
- sınırlar,
- yeşil alanlar ve
- topografya bilgisine içeren mekânsal veriler toplanır.

İklim verilerinin talebi

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden son 5 yıla ait

- sıcaklık,
- yağış,
- rüzgâr,
- güneşlenme verileri alınarak düzenlenir.

Bu veriler çoğunlukla saatlik sayısal veriler olarak temin edilir. Bunların kategorize edilerek, aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine, sıcaklık ortalaması en yüksek ayın en yüksek sıcaklıktaki gününe, sıcaklık ortalaması en düşük ayın en düşük sıcaklıktaki gününe ve 30 ^{0}C'nin üstündeki gün sayısının tespitine ihtiyaç vardır.

Yıl	En Sıcak Ay ve Ortalaması(⁰C)		En Soğuk Ay ve Ortalaması (⁰C)		En Sıcak Ayın En Sıcak Günü (⁰C)		En Soğuk Ayın En Soğuk Günü (⁰C)		30 ⁰C'nin Üstündeki Gün Sayısı

Peyzaj karakter verilerinin talebi

Toprak, jeoloji, hidroloji, bitki örtüsü, biyolojik çeşitlilik raporu, sosyo-kültürel peyzaj özellikleri vb. verilerin temini gereklidir. Bu veriler çok çeşitli yerlerden alınabilir. Alanın baskın özellikleri hangi verilerin gerekli ya da öncelikli olduğu konusunda fikir yürütmeyi sağlayabilir ancak bahsi geçen verilerin temini önemli ölçüde bilginin gözden kaçmasını engelleyecektir.

- Örneğin alanın, varsa çevre düzenleme ve koruma müdürlüğü, mevcut bitki türleri listesi talep edilebilir. Bu liste bitkilerin ekolojik isteklerinin ve sıcağa-soğuğa dayanıklılık zonlarının sorgulanacağı bilgi derlemesi için önemlidir.
- Alan Doğa Koruma ve Milli Parklar sınırı içinde yer alan bir bölgeyse, biyolojik çeşitlilik raporu talep edilebilir. Böylece alanda korunması gereken, tehlike altında olan fauna ve flora tespitleri sağlanabilir. Alınan verilerin gizlilik gerektirip gerektirmediği sorgulanmalıdır. Tehlikede olan ya da endemik türlerin koordinat verilerinin paylaşılmaması gerekmektedir.
- Alanın toprak bilgisi yani toprak tipi ve dokusu (kumlu, killi, tınlı), topraktaki organik madde içeriği, toprağın asitlik ve Ph değeri, nem içeriği (su tutma kapasitesi), toprağın erozyon durumu gibi bilgileri içeren mümkün olduğunca çok veri bulunması önemlidir.
- Yüzey ve yeraltı jeolojisi verilerinin temini, su varlığı ve kalitesini belirlemek için hidroloji verilerine erişim diğer önemli noktalardır.
- Bunlara ek olarak sosyo-kültürel peyzaj verileri, alanın kültürel, tarihi ve sosyal bağlamdaki yerini açıklayan verilerdir. Bu bilgilere sahip olmak, alanın kültürel mirasını ve toplumsal dinamiklerini anlamak için önemlidir. Böylece alanın kimliğini ve geçmişini yansıtan özgün peyzaj karakteri ortaya konabilir.

2. Aşama: İklim Etmenlerinin Belirlenmesi

Bu aşamada iklim etmenlerin belirlenmesi ve bir araya getirilen verilerin nasıl işleneceğine yer verilmiştir.

İklim verilerinin işlenmesi

İklim verilerinden elde edilen ve tablolaştırılan sayısal formattaki verilerin mekânsal veriye dönüştürüldüğü adımdır. Burada yükselti temelli formüller kullanılmaktadır.

- Sıcaklık verisinin her 200 metrede 1 ^{0}C düşmesi durumu "*Lapse Rate*" ile ifade edilir. "*Lapse Rate*", yükseltinin artmasıyla atmosfer sıcaklığında meydana gelen azalma oranı olarak tanımlanır. Elimizde yüksekliği bilinen iki nokta ve sıcaklığı bilinen bir nokta bulunması durumunda, sıcaklığı bilinmeyen diğer noktanın değerinin hesaplanması için formül şu şekilde olacaktır;

$$T_2 = T_1 \pm \frac{|h_1 - h_2|}{200}$$

T_1: Bilinen Noktanın Sıcaklık Değeri
T_2 : Sanal Noktanın Sıcaklık Değeri
h_1 : Bilinen Noktanın Yükseltisi
h_2 : Sanal Noktanın Yükseltisi.

Son 5 yıl içinde yaşanan en sıcak ayın ortalaması ve en soğuk ayın ortalaması alınarak sıcaklık etmeni incelenebilir ve alanın yükselti endeksli en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri tespit edilebilir.

- Bir diğer iklim etmeni olan yağış içinse "Schereiber formülü" kullanılarak haritalama yapılmıştır. Türkiye'de her 200 m'de yağış artışının 54 mm olduğu kabul edilir. Bu katsayı yıllık yağış ortalaması üzerinden yapılan hesaplamalarda kullanılır. Bu formül şu şekildedir;

$$Y_2 = Y_1 \pm \left(\frac{|h_1 - h_2|}{200} \text{x} 54 \right)$$

Y_1: Bilinen Noktanın Yağış Değeri
Y_2 : Sanal Noktanın Yağış Değeri
h_1 : Bilinen Noktanın Yükseltisi
h_2 : Sanal Noktanın Yükseltisi.

Yükselti temelli yağış verisinin mekânsal veriye dönüşmesi, yüzey akışının yönü ve potansiyel yağmur suyu toplama alanlarının belirlenmesi noktasında önemlidir.

- Rüzgâr verisi için uzun sürelerde yapılan gözlemler geçerli sayılabileceğinden alanın hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti baz alınabilir. Alan içerisinde yapıların yakınlığından, bitki perdelerinden ya da açıklıklardan ya da denize olan mesafeden kaynaklı oluşan rüzgâr koridorları varsa, alan içindeki bireysel gözlemlerden ve deneyimlerden faydalanılabilir.
- Güneşlenme verisi alanın güneş ışığı düzeyini belirten meteorolojik veridir. O alanın güneşe maruz kalma süresi, güneşlenme indeksi, güneş enerjisi potansiyeli, güneşlenme zaman çizelgesini, bulut örtüsü bilgisi, radyasyon değeri gibi bilgileri verir. Bu bilgiler daha çok bölgenin güneş enerjisi potansiyelinin ve güneş enerjisi sistemlerinin performansının değerlendirilmesinde etkilidir. Güneşlenmenin bitkisel tasarım sürecine etkisi, sıcaklıkla bağlantılı olarak vejetasyon dönemini başlatan tarihin belirlenmesi açısından önemlidir. Donlu günlerin başlama ve bitiş tarihi, donlu gün sayısı gibi veriler de tasarım sürecinde belirleyici rol oynar. Bunlara ek olarak yapı ve ağaçların birbiri ile etkileşiminden ortaya çıkan gölgeler söz konusudur. Alanın 3D çizimlerinden yola çıkarak yapılan yapı gölge analizleri, yaz ve kış mevsimlerinde ağaçların yaprak etkisinde ve yaprak etkisinden yoksun dönemde ortaya koyacağı gölgelenme performansları bir analiz yöntemi olarak kullanılabilir.

Peyzaj karakterine dair verilerin işlenmesi

Peyzaj karakterine dair veriler (toprak, jeoloji, hidroloji, bitki örtüsü vb.) kurumlardan temin edilemediyse, yeni yöntemler geliştirilerek tespitine odaklanılması gerekir.

- Toprak verisine erişilemeyen bir bölgede, çalışma alanından toprak nüshaları alınıp laboratuvarda test ettirilmesi ve daha sonra bu bilgilerin haritalaşmasının sağlanması gerekir. Her ne kadar tasarımcının görevi değilse de iklim duyarlılığı kaygısı güden bir çalışmanın toprak verisi elde etmeden nitelikli bir çalışma ortaya koyması mümkün olmayacaktır. Bu noktada iş veren kurumların çalışmalara veri temini ve işlenmesi konusunda destek vermesi önemlidir.

Bu aşamadan sonra verilerin optimizasyonuyla alan için peyzaj karakter zonları (PKZ) gruplandırılması (4. Aşama) yapılmaya başlanabilir.

3. Aşama: Sınırlayıcıların Tanımlanması

İklim etmenlerinin, peyzaj karakterinin ve mekânsal analiz sonuçlarının sınırladığı ya da güçlendirdiği özelliklerin tanımlandığı basamaktır. Analizlerin amaca yönelik olarak daha verimli, düzenli ve etkili hâle getirilmesiyle birlikte ortaya çıkan ekstrem değerler ve sınırlar seçilir.

İklim verilerinin sınırlayıcılığı

- Buna göre iklim verilerinden sıcaklık etmeni beraberinde, alan için tespit edilmiş en yüksek ve en düşük sıcaklıklara dayanıklı türlerin seçilmesi gerekliliğini ortaya çıkarır. Burada sınırlayıcı, bitkinin sıcağa ve soğuğa dayanıklılık zonudur.
- Yağış etmeni ise toplam yağışın ve yüzey akış yönünün irdelenmesiyle belirlenen bölgelerde yüzey akış suyunun toparlanabileceği potansiyel yağmur suyu toplama havuzları yerlerini işaret eder.
- Diğer taraftan hâkim rüzgâr yönü ve şiddeti bitki türünün hem seçimi hem de konumlanışı için bir diğer sınırlayıcı etkendir.
- Güneşlenme analizi ise sürekli güneş, yarı güneş, sürekli gölge gibi ışık ve gölge hareketi üzerinden bir sınırlayıcılık ve bir noktada da potansiyel ortaya koyar.

Peyzaj karakterinin sınırlayıcılığı

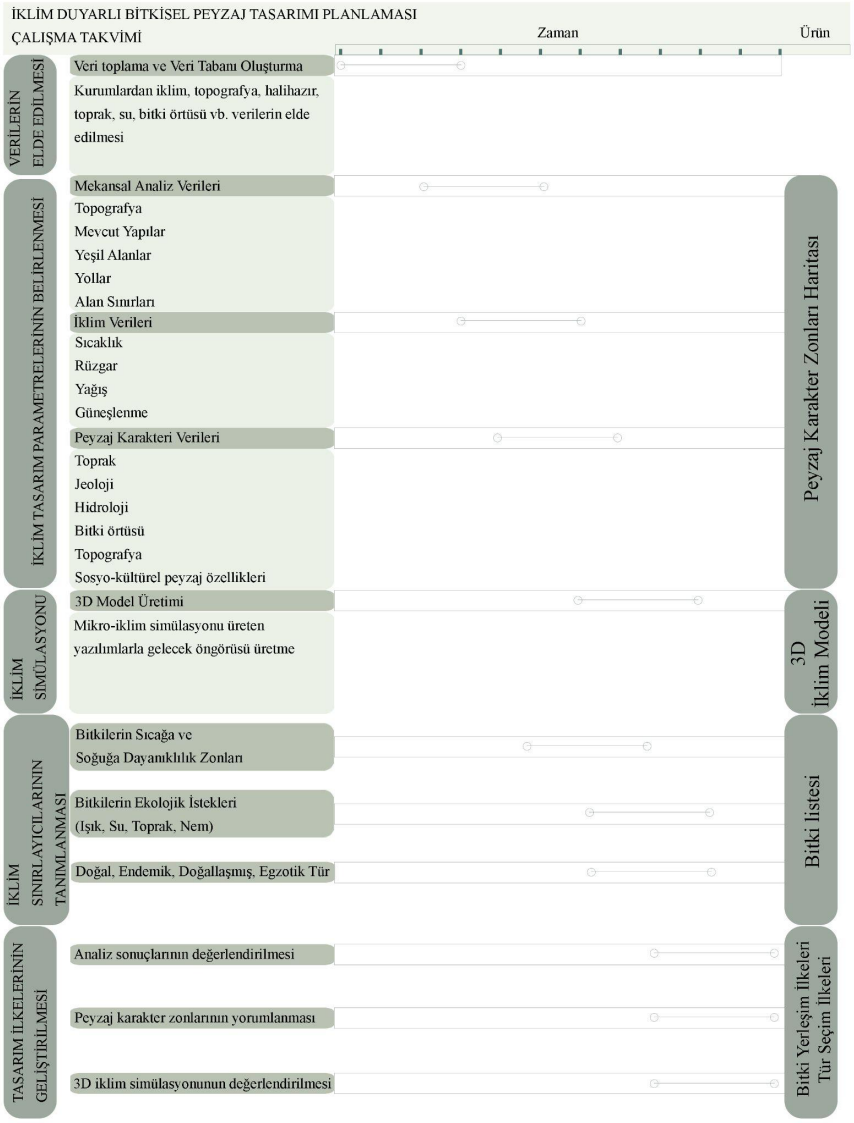
- Tasarımda mevcut bitki türlerinin ekolojik istekleri de başka bir sınırlayıcıdır. Her bitki her koşulda yetişmeye uygun olmadığı için toprak istekleri, güneş ve su ihtiyaçları farklılık gösterir ve her unsur bir başka tür için sınırlayıcı olabilir.

4. Aşama: Optimizasyon

Verilerin çeşitli strateji, teknik ve yöntemler uygulanarak performansının artırılmasıyla; amaç doğrultusunda daha verimli, düzenli ve etkili hâle getirilmesi sağlanmıştır. Böylece mekânsal, iklim ve peyzaj karakterine dair tüm veriler üst üste gelerek, belirgin ekolojik farklar yaratan fark edilir peyzaj çeşitliliğine sahip alanların belirlenmesi planlanmıştır. Ancak farklılaşan peyzaj karakterleri görebilmek geniş çalışma alanlarında mümkündür. Yine de bu yöntem tüm bir kente hatta kentlere **"yeşil alan müdahale biçimi önerisi"** olarak planlandığı için peyzaj karakter zonlarının (PKZ) belirlenmesi önemli bir adımdır.

5. Aşama: Tasarım İlkeleri

Bu aşamada bitki ve iklim ilişkisinin güçlü olduğu esnek, dayanıklı ve sürdürülebilir peyzaj projeleri üretmek amacıyla ortaya çıkan peyzaj karakter zonlarına yönelik tasarım ilklerinin geliştirilir. Peyzaj karakterine uygun "**Tür Seçim İlkeleri"** ve **"Bitki Yerleşim İlkeleri"** geliştirilerek tasarım kararları alınmış ve tasarım süreci başlamış olur.


İKLİM DUYARLI BİTKİSEL PEYZAJ TASARIMI PLANLAMASI
ÇALIŞMA TAKVİMİ
Zaman
Ürün
VERİLERİN ELDE EDİLMESİ
Veri toplama ve Veri Tabanı Oluşturma
Kurumlardan iklim, topografya, halihazır, toprak, su, bitki örtüsü vb. verilerin elde edilmesi
İKLİM TASARIM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ
Mekansal Analiz Verileri
Topografya
Mevcut Yapılar
Yeşil Alanlar
Yollar
Alan Sınırları
İklim Verileri
Sıcaklık
Rüzgar
Yağış
Güneşlenme
Peyzaj Karakteri Verileri
Toprak
Jeoloji
Hidroloji
Bitki örtüsü
Topografya
Sosyo-kültürel peyzaj özellikleri
Peyzaj Karakter Zonları Haritası
İKLİM SİMÜLASYONU
3D Model Üretimi
Mikro-iklim simülasyonu üreten yazılımlarla gelecek öngörüsü üretme
3D İklim Modeli
İKLİM SINIRLAYICILARININ TANIMLANMASI
Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık Zonları
Bitkilerin Ekolojik İstekleri (Işık, Su, Toprak, Nem)
Doğal, Endemik, Doğallaşmış, Egzotik Tür
Bitki listesi
TASARIM İLKELERİNİN GELİŞTİRİLMESİ
Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi
Peyzaj karakter zonlarının yorumlanması
3D iklim simülasyonunun değerlendirilmesi
Bitki Yerleşim İlkeleri
Tür Seçim İlkeleri

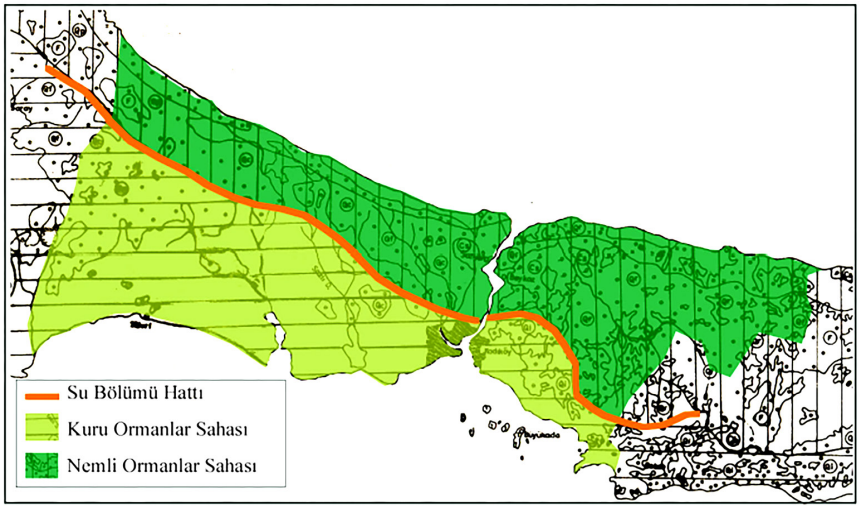
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İSTANBUL'UN İKLİM ÖZELLİKLERİ

İstanbul hem bulunduğu coğrafi konum itibarıyla hem de fiziki özellikleri sebebiyle tek bir iklimin etkisi altında değildir. Akdeniz ve Karadeniz ikliminin geçişi olarak kabul edilen ılıman Marmara iklimi koşullarının hâkim olduğu bölgededir. Kuzey sahilleri boyunca Karadeniz, güney sahillerinde Akdeniz iklimi görülür. Aynı enlemde yer alan diğer yerleşim yerlerinden farklı iklim özelliği gösterdiğini söylemek mümkündür. Bunun sebebi olarak kıta kesişiminde yer alması, iki büyük plato olan Çatalca ve Kocaeli platoları ve onları bölen akarsular, boğazın etkisi, değişken yükseltili bir topografyaya sahip olması, orman ve su havzalarının bulunması gibi iklimi çeşitlendiren kendine has özellikleri gösterilir. Bu noktada İstanbul'un öne çıkan özelliği elbette İstanbul Boğazı'nın etkisidir. Bundan 7.000 yıl önce biri Karadeniz'e diğeri Marmara Denizi'ne sularını boşaltan iki zıt yönlü akarsuyun vadisi olan boğaz, zamanla aşınmış, genişlemiş ve fayların faaliyetiyle deniz batması sonucu bugünkü "İstanbul Boğazı" şeklini alarak Asya ile Avrupa'yı birbirinden ayırmıştır.[1] Bugün kentsel alanı kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda ve tam ortasından bölen boğaz, hâkim rüzgâr yönüne paralel doğrultuda olduğu için hava akımlarını

1 Selim Gönensin, "İstanbul'un Avrupa Yakası'nın Peyzaj Ekolojisi Acısından İncelenmesi", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.

çeşitli koridorlarla yerleşim alanlarına taşımakta ve serinletme görevi görmektedir.[2] Boğaz koridoru ve etkisinin taşındığı alanlarda mikroiklim özellikleri gösteren hatlar oluşmaktadır. Geçirdiği tektonik hareketlerle akarsu şebekesi de etkilenmiş ve İstanbul Boğazı'nın batısında Marmara Denizi'ne, doğusunda ise Karadeniz'e doğru yönelmeler oluşmuştur. [3] Dolayısıyla Çatalca Yarımadası'nda güneydoğuya doğru akan akarsular, Anadolu Yakası'nda kuzey ve kuzeybatıya doğru akarak şekildeki su hattını oluşturmaktadır (Şekil 27).[4] Boğazın bu sıra dışı durumu ve akarsuların akış yönlerinin de etkisiyle ekolojik eşikler oluşmuş ve İstanbul'un iklimini ve dolayısıyla bitki coğrafyasını etkilemiştir.[5]



ŞEKİL 28 İstanbul'un Bitki Coğrafyası'nı ve Su Bölümü Hattı'nı Gösteren Harita

Kaynak: Güngördü, *Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası*, 1999'dan uyarlayan Başer (2010)'in doktora tezinden alınmıştır.

Buna göre, İstanbul'un kuzey hattında nemli orman sahası, güney hattında kuru orman sahası hâkimdir. Su hattının belirleyiciliği ile birlikte İstanbul'un değişken

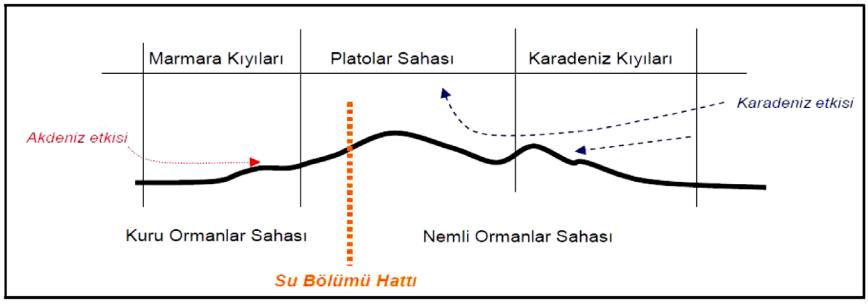
2 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

3 Sırrı Erinç, "İstanbul Boğazı ve Çevresi (Doğal ortam: etkiler ve olanaklar)" İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi 20, no.21 (1974): 1-23.

4 Gönensin, "İstanbul'un Avrupa Yakası'nın Peyzaj Ekolojisi Acısından İncelenmesi."

5 Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği" Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010.

yükseltili topografyasının etkisinden bahsetmek gerekir (Şekil 29).[6] İstanbul'da büyüklü ve küçüklü bir çok yükselti vardır. Aydos, Alemdağ ve Kayışdağı en yüksek tepelerdir. Yükselti, eğim ve bakı gibi çeşitli etkenlerle iklim farklılaşır (Şekil 30, Şekil 31, Şekil 32). Karadeniz kıyısında Karadeniz iklimi görülmesi, güneyde güney menşeili hava akımlarını bloke edecek önemli yükselti olmaması nedeniyle Akdeniz ikliminin görülmesi, kuzey ve iç kesimlerde bir yandan Karadeniz bir yandan Balkanlar ve Anadolu kara ikliminin etkisinin görülmesi İstanbul'un iklim şartlarını her noktasında farklılaştırır.[7] Bu sebeple iklimsel değerlendirmelerde mikro ölçekteki verilerin değerlendirilmesi peyzaj tasarımlarında başarı şansını artıracaktır.

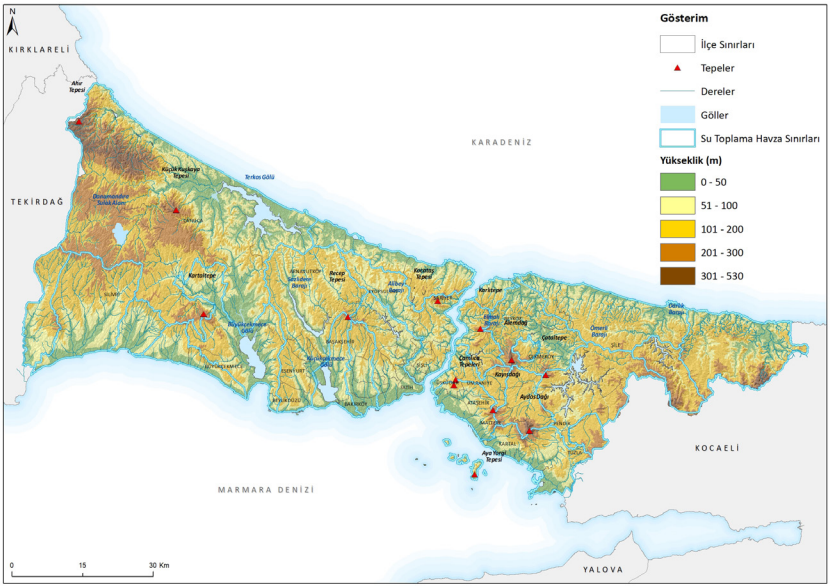


ŞEKİL 29 İstanbul'un 3 Yerel İklim Tipi ve Vejetasyon Zonlarının Kuzey-Güney Kesitinde Yerleşimi

Kaynak: Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım-İstanbul Örneği", 120.

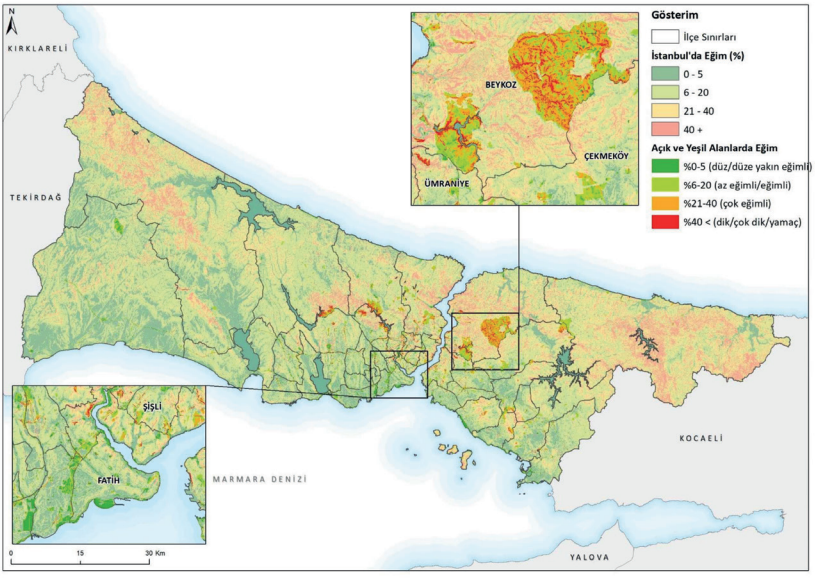
6 Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği", 120; M. Güngördü, *Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası.* (İstanbul: İ.Ü. Yayınları, 1999).

7 Erinç, "İstanbul Boğazı ve Çevresi (Doğal ortam: etkiler ve olanaklar)", 1-23.



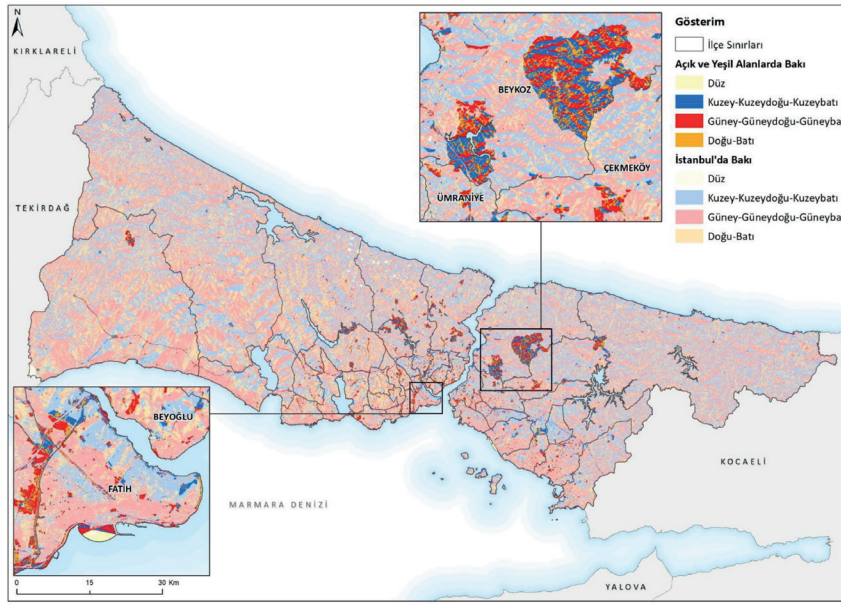
ŞEKİL 30 İstanbul'un Topografik Yapısı

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.



ŞEKİL 31 Kentsel Açık ve Yeşil Alanlarda Eğim

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.



ŞEKİL 32 Kentsel Açık ve Yeşil Alanlarda Bakı

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Sıcaklık

İstanbul'un 1950-2022 yılları arasında ölçülen sıcaklık, yağış ve güneşlenme değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 9). Bu değerler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan istatistik verileridir. Buna göre ortalama en yüksek sıcaklık 29,6 ^{0}C ile Ağustos ayında görülmektedir. En düşük sıcaklık ise 4,1 ^{0}C ile Ocak ayına aittir. Bu periyotta görülmüş en yüksek sıcaklık 13 Temmuz 2000'de 40,6 ^{0}C'dir. En düşük sıcaklık ise 5 Şubat 1950'de -9,0 ^{0}C olarak ölçülmüştür.

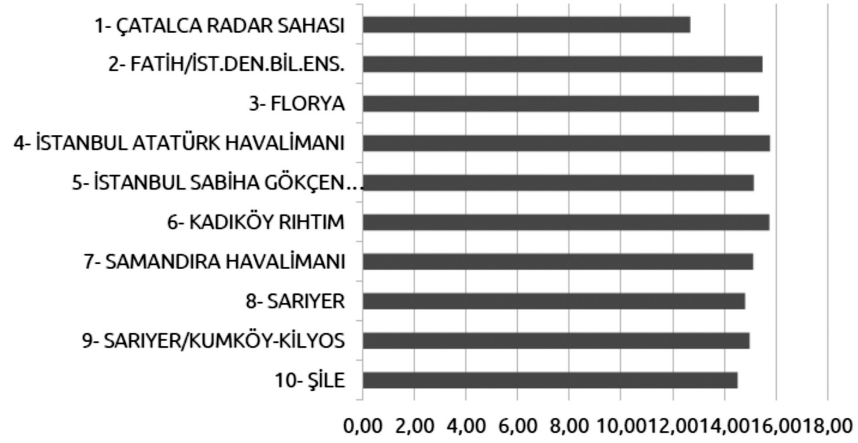
Daha yakın tarihlerde (2000-2021 yılları arasında), düzenli veri alınabilen 10 farklı istasyonun verileri incelendiğinde; ölçüm yapılan istasyonlardan yapılaşmanın fazla olduğu bölgeler içinde yer alanların daha sıcak, açık ve yeşil alanların içinde kalanların ise daha düşük sıcaklıkta sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir. İBB raporunda yer alan değerlendirmelerde; örnek olarak yapılaşmanın fazla olduğu Florya (15,34 ^{0}C), Fatih (15,47 ^{0}C) ve Kadıköy (15,75 ^{0}C) istasyonları gösterilmiştir. En düşük ortalama sıcaklık değeri ise 12,67 ^{0}C olarak Çatalca İstasyonu'nda ölçülmüştür (Tablo 10).

İstanbul	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1950-2022)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.7	6.9	8.4	12.8	17.6	22.2	24.6	24.6	21.1	16.6	12.5	8.9	15.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.5	10.2	12.2	17.3	22.3	26.9	29.5	29.6	25.8	20.6	16.0	11.7	19.3
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	4.1	4.2	5.4	9.2	13.6	18.0	20.4	20.7	17.6	13.7	9.8	6.4	11.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (sa)	0.9	0.5	1.2	1.5	1.2	1.3	1.3	1.6	1.1	0.3	0.5	0.7	1.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	16.61	14.17	12.72	10.22	7.65	5.54	3.54	3.65	5.59	9.61	11.39	15.74	116.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	89.7	70.5	63.1	47.5	32.6	27.9	22.5	24.6	40.5	66.7	76.0	99.3	660.9
	Ölçüm Periyodu (1950-2022)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	23.4	28.6	33.3	36.4	38.9	40.6	40.1	39.6	33.5	27.2	25.0	40.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-6.8	-9.0	-5.6	0.2	4.8	9.8	13.6	14.3	7.7	2.5	-2.0	-4.2	-9.0

TABLO 9 Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Alınan 1950-2022 Yıllarına Ait İstatistik Verileri

Kaynak:https://www.mgm.gov.tr

Maksimum sıcaklık verisine sahip günlerin incelenmesi sonucu Şile İstasyonu 41,7 ^{0}C, Sarıyer/Kumköy-Kilyos istasyonu 41 ^{0}C, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı İstasyonu 40,5 ^{0}C ölçülmüştür.



TABLO 10 İstasyonlara Göre Ortalama Sıcaklık (^{0}C)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Minimum sıcaklık değerleri ise, -11,7 0C Samandıra Havalimanı'nda ölçülmüştür. Sırasıyla -10,8 ^{0}C ile Çatalca Radar Sahası, -10,2 ^{0}C ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı İstasyonu değerleridir. Minimum sıcaklıklar arasında en yüksek sıcaklık ölçümü -4,9 ^{0}C ile Fatih/İst. Den. Bil. Ens. İstasyonu'nda görülmüştür. Bahsi geçen

10 adet meteoroloji istasyonunun aylara ve yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri Tablo 11'de belirtilmiştir. 2000-2021 yılları arasındaki ölçüm sonuçlarına göre en soğuk ay 6,1 ^{0}C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 24,8 ^{0}C ile Ağustos ayıdır.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Ortalama
Ocak	3,2	8,3	4,7	7,6	4,7	6,6	3,8	8,3	4,0	6,9	6,3	5,7	4,1	6,4	8,6	6,4	5,7	3,1	7,1	6,7	6,5	8,5	6,1
Şubat	6,0	7,7	8,7	2,6	5,7	5,6	5,0	7,2	5,7	6,7	7,9	5,4	3,0	7,6	8,6	6,6	10,1	6,6	7,5	6,5	8,0	7,8	6,7
Mart	7,2	12,4	9,5	4,5	8,6	7,1	8,4	8,6	11,1	7,9	8,1	7,4	6,8	9,6	10,2	7,9	10,3	8,7	10,1	9,5	9,8	7,4	8,7
Nisan	13,3	13,3	10,4	8,9	12,8	12,1	11,9	10,7	14,7	10,8	12,3	9,3	14,1	13,2	13,5	11,2	15,6	11,4	13,8	11,7	11,2	11,2	12,2
Mayıs	15,6	16,3	16,5	17,6	16,0	16,1	16,7	17,9	16,6	17,3	18,1	15,3	16,9	19,1	17,7	17,9	17,4	16,4	18,3	18,5	16,9	18,2	17,1
Haziran	19,8	21,3	22,2	22,4	20,7	19,9	21,3	23,2	22,3	22,3	21,6	21,0	23,1	21,9	21,3	20,7	22,9	21,9	22,7	23,8	21,9	21,1	21,8
Temmuz	23,9	25,8	26,2	24,5	22,7	23,8	23,3	24,7	23,7	24,6	24,4	24,9	26,0	23,8	24,6	24,3	24,8	24,2	25,2	23,7	24,6	25,3	24,5
Ağustos	23,5	25,2	24,1	25,1	22,8	24,7	25,5	25,2	25,0	23,7	26,9	23,3	24,8	25,1	25,2	25,5	25,2	24,4	25,9	24,4	24,9	25,7	24,8
Eylül	20,4	21,7	20,4	19,6	20,4	20,4	20,1	20,4	20,3	20,0	21,0	21,8	21,6	20,6	20,9	22,8	21,3	22,0	21,5	21,4	23,2	20,4	21,0
Ekim	15,3	17,0	16,4	16,4	16,9	14,6	16,5	16,6	16,4	17,5	14,3	14,1	19,0	14,1	16,3	16,2	15,8	15,3	17,2	17,8	19,3	15,3	16,3
Kasım	13,2	10,9	12,8	10,9	11,7	10,0	10,2	10,4	12,5	12,0	15,2	8,4	13,9	13,0	11,6	13,7	11,6	12,0	12,6	15,8	12,3	12,9	12,2
Aralık	9,2	4,6	6,0	7,5	8,4	8,3	7,5	6,4	8,6	9,8	10,1	8,3	7,4	6,1	9,1	7,7	4,6	10,2	7,0	9,8	10,9	9,5	8,0

TABLO 11 2000-2021 Yılları arası 10 adet meteoroloji istasyonunun (Çatalca Radar Sahası, Fatih/İst. Den. Bil. Ens, Florya, İstanbul Atatürk Havalimanı, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı, Kadıköy Rıhtım, Samandıra Havalimanı, Sarıyer, Sarıyer/Kumköy-Kilyos, Şile) aylara göre sıcaklık ortalamalarını göstermektedir.

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Bir başka İBB raporunda ise MGM İstasyonlarından bazılarının ölçümlerine göre belirlenmiş İstanbul'un don tarihlerine yer verilmiştir (Tablo 12). Hava sıcaklığının 0 ^{0}C'nin altına düşmesiyle kaydedilen gün don başlangıcıdır. Buna göre İstanbul için genel itibarıyla kasım başı don başlangıcı olarak kabul edilir. Mart sonu-nisan başı ise donlu günlerin bitişi yani ilkbahar olarak kabul edilir. Ölçüm yapılan istasyonun değerlerine göre değişiklik gösterir. Aşağıdaki tabloya göre bahar başlangıcı ilk olarak 24 Mart'ta Kartal istasyonunda gözlenir. En geç ise 30 Nisan'da

Bahçeköy ve Şile istasyonlarında görülür. Bu durumda donlu günlerin toplamının yaklaşık olarak 5 aya yayılabileceği değerlendirmesi yapılabilir.

İLİ	İSTASYON ADI	İlkbahar en geç	Sonbahar en erken
İSTANBUL	BAHÇEKÖY	30 Nisan	3 Kasım
İSTANBUL	FLORYA	10 Nisan	3 Kasım
İSTANBUL	GÖZTEPE	27 Mart	13 Kasım
İSTANBUL	KARTAL	24 Mart	25 Kasım
İSTANBUL	KUMKÖY	25 Nisan	6 Kasım
İSTANBUL	SARIYER	27 Mart	6 Kasım
İSTANBUL	ŞİLE	30 Nisan	6 Kasım

TABLO 12 İBB'ye 2020 yılında Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan gelen verilerden elde edilmiştir.

Yağış ve Nem

İstanbul'un 1950-2022 yılları arasında ölçülen yağış değerlerine göre, yıllık ortalama 660,9 mm yağış almaktadır. Ortalama yağışlı gün sayısı 116,4 tür. En az yağış temmuz ayında, en fazla yağış ise aralık ayında düşmektedir (Tablo 9). Yağışların büyük kısmının kış mevsiminde gerçekleştiği, sonbahar mevsiminde ilkbahara göre daha fazla yağışın olduğu ve en az yağışın yaz mevsiminde gerçekleştiği görülmektedir.

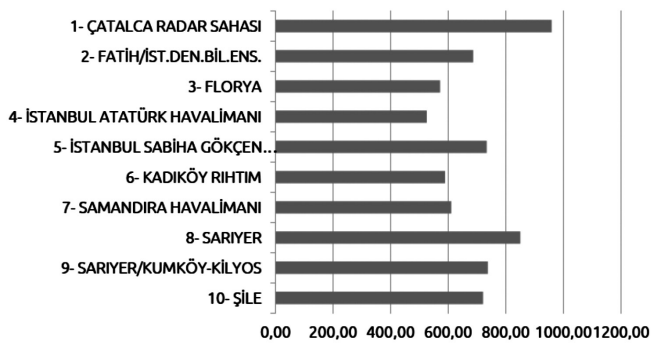
2005-2021 yakın tarihlerine ait, düzenli veri alınabilen 10 adet meteoroloji istasyonunun verileri Tablo 13'deki gibidir. Burada en az yağış ağustos, en fazla yağış aralık ayında görülmektedir.

Yıllık toplam yağış değerlendirmesinde Çatalca Radar Sahası öne çıkmaktadır (Tablo 14). Çatalca Radar Sahası 959,48 mm, Sarıyer İstasyonu 850,11 mm, Sarıyer / Kumköy-Kilyos ise 737,33 mm yağış almıştır. En az yağış ise İstanbul Atatürk Havalimanı istasyonunda 525,20 mm olarak ölçülmüştür.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Ortalama
Ocak	117,5	64,3	22,8	29,8	83,2	125,0	62,4	60,4	86,9	28,2	110,2	114,8	137,4	65,4	96,0	126,9	143,6	**86,8**
Şubat	95,3	69,4	12,4	50,1	147,3	95,9	34,0	86,3	57,0	28,7	132,8	78,4	36,8	91,4	94,2	64,1	53,7	**72,2**
Mart	49,1	69,5	25,4	71,6	115,8	56,4	45,0	41,0	52,6	89,2	44,9	69,3	43,0	101,3	30,3	50,8	88,7	**61,4**
Nisan	26,7	15,6	16,5	17,0	38,5	40,9	90,4	90,9	27,5	31,9	74,2	19,6	28,4	22,1	34,2	38,9	44,3	**38,7**
Mayıs	33,6	11,0	23,2	10,8	13,4	32,1	25,8	59,2	23,9	66,1	17,9	47,3	35,2	54,7	56,1	63,7	30,9	**35,6**
Hazira	20,0	39,1	17,4	16,9	17,2	124,3	13,3	11,2	33,1	65,6	37,9	44,7	49,1	49,2	17,6	41,4	72,9	**39,5**
Temm	54,1	7,6	7,6	35,9	17,7	53,9	17,2	2,7	5,1	28,6	2,6	32,3	63,9	58,8	61,5	0,3	25,8	**28,0**
Ağusto	18,1	16,9	32,3	9,4	23,0	1,9	15,2	41,8	9,9	55,9	28,7	15,2	35,4	6,8	45,5	12,1	1,7	**21,7**
Eylül	71,2	72,3	31,8	128,6	165,9	54,1	12,2	16,4	15,8	149,1	85,4	39,1	80,4	124,2	23,6	16,6	33,4	**65,9**
Ekim	69,3	55,7	69,9	111,4	81,7	239,4	106,4	92,4	60,4	74,3	98,9	32,7	97,6	39,1	49,9	89,4	54,6	**83,7**
Kasım	121,1	74,4	129,3	96,0	109,8	33,0	19,4	70,3	42,6	79,1	36,1	123,5	70,8	132,1	50,2	50,8	69,9	**77,0**
Aralık	87,1	24,1	77,0	89,1	151,5	121,6	92,8	160,5	51,3	107,5	19,8	138,8	110,0	163,0	69,6	36,7	115,2	**95,0**

TABLO 13 2005-2021 Yılları arası 10 adet meteoroloji istasyonunun (Çatalca Radar Sahası, Fatih/İst. Den. Bil. Ens, Florya, İstanbul Atatürk Havalimanı, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı, Kadıköy Rıhtım, Samandıra Havalimanı, Sarıyer, Sarıyer/Kumköy-Kilyos, Şile) aylara göre yağış ortalamalarını göstermektedir.

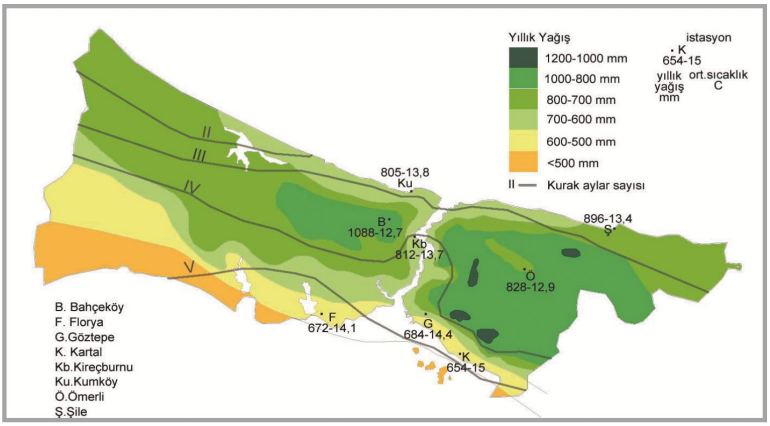
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.



TABLO 14 İstasyonlara Göre Yıllık Toplam Yağış (mm)

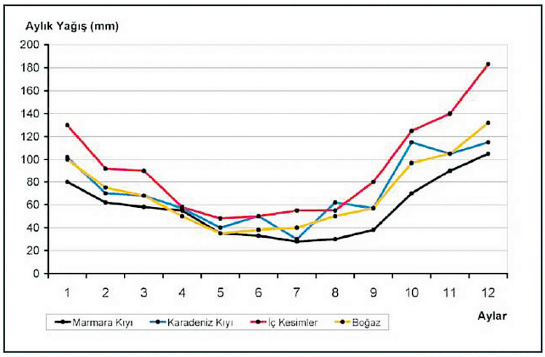
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

İstanbul Metropoliten Planlama 2005 Raporu'ndan alınan ve Erinç (1974)'in güncel ölçümlerinden uyarlanan İstanbul yöresinin yağış, kurak periyot ve sıcaklık verilerini gösteren iklim özellikleri haritası güneye inildikçe yağışlarda düşüş olduğunu göstermektedir (Şekil 33). Aylara göre Marmara kıyıları, Karadeniz kıyısı, iç kesimler ve boğazın yağış miktarı ise grafikte gösterildiği gibidir. Kurak periyotlar Haziran-Ağustos aylarına karşılık gelmektedir ve bu periyotların uzunluğu güneyden kuzeye gidildikçe azalmaktadır (Şekil 34).



ŞEKİL 33 İstanbul Yöresinin Yağış, Kurak Periyot ve Sıcaklık Verilerini Gösteren İklim Özellikleri Haritası

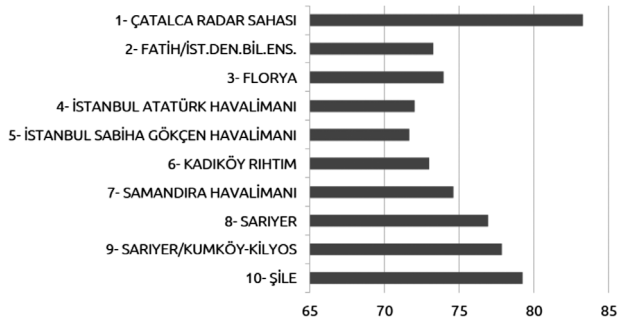
Kaynak: Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği."



ŞEKİL 34 Marmara Kıyıları, Karadeniz Kıyısı, İç Kesimler ve Boğaz Bölgelerine Göre Farklılaşan Yağış Rejimleri Grafiği.

Kaynak: İstanbul Metropolitan Planlama Merkezi (İMP), İstanbul 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, Araştırma ve Sentez Çalışma Raporu, 2005.

2000-2021 yıllarına ait verilerden yola çıkılarak ortalama nem değerleri incelendiğinde, ortalama yıllık nem değeri ölçümleri Çatalca Radar Sahası için %83,25, Şile için %79,22, Sarıyer/Kumköy-Kilyos için %77,84 olarak tespit edilmiştir. Nem ortalamasının en az olduğu yerler ise %71,64 ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı ve %72 ile İstanbul Atatürk Havalimanıdır (Tablo 15).

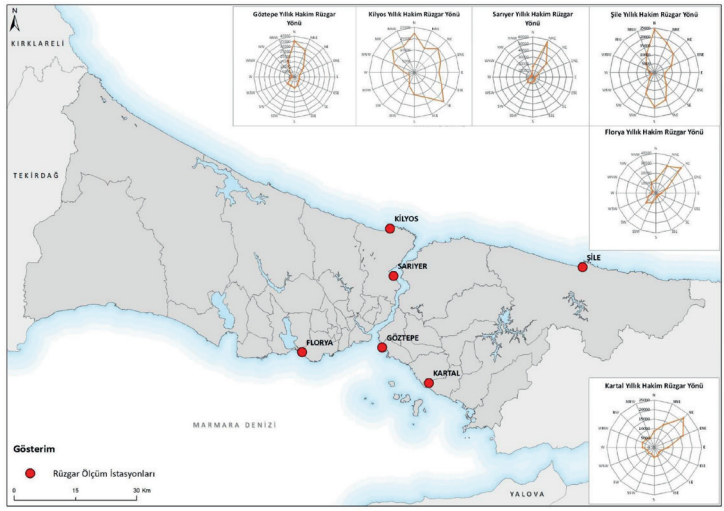


TABLO 15 İstasyonlara Göre Ortalama Nem (%)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Rüzgâr

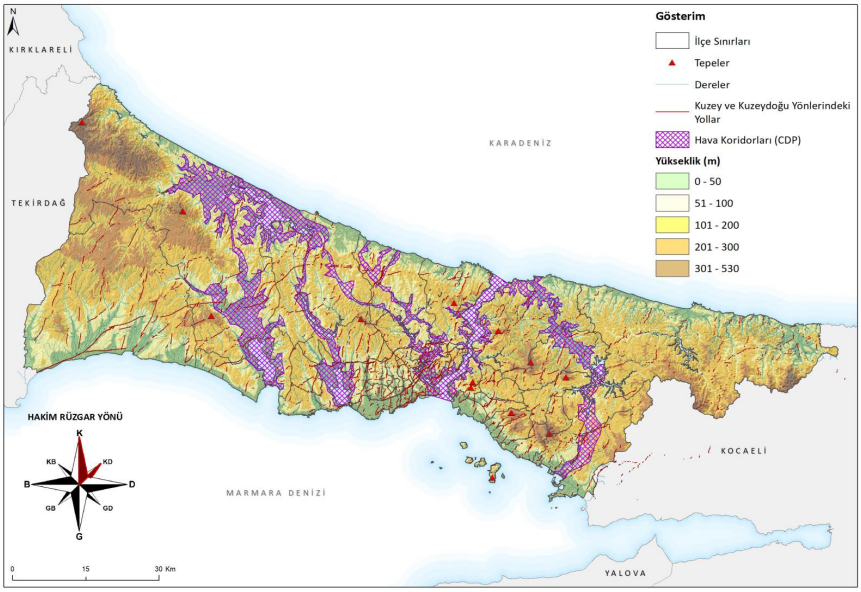
İstanbul'un genel hâkim rüzgâr yönü kuzey- kuzeydoğu arasındadır. İstasyonların 2002-2021 verilerinin analizine göre Avrupa yakasında Florya ve Sarıyer'de hâkim rüzgâr yönü kuzey ve kuzey-batı arasında, Kilyos İstasyonu'nda kuzey ve güney-doğu yönlerinde, Anadolu Yakası'nda Göztepe'de kuzey, Kartal'da kuzey-doğu arasında ölçülmüştür (Şekil 35).



ŞEKİL 35 İstanbul'un Yıllık Ortalama Hâkim Rüzgâr Yönleri

Kaynak: MGM 1. Bölge Müdürlüğü, *Uzun Yıllar Rüzgâr Bülteni*, 2022.

Kentin topografyası ve hâkim rüzgâr yönünün etkisiyle hava koridorları oluşur. Bu koridorlar kentin doğal ventilasyon mekanizmasıdır (Şekil 36). Kirli havanın temizlenmesi ve taşınmasını sağlayarak kente nefes aldırır. Tespiti yapılmış bu koridorların bulunduğu alanlarda yüksek yapılaşmanın tercih edilmesi hava kalitesini olumsuz etkileyecek ve ısı adasının oluşumuna sebebiyet verecektir. İstanbul'un mevcut durumu ve doğu-batı ekseninde ilerleyen yüksek yapılarla gelişimi devam ettiği sürece kentin kuzey rüzgârlarıyla havalanması mümkün olmayacaktır. Bununla birlikte artık kuzeye doğru da yayılmaya başlayan kentleşme hareketi, o bölgede yoğunlaşan ısı adası etkisine ve bunun kuzey meltemleriyle dağılamamasına sebep olacaktır. Dolayısıyla Boğaz'ın ve kuzey meltemlerinin kent içindeki serinletici etkisi giderek azalacak ve hava kalitesi düşecektir.



ŞEKİL 36 İstanbul'un Yükseltisi ve Hava Koridorlarının Senteziyle Oluşturulan Doğal Ventilasyon Haritası

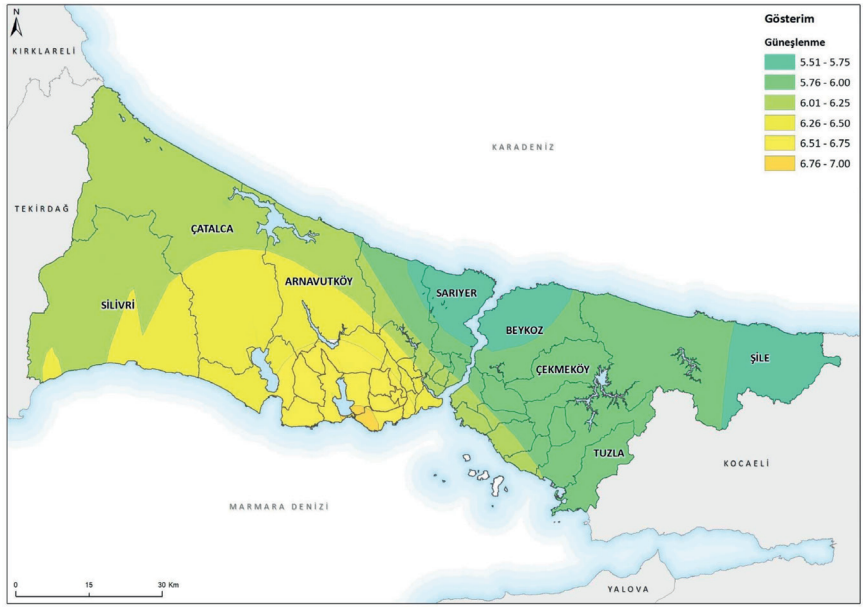
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Güneşlenme

Güneşlenme süresi belirli bir periyotta birim alana ulaşan güneş radyasyonunun 120 W/m^{2} ye ulaştığı süre olarak tarif edilir.[8] Buna göre İstanbul'un güneşlenme

8 WMO, *WMO statement on the status of the global climate in 2008.* Genova, 2008.

süresi il bazında yaklaşık olarak 5,51 ile 7,00 saat arasında ölçülmüştür. Bu değer kuzeye doğru gidildikçe azalmaktadır (Şekil 37).



ŞEKİL 37 İstanbul'un Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi (MGM 2022 verileriyle hazırlanmıştır.)
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

İSTANBUL'UN DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ VE BİTKİ ÇEŞİTLİLİĞİ

İstanbul'da Marmara Geçiş İklimi görülmesi sebebiyle bitki örtüsünün alçak kesimlerinde Akdeniz kökenli bitkiler ve çayırlar, yüksek kesimlerinde ve kuzey yamaçlarında geniş yapraklı ve nemli ormanlar görülür. Prof. Dr. Sırrı Erinç İstanbul'un vejetasyon özelliklerini şu şekilde ifade etmektedir:

> "İstanbul'un güneyinde, platolar ve bu platoyu sınırlandıran arızaların (engebelerin) kuytusunda Marmara boyunca uzanan kıyı şeridinin 100-200 m'yi geçmeyen alçak kısımlarında, bilhassa Kocaeli yakasında, maki toplulukları, zeytin, defne, meşe, fıstık çamı ve Adalar'da muhafaza edilmiş olan kızıl çamlar gibi türlerle tipik bir Akdeniz florası görülür. Buna karşılık İstanbul Boğazı'nın kuzey kısımlarında, Boğaz'ın iki

> yanındaki platolar ve Karadeniz kıyısındaki sırtlarda (Alemdağ ve Belgrad Ormanları) kestane, saplı ve sapsız meşe, kayın, gürgen, dişbudak gibi ağaçlardan oluşan orman vejetasyonu ile karşılaşılır; zeytin ve makinin tipik unsurları kaybolur. Normal şartlar altında orman sık, nemli ve ormanaltı dokusu oldukça zengindir. Gerek tip gerek floristik bakımdan bu vejetasyon formasyonu Orta Avrupa'nın şartlarını hatırlatır. Yörenin nemli yerel iklim tipinin hüküm sürdüğü kısımlarında orman dışında tipik Akdeniz makileri yerine, kocayemiş, funda, pırnal meşesi gibi daha denizsel ve nemli bir iklim tipini yansıtan çalı formasyonu daha doğrusu pseudo-maki yetişmiştir." [9]

Kentin engebeli jeomorfolojik yapısı ve İstanbul Boğazı'nın etkisi güneyden kuzeye doğru değişen mikro iklim alanları oluşturarak farklı vejetasyon tipleri ve habitatların bir arada görülmesine sebep olur. Kuzey kesimlerde pseudomaki topluluklarının, güney kesimlerde garig topluluklarının oluşması kentleşme ve orman alanlarının yok olması sebebiyle ekosistem üzerinde meydana gelen değişikliklerden sonra oluşmuştur. [10] Dolayısıyla İstanbul'da orman, maki, pseudo-maki, garig, çayır, mera, kıyı ve kumul bitkileri gibi farklı vejetasyon tipleri bir arada yayılış gösterir. [11] Kuzeyde Karadeniz etkisi görülen kıyılarda kayın, gürgen, meşe kestane, akçaağaç, karaağaç, üvez, kızılağaç vb. görülürken, güneyde Marmara denizi etkisine açık Akdeniz ikliminin hâkim olduğu kuşakta kızılçam (Adalar), kurakçıl meşeler, sakız, defne, zeytin ve tipik maki elemanlarından oluşan Akdeniz türleri yer alır. [12]

Ülkemizde doğal olarak yetişen on binden fazla bitkinin, yaklaşık dörtte biri İstanbul'da görülmektedir.[13] 2005 yılındaki bir çalışmada İstanbul'un bitki türü sayısı İzlanda, Hollanda, Birleşik Krallık, Polonya ile karşılaştırılmış ve yüzölçümünün küçüklüğüne rağmen bitki çeşitliliğinin dikkat çekici olduğu görülmüştür (Şekil 38).

---

9 Sırrı Erinç, "İstanbul Boğazı ve Çevresi (Doğal ortam: etkiler ve olanaklar)" İstanbul Ü*niversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 20, no.21 (1974): 22.

10 Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği", 108.

11 Bahar Başer, "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği", 106.

12 İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.

13 İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.



ŞEKİL 38 İstanbul'un Avrupa Ülkeleri ile Kıyaslandığında Sahip Olduğu Tür Sayısı

Kaynak: Neriman Özhatay, Andrew Byfield, Sema Atay, Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı (İstanbul: Doğal Hayatı Koruma Vakfı, 2005).

İstanbul'da tespit edilen damarlı bitki türlerinden yaklaşık 56 tanesi endemiktir.[14] Bunlardan İstanbul Soğanı (*Allium istanbulenese*) bitkisi 2017 yılında envantere girmiştir.[15] İl sınır içinde yetişen 270 bitki türü "Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitkiler Listesi"ndedir. Bunlardan 39'unun dünya üzerindeki en zengin popülasyonları İstanbul'da bulunmaktadır. 18'i yalnızca İstanbul'da bulunmakta ve korunmaktadır. İstanbul'da büyük ölçüde ya da tamamen yok olma tehdidi altında olan 39 türün olduğu bilinmektedir.[16] Bu bitkilerin listesi şu şekildedir;

Kayışdağı Soğanı
Doğu Razyası
İstanbul Yılanyastığı
Kayışdağı Soğanı
Sahil Asperulası
İstanbul Unlucası
Kum İncisi
Sahil Asperulası
Pendik Sarıotu
Aydos Peygamber Çiçeği
Çatalca Peygamber Çiçeği
Pendik Sarıotu

Dikensiz Peygamber Çiçeği
Kilyos Peygamber Çiçeği
Çokbaşlı Köygöçüren
Dikensiz Peygamber Çiçeği
Kadıköy Acı Çiğdemi
Narin Acı Çiğdem
Sahil Sarmaşığı
Kadıköy Acı Çiğdemi
İstanbul Çiğdemi
Ümraniye Çiğdemi
Yarımburgaz Hardalı
İstanbul Çiğdemi

Bahçeşehir Küresi
İstanbul Binbirdelikotu
Kumul Çivitotu
Bahçeşehir Küresi
Kilyos Moru
İstanbul Ballıbası
İstanbul Nazendesi
İstanbul Keteni
Boğaziçi Keteni
Halkalı Emzikotu
Kıyı Kerevizi
Trakya Düğün Çiçeği
Karadeniz Salkımı

14 Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 2022
15 Türk Tarım, *Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi (UBENİS)*, 2022.
16 İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.

İstanbul'daki tehlike altındaki nadir ve endemik türlerin korunması için il sınırları içinde 7 önemli bitki alanı belirlenmiştir (Şekil 39). Bu çalışma Doğal Hayatı Koruma Derneği ve İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı'nda yapılan floristik çalışmalarla yürütülmüştür. Bu alanlardan;

- Terkos-Kasatura Kıyıları'nda tehlike altında 13'ü endemik 73 tür,
- Ağaçlı Kumulları'nda 72'si endemik 14 tür,
- Kilyos Kumulları'nda 6'sı endemik 15 tür,
- Batı İstanbul Meraları'nda 7'si endemik 19 tür,
- Kuzey Boğaziçi'nde 15'i endemik 36 tür,
- Sahilköy-Şile Kıyıları'nda 6'sı endemik 13 tür ve
- Ömerli Havzası'nda 10'u endemik 37 tür tespit edilmiştir. [17]



ŞEKİL 39 İstanbul'un 7 Önemli Bitki Alanı (İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu Çalışması, 2022)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

İSTANBUL'UN İKLİM TABANLI SORUNLARI

İstanbul'un bitki örtüsü ve biyolojik çeşitliliği, iklimi, topografyası, ormanları, yeşil alanları, akarsu ve dereleri, boğazı ve kıyıları gibi bir çok özelliği şehri hem çok yönlü ve güçlü hem de çok hassas ve kırılgan bir noktaya taşımaktadır. Dün-

17 İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.

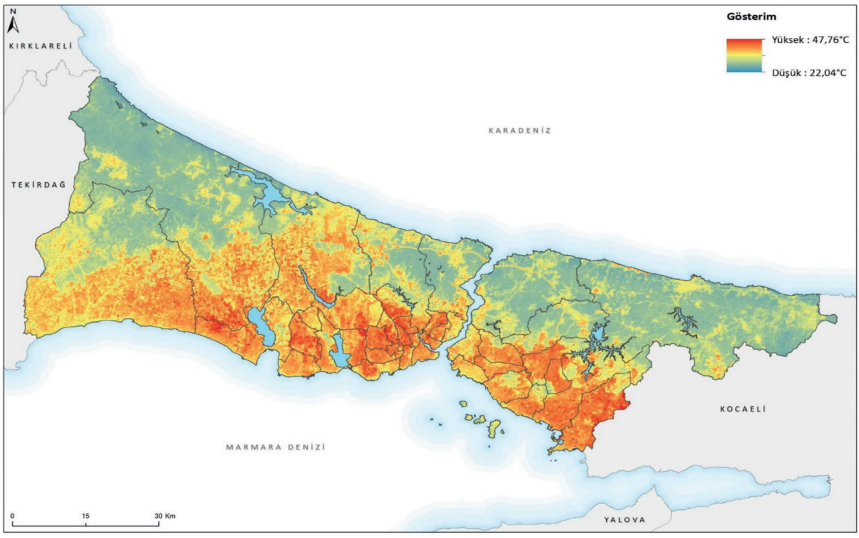
ya şehirleri kıyaslamasında öne çıkmasına sebep olan özelliklerine rağmen, yanlış stratejiler, öngörüsüz planlama ve tasarım kararları ve başarısız uygulamalar ile sorunların beşiği olan bir mega kent haline dönüşmüştür. Nüfusunun yoğunluğu, sorunlardan etkilenen kullanıcı sayısını artırdığı için çözümler daha zorlaşmıştır. Bir mega şehir olmasının getirisi olan enerji tüketimindeki fazlalık, her geçen gün artan nüfusuna karşılık yetersiz kalan yeşil alanları, yanlış arazi kullanımı kararları ve başarısız peyzaj tasarım ve uygulamaları gibi sorunlar, açık ve yeşil ağ sisteminin sürekliliğinin sağlanamamasına, doğal kaynaklarının hızla tükenmesine ve şehrin güçlü yanlarının birer soruna dönüşmesine sebep olmaktadır. Tüm bu olup bitene bir de iklim değişikliği gibi küresel bir sorun eklenince ya da çoktan yanlış kentleşmenin sebep olduğu sorunlar iklim değişikliği sürecini hızlandırınca, İstanbul'un yüz yüze kaldığı iklim tabanlı sorunlar daha belirgin bir şekilde hissedilmeye başlamaktadır. Kentsel ısı adasının oluşumu, su sıkıntısı, topraktaki bozulmalar, hava kalitesinin azalması, biyolojik çeşitliliğin zarar görmesi ve yüzyılın ortalarında artacağı düşünülen deniz seviyesindeki yükselme ihtimali İstanbul'u risk altında bırakan sorunlara dönüşmektedir. Bu sorunların birbirinden ayrı değerlendirilmesi mümkün olmadığı gibi birinin etkisi bir diğerinin sebebine dönüştüğü için çoğunlukla aynı cümle içinde anılması doğal bir duruma dönüşmektedir. İstanbul'un iklim tabanlı sorunlarını bitki ve kent ilişkisi bağlamında değerlendiren çalışmanın bu bölümü sırasıyla artan sıcaklıkların, azalan yeşil alanların ve biyoçeşitliliğin, bozulan yağış rejimi ve deseninin ve engellenen hava akımının kenti hangi olumsuz koşullara sürüklediğinden bahsedecektir. İklim tabanlı sorunların bu başlıklardan ibaret olmadığı ve her birinin birbiriyle etkileşimli olduğu unutulmaması gerekir.

Artan Sıcaklıklar ve Azalan Açık Yeşil Alan Miktarı

Kentleşmenin sebep olduğu yapay yüzey miktarındaki artış kır ve kent arasındaki ısı farkının oluşmasına sebep olur. Bu durum kentsel ısı adası olarak tarif edilir. Kentsel ısı adası, geçirimsiz malzemelerin artışıyla yüzey ısısının yükselmesi, serinletici etkisi olan yeşil alanların azalması ve dolayısıyla nemin de azalması, binaların konumlanışından kaynaklı hava akımlarının kesilmesi ve ısınan havanın belli bölgelerde depolanması gibi birbirinin sebebi ve sonucu olan etkilerle ortaya çıkar.

Kentsel ısı adasının mekânsal etkisinin tespiti için 2017 yılı Temmuz ayına ait verilerle İstanbul'daki karasal yüzey sıcaklığı haritalanmıştır. Çalışmanın bulguları

kentsel yüzey ısı adasının %70'inden fazlasının kentsel doku ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Bina kapsama oranı (BCR) ve bitki örtüsü indeksi (NDVI) değerlerinin analiz edilmesiyle ortaya konan çalışma, kentsel ısı adası etkisini bitki örtüsünün düşürdüğünü ve bina kapsama oranının yükselttiğini belirtmektedir. [18] Dolayısıyla İstanbul'da azalan bitki örtüsünün kentsel ısı adası yoğunluğunu artırdığını söylemek mümkündür.



ŞEKİL 40 İstanbul'un Temmuz 2017 Yüzey Sıcaklık Haritası

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

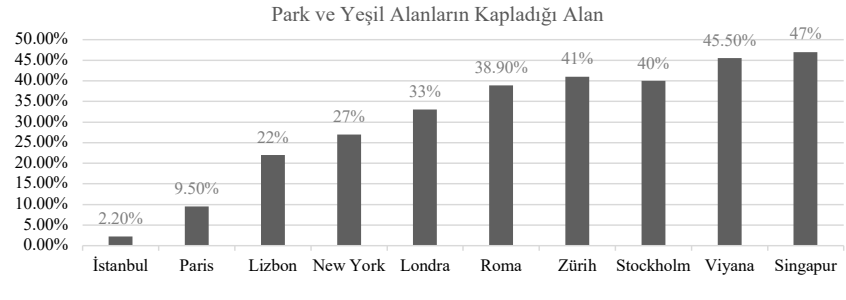
2019 yılı sonu raporlarına göre İstanbul'da 106.097.276 m^2 aktif yeşil alan ve 93.525.049 m^2 pasif yeşil alan bulunmaktadır.[19] Kentli kullanıma açık parklar, korular, mesire alanları ve tabiat parkları aktif yeşil alanlardır. Refüjler, fidanlıklar, mezarlıklar ve kullanıma açık olmayan ağaçlık alanlar pasif yeşil alanlar olarak değerlendirilir. Buna göre kişi başına düşen aktif yeşil alan 7,04 m^2 ve pasif yeşil alan 6,21 m^2 şeklinde hesaplanmıştır.[20] Belirli kentlerde park ve yeşil alan-

18 D. Erdem Okumuş ve Terzi, F., "Evaluating the role of urban fabric on surface urban heat island: The case of İstanbul", Sustainable Cities and Society (73), (2021).

19 Ünal Akkemik, D. Tolunay, C. Erdönmez, E. Atmış ve O. Kurdoğlu, "İstanbul'un Yeşil Alan Sorunları Çerçevesinde Yeşil Duvarların İrdelenmesi ve Öneriler.", Bartın Orman Fakültesi Dergisi 23, no.1 (2021).

20 Akkemik, Tolunay, Erdönmez, Atmış ve Kurdoğlu, "İstanbul'un Yeşil Alan Sorunları Çerçevesinde

ların kapladığı alanların oranı Tablo 16'da gösterilmiştir.[21] Kentin yüzölçümüne oranlanarak yapılan bu değerlendirmede aktif ve pasif tüm yeşil alanların değerlendirmeye alındığı belirtilmektedir. Bu kıyasa bakıldığında, İstanbul'un ideal bir noktada olmadığı aşikârdır. Yeşil alanların tamamı üzerinden yapılan değerlendirmeler kentlinin kullanılabilir yeşil alana erişimi bilgisini vermemektedir. Bunun için kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarına bakılmalıdır. Üstelik kent bazında oransal değerlendirmeler değil mahalle ölçeğinde, kentlinin kısa mesafelerde yeşil alana erişimi olup olmadığının bilinmesi önemlidir.



TABLO 16 Belirli Kentlerde Park ve Yeşil Alanların Yüzölçümüne Oranla Kapladığı Alan
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Kişi başına düşen yeşil alanların hesabı kentteki aktif alanlar üzerinden yapılmaktadır. Aktif yeşil alanlar kentli kullanımına açık çocuk bahçeleri, parklar, kent parkları, korular, festival alanları, botanik bahçeleri sayılabilir. Bu durumda yeşil alanların mahalle ve ilçe ölçeğinde yetersiz olduğunu İBB Mevcut Durum Analiz Raporu'nda görmek mümkündür. Tablo 17'ye göre;

- İl bazında en yüksek aktif yeşil alana sahip ilçeler (2. Sütuna göre); Başakşehir, Pendik ve Sarıyer'dir. En düşük ilçeler; Adalar, Çatalca ve Güngören'dir.
- İlçedeki aktif yeşil alan büyüklüğünün ilçenin tüm yeşil alanlarının oranına bakıldığında (3. Sütuna göre); en yüksek orana sahip ilçeler Beylikdüzü, Güngören ve Küçükçekmece, en düşük ise Beykoz, Şile ve Adalar'dır. Yani ilçeler yeşil alan olarak zengin olmasına rağmen kullanıma açık yeşil

Yeşil Duvarların İrdelenmesi ve Öneriler."

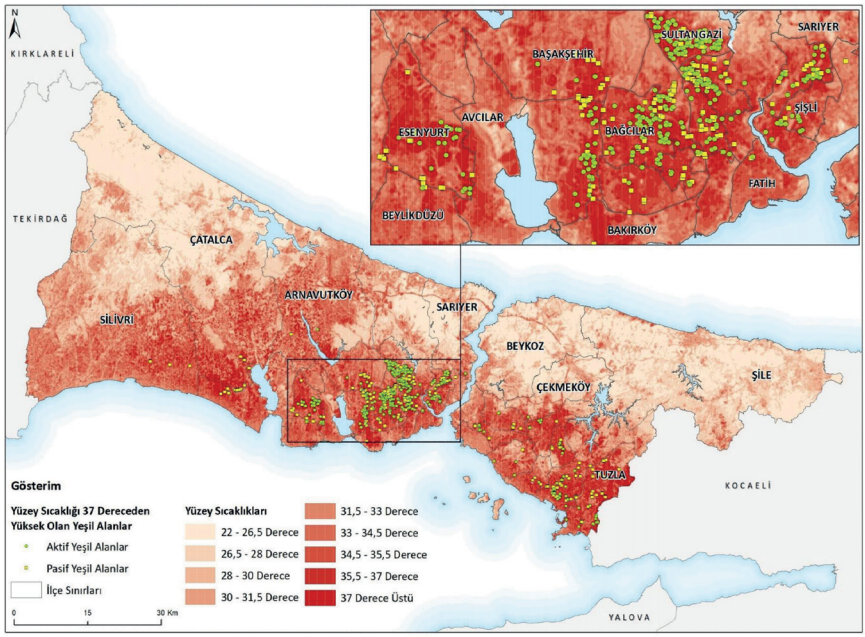
21 World Cities Culture Forum, Percentage Of Public Green Space (Parks And Gardens), 2021.

alan kullanımı konusunda eksik kalmaktadırlar. Bu eksiklik orman alanlarının çeşitli müdahalelerle kentlilerin kullanıma açılması şeklinde bir başka yanlışla değil, kentsel dokuda yeşile yer açmakla çözülmelidir.

- İlçedeki aktif yeşil alanların tüm ilçe yüz ölçümüne oranı ise Tablo 18'de verilmiştir. Buna göre Bakırköy, Fatih, Beyoğlu ve Üsküdar ilçeleri yüzölçümlerine oranla en çok aktif yeşil alan kullanımına sahip ilçelerdir.

İlçelerin aktif yeşil alanları ve nüfus bilgilerinin kıyası sonucunda her ilçede kişi başına düşen aktif yeşil alan miktarı hesaplanmıştır. 2021 yılına ait adrese dayalı nüfus verilerinden alınan sayısal veri ile ilçelerin aktif yeşil alan miktarları listelenmiş ve ilçe bazlı kişi başına düşen yeşil alan miktarı tespit edilmiştir (Tablo 19). Buna göre en öncelikli yeşil alan kazanımına ihtiyacı olan ilçe tespiti yapılmıştır. Bahçelievler, Güngören ve Bağcılar kentlinin en az yeşil alana erişimi olan ilçeler olarak görülmektedir.

İlçelere göre yeşil alan tespiti sonucu görülen odur ki; hızlı ve plansız kentleşmiş bölgelerde kurgulanmayan açık ve yeşil alan sistemleri hem kentlinin yeşil alan kullanımını kısıtlamakta hem de şehrin genelinde problemli alanlara dönüşmektedir. Bugün Bahçelievler, Güngören ve Bağcılar'da yaşanan problemlerin bir çoğu plansız kentleşmenin bir sonucudur. İl özelinde, 2017 yılı verilerine göre yapılan diğer bir analizde, kent genelinde 22-47 ^{0}C arasında yüzey sıcaklık farkı olan bölgeler tespit edilmiştir. 37 ^{0}C ve üstünün "risk altında" olarak değerlendirildiği çalışmada belirgin bir şekilde yeşil alanların azaldığı ve sıkı kent dokusunun izlendiği alanların risk altında olduğu görülmüştür (Şekil 41). Buna göre kentsel ısı adası probleminin yoğunlaştığı alanlar olarak benzer ilçeleri (Bahçelievler, Güngören ve Bağcılar) görüyor olmamız geçirimsiz yüzeylerin fazlalığının kent içinde sıcaklığa etkisini göstermektedir. Sıkışık kent dokusu görülen ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı oldukça az olan bu ilçelerde, yeşil alanlarda bile 37 ^{0}C'den yüksek ölçümler yapılmış olması kentsel ısı adası etkisinin bitki örtüsü tarafından tolere edilemediğini gösterir.

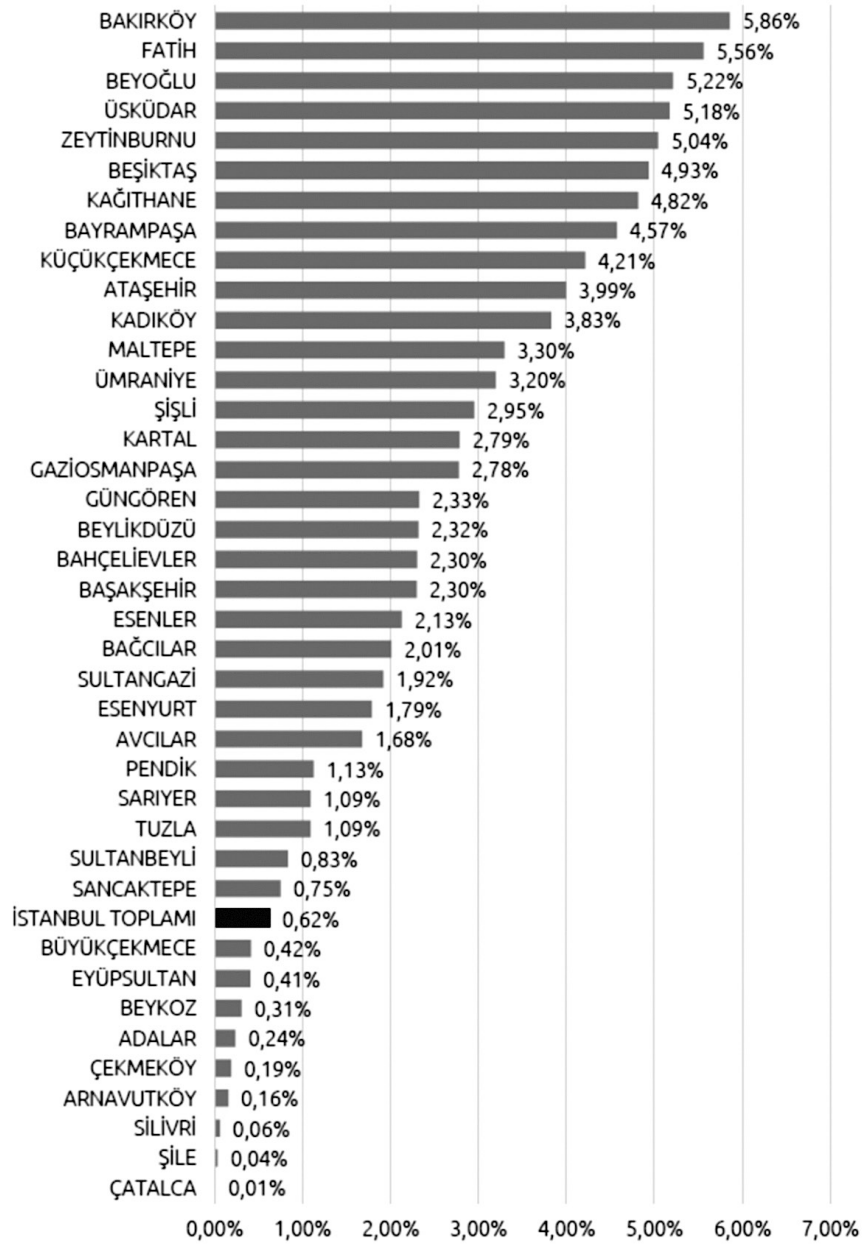


ŞEKİL 41 Yüzey Sıcaklıklarına Bağlı Olarak (37 °C Üstü) Risk Altında Olan Yeşil Alanlar
Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

	Aktif Yeşil Alan (ha)	İlçedeki Aktif Yeşil Alan Büyüklüğünün İldeki Aktif Yeşil Alanlara Oranı (%)	İlçedeki Aktif Yeşil Alan Büyüklüğünün İlçedeki Tüm Açık ve Yeşil Alanlara Oranı (%)	İlçedeki Aktif Yeşil Alan Büyüklüğünün İlçe Yüzölçümüne Oranı (%)
Adalar	2.7	0.08	3	0.24
Arnavutköy	70.59	2.12	11.65	0.16
Ataşehir	100.64	3.02	45.94	3.99
Avcılar	70.51	2.11	43.62	1.68
Bağcılar	44.76	1.34	39.17	2.01
Bahçelievler	38.21	1.15	39.71	2.3
Bakırköy	174.3	5.23	46.35	5.86
Başakşehir	240.15	7.2	48.6	2.3
Bayrampaşa	43.94	1.32	41.3	4.57
Beşiktaş	87.96	2.64	45.33	4.93
Beykoz	95.29	2.86	2.33	0.31
Beylikdüzü	88.47	2.65	63.81	2.32
Beyoğlu	46.5	1.39	42.19	5.22
Büyükçekmece	57.84	1.73	19.76	0.42
Çatalca	15.52	0.47	4.7	0.01
Çekmeköy	28.11	0.84	6.68	0.19
Esenler	39.26	1.18	34.91	2.13
Esenyurt	77.14	2.31	30.84	1.79
Eyüpsultan	92.61	2.78	7.39	0.41
Fatih	89.72	2.69	44.07	5.56
Gaziosmanpaşa	32.69	0.98	33.17	2.78
Güngören	17.03	0.51	55.64	2.33
Kadıköy	96.03	2.88	47.48	3.83
Kâğıthane	70.1	2.1	36.38	4.82
Kartal	107.49	3.22	24.92	2.79
Küçükçekmece	158.65	4.76	54.47	4.21
Maltepe	178.03	5.34	46.44	3.3
Pendik	203.03	6.09	38.01	1.13
Sancaktepe	46.96	1.41	14.6	0.75
Sarıyer	191.76	5.75	18.46	1.09
Silivri	53.9	1.62	5.25	0.06
Sultanbeyli	24.26	0.73	26.01	0.83
Sultangazi	68.66	2.06	14.36	1.92
Şile	28.54	0.86	2.9	0.04
Şişli	31.66	0.95	21.41	2.95
Tuzla	135.74	4.07	35.38	1.09
Ümraniye	145.22	4.35	38.23	3.2
Üsküdar	182.88	5.48	38.07	5.18
Zeytinburnu	58.28	1.75	27.98	5.04
İstanbul Toplamı	**3,335.12**	**100**	**19.2**	**0.62**

TABLO 17 Aktif Yeşil Alan Miktarı ve İl / İlçedeki Oranları

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.



TABLO 18'de Aktif Yeşil Alanların İlçe Yüzölçümlerine Göre Oranları (%)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

	Aktif Yeşil Alan (ha)	İlçe Nüfusu	Kişi Başına Düşen Aktif Yeşil Alan
Bakırköy	174.3	228,759	7.62
Şile	28.54	41,627	6.86
Sarıyer	191.76	349,968	5.48
Beşiktaş	87.96	178,938	4.92
Tuzla	135.74	284,443	4.77
Başakşehir	240.15	503,243	4.77
Beykoz	95.29	248,595	3.83
Üsküdar	182.88	525,395	3.48
Maltepe	178.03	525,566	3.39
Pendik	203.03	741,895	2.74
Silivri	53.9	209,014	2.58
Ataşehir	100.64	427,217	2.36
Fatih	89.72	382,990	2.34
Arnavutköy	70.59	312,023	2.26
Kartal	107.49	480,738	2.24
Beylikdüzü	88.47	398,122	2.22
Eyüpsultan	92.61	417,360	2.22
Büyükçekmece	57.84	269,160	2.15
Çatalca	15.52	76,131	2.04
Ümraniye	145.22	726,758	2.00
Beyoğlu	46.5	233,322	1.99
Zeytinburnu	58.28	293,839	1.98
Kadıköy	96.03	485,233	1.98
Küçükçekmece	158.65	805,930	1.97
Adalar	2.7	16,372	1.65
Bayrampaşa	43.94	274,884	1.60
Kâğıthane	70.1	454,550	1.54
Avcılar	70.51	457,981	1.54
Sultangazi	68.66	543,380	1.26
Şişli	31.66	284,294	1.11
Sancaktepe	46.96	474,668	0.99
Çekmeköy	28.11	288,585	0.97
Esenler	39.26	447,116	0.88
Esenyurt	77.14	977,489	0.79
Sultanbeyli	24.26	349,485	0.69
Gaziosmanpaşa	32.69	493,096	0.66
Bahçelievler	38.21	605,300	0.63
Güngören	17.03	283,083	0,60
Bağcılar	44.76	744,351	0.60

TABLO 19 Kişi Başına Düşen Aktif Yeşil Alan Miktarı (m^2)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Mevcut Durum Raporu*, 2022.

Bir çok parametrenin etken olduğu kentsel ısı adası probleminin çözümü ancak doğru verilerin toplanması ve hassas analizlerin yapılması ile mümkündür.[22] Büyük ölçüde yeşil alan, su yüzeyi ve toprak tahribatıyla ilişkilendirilen kentsel ısı adası etkisi, doğal kaynaklar korunarak, yeşil alanlar güçlendirilerek ve kalitesi artırılarak çözülebilir. Kentin soğutulmasında bitki örtüsünün etkisi kitabın 2. Bölüm'ünde yer alan Türkiye ve dünyadan örnek araştırmalarla ortaya konmuştur. Bu sebeple İstanbul'un önceliği var olan yeşil alanların tahribatının önüne geçmek, su yüzeylerini, yoğun ağaç barındıran orman ve korularını korumak ve tahrip olan alanları tekrar eski haline kavuşturmak olmalıdır.

Yağış Rejimi ve Desenindeki Bozulmalar

İstanbul'un bir diğer sorunu tarihi boyunca sıklıkla yüz yüze kaldığı su sıkıntısıdır. Sanıldığının aksine ne ülkemiz ne de İstanbul su zenginidir. Bununla birlikte iklim değişikliğinin sebep olduğu yağış rejimindeki ve desenindeki düzensizliklerle birlikte İstanbul'un su potansiyeli giderek düşmektedir. Son yıllarda sadece yağışlı günlerin azalması değil yağışın düştüğü mevsimin değişmiş olması, yağışların şiddetli bir şekilde başlaması ve öngörülemez miktarlarda olması su sorununu artırmaktadır. Şiddetli yağışların artık kış aylarından çok, yaz aylarında görülüyor olması hava sıcaklığından dolayı hızlı buharlaşma problemine sebep olmaktadır. Aynı şekilde mevsim normalinden yüksek seyreden sıcaklıkların etkisi, kış mevsiminde kar yağışının hızla eriyerek yüzey akışına geçemeden buharlaşmasına sebep olmaktadır. Bu durum yağmur ve kar suları depolanamadan buharlaşıp gitmesi anlamına gelmektedir. Bunlara ek ani ve şiddetli yağışların miktarındaki artış, altyapı yetersizliği, meteorolojik tahminlerdeki yanılmaların sıklaşması gibi faktörler kent içinde sel baskınlarına, dere taşkınlarına sebep olmaktadır. Çoğunlukla sebebi olduğumuz ama yine de doğal afet olarak nitelendirdiğimiz bu durumlar hem kent hem kentli için hayati derecede önem taşımaktadır.

Yağış rejimindeki düzensizlikler yerini dönemsel kuraklıklara da bırakabilmektedir. İstanbul'un nüfus yoğunluğu hesaba katıldığında kuraklık durumunda ağır bir su stresi yaşaması doğal olacaktır. Su tasarrufu yöntemlerine gidilmediği takdirde genel nüfusun günlük toplam su tüketiminin 19,057 milyon litre 29 olacağı tahmin edilmektedir.[23] Bu da yaz aylarında yağışların azalması ile su kaynaklarına olan talebin %600 oranında artacağı anlamına gelmektedir.[24]

22 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi",116-128.

23 Türkiye İstatistik Kurumu.

24 İBB, İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı, 2021: 53.

Diğer bir taraftan su sorunu sadece barajlardaki doluluk oranı üzerinden değerlendirilerek, suyun varlığı veya yokluğu üzerinden gündem yapılmaktadır. Oysa ki suyun kalitesindeki düşüş de dikkate alınması gereken bir konudur. Suyun azalması bir problemken, temiz suyun azalıyor olması çok daha büyük bir problemdir. Bu noktada kentin su talebinin karşılanması için komşu havzalardan su getirilmesi çalışmaları yapılmaktadır. Ancak unutulmalıdır ki iklim değişikliği sebepli kuraklık sorunu bölgesel yani ülkemizin tamamı için geçerli bir sorundur. Su getirilen havzanın faaliyetini aksatacak bir taşıma işlemi, oradaki nüfusun geçimini etkilerse İstanbul'un göç alması kaçınılmaz olur. Bu durumda halihazırdaki nüfusunu idame ettirmekte zorlanan İstanbul, büyük bir su krizine sahne olur. Bu sebeple İstanbul'un doğal kaynaklarının kapasitesinin belirlenmesi ve buna göre bir nüfus planlaması yapılması gereklidir. Her ne kadar suyun akılcı yöntemlerle kullanımı önerilse de su varlığı sınırlı bir mega kentin böylesine yoğun bir nüfusla varlığını idame ettirmesi kolay değildir. Taşıma suyla değirmen döndürmenin akılcı ve uzun vadeli bir politika olmadığını ve önlemler alınması konusunda hızlı davranmak gerektiğini belirtmek gerekir.

Doğal Vantilasyonun Sağlanamaması

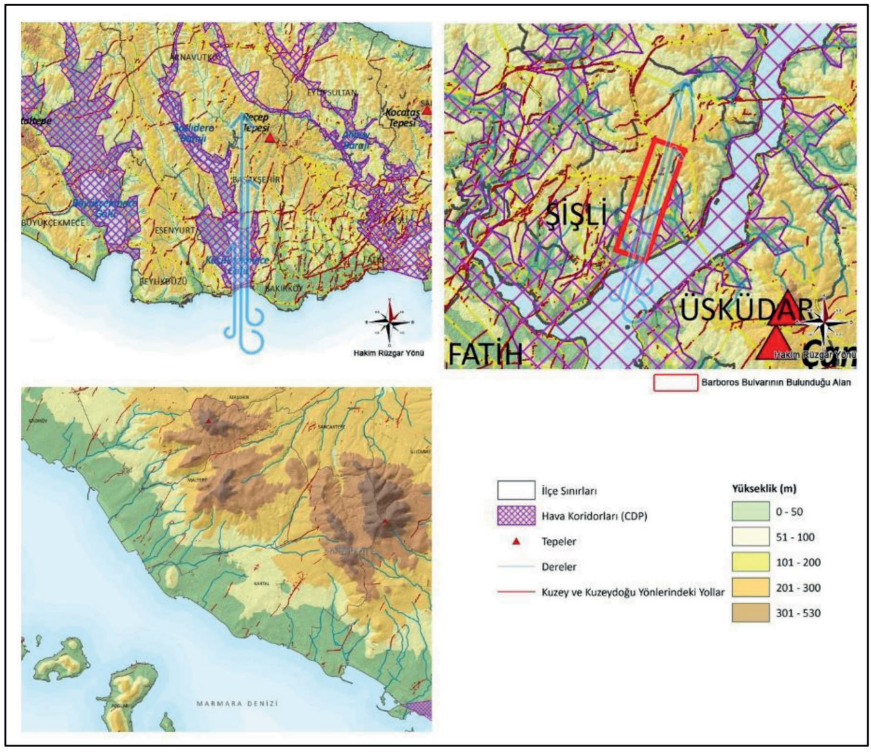
İstanbul'un vantilasyon sistemindeki bozulmalar bir çok sebebin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır. Yoğun trafik, kentleşme, rüzgâr koridorlarını kesen yüksek yapılar, endüstriyel faaliyetler, tahrip olan yeşil alanlar gibi faktörler kentin nefes almasını günden güne zorlaştırmaktadır. Doğal vantilasyon sistemi havanın temizlenmesi, kirli havanın uzaklaştırılması ve kentin ısısının düşürülmesi için çok önemlidir. Bu sistemindeki bozulma hem kirlenen havanın kent içindeki alanlardan tahliye edilememesi hem de ağırlaşan havanın kentin üzerine kapanarak kentsel ısı adası etkisi oluşması sonuçlarını doğurur.

Kent içinde vantilasyonun havanın oksijen içeriğinin azalmasını engellemek, zararlı gazların yoğunluğunu azaltmak, nem içeriğini düzenlemek, yoğunlaşan ısının ve hava kirliliğinin tahliyesini sağlamak gibi görevleri vardır. Bu görevleri hâkim rüzgâr aracılığı ile yapar. Hâkim rüzgâr vadi yatakları, kurumuş ya da aktif dere yatakları, yükselti farklılıkları ve deniz üzerinden eserek;

1. Enerji verimliliği sağlar.
2. Hava kirliliği ve kirleticilerin dağılımını etkiler.
3. Mikro-iklim etkisi oluşmasına katkı sağlar.

İstanbul kuzey ve kuzeydoğudan esen hâkim rüzgârın etkisindedir. Şekil 42'de genel görünümü verilen İstanbul'un yükselti ve hava koridorlarının haritası detayda şu bilgileri vermektedir;

1. Küçükçekmece gölü hem bulunduğu hâkim rüzgâr yönü doğrultusundan hem su yüzeyi olmasından hem de kuzeyindeki Sazlıdere Barajı ile birlikte çalışmasından dolayı önemli bir hava koridorudur.
2. Avrupa Yakası'nda Barbaros Bulvarı hâkim rüzgâr yönüne paralel bir doğrultuda bulunan ve deniz etkisini kent içine taşıyabilecek önemli bir diğer hava koridorudur.
3. Anadolu Yakası'nın güneyindeki derelerin hâkim rüzgârla aynı doğrultuda denize dökülmesi ve topografyanın elverişli olması, temiz havanın iç bölgelere taşınmasını sağlayan koridorlar oluşturur.



ŞEKİL 42 Doğal Vantilasyon Koridoru Örnekleri (Sentez Raporu 108)

Kaynak: İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022.

Rüzgâr koridorlarının bu potansiyelleri bir engelle karşılaşmadıkları sürece anlamlı ve faydalıdır. Doğasında olmayan bir yükselti kentte yapılarla oluşturulduğunda elbette hem esintilerin yönü hem şiddeti değişmektedir. Yüksek katlı yapılar kent içinde türbülans oluşturarak rüzgârı kesmektedir. Yazın kentsel ısı adası oluşumu, kışın hava kirliliği gibi sorunların baş göstermesine sebep olmaktadır. Maslak'taki gökdelenler, Bakırköy ve Kartal sahilindeki rezidanslar, İstanbul Finans Merkezi gibi yoğun kullanımlı alanlar meteorolojik değerlendirmeler yapılmadan kente uygulanmış projelerdir.

Şehrin meteorolojik verilerinin dikkate alınarak planlanması durumunda sadece kullanıcıların konforu sağlanmış olmaz. Yapıların enerji kullanımı da büyük ölçüde iklim faktörleriyle ilişkilidir. Yapının mimarisi, konumlanışı, kullanılan yapı malzemeleri ve yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu iklim koşullarına bağlıdır. İstanbul gibi mega projelerin, gökdelenlerin hâkim olduğu bir kent için geç kalınmış bir eleştiri "Çevresel etki değerlendirme diye bir şey var da meteorolojik etki değerlendirme ne yazık ki yok?"[25] olacaktır. İklim koşullarına uygun, az katlı, "rüzgâra rağmen" değil rüzgârdan maksimum verim alacak şekilde tasarlanan yapıların enerji tüketimini kontrol etmek de kolay olacaktır.

İSTANBUL'UN İKLİM TABANLI SORUNLARINA MÜDAHALE ÖNERİLERİ

İstanbul'un iklim tabanlı sorunlarıyla mücadele edilirken alınabilecek tüm önlem, planlama ve tasarım önerilerinden önce şunu belirtmek gerekir: İstanbul'un arz yönetimi yerine talep yönetimini destekleyen politikalara ihtiyacı vardır.[26] Bunu, ürün veya hizmet talebinin doğru analiz edilerek üretim planlamasının yapılması olarak açıklayabiliriz. Bu üretimi bir kent mobilyası üretim süreci olarak da ele alabiliriz, İstanbul'un suyunun tedarik edilmesi hizmeti olarak da. İstanbul'un nüfusu sebebiyle üzerinde oluşan baskı ve yaşadığı sorunlar doğrudan artan ihtiyaçların karşılanmasına yönelik talep yönetimin verimli planlanamaması ve uygulanamamasından kaynaklanmaktadır. Limitleri anlaşılmadan ve dikkate alınmadan tasarlanan bir kentte kent ekosisteminin bozulmalara uğraması kaçınılmazdır. Eğer ilişkilerin bağlantılarını kavrayarak, farkında olarak ve dengesini

25 https://www.aa.com.tr/tr/yasam/yuksek-binalar-istanbulun-havasini-bozuyor/705112.

26 Prof. Dr. Zinet Selmin Burak, "İstanbulda kentleşme ve su yönetimi" https://www.youtube.com/watch?v=OjnNypIUr20&ab_channel=%C4%B0stanbul%C3%9CniversitesiMimarl%C4%B1kFak%C3%BCltesi.

koruyarak yaşam sürmeye çalışırsak, bu ilişkileri daha kuvvetlendirmiş ve kenti karşılaşabileceği sorunlara karşı dirençli hâle getirmiş oluruz. Yeryüzü mekanizması bir bütün olarak işe yarıyorsa, onu oluşturan her parça işe yarar, bu parçayı anlasak da anlamasak da...[27] Bu noktada, ilk müdahalenin İstanbul'un taleplerinin azaltılması üzerinden kurgulanması gerekir. Bu ise kaçınılmaz bir şekilde nüfusun azaltılması demektir. Bunu sağlamanın ekonomik ve sosyal boyutları çalışmanın konusu olmamakla birlikte, ne yazık ki dengeli ilişkiler kurulamadığı için İstanbul'un er ya da geç bu noktaya sürükleneceğini düşünmek gerekir.

Taleplerin azaltılması bir kenara her geçen gün nüfusun tetikleyici girişimlerle artması kent ekosistemini yaralamaktadır. Bunun son örneklerinden biri olarak İstanbul Finans Merkezi'ni gösterebiliriz. Halihazırda trafik, nüfus yoğunluğu, hava kirliliği ve başarısız bi kentleşme örneği olan bölgeye (Ataşehir) eklenen "gökdelenler kampüsü"nün finansal açıdan İstanbul'a ne kadar değer katacağı zamanla görülebilir ancak inşa aşaması başladığı ilk andan itibaren çevresinde artan kiralar, yoğunlaşan nüfus, sıkışan trafik, kentin üzerine çöken hava kirliliği, rüzgâr geçişine izin vermeyen yapılaşma ve çarpık kentleşmedeki payı hızlıca görülebilir. Elbette İstanbul'un jeopolitik konumu, ticaret hacmi, sermaye hareketliliği gibi sebepler sanayi, üretim ve bankacılık gibi faaliyetleri bölgede toplamak için anlaşılabilir bir durum olsa da bu süreçlerin nasıl kurgulanacağı üzerine konuşmak gerekir. Kent ekosistemine etkisi olan, bir şekilde kentli yaşamını kolaylaştıran veya zorlaştıran her uygulama için tanımlanması gereken bir analiz süreci ve bir yaklaşım metodu olmalıdır. Bu noktada İstanbul'un kentleşme serüveninde iklim duyarlılığını dikkate alan ve kenti yaşanılabilir kılmak için uygulanabilecek müdahaleler şu şekilde gruplandırılmıştır: Kentin iklimlendirilmesi, su kaynaklarının akılcı kullanımı, hava kalitesinin artırılması ve yüksek enerji tüketiminin azaltılması.

Kentin İklimlendirilmesi

- İstanbul'un kaybedilen orman toprağı miktarı 32 bin hektara ulaşmıştır. Belgrad Ormanı'nın 5 bin 400 hektar olduğu düşünülürse bu korkunç bir kayıptır. İlk önlem son dönemdeki kentleşmeye açılan alanlar ve yeni projelerle çok daha fazla kayba uğrayan Kuzey Ormanları'nı korumak olmalıdır.
- Ormancılık dışı faaliyetler için tahsis edilen orman alanları, yeniden değerlendirme yoluna gidilerek gerçekçi ve sağduyulu bir analiz yapılma-

27 Aldo Leopold, http://www.uky.edu/OtherOrgs/AppalFor/Readings/leopold.pdf, thinking like a mountain, Şubat 2017.

lıdır. Ormanı orman olarak korumaktan daha anlamlı bir kamu yararı görülmediği takdirde kentleşme, maden, yol, havalimanı, baraj, enerji sektörü gibi uygulamalara açılmamalıdır. Örneğin Sultanbeyli ve Ümraniye ilçeleri bugün büyük ölçüde orman alanına kurulmuş yerleşim yerleridir. [28] Orman tahribatı birinci yönlü sorunken, bir de başarısız bir kentleşme planının ürünü olmaları kentin tüm limitlerini zorlamaktadır.

- Kaliteli bir yaşam alanı için kent çevresinin ormanlarla çevrili bir bariyerin içinde yer alması, sanayi gibi ağır kirletici üreten bölgelerden uzakta olması, kent içi açık ve yeşil ağ sistemiyle bölgelerin birbirine bağlanması gereklidir. Bu kentsel yeşil ağ sisteminin kaynakları parklar, konut bahçeleri, caddeler, yollar, ormanlar ve korular olabilir.
- Her ölçekten yeşil alan, bu ağ sisteminin kurgulanmasında rol oynar. Önemlilik derecesi sunduğu biyoçeşitlilikle ilgilidir. Basit bir yol kenarı bitkilendirmesi, ithal çiçeklerle yapılan bitki tarhları ya da su ve bakım ihtiyacı yüksek çim alan uygulamalarındansa, bir çok türün dönem dönem varlığını sergilediği, bir arada yaşadığı ya da rekabet ettiği, dışardan müdahale gerekmeksizin bir ekosistemin parçası olabildiği kırsal alan bitkilendirmesi kente estetiği biyoçeşitlilikle kazandıran önemli bir adımdır.
- İstanbul'un bugün orman alanı diye nitelendirdiği ağaçlandırılmış bölgeler aslında biyolojik çeşitlilik bakımından zayıf, sadece bakımlı birer park olarak tanımlanması daha doğru alanlardır. Bu alanlar tıpkı yol kenarı bitkilendirme alanları gibi bakım ihtiyacı yüksek ve desteksiz yaşam sürdüremeyecek şekilde kurgulanmaktadır. Oysaki zengin bir orman alt dokusu, kademeli bir bitkilendirme (yerörtücü-çalı-ağaççık-ağaç kombinasyonu) ve doğal tür zenginliği vurgulanan tasarımlarla kentin desteklenmesi ve doğa üzerine kurduğu baskının asgari düzeyde olması için çaba gösterilmesi gerekmektedir.
- Mevcut yeşil alanların, yetişkin ağaçlı bahçelerin, ağaçlandırılmış yolların ve caddelerin geçirimsiz yüzey miktarı düşük parkların korunması gereklidir. Buna ek olarak mevcut yeşil alan miktarı artırılmalıdır. Bu sürecin nasıl gerçekleşmesi gerektiği, çalışmanın önerdiği yöntemle anlatılmıştır (Bölüm 2). İklim verileri değerlendirmeye alınmadan, iklim simülasyonlarıyla tasarım öncesi yaşanan durum ve sonrasında yaşanacak durum analiz edil-

28 Cihan Erdönmez, "Türkiye'de Ormancılık Politikaları ve İstanbul Ormanları" içinde *Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifnden İstanbul ve Kuzey Ormanları*, der. Ünal Akkemik (İstanbul: Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, 2020), 110-119.

meden ve peyzaj karakter zonları belirlenmeden alınan her kararın başarısız olma ihtimali vardır. Mevcut bitkilendirilmiş alanların başarınımlarının değerlendirilmesinde ve yeni tasarlanacak alanlar için doğru kararlar üretilmesinde Bölüm 2'de bahsi geçen yaklaşımın uygulanması faydalı olacaktır.

- Yeşil alanların artırılması için önerilen yöntemler arasında son dönemlerde daha popüler hâle gelen çatı bahçeleri ve yeşil duvar uygulamaları vardır. Ancak bunlar kritik bir değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Kente gölge ve serinletme etkisi sağlayan ağaçların bile toplu sıcaklık düşürme etkisi ortalama 2-3 0 C, en fazla 7-8 0 C olarak bilinmektedir.[29] Bu şekilde bir kullanımda otsu bitkiler ya da çim yüzeylerden büyük çapta bir serinletme etkisi, hava kalitesi iyileşmesi beklenmesi ne derece mümkündür tartışılmalıdır. Örnek olarak 2021 yılında Thomas Heatherwerk'in stüdyosunun Shanghai'da dağ formundan esinlenerek tasarladığı teraslı ve yeşilliklerle kaplı "*1000 Trees*" adlı yapı gösterilebilir (Şekil 43). Bin yapısal sütun, binden fazla ağaç ve 250 bin bitkiyle tasarlanan yapının doğa ve bitki örtüsüyle daha iyi ilişki kurması ve bir ekosistem oluşturması hedeflenmiş olsa da ortaya konan maliyet hesabı, iklim krizi konusunda gerçek bir fayda sağlayıp sağlamadığının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.[30] UNSW (New South Wales Üniversitesi) Sydney Yapılı Çevre Okulu Bölüm Başkanı Philip Oldfield'in projenin çizimleri üzerinden yaptığı hesaba göre;

  > "Tipik bir ekim alanı ve kolon tepesinin yaklaşık 14 ton beton içerdiğini tahmin ediyorum (Şekil 44). Her bir kilogram beton üretimi için (Karbon ve Enerji Envanterine göre) 0.111 kilogram karbondioksit salımı yapılıyor. Bu, tek bir ekim alanının 1.554 kilogram karbondioksit eşdeğeri karbon ayak izi olacağı anlamına gelir. Bir ağacın emdiği karbondioksit miktarı dinamiktir ve çeşitli faktörlere bağlıdır, ancak ömrünün ilk 20 yılı için yılda 10 kilogram olarak tahmin edilebilir. Bu, bir ağaç tarafından emilen karbondioksitin, beton saksısının üretiminden yayılan karbondioksiti dengelemesinin yaklaşık 155 yıl alacağı anlamına geliyor (nakliye, inşaat, çelik korkuluklar, bakım, vb. kaynaklı emisyonları hariç)".[31]

29 Akkemik, Tolunay, Erdönmez, Atmış ve Kurdoğlu, "İstanbul'un Yeşil Alan Sorunları Çerçevesinde Yeşil Duvarların İrdelenmesi ve Öneriler."

30 E. Yavuz, Dikey Ormanlar: Beton Yapıları Yeşillendirmek Çevre İçin İyi Mi?, 2022. Erişim 31.02.2022 https://iklimgazetesi.com/dikey-ormanlar.

31 P. Oldfield, *We must do better than 1000 Trees*, 2022. Erişim 31.05.2022 https://www.dezeen.com/2022/01/14/we-must-do-better-than-1000-trees-philip-oldfield-opinion.

Bu hesaplama, bitki materyalinin sadece görsel amaçlara hizmet etmeye indirgendiğinde ortaya çıkardığı sonuç olarak değerlendirilmiş ve eleştirilerine sebep olmuştur. Yüksek maliyetlerle yol kenarındaki duvarların bitkilendirilmesinin, kent içinde beton yapımı devasa saksılarla bitki kullanımı çalışmalarının ve çatı bahçesine dönüşmesi için zemin katmanları maliyet isteyen projelerin üretilmesinin kent iklimini nasıl etkileyeceğinin iklim simülasyonları yapılarak tasarım ve planlama sürecinin yönetilmesi gerekir. Her fikri ve yaklaşımı baştan reddetmek ya da hiç eleştirmeden kabul etmek yerine teknolojinin ve bilimin bize sunduğu imkânlarla, veriler ışığında değerlendirmeye almak İstanbul'un planlaması için gösterilebilecek en doğru tavırdır.



ŞEKİL 43 Heatherwick Studio 1000 Trees Projesi

Kaynak: https://www.archdaily.com/975297/1000-trees-heatherwick-studio



ŞEKİL 44 Heatherwick Studio 1000 Trees Projesi'nde Kullanılan Kolonlar Üzerinde Yükselen Beton Saksılar

Kaynak: https://www.archdaily.com/975297/1000-trees-heatherwick-studio

- Başarılı bir çatı bahçesi tasarımı hem mimarlık ve peyzaj mimarlığı hem de mühendislik disiplinlerinin ortak ürünüdür. Çatının tasarımındaki erişim, mekanik unsurlar (baca, havalandırma, çanak vb.), bitkilerle mikro klima oluşturma, yapıya eklenen yük, karlı, yağmurlu ve güneşli havada oluşacak durumlar, alt katman malzemeleri, rüzgârın şiddeti, drenaj yöne-

timi, toprak durumu, bakım ve onarım süreçleri tasarımın en başında düşünülerek kâr zarar yapılmalıdır.[32]

- Her yeşil, nitelikli bir alan olarak tanımlanamayacağı için, bitki çeşitliliğini artıran ve kente kimlik kazandıran bitkilendirmeler tercih edilmelidir. Doğal türlerini kullanmak ve endemik türlerin tanınırlığını artırmak, peyzaj projelerinde doğal ve endemik tür kullanımını yaygınlaştırmak, bunu destekleyen üretim çalışmalarına bütçe ayırmak, kullanım politikaları geliştirmek, tehlike altındaki türleri bulunduğu bölgede korumaya çalışmak gereklidir.

Su Kaynaklarının Akılcı Kullanımı

- İstanbul'un yoğun nüfusu ve suya olan ihtiyacının günden güne artması ama kaynaklarının azalması sebebiyle arazi kullanım planlaması ve kentsel su yönetiminin entegre olması gerekir. Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine dair bir yaklaşım gerekir. Bu ancak tüm İstanbul'u bir su havzası olarak kabul etmek ve su master planı oluşturmakla mümkün olacaktır.
- Dünya Bankası (World Bank) raporlarına göre, kentlerin sürdürülebilirliği için gerekli yüksek kalitede içme ve kullanım suları özel korunmuş alanlardan ve ormanlardan elde edilmektedir.[33] Orman ekosisteminin varlığı, taban sularının varlığına; içme suyu kaynaklarının kalite ve miktarı ise orman ekosisteminin varlığına bağlıdır. Bunlardan birinin azalması veya yok olması, sürecin hızına bağlı olarak orta ve uzun vadede diğerini de ortadan kaldırır. Bu sebeple orman varlığı suyun varlığına, suyun düzenliliği ve sürekliliği de ormanın varlığına bağlıdır. Bu noktada İstanbul'un su kaynaklarının kullanımında ilk adım orman varlığını korumak ve beslemeye çalışmak olmalıdır. Oldukça tahrip olmuş Kuzey Ormanları odaklanılması gereken yerlerdendir.
- İstanbul'un 2020 yılındaki nüfusunun 16,5 milyon kişi ve toplam su ihtiyacının 2,19 milyon m^3/yıl, 2030 yılında nüfusun 17,7 milyon kişi ve toplam su ihtiyacının 2,673 milyon m^3/yıl ve 2040 yılında nüfusun 18,7 milyon kişi ve toplam su ihtiyacının ise 3,253 milyon m^3/yıl olarak tahmin edilmiştir.[34] Ancak çoktan 2021 yılında 17 milyonu geçmiş bir nüfusla karşı

32 Hayriye Eşbah Tunçay, *Suya Duyarlı Şehirler* (İstanbul: Türkiye Su Enstitüsü (SUEN), 2021).

33 Şahin Abbas, "İstanbul ve Çevresinin Orman Varlığı" içinde İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları derleyen Ünal Akkemik (İstanbul: Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul. 2020), 24-52.

34 Şahin Abbas, "İstanbul ve Çevresinin Orman Varlığı", 24-52.

karşıya kalınmıştır. Artık 2060'ta suyun yetersiz kalacağı ve yoksunluk dönemine girileceği öngörüleri netlik kazanmış ve yeni projeler ortaya atılmıştır. İstanbul'un bir türlü durdurulamayan nüfus artışı Küçükçekmece, Büyükçekmece ve Terkos göllerinin yetmemesine sebep olmuştur. Daha sonra su havzalarında ve akarsular üzerinde yeni barajlar (Alibeyköy Barajı, Ömerli Barajı, Darlık Barajı, Elmalı Barajı, Sazlıdere Barajı, Istranca dereleri üzerindeki barajlar) kurulmuştur. İl sınırı içinde yer alan bu su havzaları da yetmeyince İstanbul'a Büyük İstanbul Su Temin Projesi adıyla başlatılan proje ile 450 km uzunluğunda 38 bin km^2 genişliğinde bir alanın (Düzce'den Bulgaristan sınırına kadar) su kaynakları İstanbul'a aktarılmak üzere, Melen Çayı üzerine baraj kurulmuştur. Bu baraj İstanbul'a yaklaşık 170 km uzaklıkta, Düzce il sınırı içinde yer almaktadır. Bir kentin kendi su kaynaklarının yetersiz kalması ve bir başka bölgenin kaynaklarını kullanma zorunluluğuna girmesi arz ve talep yönetim dengesinin sağlanamadığının apaçık göstergesidir. Sorunların çözümünün, azaltılması gereken nüfusken "içme suyu tedarik sorunu"na dönüşmesi ve oldukça maliyetli bir çözüm getirilmesi kısa vadede çözüm üretebilir ancak yeni problemlerle karşımıza çıkması kaçınılmazdır. Bu noktada bir de yapılması planlanan Kanal İstanbul projesiyle yok olması çoktan göze alınmış Sazlıdere Barajı'na (İstanbul'un çok düşük bir oranda da olsa su ihtiyacını karşılamaktadır) dikkat çekmek gerekir. İstanbul, içinde bulunduğu durum itibarıyla Melen'den gelecek suya güvenerek Sazlıdere'yi yok sayma lüksü olmayan bir şehirdir.

- İstanbul'da yağmur suyu ve atık suyun tamamen ayrışması için ayrık sistem kanalizasyona tamamen geçiş yapılması gereklidir. Bu yaklaşım yeni bir fikir olmamakla birlikte eskiden döşenen kanallarda kaçakların olduğu bilinmektedir. 1956-1966'da Kehr Projesi İstanbul için bir kanalizasyon projesi olarak geliştirilmiştir. Ayrık kanalizasyon sitemi, ileri çamur arıtımı ve Boğaz'da atık suyun fiziksel arıtımı ve deniz deşarjı, Marmara Denizi'nde ise fiziksel arıtmadan sonra atık suyun yüzey sularına deşarjı öngörülmüştür. Kehr'in çalışmalarında teklif edilen iki kolektörle suların toplanması ve biyolojik tasfiyeden geçirilmesi ana hatlarıyla bugün de benimsenmektedir.[35] 1966-1972 yıllarında DAMOC tarafından hazırlanan İstanbul Su ve Kanalizasyon Master Planı ve Fizibilite Raporu'nda ise su temini için kaynaklara yönelik tadilat ve düzenlemeler öne-

35 Mehmet Karpuzcu, İstanbul Kanalizasyon Projesi Hakkında, Türkiye İnşaat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, tarih bilinmiyor. https://eski.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13670.pdf.

rilmiş ve İSKİ gibi bir kurumun gerekliliği belirtilerek İSKİ'nin kuruluşuna (1980) rehberlik etmiştir.[36] Bugün ise yağmur yağınca kokan dereler, kirlenen kıyının sebebi ayrık sistem kanalizasyonunda yaşanan kaçaklardır. İsrail'in su kaçağı miktarı %3'tür. İstanbul'da şebekeden kaynaklanan su kaçakları ise %30 civarındadır.[37] Bu kaçaklar minimum bir düzeye indirilmeli ve su duyarlığı artırılmalıdır.

- Diğer bir taraftan bu sistemin topladığı atık suların atıksu arıtma tesislerinde ayrıştırılması ve bir su kaynağı olarak görülerek döndüye dahil edilmesi gerekmektedir. Yağmur sularının ayrışması hem içme suyu hem de diğer temiz su ihtiyaçları için kullanılabilmektedir. Evsel atık sularının ayrışması ise yeniden dönüştürülmesi doğal su kaynaklarının kalitesindeki artışın sağlanmasında rol oynar.
- Hiç birleşik sistem kanalizasyonun kalmaması atıksu arıtma tesislerine gelecek su miktarını da azaltacağı için daha az enerji ile yağmur suyu hasadı yapılmış olacak ve içme suyunun bir kısmı bu dönüşümden sağlanmış olacaktır.
- Suyun devamlılığının sağlanması için sadece yapılarda değil kent içinde yeşil alanlarda da yağmur suyu hasadı yöntemlerinin geliştirilmiş olması gereklidir. Bunun için topografyayı çözmek, drenaj planlarıyla suyu toparlamak, belirli depolama sistemleriyle suyu depolamak, toprak ve bitki materyalini tanımak ve suya hassas bir yaklaşım bilincinde olmak gerekir (Şekil 45).[38] Bunun için;

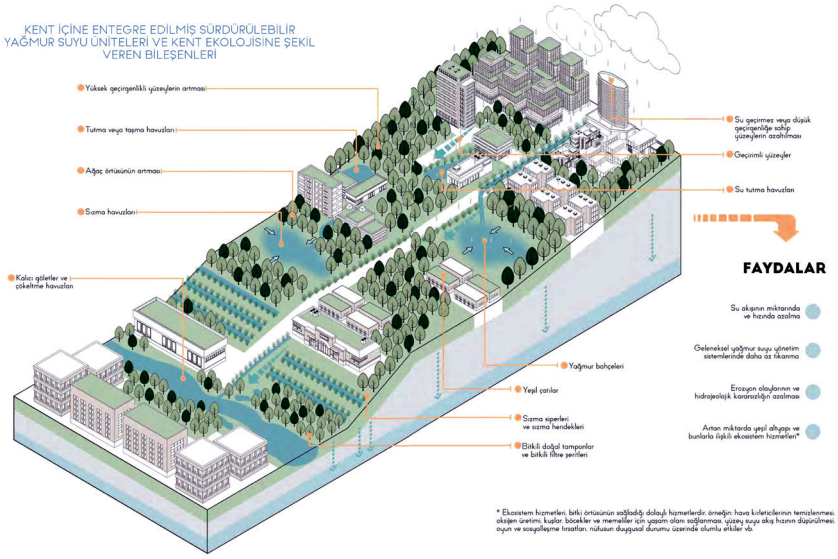
    1. Yüzey akışının iyi bir kaynak olduğunu bilmek ve kullanmak gerekir. Su tutma havuzları, yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, sızma hendekleri, tampon bitki bölgeleri, göletler, geçirimli yüzey kaplamaları, çatı bahçeleri suyun yüzey akışına geçmesi için önemlidir.
    2. Yağmur suyunu yüzeyde tutabilmek için bitkinin su tutma kapasitesini bilmek gerekir. Sadece suyun toprak ve bitki tarafından emilimi değil toprağa inişinin de gecikmesi önemlidir. Özellikle sel felaketlerine karşı zaman kazandıran bir uygulamadır. Bu da toprak üstü örtü varlığı -özellikle olgun ağaçların varlığı- ile ilgilidir. Bir adet olgun herdem yeşil ağaç yılda yaklaşık 15 m^3 suyu tutar/engeller/geciktirir. 1 adet yaprak döken ağaç ise 2.87 m^3 suyu tutar.[39]

36 İlker İzer, İstanbul'un su ve Kanalizasyon Sorunları, tarih bilinmiyor. https://eskivan.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/891.pdf,

37 Orhan Koçak, *Ana Hatları* İle *İstanbul'un Su Sorunları ve Çözüm Önerileri*, tarih bilinmiyor. https://web.itu.edu.tr/~kkocak/istanbul_su_sorunu.htm.

38 Tunçay, *Suya Duyarlı Şehirler,* 87-88.

39 Tunçay, *Suya Duyarlı Şehirler,* 10.



ŞEKİL 45 Yağmur Suyu Hasadı

Kaynak: Hayriye Eşbah Tunçay, *Suya Duyarlı Şehirler* (İstanbul: Türkiye Su Enstitüsü (SUEN), 2021), 87-88.

- Kent içinde buharlaşmanın desteklenmesi yağış miktarında ve dolayısıyla su miktarındaki artışlara sebep olabilir. Ancak yapay yollarla artırılan su yüzeyleri sıcaklık artışından kaynaklı buharlaşmayla su kaybetmektedir. Bu miktarlar artan lüks konutların geniş su yüzeyleri kullanmasıyla, kent içindeki süs havuzlarının artması ve rekreatif faaliyetler için yapay göllerin oluşturulmasıyla artmaktadır. İstanbul'un bu miktarlarda suyu kaybetme seçeneği olmadığı için yerel yönetimlerin su tüketimini artıracak her projeyi denetime tabi tutması gerekmektedir.
- Derelerin beton kanallar içine alınması yanlışı üzerine yapılan bir çok çalışma ne kadar yükseltilmiş duvarlara hapsedilmeye çalışılırsa çalışılsın, toprakla bağı kesilen suyun önünde durulamayacağını göstermiştir. İstanbul'un derelerinin koridorları beton duvarlardan arındırılarak doğa tabanlı çözümler uygulanmalıdır. Teraslandırılmış bitkilerle, oluşturulan tampon bölgelerle ve taşkın sınırında yer almayan yapılarla sel baskınlarının önüne geçilmelidir.[40]

40 Tunçay, *Suya Duyarlı Şehirler,* 14.

- Bitki materyali seçiminde İstanbul'un doğal ve endemik türleri tercih edilerek su tüketim miktarı azaltılabilir. Bu türler o bölgeye uyum sağlamış, ekosistem içinde yer edinmiş ve orada olmaktan memnun olan, kanaatkâr ve devamlılıklarını desteksiz bir şekilde sağlayabilen türlerdir. Kamusal alanlarda, yoğun bitkilendirme gereksinimi olan alanlar da ise su ihtiyacı düşük, mümkünse kurakçıl peyzaj bitkileri tercih edilmelidir. İstanbul'un farklı bölgeleri farklı iklim ve peyzaj karakteri özellikleri gösterdiği için her alan için özel koşullar tanımlanmalı ve türler o noktanın ekstrem değerlerine göre seçilmelidir.
- Büyük ölçekte su master planı oluşturulması gerekliliği ile birlikte daha küçük ölçekli peyzaj projelerinde projeye özgü bir sulama planı çıkarılması gereklidir. Her bitkinin su ihtiyacı ve toprağın su emme kapasitesi farklı olduğu için suyun akılcı kullanımının sağlanması ve tasarruf edilebilmesi için özel sulama planlarına ihtiyaç vardır. Bu da öncelikle projenin su ihtiyacının hesaplanması ile mümkündür.
- Kent içinde yapısal çözümlerin geçirimli malzemelerle tasarlanması, suyun yeraltı sularına karışması ve bir depoda toplanıp arıtılması gibi faydalar sağlar. Bu noktada ilerleyen teknolojik gelişimler başarılı yapısal malzeme çözümleri sunmaktadır. İstanbul'da asfalt ve beton yerine su geçirgen malzemelerin kullanılması, bu sayede yağmur suyunun doğrudan toprakla temas etmesi ve yer altına sızmasının sağlanması önemli bir öneridir.

Hava Kalitesinin Artırılması ve Yüksek Enerji Tüketiminin Azaltılması

- İstanbul'un hava koridorları binalar ve gökdelenlerle çok zamandır kesintiye uğramış durumdadır. Kıyı kentlerinde cadde ve sokakların bile denize dik olarak planlanması ve denizden gelen havanın kentin içine akışının sağlanması eskide kalmıştır. Mevcut durumda bunun aşılması pek mümkün gözükmemektedir. Bu noktadan sonra İstanbul'a yeni bir hava sirkülasyonunu kesen gökdelen yükü yüklememek en doğru karar olacaktır.
- Bununla birlikte yeni yapılacak mecburi yapıların nasıl jeolojik zemin etüdü yapılıyorsa, aynı şekilde **"iklim değerlendirme etüdü**"ne tabi tutulması gereklidir. Yapının kentsel ısı adasına olan etkisini, hava koridoru üzerinde kalıp kalmadığını, rüzgârı nereye ve ne şiddette yönlendirdiğini analiz eden iklim simülasyonları yapılmalı ve planlama sürecinde avantajları ve dezavantajları değerlendirilmelidir.

- Kentin rüzgâr yolunun kesintiye uğradığı yerlerde yeşil alanlar önerilerek yeşil koridor vasıtasıyla istenen bölgeye aktarılabilir. Açık yeşil alanların, parkların ve su yollarının korunması rüzgâr koridorlarını oluşturabilir ve doğal sirkülasyonu teşvik edebilir.
- Yapıların rüzgâr ve güneş enerjisinden maksimum verim sağlayacak şekilde tasarlanması enerji verimliliği bağlamında önemlidir. Bunun için yapı cepheleri, konumlanışları, dış mekânla kurduğu ilişki, bitki materyali ile etkileşimi önemlidir.
- Yeni ve yüksek bir yapılaşma söz konusu ise (İstanbul için söz konusu olmamalıdır) yapı, rüzgâr hızını ayarlayan cephedeki mimari hareketlerle, rüzgârı yakalamak için yüksek noktalarda kullanılan kule, yakalayıcı, kepçe gibi mimari elemanlarla, yapı içinde yalıtımı sağlayan karşılıklı cephe boşluklarıyla, havalanma sistemi için baca ve atrium alanlarıyla tasarlanmalıdır.[41]
- Mevcut gökdelenlerin ve yapıların rüzgâr koridoru üzerine konumlanışını telafi edecek bir yöntem olmasa da mevcut yapılara eklenebilecek rüzgâr türbinleri ile enerji ihtiyacının bir kısmı sağlanabilir.
- Yeni teknoloji malzemelerle yapı tasarımları entegre edilerek enerji verimliliği sağlanabilir. Solar enerjiyi depolayan tekstil cephe kaplamaları yaygınlaştırılabilir.

41 https://yapidergisi.com/ruzgari-yakalayan-binalar/

SONUÇ

Kentleşme ve iklim değişikliği ilişkisinin daha iyi okunabilmesi için yapılan çalışmalarda gelecek öngörüleri önemli bir yere sahiptir. 2012 yılında yapılan nüfus ve kentleşme öngörü çalışmasına göre, 2050 yılında öngörülen nüfusun %67'sinin kentsel alanlarda yaşaması beklenmektedir.[1] Bir başka öngörü denemesinde, 1990'da 10 mega kente sahip dünyanın, 2030 yılında kırk üç mega kente sahip olacağı ve yapılaşmanın gelişmekte olan ülkelerde üç kat, gelişmiş ülkelerde iki buçuk kat artış göstereceği öngörülmektedir.[2] Bundan dolayı, kentlerde mevcut yapıların dayanıklı hâle getirilmesi, yeni yapılaşacak alanlarınsa iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edebilecek güçte tasarlanması gerekmektedir. Bu noktadaki çalışmaların başarısı, kentsel alanlarda iklim değişikliğine uyum ve sera gazı azaltımı kararlarının başarısıyla doğru orantılıdır.[3] Sürdürülebilir bir kente ulaşmak için sıfır karbonlu bir gelişim planlamak, enerjiyi verimli kullanmak gibi pek çok unsurun bir arada olduğu hedefler belirlenmelidir. Kent metabolizmasının desteklenmesi konusunda; karbon emisyonunun azaltımında uygun teknolojilerin kullanılması, plansız kentsel yayılmanın önüne geçilmesi, kentsel yeşil alan miktarının arttırılması ve kentlerde doğal ve doğaya uyumlu olanın seçilmesi önemli stratejilerdir.[4]

1 UN-DESA, United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision, 2012.

2 S. Angel, S. Sheppar, ve D. Civco, *The dynamics of global urban expansion* (Washington: Department of Transport and Urban Development, The World Bank, 2005).

3 Tuğaç, *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler*.

4 UN-HABITAT for a Better Urban Future, 2022. Erişim 12.03.2022. https://unhabitat.org/un-habitats-strategic-plan-2014-2019.

İklim, kentsel tasarım ve gelişim planlarında önemli bir sınırlayıcıdır. Bu nedenle mevcut kentler ve yeni gelişecek kentsel alanların planlanması yapılırken, iklim bileşenlerinin (sıcaklık, basınç, rüzgâr, yağış ve nem, güneşlenme, bulutluluk) hangi oranlarda bir araya gelerek alanın doğal iklim yapısını oluşturduklarına dikkat edilmesi gerekir.[5] Kentteki açık ve yeşil alanların, iklimi iyileştirme ve mikro klima oluşturma etkileri, kent yaşamı ve kentin iklim denetiminin sağlanması açısından önemlidir.

Yapılaşmasını tamamlamış yoğun kentsel alanlarda, geniş alanlara sahip, yeni açık ve yeşil alanlar önerilmesi mümkün olmadığı için, olası tüm olanaklarla yeşil alanların arttırılması önerilir. Bina çatıları ve cephelerinde uygulanan yeşil alanlar, yol kenarları ağaçlandırmaları potansiyel yeşil alan kazançları olarak görülür.[6] Gill vd.'ne göre kentleşmeyle artan kent içi sıcaklıklarla mücadele stratejisi; özel bahçelerde, kamu alanlarında ve cadde kenarlarında mevcut yeşil alanları korumak ve mümkün olduğunca zenginleştirmek olarak belirtilmiştir.[7] Önceliğin yeşilden yoksun ve nüfusun yoğun olduğu bölgelere verilmesi ise bir diğer stratejidir. Birçok gelişmiş ülke, yeşil çatı uygulamalarını yasalarla zorunlu hâle getirmiştir. İsviçre'de, yeni yapılacak yapı alanı kadar yeşil çatı bahçesi yapılması, eski binaların ise çatı alanının %20'si kadarının yeşillendirilmesi mecburiyeti vardır. Benzer şekilde Tokyo'da 1000 m^2'den büyük çatı alanına sahip yapının en az % 20'sinin yeşillendirilmesi zorunlu tutulmaktadır.[8] Bina çatı ve cepheleri bitkilerle zenginleştirilerek tasarlanan dikey ormanlar ve yeşil çatı bahçeleri, kentsel alanlarda iklim krizine çözüm katkıları sunmayı hedefliyor olsa da; bazı görüşler, bu ağırlığı taşıması için geliştirilen çözümlerin yararları minimize ettiğini belirtmektedir.[9] Bu noktada, dikey ormanlarda ve çatı/kat bahçelerinde kullanılan bitkisel materyalin, yapıyla beraber yeni bir ekosistem olarak tasarlanmasının iklim krizine yönelik çözüm sunup sunamayacağının değerlendirilmesi gerekir. Bu değerlendirmeler ise ancak tasarım süreci başlamadan yapılacak kapsamlı veri toplama, analiz etme ve mikro iklim simülasyonları oluşturma yöntemleri ile anlamlı sonuç verebilir.

5 Yalçın Memlük, "Ankara Kenti Yakın Çevresi İklimini Olusturan Etmenlerin Kentsel Yerlesimler Yönünden Değerlendirmesi Üzerine Bir Arastırma", Doçentlik tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 1982.

6 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

7 S. Gill, J. Handley, A. Ennos, ve S. Pauleit, "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure." Built Environment 33(1) (2007): 115-133.

8 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

9 Yavuz ve Eminağaoğlu, "Artvin Kentinde Yeşil Alanların Yeterlilik Bakımından İrdelenmesi."

Diğer taraftan, henüz gelişme sürecini tamamlamamış ya da ortasında olan kentlerde ise, yoğun yapılaşma ve karbon salınımı sebepli sıcaklık artışı deneyimlerinin getirdiği sonuçlar değerlendirilerek benzer hataların yapılmaması önerilmektedir. Bu hatalardan pay çıkarabilen gelişmekte olan ülkeler, sadece binaların ve yakın çevresinin bitkilendirilmesi gibi sınırlı ve etkinliği daha az olan çözümlere bağlı kalmamaktadır. En başında, kent ve kenti çevreleyen doğal bitki örtüsünü koruyarak, kentte hava akımını sağlayacak olan kentsel açık ve yeşil ağ sistemini kurarak, uygun iklim koşullarını sağlayacak form ve yükseklikte yapılar tasarlayarak ve iklime uygun bitkilendirme çalışmaları yaparak sağlıklı ve yaşanabilir kent önerileri getirmektedirler.[10]

Bu noktada bitkisel tasarımın; sistematik, başlangıçtan itibaren tasarım sürecinin bütünü içinde ve tasarımı tamamlayacak ve anlamlandıracak şekilde gelişmesi gereken, nesnel ve öznel bilgilerin kombinasyonuna dayalı, mantıklı ve ardışık kararların ürünü bir iş olduğunu söylemek gerekir.[11] İyi bir peyzaj tasarımında bütün canlı organizmalar sağlığı korur, iyileşir ve canlı bir yaşam ortamı oluşur. Başarılı ve sürdürülebilir bir peyzaj tasarımı bölgeyi, ülkeyi hatta dünyayı etkileyen büyük çevresel sorunları dikkate almak zorundadır.[12] İklim değişikliği ve sonuçlarıyla mücadele edilirken, tasarımda bitkilere düşen roller kapsamında; etkin enerji kullanımı, su tüketiminin azaltılması ve bakım masraflarının düşürülmesi gibi yaklaşımlar, dayanıklı ve sürdürülebilir çevre oluşturmada önemli olmaktadır. İklim duyarlı bitkisel tasarım, sadece bitkilerin ekolojik koşullara uygun seçilmiş olması ya da tasarımda ihtiyaca yönelik doğru kullanımların sağlanmasıyla yeterli başarıya ulaşamaz. Kapsayıcı hedefler doğrultusunda oluşturulması gereken, hem bitki-iklim ilişkisi hem de bitki-kullanıcı ilişkisini gözetmesi beklenen bir sürecin ürünü olmalıdır.

İklimsel ve yapısal özellikleri sebebiyle kompleks bir yapıda olan İstanbul bir çok parametrenin etkisinde kalan bir şehirdir. Bu sebeple planlama ve tasarım süreçlerinde bütünsel değerlendirmeye tabi tutulması oldukça zordur. Bu noktada yapılacak olan çalışmaların ölçeği, alanın ve uygulanacak yöntemin seçimi önem kazanmaktadır. Bu durum mikro ölçekli etki analizlerinin değerlendirilmesi ile kolaylaşmaktadır. Kentsel etkilerin mikro ölçekte doğru açıklanabilmesi, ancak

10 Şimşek ve Şengezer, "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi", 116-128.

11 Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*, 96-100.

12 Pete Melby, Tom Cathcart, *Regenerative Design Techniques: Practical Applications in Landscape Design*. (New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002).

bazı değişkenlerin sabitlenmesiyle gerçekleşebilir.[13] Bu çalışmayla İstanbul'da yeşil alan müdahale biçimlerine mikro ekolojik sürdürülebilirlik bağlamında bir öneri getirilmeye çalışılmıştır. Kent ekosisteminin kurgulanmasındaki adımlardan biri olan peyzaj tasarımında bitki seçimi ve kullanımı üzerinde çalışılmıştır. İstanbul'un önerilen yaklaşım ile analiz edilmesi neticesinde ekolojik koşullara uygun bitki türlerinin seçilmesi ve bitki-kullanıcı ihtiyaçlarının karşılıklı olarak sağlanacağı yerleşim planının oluşturulması sağlanmış olacaktır. Tasarımda hangi bitki türünün seçilip, hangi bölgede ve ne amaçla kullanılacağı sorularına çözüm getirilmesi amacıyla yola çıkan çalışmada, iklim tasarım parametrelerinin belirlenmesi ve iklim sınırlayıcılarının tanımlanması işlerini gündeme almıştır. Tasarımcı tarafından süreç sonunda üretilecek stratejilerin ise "Bitki Yerleşim İlkeleri" ve "Tür Seçim İlkeleri" olarak iki yönlü değerlendirilmesi önerilmiştir. Bu doğrultuda İstanbul'un iklim duyarlı bitkisel peyzaj tasarımı için önerilen süreci özetleyecek olursak;

1. Bitki yerleşim ilkeleri, iklim bileşenlerinin sınırlayıcılığında ele alınacaktır. İlk olarak iklim bileşenlerinden sıcaklık, yağış, rüzgâr ve güneşlenme verileri dikkate alınmalıdır. Her bölge, sıcaklık sınırları, mevsimsel güneş açıları, rüzgâr yönü ve şiddeti, yağış şekli ve miktarı, nem durumu ve güneşli gün sayısı gibi bir çok iklimsel koşulla tanımlanır. Bu sebeple tasarımda sınırlayıcı olan iklim bileşenleri, farklılaşan her alan için özgün değerlendirmeler yapmayı gerektirir. Seçilen çalışma alanına ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden saatlik meteorolojik ölçümlerin alınması; aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri, sıcaklık ortalaması en yüksek ayın en yüksek sıcaklıktaki günü, sıcaklık ortalaması en düşük ayın en düşük sıcaklıktaki günü ve 30 ^{0}C'nin üstündeki gün sayısı bilgilerinin tespiti sağlanmalıdır. Elde edilen sayısal veriler, yükselti temelli formüllerle (Sıcaklık: Lapse Rate Formülü, Yağış: Schereiber Formülü) haritalaştırılarak mekânsal veriye dönüştürülmelidir. İl bazında rüzgâr ve güneşlenme verileri elde edilerek hâkim rüzgâr yönü, aylık ve yıllık güneşlenme süreleri ile vejetasyon başlangıcı, donlu gün tarihlerinin tespiti yapılmalıdır.
2. Kent topografyası, mevcut yapılar, yeşil alanlar, yollar ve alan sınırları verileri bir araya getirilerek mekânsal veriye dönüştürülmelidir. Oluşturulan mekânsal verilerle iklim verilerinin çakıştırılması ile kentin ya da bölgenin kentsel iklim haritası oluşturulmuş olur. Bu sayede planlama ve

13 Çağdaş Kuşçu Şimşek, "Orta Ölçekli Parkların Mikro İklimsel Etki Alanlarının Araştırılması: Gezi Parkı, Maçka Parkı Ve Serencebey Parkı Örneği." METU JFA 33, no.2 (2016).

tasarım sürecinde bölgelere özel planlama stratejilerinin geliştirilmesi ve en üst ölçekten en alt ölçeğe kadar kent ile ilgili sorunların çözülmesine olanak sağlamış olur.

3. Diğer bir taraftan peyzaj karakterini oluşturan toprak, jeoloji, hidroloji, bitki örtüsü, topografya, sosyo-kültürel peyzaj özellikleri gibi verilerin de bir araya getirilmesi gerekir. Peyzaj karakter verileri ile birleştirilen mekânsallaştırılmış meteorolojik veriler ve diğer mekânsal veriler, peyzaj karakter zonlarının belirlenmesi sağlayacaktır. Peyzaj karakter zonları belirgin ekolojik farklar yaratarak peyzaj çeşitliliğine sahip olan alanlarda gözlemlenebilir. Bir kentin tamamı ya da bir akarsu havzası boyunca farklı peyzaj çeşitliliğe sahip alanlar oluşabileceği için böyle bir zonlama yapılması uygun olur. Ancak küçük ölçekli alanlarda böyle bir farklılık gözlemlenmeyebilir.
4. Eş zamanlı olarak bitki seçim sürecinin belirleyici ve sınırlayıcı diğer etmenlerini oluşturan bitkilerin sıcağa ve soğuğa dayanıklılık zonları, ekolojik istekleri, doğal tür olma durumları ve bitki-yapı ilişkisi de sürece dahil edilmelidir. Bunun için seçilen alanda var olan her bir tür için bitki sıcağa-soğuğa dayanıklılık zonu, orijin bilgisi ve ekolojik istekleri (ışık, su, toprak) içeren bir bitki listesi oluşturulmalıdır.
5. Mikro iklim simülasyonu üretebilen bir yazılımla (Envi-Met vb.) mevcut durumdaki kentsel ısı adalarının ve hava koridorlarının tespiti yapılmalıdır. Tasarım aşamasında ise önerilen tasarımla ortaya çıkabilecek etkinin simüle edilmesi ve mevcut durum ile kıyaslama yapılması önerilir. Mikro iklim yazılımı kullanılmadığı durumlarda ise 3 boyutlu programların (Sketch-up, Lumion, 3DsMax vb.) desteği ile 3D model üretilerek güneş-gölge ilişkisi yorumlanabilir. Analiz süreci tamamlandığında peyzaj karakter zonlarına ve iklim simülasyonu sonuçlarına göre planlamaya yön vermesi beklenen bitki yerleşim ilkeleri ve tür seçim ilkeleri oluşturulmalıdır.

Bu yaklaşımı İstanbul üzerinde çalışacak tasarımcılar nezdinde bir **"yeşil alan müdahale biçimi önerisi"** olarak kabul görmesi, mevcut ekosistemlerin korunması, inşa edilmiş mekânların iyileştirilmesi, kaybolan ve hasar gören dokuların yeniden kurgulanması için önemli bir adımdır. İklimi ve ekolojik dengeyi önceleyen projelerin geliştirilebilmesi, iklim değişikliği üzerinde düşünme, fikir üretme, farkındalık oluşturma ve yenilikçi projelerle sürece katkı sağlama ile mümkün olacaktır.

Son Söz

Bir tasarım yaklaşımı olarak ortaya konulan bu kitap ile kent ekosisteminin kurgulanmasında yeşil alanlara nasıl müdahale edileceğine dair fikirler geliştirilmeye çalışılmıştır. Mikro ekolojik sürdürülebilirlik bağlamında İstanbul'un yeşil alan müdahale biçimleri için bir analiz süreci önerilmiştir. Tüm çalışma neticesinde gelinen son noktada şunları söylemek önemlidir:

- Kentin iklime göre planlanması hayatidir.
- Veriler işlenerek ve analiz edilerek bilgiye dönüşür.
- Kentin tasarım kararları gerçek bilgilere dayanmalıdır.
- Korumak önemli bir tasarım kararıdır.
- Tasarım, yaptıklarımız kadar yapmadıklarımız ve koruduklarımızla anlamlıdır.

KAYNAKÇA

Kitap

Abbas, Şahin. "İstanbul ve Çevresinin Orman Varlığı" içinde İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifinden İstanbul ve Kuzey Ormanları derleyen Ünal Akkemik, 24-52. İstanbul: Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, İstanbul. 2020.

Abdel, W. *Enviromental Planning & Designing For Green Public Spaces In Cities*. Beirut: Dar El-Maaref Publisher, 1989.

Ahern, Jack. *Green Infrastructure for Cities: the Spatial Dimension.* Cities Of The Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management, derleyen Vladimir Novotny ve Paul Brown, 265-283. London: IWA Publishing, 2007.

Angel, S., S. Sheppar, ve D. Civco. *The dynamics of global urban expansion*. Washington: Department of Transport and Urban Development, The World Bank, 2005.

Atalay, İ. *Türkiye Vejetasyon Coğrafyası*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1994.

Barış, M. Emin. "Kurakçıl Peyzaj "Xeriscape", İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar", İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar. Doğal Bitkilerle İklim Dostu Çankaya Parkları Projesi Eğitim Kitapçığı içinde, der. Ö. Algedik, Ü. Duman Y., Z. Dilaver ve E. M. Barış, 55-89. Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014.

Benedict, M. A. ve McMahon, E. T. *Why Green Infrastructure? Linking Landscapes And Communities.* Washington: Island Press, 2012

Booth, N. ve J. Hiss, *Residential Landscape*. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008.

Cook, Robert E. *Do Landscapes Learn? Ecology's New Paradigm and Design in Landscape Architecture.* Projective Ecologies, derleyen Chris Reed ve Nina Marie Lister. Harvard University Graduate School of Design, 2020.

Çiçek İhsan. İklim Değişikliği, Küresel Isınma ve Şehir Adası. Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri, derleyen Mehmet Somuncu, 117-139. Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 2016.

Demirbaş, S. ve Özdemir, G. İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle *Sürdülebilir Uygulamalar*. Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014.

Dönmez, Y. *Bitki Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1985.

Efe, Recep., İsa Cürebal ve Carmen Bizzarri. *Environment and Ecology at The Beginning of 21st Century.* Sofya: St.Kliment Ohridski University Press, 2015.

Erdönmez, Cihan "Türkiye'de Ormancılık Politikaları ve İstanbul Ormanları" içinde *Ekosistem, İklim ve Kentsel Büyüme Perspektifnden İstanbul ve Kuzey Ormanları*, derleyen Ünal Akkemik, 110-119. İstanbul: Türkiye Ormancılar Derneği Yayın No:50, Marmara Şubesi Yayın No: 4, 2020.

Erinç, Sırrı. *Planlamada İklime Müdahale: İmkanlar ve Metodlar.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1961.

Erinç, Sırrı. *Klimatoloji ve Metotları*. İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım, 1996.

Erol, Oğuz . *Genel Klimatoloji* . Ankara: Gazi Büro Kitabevi, 1993.

Firehock, Karen. *Strategic Green Infrastructure Planning: a Multi-scale Approach*. Washington: Island Press, 2015.

Forman, T. Richard. *Urban Ecology Science of Cities*. New York: Cambridge University Press, 2014.

Güngördü, M. *Marmara Bölgesi'nin Bitki Coğrafyası.* İstanbul: İ.Ü. Yayınları, 1999.

Hellmund, Paul C. ve Daniel Somers Smith, *Designing Greenways: Sustainable Landscapes for Nature and People*. Washington: Island Press, 2013.

Hepcan, C. Çiğdem. *Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri.* Ankara: Weglobal Danışmanlık, 2019.

Kramer, J. Paul ve Theodore T. Kozlowski, *Physiology of Trees*, New York: McGraw-Hill Book Campany, 1960.

Kurnaz, Levent. *Son Buzul Erimeden.* İstanbul: Doğan Kitap, 2019.

Landsberg, E. Helmut. *The Urban Climate.* New York: Academic Press Inc, 1981.

Landphair, Harlow C. ve Jr. Klatt Fred. *Landscape Architcture Construction*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1999.

Melby, Pete. *Simplified Irrigation Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

Melby, Pete., Tom Cathcart. *Regenerative Design Techniques: Practical Applications in Landscape Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2002.

Meyer, H. Franz. *Baume in Der Stadt.* Stuttgart: Verlag in Eugen Ulmer Gmbh und Co, 1982.

Nadel, Ira. *Trees in the City*, USA: Pergamon Press, 1977.

Oliver, John E. *Climate and Man's Environment*. Colombia: John Wiley & Sons, 1972.

Özhatay, Neriman., Andrew Byfield, Sema Atay. *Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı.* İstanbul: Doğal Hayatı Koruma Vakfı, 2005.

Pragnell, R. *Scenic Road*. USDA: Forest Service, 1970

Rhoads, F. Ann., Paul W. Meyer, Robert Sanfelippo, *Trees For Urban Park: A Guide For The Selection And Culture of Trees in Northeastern Cities*. Philadelphia: Department of the Interior National Park Service Mid-Atlantic Regional Office, 1982.

Robinette, Gary. *Plants, People and Environmental Quality; A Study of Plants and Their Environmental Functions*. Washington: U.S. Department of the Interior National Park Service, 1972.

Robinson, N. *The Planting Design Handbook*. Burlington: Ashgate Publishing Company, 2004.

Ruggles, Fairchild, İslami Bahçeler ve Peyzajlar. Koç Üniversitesi Yayınları, 2017.

Seçkin, Ö. *Peyzaj Uygulama Tekniği.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi, 2003.

Seçkin, P. Papatya., Yasin Seçkin, Çağatay Seçkin, Öznur Seçkin, *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarımı ve Uygulama İlkeleri*. İstanbul: Literatür Yayınevi, 2011.

Smit, Barry ve Olga Pilifosova. *Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity*. IPCC WG2 Third Assesment Report; Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, derleyen A. Patwardhan ve J.F. Soussana, Cambridge University Pres, 2001.

Tarbuck, Edward., Frederick Lutgens. *Earth Science*. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

Tuğaç, Çiğdem. *Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği için Eko-Kompakt Kentler.* Ankara: Ernst Reuter İskan ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları, 2018.

Tunçay, Hayriye E. *Suya Duyarlı Şehirler*. İstanbul: Türkiye Su Enstitüsü (SUEN), 2021.

Turner, Monica G., Gardner, Robert H., ve O'neill, Robert V. *Landcape Ecology in Theory and Practice Pattern and Process.* New York: Springer, 2001.

Watkins, J. ve T. Wright. *The Management & Maintenance of Historic Parks*. Londra: Frances Lincoln Gardens & Landscapes, 2007.

With, Kimberly A. *Essentials of Landscape Ecology* . Oxford: Oxford University Press, 2019.

Worldwatch Enstitüsü. *Dünyanın Durumu 2016 Raporu: Bir Kent Sürdürülebilir Olabilir Mi?*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 2016.

Yılmaz, O. Yalçın ve Doğanay Tolunay. İklim Değişikliğinin Türkiye›deki Bitkilerin Sıcağa ve Soğuğa Dayanıklılık *Zonları Üzerindeki Etkileri.* 5th Atmospheric Science Symposium, derleyen Orhan Şen ve Ceyhan Kahya,395-404 İstanbul: İstanbul Technical University, 2011. http://siga.uubf.itu.edu.tr/atmosfer/files/conferences/1/ATMOS2011_Proceedings.pdf

Yüksel, Ülkü D. İklim Değişikliği ve Kentsel Alanlardaki Etkileri. İklim Değişikliğine Yerel Çözümler: Doğal Bitki Örtüsüyle Sürdürülebilir Uygulamalar, derleyen Semiha Demirbaş Çağlayan ve Gülin Özdemir, Ankara: Peyzaj Araştırmaları Derneği, 2014.

İnternet

Bertaud, Alain ve Poole Jr, Robert W. *Density in Atlanta: Implications for Traffic and Transit Report*, Reason Foundation, 2005. Erişim: 24 Ocak 2024. http://www.reason.org/pb61_atlanta.pdf

Burak, Prof. Dr. Zinet Selmin, "İstanbulda kentleşme ve su yönetimi" https://www.youtube.com/watch?v=OjnNypIUr20&ab_channel=%C4%B0stanbul%C3%9CniversitesiMimarl%C4%B1kFak%C3%BCltesi

Council of Europe. *The European Landscape Convention*, 2000. Erişim: 24 Ocak 2024. https://www.coe.int/en/web/landscape/the-european-landscape-convention

European Environment Agency (EEA). *Urban Adaptation To Climate Change in Europe 2016*, Luxembourg, 2016. Erişim: 24 Ocak 2024. https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-2016

Heatherwick Studio 1000 Trees Projesi, https://www.archdaily.com/975297/1000-trees-heatherwick-studio/61e5f3226faae40164237454-1000-trees-heatherwick-studio-photo

Heatherwick Studio 1000 Trees Projesi'nde kullanılan kolonlar üzerinde yükselen beton saksılar https://www.archdaily.com/975297/1000-trees-heatherwick-studio/61e5f3226faae40164237454-1000- trees-heatherwick-studio-photo

İBB, *Yeşil İstanbul Planlama Yaklaşımı Sentez Raporu*, 2022. Erişim 25 Ocak 2024. https://yaysis.istanbul/storage/files/raporlar/4_SENTEZ_RAPOR2_.pdf

İBB, İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı, 2021. Erişim 25 Ocak 2024.

https://cevre.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2022/01/ist_iklim_degisikligi_eylem_plani.pdf

İstanbul Metropolitan Planlama Merkezi (İMP), İstanbul 1/100.000 Ölcekli *Cevre* Düzeni Planı, Araştırma ve Sentez Çalışma Raporu, 2005. Erişim 25 Ocak 2024.

https://sehirplanlama.ibb.istanbul/arsiv/

İzer, İlker. İstanbul'un su ve Kanalizasyon Sorunları, tarih bilinmiyor. https://eskivan.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/891.pdf

Karpuzcu, Mehmet. İstanbul Kanalizasyon Projesi Hakkında, Türkiye İnşaat Mühendisliği 6. Teknik Kongresi, tarih bilinmiyor

https://eski.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/13670.pdf

Koçak, Orhan. *Ana Hatları* İle *İstanbul'un Su Sorunları ve Çözüm Önerileri*, tarih bilinmiyor. https://web.itu.edu.tr/~kkocak/istanbul_su_sorunu.htm

Kurnaz, Levent. *Ağaçlar bile bizi kurtaramayacak.* İklim Gazetesi, 2021. Erişim 25 Ocak 2024. https://iklimgazetesi.com/agaclar-bile-bizi-kurtaramayacak,

Leopold, Aldo. http://www.uky.edu/OtherOrgs/AppalFor/Readings/leopold.pdf, thinking like a mountain, Şubat 2017.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan 1950-2022 yıllarına ait istatistik verileri

https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=%C4%B0STANBUL/FLORYA

MGM. *Bitki Soğuğa ve Sıcağa Dayanıklılık,* 2022. Erişim 24 Ocak 2024. https://mgm.gov.tr/tarim/bitki-soguga-ve-sicaga-dayaniklilik.aspx?g=a

MGM 1. Bölge Müdürlüğü. *Uzun Yıllar Rüzgar* Bülteni. 2022.

Moss, R. H., Brenkert, A. L., ve Malone, E. L. *Vulnerability to Climate Change A Quantitative Approach.* Pacific Northwest National Laboratory, Washington: U.S. Department of Energy, 2001. Erişim 24 Ocak 2024. https://www.ipcc.ch/apps/njlite/ar5wg2/njlite_download2.php?id=9186

Oldfield, P. *We must do better than 1000 Trees*, 2022. Erişim 31.05.2022. https://www.dezeen.com/2022/01/14/we-must-do-better-than-1000-trees-philip-oldfield-opinionSarıkamış, Gölge. *Ankara Üniversitesi* Ekoloji Ders Notları. Erişim 25 Ocak 2024. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/65515/mod_resource/content/1/GS%20Ekoloji%201.Hafta.pdf

Türk Tarım, *Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi (UBENİS)*,2022.

Toy, Süleyman. "Türkiye'deki Kent İklimi, Kentsel Isı Adası Ve Biyoklimatik Konfor Konusundaki Çalışmalara İklimbilim Açısından Eleştrirel Bir Bakış." TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu. 2018. Erişim 24 Ocak 2024. http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2018/12/30.Y%C4%B1l.Ozet46S%C3%BCleyman-Toy.pdf

UN-Habitat. Global Report on Human Settlements 2011: Cities and Climate Change, 2011. Erişim 24 Ocak 2024. https://unhabitat.org/global-report-on-human-settlements-2011-cities-and-climate-change

UN-Habitat. Planning For Climate Change: A Strategic, Values-Based Approach for Urban Planners, 2014. Erişim 24 Ocak 2024. https://unhabitat.org/planning-for-climate-change-guide-a-strategic-values-based-approach-for-urban-planners

United Nations Framework Convention on Climate Change, 1992.

UN-DESA, United Nations, Department of Economic and Social Affairs Population Division. World Urbanization Prospects: The 2011 Revision, 2012.

UNHABITAT for a Better Urban Future, 2022. Erişim 12.03.2022. https://unhabitat.org/un-habitats-strategic-plan-2014-2019.

U.S.Environmental Protection Agency, 2016. Erişim 24 Ocak 2024. https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-08/documents/climate_indicators_2016.pdf

Welch, William C. "Landscaping for Energy Conservation." Collage Station: Texas Agricultural Extension Service (1979). Erişim 17 Aralık 2023. https://aggie-hort.tamu.edu/extension/homelandscape/energy/energy.html

WMO. *WMO statement on the status of the global climate in 2008*. Genova, 2008. Erişim 25 Ocak 2024. https://library.wmo.int/viewer/56399?medianame=WMO1039

EN_web_#page=1&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=World Cities Culture Forum, Percentage of public green space (parks and gardens), 2021. Erişim 24 Ocak 2024. http://www.worldcitiesculturefor um.com/data/of-public-green-space-parks-and-gardens.

https://www.aa.com.tr/tr/yasam/yuksek-binalar-istanbulun-havasini-bozuyor/705112

Yavuz, E. *Dikey Ormanlar: Beton Yapıları Yeşillendirmek Çevre İçin İyi Mi?,* 2022. Erişim 31.02.2022. https://iklimgazetesi.com/dikey-ormanlar,

Makale

Akbari, Hashem. "Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants." *Environmental Pollution* 116 (2002): 119-126.

Akbari, Hashem., Arthur H. Rosenfeld ve Haider Taha. "Summer heat island,urban trees and white surfaces." *ASHRAE Winter Conference* (1990).

Akbari, Hashem ve Leanna Shea Rose. "Urban surfaces and heat island mitigation potentials." *Journal of the Human-Environmental System* 12, no.2 (2008): 85-101.

Akbari, Hashem., Dan M. Kurn, Sarah E. Bretz ve James W. Hanford, "Peak power and cooling energy savings of shade trees." *Energy and Buildings* 25, no.2 (1997): 139-148.

Akbulut, Ç. D. ve S. Önder, "Kentsel Açık-Yeşil Alanlarda Kullanılan Bitki Materyalinin Değerlendirilmesi: Aksaray Kenti Örneği." *Selçuk Üniversitesi Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25, no.2 (2011): 93-100.

Akkemik, Ünal., D. Tolunay., C. Erdönmez., E. Atmış. ve O. Kurdoğlu. "İstanbul'un Yeşil Alan Sorunları Çerçevesinde Yeşil Duvarların İrdelenmesi ve Öneriler." *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 23, no.1 (2021).

Aksu, Ayşegül., Sevgi Yılmaz, Başak E. Mutlu ve Hasan Yılmaz. "Ağaçların bina ile olan mesafesinin dış mekan termal konfor üzerine etkisi: Erzurum Kenti örneği." *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10, no.2 (2020): 1298-1307.

Aslan, G. Bahriye ve Kübra Yazıcı. "Yeşil Altyapı Sistemlerinde Mevcut Uygulamalar." *Ziraat Mühendisliği Odası Dergisi* 363, (2016): 31-37.

Atik, Meryem ve Osman Karagüzel. "Peyzaj mimarlığı uygulamalarında su tasarrufu olanakları ve süs bitkisi olarak doğal türlerin kullanım önceliği." T*arımın Sesi TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yayını* 15, (2007): 9-12.

Bernatzky, Aloys. "The Effects of Trees on the Urban Climate. In: Trees in the 21st Century" *Academic Publishers* (1983): 59-76.

Auer, H. August. "Correlation of land use and cover with meteorological anomalies." *Journal of Applied Meteorology* 17 (1978): 636-643.

Balık, Hayriye ve Ülkü Duman Yüksel. "Planlama sürecine iklim verilerinin entegrasyonu." *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 7, no.2 (2014): 1-6.

Bayramoğlu, Elif. "Sürdürülebilir peyzaj düzenleme yaklaşımı: KTÜ Kanuni Kampüsü'nün xeriscape açısından değerlendirilmesi." *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 17(2) (2016): 119-127.

Bayramoğlu, Elif ve Ömer Demirel. "Damlama sulama sistemi ile berberies thunbergii 'atropurpurea nana' ve ilex aqualifolium bitkilerinin sulama olanaklılığının araştırılması." *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* (2013).

Bonan, G. "Importance of Leaf Area Index and Forest Type When Estimating Photosynthesis in Boreal Forest." *Remote Sensing of Environment* 43 (1993) 303-314.

Cengiz, B., Dağlı, K. P., ve Yiğittekin, S. "Peyzaj Ekonomisi Açısından Peyzaj ve Süs Bitkileri Fidanlık İşletmelerine Yönelik Bir Analiz." *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 19(2) (2017): 50-62.

Çobanyılmaz, Pınar ve Ülkü Duman Yüksel. "Kentlerin İklim Değişikliğinden Zarar Görebilirliğinin Belirlenmesi: Ankara Örneği." *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 17, no.3 (2013): 39-50.

Çorbacı, Ömer Lütfü ve Murat Özyavuz. "Peyzaj Mimarlığında Suyun Akıllı Kullanımı: Xeriscape" *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4, no.1 (2011): 25-31.

Coşkun, Mücahit. "Nem Konusundaki Kavram Yanlışlıkları ve Giderilmesine Yönelik Öneriler." *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23, no.3 (2003): 147-158.

Çiçek, İhsan ve Uğur Doğan, "Detection of Urban Heat Island in Ankara, Turkey." *Nuovo Cimento Della Societa Italiana Di Fisica C-Colloquia On Physics* 29, no.4 (2006): 399-409.

Demir, Sara ve Öner Demirel, "Peyzaj Planlamada Peyzaj Ekolojisi Yaklaşımı" *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi* 1 (2018):1-8.

Dieleman, Frans ve Michael Wegener, "Compact City and Urban Sprwal." *Built Environment* 30, no.4 (2004): 308-323.

Doğan, E. Y. "Süs Bitkileri Açısından Ar-Ge Öncelikleri" *V. Süs Bitkileri Kongresi*." Yalova: Yalova Üniversitesi Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, 2013, 978-980.

Donovan, G. H. ve D.Butry, "The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use." *Energy and Buildings* 41, no.6 (2009): 662-668.

El-Bardisy, M. Wesam., Mohammad Fahmy ve Germeen F. El-Gohary, "Climatic Sensitive Landscape Design: Enhancing the Microclimatic of Public Schools Courtyards in Egypt." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 216 (2016): 206-216.

Endfield, Georgina H. "The resilience and adaptive capacity of social-environmental systems in colonial Mexico." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, no.10 (2012):3676-3681.

Erinc, Sırrı. "İstanbul Boğazı ve Çevresi (Doğal ortam: etkiler ve olanaklar)" İstanbul *Universitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* 20, no.21 (1974): 1-23.

Frelich, E. L. "Predicting Dimensional Relationship for Twin Cities Shade Trees." *Department of Forest Resources University of Minnesota* (1992): 1-33.

Füssel H. Martin ve Richard J.T. Klein. "Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking." *Climatic Change* 75, no.3 (2006): 301-329.

Gill, S., J. Handley, A. Ennos, ve S. Pauleit. "Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure." *Built Environment* 33(1), (2007): 115-133.

Görmüş, Sevgi., Elif Oktay ve Serhat Cengiz, "Kentsel Ekosistemin Dayanıklılık Hedefini Karşılamada Ekolojik Planlama Yaklaşımları." *Peyzaj Eğitim Bilim Kültür ve Sanat Dergisi* 3, no.2 (2021): 122-134.

Ibarraran, M. E., Elizabeth L. Malone ve Antoinette L. Brenkert. "Climate change vulnerability and resilience: Current status and trends for Mexico." *Environment Development Sustainability* 12 (2010): 365-388.

Jose, S. ve Gillespie, A. "Leaf Area Productivity Relationships Natural Disturbances Among Mixed-Species Hardwood Forest Communities of the Central Hardwood Region." *Fores Science* 43(1) (1997) 56-64.

Jung, Andras., Péter Kardevan ve Laszlo Tokei. "Detection of Urban Effect on Vegetation in a Less Built- up Hungarian City by Hyperspectral Remote Sensing." *Physics and Chemistry of the Earth* 30, (2005): 255-259.

Kahraman, Sümeyye ve Pervin Şenol. "İklim Değişikliği: Küresel, Bölgesel ve Kentsel Etkileri." *Academia Journal of Social Sciences* (2018): 353-370.

Manning, J. William. "Plants in Urban Ecosystems: Essential Role of Urban Forests in Urban Metabolism and Succession Toward Sustainability." *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 15, no.4 (2008): 362-370.

Mayer, M., Matzarakis, A. "Impact of Street Trees on the Thermal Comfort of People in Summer." *Merchavim* 6 (2006): 285-300.

Matzarakis, Andrea., Rainer Röckle ve Claus-Jürgen Richter. "Urban Climate Analysis of Freiburg - An Integral Assessment Approach." *The 4th Japanese–German Meeting on Urban Climatology* (2005).

Middel, A., N. Chhetri ve R. Quay, "Urban forestry and cool roofs: Assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods." *Urban Forestry & Urban Greening* 14, no.1 (2015):178-186.

Milošević, Dragan D., Ivana V. Bajšanski ve Stevan M. Savić, S. "Influence of Changing Trees Locations on Thermal Comfort on Street Parking Lot and Footways." *Urban Forestry & Urban Greening* (2017):113-124.

Murphy, David J., Myrna H. Hall, Charles, A. S. Hall, Gordon M. Heisler, Stephan V. Stehman, ve Carlos Anselmi-Molina. "The Relationship between Land Cover and the Urban Heat Island in Northeastern Puerto Rico." *International Journal of Climatology* 31 (2011): 1222-1239.

Nikolopoulou, Marialena ve Nick Baker, Koen Steemers. "Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces: Understanding the Human Parameter." *Solar Energy* 70, no.3 (2001): 227-235.

Oke, Timothy R. "The Energetics Basis of the Urban Heat Island." *Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society* 108, no.455 (1982): 1-24.

Okumuş, D. Erdem ve F. Terzi. "Evaluating The Role Of Urban Fabric On Surface Urban Heat İsland: The Case Of Istanbul." *Sustainable Cities and Society* (73), (2021).

Özgüç, İpek. "Türkiye›de Yapılacak Peyzaj Düzenleme Çalışmalarında Kullanılacak Odunsu Bitkilerin Yörelere Göre Belirlenmesi." İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 49, no.2 (1999): 167-180.

Panagopoulos, Thomas. "Using Microclimatic Landscape Design to Create Thermal Comfort and Energy Efficiency." *University of Algarve, Department of Landscape Architecture*, 2008, 1-4.

Ren, Chao., Edwad Ng ve Lutz Katzschner. "Urban Climatic Map Studies: A Review." *International Journal of Climatology* 31, no.15 (2011): 2213-2233.

Rosenfeld, H. Arthur., Hashem Akbari, Joseph J. Romn, Melvin Pomeranthz. "Cool Communities: Strategies for Heat Island Mitigation and Smog Reduction." *Energy and Building* 28, no.1 (1998): 51-62.

Scherer, Dieter., U. Fehrenbach ve E. Parlow. "Improved Concepts and Methods in Analysis and Evaluation of the Urban Climate for Optimizing Urban Planning Process." *Atmospheric Environment* 33, no.24 (1999): 4185-4193.

Spronken-Smith, R. A. ve R. Oke Timothy. "The Thermal Regime of Urban Parks in Two Cities with Different Summer Climates." *International Journal of Remote Sensing* 19, no.11 (1998): 2085-2104.

Şimşek, Çağdaş K. ve Betül Şengezer. "İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi." *Megaron Journal* 7, no.2 (2012): 116-128.

Şimşek, Çağdaş K. "Orta Ölçekli Parkların Mikro İklimsel Etki Alanlarının Araştırılması: Gezi Parkı, Maçka Parkı Ve Serencebey Parkı Örneği." *METU JFA* 33, no.2 (2016).

Tan, Zheng., Kevin K. Lau ve Edward Ng. "Urban tree design approaches for Mitigating Daytime Urban Heat Island Effects in a High-Density Urban Environment." *Energy and Buildings* 114, (2016): 265-274.

Tang, Qingyan., Mingjie Zhang, Chusi Li, Ming Yu, Liwu Li, "The chemical compositions and abundances of volatiles in the Siberian large igneous province: Constraints on magmatic CO2 and SO2 emissions into the atmosphere", *Chemical Geology* 339, (2013): 84-91.

Turp, T. Mustafa., Tuğba Öztürk, Murat Türkeş ve Levent Kurnaz, "RegCM4.3.5 Bölgesel İklim Modelini Kullanarak Türkiye ve Çevresi Bölgelerin Yakın

Gelecekteki Hava Sıcaklığı ve Yağış Klimatolojileri İçin Öngörülen Değişikliklerin İncelenmesi." *Ege Coğrafya Dergisi* 23, no.1 (2014): 1-24.

Vasishth, Ashwani. "A Scale-Hierarchic Ecoecosystem Approach to Integrative Ecological Planning." *Progress in Planning* 70(3) (2008): 99-132.

Voogt A., Jame. "Urban Heat Island" *The Encyclopedia of Global Environmental Change* 3, (2002): 660-666.

Waring, R. "Estimating Forest Growth and Efficiency in Relation to Canopy Leaf Area." *Advanced Ecology Research* 13 (1983) 327-354.

Yavuz, Ayse ve Zehra Eminağaoğlu. "Artvin Kentinde Yeşil Alanların Yeterlilik Bakımından İrdelenmesi." *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi* (2007). https://web.itu.edu.tr/tahsin/CBS2007/bildiri/P_8.pdf

Yıldız D, Nalan., Ugur Avdan, Sevgi Yılmaz ve M. Akif Irmak. "The Effect of The Temperature of The Surface of Vegetation to The Temperature of an Urban Area." *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Tecnologies* 2, no.2 (2018): 76-85.

Wang, Yupeng ve Hashem Akbari. "The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal." *Sustainable Cities and Society* 27 (2016): 122-128.

Wilker, Jost., Karsten Rusche ve Christine Rymsa-Fitschen. "Improving Participation in Green Infrastructure Planning." *Planning Practice & Research* 31, no.3 (2016): 229-249.

Tezler

Aslanboğa, İlçin. "Kentiçi Yol Ağaçlamalarına İlişkin Temel İlkelerin Saptanması." Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1982.

Ateş, Turgay. "Ankara kenti yeşil alan sisteminin planlanmasında mogan gölü akköprü arasındaki göl-akarsu sistemi çevresine ilişkin potansiyel ağırlığın saptanması ve değerlendirilmesi üzerine bir araştırma." Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1986.

Başer, Bahar. "Kentsel Açık Mekan Düzenlemelerinde Bitki Türü Seçiminde Bir Yaklaşım- İstanbul Örneği." Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010.

Bilgili, Cemil. "Ankara Kenti Yeşil Alanlarının Kent Ekosistemine Olan Etkilerinin Bazı Ekolojik Göstergeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma." Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2009.

Dilaver, Zuhal. "Ayaş Beli ve Çevresi Doğal Bitki Örtüsü Örneklerinin Peyzaj Mimarlığı Çalışmalarında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma." Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara, 2001.

Gönensin, Selim. "İstanbul'un Avrupa Yakası'nın Peyzaj Ekolojisi Acısından İncelenmesi." Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.

Gümüş, E. Ali. "Meteorolojik Parametreler Işığında Ankara İklimindeki Farklılıkların Peyzaj Mimarlığı Açısından İncelenmesi." Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2005.

Koç, Y. "Kentlerde Isı Adası Oluşumu Ve Yeşil Alanlar." Mezuniyet tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2003.

Memlük, Yalçın. "Ankara Kenti Yakın Çevresi İklimini Olusturan Etmenlerin Kentsel Yerlesimler Yönünden Değerlendirmesi Üzerine Bir Arastırma" Doçentlik tezi. Ankara, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 1982.

Şahin, Şükran. "Ankara Kenti Yol Ağaçlarının Sorunları ve Peyzaj Mimarlığı Açısından Alınması Gerekli Önlemler." Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1989.

Yılmaz, Erkan. "Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu." Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 2013.

"İklimin kentsel tasarım ve gelişim planlarında önemli bir sınırlayıcı olduğu bilinmektedir. Bitkisel tasarım ise sistematik, başlangıçtan itibaren tasarım sürecinin bütünü içinde ve tasarımı tamamlayacak ve anlamlandıracak şekilde gelişmesi gereken, nesnel ve öznel bilgilerin kombinasyonuna dayalı, mantıklı ve ardışık kararların ürünü bir iş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada İstanbul'un bitki planlamasının iklim duyarlılığı çerçevesinde ele alınmasının "Planlamayı İstanbul'da Yeniden Düşünmek" temasıyla yola çıkan Misafir Araştırmacı Programı'nda önemli bir parça olduğunu düşünmekteyim. Tezimde ortaya koyduğum modelin, İstanbul'un gelecek yıllarda yüz yüze kalacağı tahmin edilen iklim tabanlı problemlerine çözüm getirmede rol alabileceği motivasyonuyla bu kitabı yazmaya başladım. Planlama kavramını bitki-iklim ve kent ilişkisi üzerinden ele almaya çalıştım."

Fatma Nur Karanfil