

Aralık '25

PEYZAJ MİMARLIĞI

Alanında Uluslararası Derleme, Araştırma ve Çalışmalar

EDİTÖR

PROF. DR. SERTAÇ GÜNGÖR



Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8671-36-0

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

Peyzaj Mimarlığı Alanında Uluslararası Derleme, Araştırma ve Çalışmalar

Editör **Prof. Dr. Sertaç Güngör**

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1

MAVİ-YEŞİL ALTYAPI VE LİD: KURAMSAL TEMELLER, KENTSEL HİDROLOJİ VE YÖNTEM ÇERÇEVESİ

Bülent DENİZ, Çiğdem Kılıçaslan DENİZ—1

Bölüm 2

KORUNAN ALANLARDA REKREASYONEL TAŞIMA KAPASİTESİNİN YENİ BİR BOYUTU: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE DEĞİŞEN YANGIN DİNAMİKLERİ VE YÖNETİM GEREKLİLİKLERİ

Tendü Hilal GÖKTUĞ—27

Bölüm 3

MODERN PEYZAJ MİMARLIĞI: KURAMSAL, TEMELLER, ÖNCÜ TASARIMCILAR VE ÖRNEK ALANLAR ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

Nur BELKAYALI—47

Bölüm 4

KENTSEL YEŞİL ALANLARDA VANDALİZM: KOCAELİ VE DÜZCE'DEN ÖRNEKLER

Yenigül GÜÇLÜ, Özgür YERLİ—73

Bölüm 5

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DOĞAL YAPI ÖZELLİKLERİNİN HARİTALANDIRILMASI: SEYDİKEMER İLÇESİ

Ceyda KAYALI, Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU—87

Bölüm 6

MEKÂNSAL TASARIM SÜRECİ BAĞLAMINDA YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ GÖRSEL ÜRETİM ARAÇLARININ İNCELENMESİ

Hatice SÖNMEZ TÜREL, Dilara Nur AYKUT,

Günsu PINARBAŞI—101

Bölüm 7

MEKÂN KALİTESİ VE KENTSEL PEYZAJ DONATILARI: TASARIM, MALZEME VE KULLANICI DENEYİMİ ÜZERİNE ÖZGÜN BİR TASARIM ÖNERİSİ

Süleyman AYDOĞMUŞ, Reyhan ERDOĞAN—133

Bölüm 8

ÜNİVERSİTE KAMPÜSLERİNDE ENGELSİZ TASARIM VE FİZİKSEL ÇEVRE

Özgür KAMER AKSOY, Keziban AYHAN—157

Bölüm 9

PEYZAJ PLANLAMA VE SULAK ALAN YÖNETİMİNDE UZAKTAN ALGILAMA TEMELLİ SU KALİTESİ İZLEME İNDEKSLERİ

Ömer K. ÖRÜCÜ—177

Bölüm 10

GEÇİRİMSİZ YÜZEYLERİN ZAMANSAL VE MEKANSAL DEĞİŞİMİNİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ ESRI SENTİNEL-2 ARAZİ ÖRTÜSÜ VERİLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: FETHİYE/MUĞLA ÖRNEĞİ

Nihat KARAKUŞ, Selin YILMAZ,

Emine KAHRAMAN—207

Bölüm 11

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE KARŞI DİRENÇLİ TARIM: PEYZAJ ÖLÇEĞİNDE ÇOK FONKSİYONLU YAKLAŞIMLAR

Demet DEMİROĞLU—227

Bölüm 12

KENT BAHÇELERİ VE SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Canan CENGİZ, Eda SOYSAL—253

Bölüm 13

EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN MEKÂNSAL DİNAMİKLERİ: ARZ-TALEP DENGESİ VE EKOLOJİK SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ

Ecrin KAR, Aybike Ayfer KARADAĞ—271

Bölüm 14

SEYDİKEMER'İN KORUNAN ALANLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Ceyda KAYALI, Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU—299

Bölüm 15

KENTSEL LİD TASARIMI: TİPOLOJİLER, ENTEGRASYON İLKELERİ VE UYGULAMA ÇERÇEVESİ

Bülent DENİZ, Çiğdem Kılıçaslan DENİZ—317

Bölüm 16

KORUNAN PLAHLARDA REKREASYONEL TAŞIMA KAPASİTESİ VE ZONLAMA YAKLAŞIMI: ÇIRALI PLAHI ÖRNEĞİ

Tendü Hilal GÖKTUĞ—341

Bölüm 17

VOLKANİK MİRASIN ESTETİK VE YAPISAL DİLİ: NEVŞEHİR TAŞI'NIN TASARIMLARDA KULLANIMI

Meliha AKLIBAŞINDA, Aslıhan TIRNAKÇI—363

Bölüm 18

YAĞMUR SUYU YÖNLENDİRMESİNDE ENDÜSTRİYEL TASARIM-PEYZAJ MİMARLIĞI YAKLAŞIMLARINA ESTETİK BAKİŞ VE ÜRÜN TASARIMI

Sıdıka Benan ÇELİKEL, Reyhan ERDOĞAN, Sena AĞIL—377

Bölüm 19

PEYZAJ TASARIMINDA SU ÖGESİNİN MEKÂNSAL KULLANIMI: ESKİŞEHİR KENT PARKLARI ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

Özgür KAMER AKSOY, Bahar ŞAHBAZ—395

Bölüm 20

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE BİRLİKTE KENTSEL PEYZAJ TASARIMININ DÖNÜŞÜMÜ

Aslıhan TIRNAKÇI, Meliha AKLIBAŞINDA—419

Bölüm 21

LANDSAT 8 UYDU VERİLERİ KULLANILARAK DİCLE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNDE YÜZEY SICAKLIĞININ ZAMANSAL DAĞILIMI VE BELİRLEYİCİ FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Ahmet KOÇ—433

Bölüm 22

İL ÖLÇEĞİNDE KARBON TUTMA KAPASİTESİNİN ZAMANSAL DEĞERLENDİRİLMESİ: BİNGÖL İLİ ÖRNEĞİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Nebahat KALKAN—445

//

Bölüm 1

MAVİ-YEŞİL ALTYAPI VE LİD: KURAMSAL TEMELLER, KENTSEL HİDROLOJİ VE YÖNTEM ÇERÇEVESİ

Bülent DENİZ¹, Çiğdem Kılıçaslan DENİZ²

1 Prof. Dr., (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3516-0480>)

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

2 Prof. Dr., (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4467-3739>)

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

1. Giriş

Kentleşmenin hızlanmasına bağlı olarak peyzajlarda yüzey geçirimsizliğinin artması, doğal drenaj ağlarının kesintiye uğraması ve iklim değişikliğine bağlı aşırı yağış rejimlerinin sıklaşması, kentsel hidrolojinin temel işleyişinde belirleyici bir kırılmaya yol açmaktadır. Geleneksel gri altyapı, bu kırılmanın ortaya çıkardığı karmaşık hidrometeorolojik baskıları yalnızca “hızlı tahliye” mantığıyla yönetmeye çalışırken, akış rejimlerindeki bozulma, taban akımının zayıflaması, kirletici yüklerinin birikmesi ve ekosistem hizmetlerinin gerilemesi gibi çok yönlü sorunlar giderek belirginleşmektedir. Bu bağlamda Low Impact Development (LID) ve mavi-yeşil altyapı (blue-green infrastructure-BGI) yaklaşımları, kentlerin bozulan hidrolojik döngüsünü yalnızca teknik müdahalelerle değil, aynı zamanda peyzaj ekolojisinin mekânsal ilkeleri ve ekosistem hizmetlerinin çok katmanlı yapısı aracılığıyla yeniden kurgulayan bütüncül bir model ve fırsat sunmaktadır.

Bu bölüm, LID’in kuramsal temellerini, kentsel hidrolojinin yeniden yorumlanmasını ve bu yaklaşımlara yön veren yöntemsel çerçeveyi sistematik biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Analitik odak; doğal hidrolojik süreçlerin kent ortamında nasıl bozulduğunu açıklamak, mavi-yeşil altyapının bu bozulmayı hangi mekânsal ve ekolojik ilkeler üzerinden telafi ettiğini göstermek ve LID’in bilimsel temelli karar süreçlerine nasıl yerleştiğini kavramsal bir bütünlük içinde ele almaktır. Böylece, LID’i yalnızca yağmur suyunu yöneten bir mühendislik yaklaşımı olarak değil, kentlerin iklim uyum kapasitesini, ekosistem bütünlüğünü ve dirençliliğini güçlendiren stratejik bir planlama aracı olarak konumlandırılan teorik ve yöntemsel bir zemin sunar.

Amaç ve Kapsam

Bu bölümün temel amacı, kentleşmenin hızlanmasıyla bozulan kentsel hidrolojinin bilimsel temellerini yeniden ele alarak, Low Impact Development (LID) ve mavi-yeşil altyapı yaklaşımlarının bu bozulmayı hangi kuramsal ilkeler ve hangi analitik süreçler üzerinden dönüştürebileceğini ortaya koymaktır. Kentsel akarsu sistemlerinde; yüzey akışı, taban akımı ve su kalitesi bağlamında yaşanan sistematik bozulmalar, LID’in neden çağdaş kentler için stratejik bir planlama aracı hâline geldiğini açıklayan temel bir çerçeve sunar (Walsh et al., 2005). Bu çerçeve, LID’i yalnızca yağmur suyunu yöneten teknik bir müdahale değil; doğal süreçleri, ekolojik bağılantısallığı ve hidrolojik işleyişi kent ölçeğinde bütünlük sağlayan bir planlama paradigması olarak konumlandırmayı amaçlar.

Kapsam üç ana ekseninde yapılandırılmıştır. İlk olarak, LID’in kavramsal ve terminolojik gelişimi, mavi-yeşil altyapının mekânsal ve işlevsel

ilkeleriyle birlikte kuramsal düzeyde tartışılmıştır (Fletcher et al., 2015). İkinci olarak, kentsel hidrolojideki bozulmaların kaynağına inen bilimsel açıklamalar, doğal infiltrasyon, buharlaşma-terleme ve depolama süreçlerinin kent dokusunda nasıl yeniden kurgulanabileceğini gösteren analitik bir çerçeveye ilişkilendirilmiştir. Üçüncü olarak, veri türleri, mekânsal analiz yöntemleri, hidrolojik modelleme ve “çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarının” LID planlama sürecindeki rolü sistematik biçimde ele alınmıştır. Böylece LID’in neden ekolojik süreçler ve sistemleri iyileştirmeye odaklanan bir karar verme mekanizması sunduğu gösterilir (Dietz, 2007). Bu bütünlük içinde bölüm, tasarım ve uygulama odaklı çalışmalara kuramsal ve yöntemsel bir temel sağlayan bir bilimsel çerçeve sunmaktadır.

2. Kuramsal Temeller

Kentsel hidrolojinin hızla değişen dinamikleri, yüzey geçirimsizliği, akış rejimlerinin bozulması, ekosistem hizmetlerindeki gerileme ve peyzaj yapısının parçalanması gibi birbirine bağlı süreçleri aynı teorik çatı altında ele almayı gerektirir. LID ve mavi-yeşil altyapı yaklaşımlarının bilimsel dayanağı, tam da bu çok katmanlı dönüşümün altında yatan hidrolojik ve ekolojik mekanizmaların doğru anlaşılmasına dayanır. Bu nedenle Kuramsal Temeller bölümü; kentsel akarsu sendromunu açıklayan hidrolojik bozulma modellerini, mavi-yeşil altyapının peyzaj ekolojisi içindeki konumunu, ekosistem hizmetlerinin kent ölçeğindeki rolünü ve LID’in süreç-temelli yaklaşımını bütüncül bir çerçevede tanımlar.

Bölümün amacı, takip eden alt başlıklar boyunca LID’in neden yalnızca teknik bir mühendislik uygulaması değil, aynı zamanda kent ekosisteminin işleyişini yeniden düzenleyen bilimsel bir paradigma olduğunu kavramsal düzeyde ortaya koymaktır.

2.1 LID Perspektifinde Kentsel Akarsular ve Akış Rejimleri

Kentsel akarsular, kentleşmenin hız verdiği hidrolojik, morfolojik ve ekolojik baskıların etkileşimi altında işleyen karmaşık sistemlerdir. Geçirimsiz yüzeylerin artması, yüzey akışının hızlanmasına ve hacminin büyümesine neden olarak doğal akış rejimlerini köklü biçimde dönüştürür; bu dönüşüm, özellikle hidrografın tepe debi artışı, taban akımının zayıflaması ve akışın olay bazlı yoğunlaşması şeklinde kendini gösterir. Bu bütüncül bozulma, literatürde “kentsel akarsu sendromu” olarak adlandırılan karakteristik bir ekolojik-hidrolojik tabloyu ortaya çıkarır (Walsh et al., 2005). Sadece yüzey geçirimsizliğindeki sınırlı artışların dahi akış hacmini, pik debiyi ve kirletici taşınımını belirgin ölçüde yükselttiği,

kapsamlı havza çalışmalarıyla güçlü biçimde kanıtlanmıştır (Paul & Meyer, 2001).

Bu değişimler yalnızca hidrografik bir tepki değil, aynı zamanda akarsu morfolojisinin, yatağın denge profilinin ve sediment dinamiklerinin yeniden şekillenmesiyle bağlantılıdır. Nitekim Booth ve Jackson (1997), kentleşmenin akarsu yataklarında kanal genişlemesi, oyulma (incision), göçme ve yan erozyon gibi morfolojik uyumsuzlukları tetiklediğini ve bu bozulmanın hidrolojik zamanlama ile yağış-akış eşiklerinin değişmesiyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu nedenle kentsel akarsuları anlamak, yalnızca yağış-akış ilişkisini değil, hidromorfolojik tepkilerin bütüncül yapısını okumayı gerektirir.

LID yaklaşımı, bu bozulmuş sistemlere çözüm üretirken kentsel akarsuları statik ve sorunlu unsurlar olarak değil, yeniden işlevlendirilebilir ekosistem bileşenleri olarak ele alır. LID'in temel varsayımı, infiltrasyon süreçlerinin desteklenmesi, yüzey akışının yavaşlatılması, gecikmeli akışın güçlendirilmesi ve yerinde depolama kapasitesinin artırılmasıyla akış rejiminin doğal koşullara yakınlaştırılabileceği yönündedir. Bu bakış açısı, kentsel akarsuların yalnızca taşkın riski üzerinden değil; ekolojik süreçler, karasal-su bağlantıları ve mavi-yeşil altyapı ağının bütüncül işleyişi üzerinden değerlendirilmesini sağlar. Fletcher et al. (2015), tam da bu nedenle LID'i, hidrolojik bozulmayı yalnızca azaltan değil, kent ölçeğinde doğal süreçleri yeniden örüntüleyen bir paradigma olarak tanımlar.

Sonuç olarak LID perspektifi, kentsel akarsu yönetimini teknik tahliye kapasitesinin artırılmasına indirgemek yerine, akış rejimi bozulmalarını üreten nedenleri hedefleyen ekolojik-hidrolojik bir yeniden yapılanma alanı olarak konumlandırır. Bu yaklaşım, akarsuların kent içinde yeniden işleyen ekosistem düğüm noktalarına dönüşebilmesi için gereksinim duyulan bilimsel çerçeveyi sağlar.

2.2 Mavi-Yeşil Altyapının Peyzaj Ekolojisi Temelleri

Mavi-yeşil altyapı (blue-green infrastructure, BGI) sistemlerinin kent içindeki işleyişi, temelde peyzaj ekolojisinin mekânsal yapı-işlev-süreç ilişkilerini açıklayan kuramsal çerçevesine dayanmaktadır. Peyzaj ekolojisi, doğal ve yarı-doğal sistemlerin yalnızca bileşenlerini değil, bu bileşenler arasındaki ilişkileri, akışları ve eşik değerleri birlikte ele alan bir yaklaşımdır. Kentleşmenin hızlanmasıyla birlikte peyzaj; yama (patch), koridor (corridor) ve matris (matrix) bileşenleri arasındaki dengenin bozulduğu, parçalanma (fragmentation) ve izolasyon süreçlerinin belirginleştiği dinamik bir yapıya dönüşmektedir. Bu mekânsal dönüşüm, suyun

kent içindeki dolaşımını, tutulma süresini ve ekosistemlerle kurduğu etkileşimi doğrudan etkilemektedir.

Forman'ın (1995) ortaya koyduğu peyzaj ekolojisi kuramı, ekosistem süreçlerinin mekânsal yapıdan bağımsız olarak düşünülemeyeceğini açık biçimde göstermektedir. Akış rejimleri, sediman taşınımı, bitki örtüsü dağılımı, habitat sürekliliği ve mikroiklimsel farklılaşmalar; peyzajın mekânsal örüntüsü tarafından belirlenir. Bu nedenle mavi-yeşil altyapı bileşenleri, yalnızca hidrolik performansa odaklanan tekil mühendislik çözümleri olarak değil; kentsel peyzajın bu çok katmanlı yapısını yeniden düzenleyen ekolojik ağı parçaları olarak değerlendirilmelidir. BGI, suyu yöneten değil, suyla birlikte işleyen bir peyzaj organizasyonu önerir.

Mavi-yeşil altyapı yaklaşımının merkezinde, ekolojik bağlantısallığın (connectivity) yeniden kurulması yer alır. Kentleşme sürecinde parçalanmış açık-yeşil alanlar, doğal drenaj hatları ve suyla ilişkili ekosistemler, BGI aracılığıyla işlevsel bir bütün hâline getirilmeyi hedefler. Benedict ve McMahon (2006), yeşil altyapıyı; ekolojik süreçleri destekleyen, suyun doğal döngüsünü güçlendiren ve parçalanmış habitatlar arasında çok ölçekli bağlantılar kuran bir ağ sistemi olarak tanımlar. Bu ağ mantığı, suyun yalnızca hızla uzaklaştırılmasını değil; infiltrasyon, depolama, buharlaşma-terleme ve filtrasyon gibi süreçlerin mekânsal olarak birbirine bağlanmasını gerekli kılar.

Bu bağlamda BGI, hidrolojik süreçleri peyzaj ekolojisinin çok ölçekli mekânsal örüntüleriyle bütünleştirerek LID uygulamalarının etkinliğini artıran temel altyapı çerçevesini sunar. Yağmur bahçeleri, biyolojik hendek (bioswale) sistemleri, geçirgen yüzeyler ve yeşil koridorlar gibi LID bileşenleri, tekil olarak değerlendirildiklerinde sınırlı etki üretirken; peyzaj ölçeğinde süreklilik gösteren bir mavi-yeşil ağı parçası hâline geldiklerinde, akış rejimini, su kalitesini ve ekosistem hizmetlerini birlikte dönüştürebilen güçlü araçlara dönüşürler. Bu durum, LID'in neden yalnızca parsel ölçeğinde değil, kentsel peyzaj bütününde ele alınması gerektiğini de açıklamaktadır.

Kent bağlamında mavi-yeşil altyapı, yalnızca ekolojik bir ağ değil; aynı zamanda çok işlevli (multifunctional) bir planlama aracıdır. Ahern (2007), yeşil altyapıyı peyzaj ölçeğinde ekolojik, sosyal ve iklimsel işlevleri aynı mekânsal organizasyon içinde bütünleştiren bir sistem olarak tanımlar. Bu çok işlevlilik, mavi-yeşil altyapının taşkın kontrolü, su kalitesinin iyileştirilmesi ve mikroiklim düzenlemesi gibi düzenleyici hizmetleri; rekreasyon, görsel kalite ve kamusal mekân üretimi gibi kültürel hizmetlerle birlikte sunabilmesini mümkün kılar. Böylece BGI, yalnızca çevresel riskleri azaltan bir teknik çözüm değil, aynı zamanda

kentsel yaşam kalitesini artıran bir mekânsal organizasyon biçimi hâline gelir.

Sonuç olarak mavi-yeşil altyapının peyzaj ekolojisi temelleri; kentsel yüzeylerdeki parçalanmayı azaltan, ekolojik bağlantısalılığı güçlendiren ve hidrolojik süreçleri doğal döngüye yakınlaştıran bütüncül bir mekânsal örgünün kurulmasına dayanmaktadır. LID, bu örgünün mikro ölçekteki teknik ve işlevsel birimlerini oluştururken; BGI, bu birimleri kentsel peyzaj ölçeğinde birbirine bağlayan, çok katmanlı ve çok işlevli bir ekolojik sisteme dönüştürmektedir. Bu ilişki, LID-BGI bütünlüğünün neden peyzaj ekolojisi kuramı üzerinden okunması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

2.3 Ekosistem Hizmetleri ve İklim Uyumu Perspektifi

Ekosistem hizmetleri, doğal ve yarı-doğal sistemlerin insan refahına sunduğu düzenleyici, destekleyici, kültürel ve üretici işlevlerin bütününe ifade eden kapsamlı bir çerçevedir. Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), bu hizmetlerin özellikle kentlerde yoğunlaşan çevresel baskılar altında zayıfladığını ve doğal süreçlerin bozulmasının insan yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkiler yarattığını vurgular. Kentsel alanlarda geçirimsiz yüzeylerin artması, habitatların parçalanması ve mikroiklim koşullarının keskinleşmesi, ekosistem hizmetlerinin büyük bölümünü zayıflatmakta; bu durum su döngüsü, ısı dengesi ve biyolojik çeşitlilik gibi temel işlevlerde kırılmalar yaratmaktadır.

Mavi-yeşil altyapı (BGI) ve LID uygulamaları, bu bozulmaları telafi eden ve ekosistem hizmetlerini çok katmanlı bir yapıda yeniden üreten doğa temelli stratejiler sunar. Elmqvist et al. (2015), kentlerde ekosistem hizmetlerinin restorasyonunun yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda hidrolojik ve sosyal dayanıklılığı güçlendirdiğini göstermekte ve özellikle su tutma, ısı adası etkisinin azaltılması, kirletici yüklerinin düşürülmesi gibi düzenleyici hizmetlerin kentsel süreçler açısından kritik rolüne dikkat çekmektedir. Bu işlevler, yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler, yeşil koridorlar ve sulak alanlar gibi LID bileşenleri aracılığıyla doğrudan desteklenir. Ekosistem hizmetlerinin özellikle kültürel boyutu, kentsel ve yarı-doğal alanlarda kullanıcı davranışları ve algılarıyla doğrudan ilişkilidir. Bu durum, ekolojik altyapı çözümlerinin yalnızca biyofiziksel performansla değil, kullanıcı deneyimi ve yönetim kapasitesiyle birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Akyiğit & Göktuğ, 2025).

İklim değişikliği bağlamında, kentlerin karşı karşıya olduğu ani ve yüksek şiddetli yağışlar, uzun sıcak dönemler ve artan sel riskleri, ekosistem hizmetlerinin iklim uyum stratejileri içindeki önemini daha

görünür hâle getirir. Kabisch et al. (2017), doğa temelli çözümlerin kentsel ısı adası etkisini azaltma, ani yağışların etkilerini hafifletme ve karbon depolama kapasitesini artırma gibi çok yönlü faydalar sağladığını ortaya koyar. Bu nedenle BGI, yalnızca hidrolojik bozulmaları gideren bir altyapı değil, aynı zamanda kentlerin iklim uyum kapasitesini artıran çok işlevli bir ekolojik sistemdir.

Bu süreçlerin yönetim ve uygulama çerçevesi de önemlidir. Frantzeskaki et al. (2019), doğa temelli çözümlerin kentlerde etkili olabilmesi için ekosistem hizmetlerini yöneten sosyal, kurumsal ve teknik süreçlerin bütüncül olarak ele alınması gerektiğini; çok aktörlü işbirliği modellerinin iklim uyumu açısından kritik rol oynadığını vurgular. Bu perspektif, LID uygulamalarının yalnızca fiziksel çözümler değil, aynı zamanda kentlerde dayanıklılığı artıran sosyal-ekolojik stratejiler olarak değerlendirilmesi gerektiğini gösterir. Ekolojik sistemlerin mekânsal sürekliliğinin güçlendirilmesi, yalnızca alanların varlığıyla değil; bu alanlar arasındaki ilişkilerin, direnç yüzeyleri ve arazi kullanımı desenleri dikkate alınarak planlanmasıyla mümkündür. Bağlantısallığın nicel göstergeler üzerinden değerlendirilmesi ve müdahale önceliklerinin bu çerçevede belirlenmesi, doğa temelli altyapı yaklaşımlarının etkinliğini artıran önemli bir yönetsel katkı sunmaktadır (Velázquez et al., 2022).

Sonuç olarak BGI ve LID yaklaşımları, ekosistem hizmetlerinin yeniden üretimi ve kentsel iklim uyumu arasında güçlü bir köprü kurar. Bu alt yapı sistemleri, kentlerin doğal süreçlerle uyumlu şekilde dönüşmesini sağlayarak hem su döngüsünü hem de ekolojik işlevleri destekleyen çok ölçekli bir dirençlilik yaklaşımı sunar.

2.4 LID'in Süreçleri ve Hedefleri

Düşük Etkili Gelişim (LID) yaklaşımı, kentleşmenin bozduğu doğal su döngüsünü yeniden yapılandırmayı amaçlayan süreç-temelli bir hidrolojik ve ekolojik tasarım paradigmasıdır. Bu yaklaşımın temel mantığı, yağışın bir "atık akış" olarak değil, kent içinde yönetilmesi gereken bir ekosistem girdisi olarak değerlendirilmesidir. Dietz (2007), LID'in bu yönünü vurgulayarak, infiltrasyon, depolama, buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) ve gecikmeli akış (attenuation) gibi hidrolojik alt süreçlerin sistematik yeniden kurgulanmasının, kentsel yüzey akışının doğal koşullara yaklaştırılmasında belirleyici olduğunu belirtir.

LID bileşenlerinin işleyişi temelde dört süreç üzerine dayanır:

- a. **İnfiltrasyon**, yağışın yüzeyden toprak profiline geçişi ve yeraltı suyu besleniminin desteklenmesi: infiltrasyon, yağışın yüzeyden toprak profiline geçerek yeraltı suyu sistemleriyle yeniden ilişki

kurmasını sağlayan temel hidrolojik süreçtir. Doğal peyzajlarda infiltrasyon, yağışın önemli bir bölümünü yüzey akışına dönüşmeden sistem içinde tutarak hem taban akımını besler hem de su döngüsünün sürekliliğini sağlar. Kentleşme sürecinde geçirimsiz yüzeylerin artması, bu süreci büyük ölçüde kesintiye uğratmakta ve yeraltı suyu beslenimini zayıflatmaktadır. LID yaklaşımı, yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve biyolojik hendekler gibi bileşenler aracılığıyla infiltrasyonu yeniden etkin kılmayı hedefler. Bu sayede yağış, yalnızca hızlıca uzaklaştırılan bir risk unsuru olmaktan çıkar; toprak-bitki-su etkileşimi üzerinden kentsel hidrolojik sistemin yeniden dengelenmesine katkı sunan bir kaynak hâline gelir.

- b. Depolama**, akış hacminin belirli süre tutulması ve pik debilerin azaltılması: Depolama, yüzey akışının belirli bir süre sistem içinde tutulmasını sağlayarak akış hacminin zamana yayılmasını ve pik debilerin düşürülmesini amaçlayan bir süreçtir. Doğal ekosistemlerde toprak, bitki örtüsü ve mikro-topografya, suyu geçici olarak depolayan bileşenler olarak birlikte çalışır. Kentsel alanlarda ise bu doğal depolama kapasitesi büyük ölçüde ortadan kalkar. LID uygulamaları, yüzeysel ve yüzey altı depolama hacimleri oluşturarak bu kaybı telafi etmeye çalışır. Depolama, yalnızca taşkın riskini azaltan bir mekanizma değil; aynı zamanda suyun daha uzun süre sistemde kalmasını sağlayarak filtrasyon, biyokimyasal dönüşüm ve ekosistem hizmetlerinin güçlenmesine olanak tanıyan kritik bir süreçtir.
- c. Buharlaştırma-terleme**, suyun bitkisel ve atmosferik süreçlerle sistemden uzaklaştırılması: Buharlaştırma-terleme (evapotranspirasyon), suyun bitkisel ve atmosferik süreçler aracılığıyla sistemden uzaklaştırılmasını sağlayan ve hidrolojik döngüyü iklimsel süreçlerle doğrudan ilişkilendiren bir mekanizmadır. Bitki örtüsü, suyu yalnızca tutan bir unsur değil; aynı zamanda suyu kontrollü biçimde atmosfere geri veren aktif bir bileşendir. LID ve mavi-yeşil altyapı sistemlerinde bitkisel tasarımın önemi, bu süreç üzerinden daha da belirginleşir. Buharlaştırma-terleme, yüzey akışını azaltmanın yanı sıra mikroiklim düzenlemesi, kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesi ve termal konforun artırılması gibi iklim uyumu açısından da kritik işlevler üstlenir. Böylece LID bileşenleri, hidrolojik performans ile iklimsel faydaları aynı mekânsal çözüm içinde birleştirir.
- d. Akışın geciktirilmesi ve dağılması, akış enerjisinin düşürülmesi ve hidrografın yassılaştırılması**: Akışın geciktirilmesi ve dağılma-

sı, yüzey akışının hızının düşürülmesi, akış enerjisinin azaltılması ve hidrografın yassılaştırılması yoluyla kentsel hidrolojik sistem üzerindeki ani baskıların hafifletilmesini hedefler. Geleneksel gri altyapı sistemleri, akışı mümkün olan en kısa sürede tahliye etmeye odaklanırken; LID yaklaşımı akışı yavaşlatmayı ve mekânsal olarak dağıtmayı esas alır. Bu süreç, akışın tek bir hatta yoğunlaşmasını engelleyerek erozyon riskini azaltır, altyapı üzerindeki yükü dengeler ve alıcı ortamların taşıma kapasitesini aşmasını önler. Akışın geciktirilmesi ve dağılması, LID'in "hızlı tahliye" paradigmasına karşı geliştirdiği en temel hidrolojik karşılıktır ve doğal akış rejimlerine daha yakın bir hidrografın yeniden üretilmesini mümkün kılar.

Bu süreçler, yağmur bahçeleri, biyolojik hendek (bioswale) sistemleri, yeşil çatılar ve geçirgen yüzeyler gibi LID bileşenlerinde farklı kombinasyonlarla bir araya gelerek hem suyun kalitesini hem de yağış-akış ilişkisini dönüştürür. U.S. EPA (2009), bu süreçleri LID'in tasarım matrisinin temel yapı taşları olarak tanımlar ve her bileşenin bu matris içinde belirli bir işlevsel role sahip olduğunu belirtir.

LID'in hedefleri yalnızca taşkın hacmini ve pik debileri azaltmakla sınırlı değildir. Ahiablame, Engel ve Chaubey (2012), LID uygulamalarının su kalitesini iyileştirme, kirlетici yüklerini azaltma, habitat işlevlerini destekleme ve ekosistem hizmetlerini güçlendirme gibi çok boyutlu çıktılar ürettiğini kapsamlı bir değerlendirme ile göstermiştir. Bu nedenle LID, klasik mühendislik sistemlerinden farklı olarak, teknik performans ile ekolojik işlevselliği aynı çatı altında birleştirerek su yönetiminde entegre bir yaklaşım sunar.

Sonuç olarak LID'in süreçleri, doğal su döngüsünün kent içinde yeniden işleyen bir organizasyona dönüştürülmesini hedefler. Bu hedefler mikro ölçekte bileşen düzeyinde başlarken, kentsel peyzaj ölçeğinde çok işlevli bir mavi-yeşil altyapı ağına bağlanan bütüncül bir hidrolojik sistemin kurulmasına hizmet eder.

3. LID için Yöntemsel Yaklaşımlar

LID'in kentlerde etkili ve bağlama duyarlı biçimde uygulanabilmesi, yalnızca kuramsal temellere değil, aynı zamanda çok katmanlı ve bütünlüklü bir yöntemsel çerçeveye dayanır. Bu çerçeve; verinin niteliğini, mekânsal analizlerin doğruluğunu, hidrolojik modelleme süreçlerinin tutarlılığını ve karar verme mekanizmalarının açıklığını bir arada ele alan sistematik bir yaklaşımı gerektirir. LID'in doğası gereği yağış-akış süreçleri yerel topoğrafya, toprak özellikleri, arazi kullanımı ve geçirim-

sizlik desenleri ile yakından ilişkili olduğundan, yöntembilimsel olarak her bileşenin kent ölçeğindeki özgün koşullarla uyumlu biçimde değerlendirilmesi zorunludur.

Bu bölüm, LID planlamasının temelini oluşturan analitik adımları bir bütün olarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. İlk olarak, farklı ölçeklerde karar üretme süreçlerinin dayandığı veri türleri ve bu verilerin güvenilir biçimde elde edilmesi ele alınmaktadır. Ardından, mekânsal analizlerin ve dijital yükseklik modelleri gibi türetilmiş verilerin LID tasarımıyla yönlendirilmesindeki rolü açıklanmaktadır. Süreç-temelli değerlendirmeler için kullanılan hidrolojik modelleme yaklaşımlarının LID bileşenlerini nasıl temsil ettiği ve hangi koşullarda hangi model yapılandırılmalarının tercih edildiği de bu çerçevenin bir diğer bileşenidir. Son olarak, çok ölçütlü karar verme mekanizmalarının LID senaryolarını karşılaştırmada neden kritik olduğu ve farklı ölçeklerde nasıl kullanılabilirliği ortaya konmaktadır.

Bu bütünsel yaklaşım, izleyen alt başlıkların her birinde ayrıntılı olarak ele alınacak olan veri, CBS analizleri, modelleme ve karar verme süreçlerinin bilimsel mantığını kapsayan bir temel sunar. Böylece LID uygulamalarının kentlerde hem teknik hem ekolojik hem de yönetsel açıdan tutarlı bir planlama sistemine yerleşmesi mümkün olur.

3.1 LID Çalışmaları İçin Veri Evreni

LID uygulamalarının kent ölçeğinde etkin biçimde planlanabilmesi, çok boyutlu bir veri evreninin doğru, eksiksiz ve bağlama duyarlı şekilde oluşturulmasına bağlıdır. Bu veri evreni; hidrolojik süreçleri temsil eden zaman serilerinden, arazi kullanım katmanlarına; toprak geçirgenliğinden, dijital yükseklik modellerine; mikro iklim verilerinden, kirleticilik tahminlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. LID'in temel amacı doğal su döngüsünün kent içerisinde yeniden işler hâle getirilmesi olduğundan, her veri katmanı bu amaçla ilişkili süreçlerin nicel olarak değerlendirilmesine hizmet eder.

Kentsel yüzeylerin geçirimsizlik düzeyi LID için en kritik veri katmanlarından biridir. Arnold ve Gibbons (1996), geçirimsizlik oranındaki artışın akış hacmi, pik debi ve su kalitesi üzerindeki belirleyici etkisini göstererek, kentleşmiş havzalarda yüzey örtüsü verisinin LID planlamasının ana bileşenlerinden biri olduğunu kanıtlamıştır. Bu nedenle arazi kullanım/örtüsü (LULC) verileri; yapılaşma yoğunluğu, yol ağları ve açık alanların dağılımı gibi mekânsal değişkenlerle birlikte değerlendirilir.

Hidrolojik veri bileşenleri, başta yağış, buharlaşma, sıcaklık, rüzgâr hızı ve bağıl nem olmak üzere, kentsel hidrolojik süreçleri zamansal ola-

rak temsil eden meteorolojik zaman serilerinden oluşur. Bu veriler, yalnızca toplam yağış miktarlarının belirlenmesi açısından değil; yağışın süresi, şiddeti, ardışıklığı ve olaylar arası kurak dönemlerin uzunluğu gibi parametrelerin analiz edilmesi bakımından da kritik öneme sahiptir. LID uygulamaları, özellikle kısa süreli ve yüksek şiddetli yağışlara karşı duyarlı sistemler olduğundan, zaman serilerinin çözünürlüğü model sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Saatlik ya da alt-saatlik veriler, yüzey akışı oluşumu, pik debi gelişimi ve LID bileşenlerinin doyuma ulaşma eşiklerinin doğru biçimde temsil edilebilmesi açısından belirleyici rol oynar. Bu hidrolojik zaman serileri, model kalibrasyonu, doğrulama ve iklim temelli senaryo analizleri için temel girdileri oluşturur. Brun ve Band (2000), arazi örtüsü verileri ile hidrolojik zaman serilerinin bütünleşik olarak kullanılması durumunda, havza tepkisinin hem mekânsal hem de zamansal boyutlarıyla daha gerçekçi biçimde temsil edilebildiğini göstermiştir. Özellikle LID bileşenlerinin etkinliği, yağış-akış ilişkilerinin zaman içindeki değişimine duyarlı olduğundan, bu entegrasyon LID performans değerlendirmelerinde kritik bir yöntemsel gereklilik hâline gelmektedir. Bu bağlamda veri evreninin yalnızca mekânsal çözünürlüğü değil, zamansal çözünürlüğü ve sürekliliği de LID çalışmalarının bilimsel güvenilirliğini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Dijital Yükseklik Modelleri (DEM), topografyanın akış yönleri, akış birikimi, eğim ve yüzey drenaj ağlarının belirlenmesinde temel veri setidir. Bu tür modeller, LID bileşenlerinin yer seçiminde kritik rol oynar; çünkü akışın doğal yönleri, suyun odaklandığı alanlar ve havza sınırları bu verilerden türetilir. Beven (2001), hidrolojik modellemede topografyanın temsiline hem belirsizliği azaltan hem de model performansını artıran ana parametrelerden biri olduğunu göstermiştir. DEM verileri aynı zamanda yağmur bahçeleri, bioswale sistemleri ve geçirgen yüzeylerin çalışacağı mikro-havzaların tanımlanmasında da kullanılır. Uzaktan algılama temelli nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımları kapsamında Sentinel-2A görüntülerinin ASTER GDEM ve toprak haritalarıyla bütünleştirildiği uygulamalar, su ve sulak alanla ilişkili habitat sınıflarının yüksek doğrulukla ayrıştırılabildiğini ve planlamaya altlık oluşturacak habitat haritalarının üretilebildiğini göstermektedir (Ersoy, Yılmaz, Atak & Gülçin, 2019).

Veri evreninin temel bileşenlerinden bir diğeri, LID bileşenlerinin hidrolojik ve ekolojik performansını doğrudan belirleyen toprak özellikleridir. Toprağın infiltrasyon kapasitesi, hidrolik iletkenliği, tekstürü, porozitesi ve organik madde içeriği; yağışın yüzey akışına mı dönüşeceğini yoksa sistem içinde tutulup dönüştürüleceğini belirleyen ana parametrelerdir. Doğal peyzajlarda bu özellikler, suyun toprak profili boyunca kademeli olarak hareket etmesini ve yeraltı suyu sistemleriyle dengeli

bir ilişki kurmasını sağlarken, kentsel alanlarda sıkışma (compaction), dolgu, yüzey mühürlenmesi ve toprak horizonlarının bozulması bu süreçleri büyük ölçüde sekteye uğratmaktadır. Booth et al. (2002), kentleşmiş havzalarda toprak bozulmasının hidrolojik tepkileri yalnızca nicel değil, nitel olarak da değiştirdiğini; infiltrasyon kapasitesindeki küçük düşüşlerin dahi akış hacmi ve pik debiler üzerinde orantısız etkilere yol açabildiğini ortaya koymuştur. Bu durum, LID tasarımlarında pedolojik verilerin göz ardı edilmesi hâlinde model sonuçlarında ciddi sapmaların ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Özellikle geçirgen yüzeyler, biyolojik hendekler ve yağmur bahçeleri gibi toprakla doğrudan etkileşimli LID bileşenleri için, üst toprak özellikleri kadar alt toprak katmanlarının hidrolik davranışı da belirleyici olmaktadır. Bu nedenle LID uygulamalarına yönelik veri seti, yalnızca yüzey bilgileriyle sınırlı tutulamaz; toprak derinliği, doyumluk durumu, yeraltı suyu seviyesi, geçirimsiz tabakaların varlığı ve geçirgenlik sınıfları gibi alt yüzey verilerini de kapsamak zorundadır. Bu tür pedolojik verilerin mekânsal olarak temsil edilmesi, LID bileşenlerinin yer seçiminde yanlış pozitif sonuçların önüne geçilmesini ve sistemlerin uzun vadeli performansının daha gerçekçi biçimde değerlendirilmesini sağlar. Toprak özelliklerinin yeterince temsil edilmediği durumlarda, LID uygulamaları kısa vadede işlevsel görünse bile, doyumluk, taşma veya bakım sorunları nedeniyle beklenen hidrolojik ve ekolojik faydaları sürdürülebilir biçimde üretemeyebilir.

Bu çok katmanlı veri evreni, LID'in hem yer seçiminde hem de performans değerlendirmesinde kullanılan CBS analizleri, hidrolojik modeller ve çok ölçütlü karar mekanizmalarının bilimsel temelini oluşturur. Veri evreninin doğruluğu, çözünürlüğü ve bağlama uygunluğu LID uygulamalarının etkisini doğrudan belirlediği için, yöntemsel çerçevenin her adımında kritik bir rol oynar.

3.2 CBS Tabanlı Hidrolojik Analizler

LID'in etkin biçimde tasarlanabilmesi, kentsel yüzeylerde yağışın nasıl aktığını, nerelerde biriktiğini ve hangi güzergâhlardan yoğunlaştığını doğru temsil eden CBS tabanlı hidrolojik analizlere dayanır. Bu analizlerin temelini, dijital yükseklik modellerinden (DEM) türetilen akış yönleri, akış birikimi, eğim ve mikro-havza sınırları oluşturur. CBS, bu türetimleri mekânsal olarak ilişkilendirerek hem doğal drenaj ağını hem de kentleşmeyle bozulan yüzey akış örüntülerini görünür hâle getirir; bu da LID bileşenlerinin yer seçiminde ve performans değerlendirmesinde kritik bir rol oynar.

Jenson ve Domingue (1988), DEM verilerinden akış yönü ve akış birikimi türetmek için geliştirilen algoritmaların CBS tabanlı hidrolojinin

yöntemsel temelini oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu yaklaşımda, sayısal yükseklik verileri öncelikle yüzeydeki yapay ve doğal çukurluklardan arındırılarak (depression filling) sürekli bir akış yüzeyi hâline getirilir; ardından her hücre için akış yönü ve bu hücreye yukarı havzadan gelen birikimli akış miktarı hesaplanır. Bu işlemler, kentsel alanlarda yağışın hangi mikro-topografik eşiklerde biriktiğini, hangi güzergâhlarda hızlandığını ve hangi alanlarda yüzeysel taşkın riskinin yoğunlaştığını nicel olarak ortaya koyar. LID planlamasında mikro-havza tanımları, yüzey suyu birikim alanları ve akış yolları, bu türetilmiş katmanlar üzerinden belirlenerek, LID bileşenlerinin rastlantısal değil, hidrolojik mantıkla konumlandırılmasını sağlar.

Topografyanın daha hassas ve gerçekçi biçimde temsil edilmesi gerektiği durumlarda, Tarboton'un (1997) geliştirdiği D-infinity yöntemi önemli bir yöntemsel üstünlük sunar. Bu yaklaşım, klasik tek yönlü akış algoritmalarından farklı olarak, akışın eğim ve yüzey yönelimine bağlı biçimde birden fazla yöne dağıtılabileceğini kabul eder. Özellikle karmaşık kentsel topoğrafyalarda, yol kotları, bordürler, yapı kenarları ve dolgu alanları gibi mikro-ölçekli yüzey farklılıkları, akışın tek bir doğrultuda ilerlemesini engeller. D_{∞} yöntemi, bu çok yönlü akış davranışını daha gerçekçi biçimde temsil ederek, LID bileşenlerinin hidrodinamik olarak daha doğru konumlandırılmasına olanak tanır. Bu sayede yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler ve geçirgen yüzeyler, yalnızca topografik olarak düşük kotlarda değil; akışın fiilen yoğunlaştığı ve dağıldığı alanlarda stratejik biçimde yerleştirilebilir.

Sonuç olarak CBS tabanlı hidrolojik analizler, LID tasarımının yalnızca destekleyici bir aşaması değil, bilimsel doğruluğunu belirleyen çekirdek bileşenidir. Akış yollarının doğru modellenmesi, mikro-havzaların güvenilir biçimde tanımlanması ve yüzey drenaj örüntüsünün gerçekçi şekilde temsil edilmesi, LID uygulamalarının hem yer seçiminde hem de performans tahminlerinde en kritik adımları oluşturur.

3.3 SWMM/LID Modülleri ile Performans Modelleme

LID uygulamalarının performansını nicel olarak değerlendirebilmenin en güçlü yöntemlerinden biri, süreç-temelli hidrolojik modelleme araçlarının kullanılmasıdır. Bu araçlar içinde Storm Water Management Model (SWMM), hem kentsel drenaj sistemlerinin hem de LID bileşenlerinin dinamik davranışlarını temsil eden en yaygın ve en gelişmiş modeldir. SWMM'in LID modülleri infiltrasyon, depolama, buharlaşma-terleme ve gecikmeli akış süreçlerini ayrı işlevsel bileşenler olarak modelleyerek, farklı tasarım seçeneklerinin hidrolojik etkilerini karşılaştırmaya olanak tanır. Rossman (2015), SWMM 5.1'in bu süreç-temelli

yapısının, LID bileşenlerinin sistematik biçimde simüle edilmesini sağlayan temel modelleme mantığını oluşturduğunu belirtir.

LID bileşenlerinin performans modellemesi, özellikle şiddetli yağış olaylarına verilen hidrolojik tepki, pik debi azaltımı, toplam akış hacminin kontrolü ve su kalitesi parametreleri üzerinden değerlendirilir. Bu değerlendirmeler, yalnızca maksimum debi değerlerinin karşılaştırılmasıyla sınırlı olmayıp; hidrografın şekli, akışın zamansal dağılımı, gecikme süresi ve olay sonrası taban akımının davranışı gibi süreç-temelli göstergeleri de kapsar. Özellikle kısa süreli ve yüksek şiddetli yağışlar altında LID bileşenlerinin doyuma ulaşma eşikleri, depolama kapasitelerinin doluluk süreleri ve taşma davranışları, modelleme çıktılarının yorumlanmasında kritik öneme sahiptir. Cipolla, Maglionico ve Stojkov (2016), LID uygulamalarının SWMM modeli kullanılarak kent ölçeğinde simülasyonunu gerçekleştirerek, yağış-akış ilişkilerindeki iyileşmenin tek bir bileşen türüne indirgenemeyeceğini ortaya koymuştur. Çalışma, yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler ve geçirgen yüzeyler gibi farklı LID bileşenlerinin, yerleşim yoğunluğu, yüzey geçirimsizliği oranı ve mekânsal dağılım desenlerine bağlı olarak farklı performans profilleri sergilediğini göstermektedir. Bu bulgular, LID'in etkinliğinin yalnızca bileşen tasarımına değil, kentsel form ve arazi kullanım yapısıyla kurduğu ilişkiye de doğrudan bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda SWMM, yalnızca tekil LID tasarımlarının performansını test eden bir simülasyon aracı değil; farklı arazi kullanımı senaryolarını, yoğunluk artışlarını ve mekânsal yerleşim alternatiflerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye olanak tanıyan güçlü bir karar destek sistemi olarak öne çıkmaktadır. Model çıktıları, LID bileşenlerinin hangi koşullar altında en yüksek hidrolojik faydayı sağladığını, hangi eşiklerde performans kaybı yaşandığını ve sistem düzeyinde hangi kombinasyonların daha etkin olduğunu ortaya koyarak, planlama ve tasarım süreçlerine bilimsel temelli girdiler sunmaktadır.

Modelleme süreçlerinde belirsizlik, parametrik duyarlılık ve girdilerin mekânsal çözünürlüğü önemli rol oynar. Lee, Lee ve Han (2020), SWMM tabanlı LID simülasyonlarında parametre duyarlılık analizlerinin model performansını önemli ölçüde etkilediğini ve özellikle toprak geçirgenliği, başlangıç su içeriği, LID katman kalınlıkları ve depresyon depolaması gibi parametrelerdeki küçük değişimlerin sonuçlar üzerinde belirgin etkiler yarattığını vurgulamıştır. Bu nedenle performans modellemesi, yalnızca tekil tasarımları değil, aynı zamanda senaryo analizleri ve duyarlılık çalışmaları ile desteklenen bir yöntemsel bütünlük gerektirir.

Sonuç olarak SWMM/LID modülleri, LID'in hidrolojik, ekolojik ve mühendislik boyutlarını süreç-temelli bir yapıda birleştirerek hem tasarım hem de planlama için güçlü bir analitik zemin oluşturur. Bu modelleme yaklaşımı, LID bileşenlerinin sistem düzeyindeki etkilerini anlamayı, farklı senaryoların karşılaştırılmasını ve bağlama özgü optimum çözümlerin geliştirilmesini mümkün kılar.

3.4 LID Karar Süreçleri ve Çok Ölçütlü Değerlendirme

LID planlaması, yalnızca hidrolojik performansın değil, maliyet, bakım gereksinimleri, arazi uygunluğu, ekolojik katkı ve sosyal kabul gibi çok boyutlu kriterlerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir karar sürecidir. Bu nedenle LID'in uygulanabilirliğini belirleyen yönetsel çerçeve, sezgisel seçimlerden bağımsız olarak çok ölçütlü karar verme (MCDM) yaklaşımlarına dayanır. MCDM, farklı türden verilerin ve amaçların sistematik bir karar matrisinde bir araya getirildiği analitik bir yöntem seti sunar. Saaty (1980), Analitik Hiyerarşi Süreci'nin (AHP) bu tür karar ortamlarında karmaşık sorunları basitleştirerek kriter ağırlıklarının tutarlı biçimde belirlenmesini sağladığını göstermiştir; bu yöntem bugün çevresel karar verme literatüründe standart bir temel oluşturur. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) tabanlı çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarının, yalnızca mühendislik ve su yönetimi problemleriyle sınırlı olmadığı; rekreasyon alanları, peyzaj uygunluğu ve mekânsal planlama kararlarında da çevresel hassasiyet, kullanım baskısı ve mekânsal niteliklerin birlikte değerlendirilmesine olanak tanıdığı çeşitli uygulama örnekleriyle ortaya konmuştur (Göktuğ Tendü Hilal & İlhan, 2020).

LID senaryolarının değerlendirilmesinde MCDM, özellikle farklı ölçeklerdeki teknik ve ekolojik çıktıları bütünleştirme becerisiyle öne çıkar. Hajkowicz ve Collins (2007), çevresel karar süreçlerinde MCDM'nin çok aktörlü beklentileri ortak bir değerlendirme çerçevesi altında topladığını, böylece karmaşık çevresel yönetim problemlerinin daha şeffaf ve izlenebilir hâle geldiğini belirtir. Bu yaklaşım, LID planlamasında hem yer seçimi hem de farklı uygulama seçeneklerinin önceliklendirilmesi için kritik bir yapı sunar.

LID'e özgü uygulamalarda çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin (Multi-Criteria Decision Making, MCDM) rolü giderek güçlenmektedir. Bunun temel nedeni, LID stratejilerinin performansının tek bir teknik göstergeyle değerlendirilememesi; hidrolojik, mekânsal, ekonomik ve yönetsel boyutların aynı anda dikkate alınmasını zorunlu kılmasıdır. Bir LID bileşeni hidrolojik açıdan yüksek performans gösterse bile, alan gereksiniminin fazlalığı, bakım yükünün yüksekliği ya da uygulama maliyetleri nedeniyle kentsel bağlamda uygulanabilir olmayabilir. Bu durum,

LID planlamasını doğası gereği çok kriterli bir karar problemine dönüştürmektedir. Zhang ve Chui (2017), farklı LID stratejilerini (yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler, biyolojik hendekler vb.) hidrolojik performans, gerekli alan büyüklüğü, kurulum ve bakım maliyetleri ile işletme gereksinimleri gibi ölçütler üzerinden değerlendiren bir MCDM modeli geliştirmiştir. Bu çalışma, farklı kriterlerin ağırlıklandırılmasına bağlı olarak LID senaryolarının öncelik sıralamasının değişebildiğini ve “en iyi” çözümün bağlama duyarlı biçimde tanımlanması gerektiğini ortaya koymuştur. Böylece MCDM, teknik olarak benzer görünen LID seçenekleri arasındaki farkları görünür kılan analitik bir araç işlevi üstlenmektedir. Bu tür çalışmalar, LID’in yalnızca yağmur suyunu yöneten bir mühendislik uygulaması değil; arazi kullanımı, kentsel yoğunluk, ekonomik sürdürülebilirlik ve yönetim kapasitesi gibi değişkenlerle birlikte ele alınması gereken çok kriterli bir planlama kararı olduğunu açık biçimde göstermektedir. MCDM yaklaşımları, LID tasarımlarının sezgisel tercihlerle değil, şeffaf, karşılaştırılabilir ve gerekçelendirilebilir karar süreçleriyle geliştirilmesine olanak tanıyarak, LID’in planlama ve uygulama ölçeklerinde daha tutarlı ve sürdürülebilir biçimde hayata geçirilmesini sağlamaktadır.

Bu noktada çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarının CBS tabanlı analizlerle bütünleştirilmesi, LID planlama sürecinin mekânsal ve analitik tutarlılığını güçlendiren kritik bir adım hâline gelmektedir. Arazi eğimi, geçirimsizlik oranı, toprak özellikleri, akış birikimi ve drenaj yönleri gibi mekânsal olarak değişken kriterlerin CBS ortamında temsil edilmesi; MCDM çerçevesinde tanımlanan ölçütlerin yalnızca soyut ağırlıklar olarak değil, doğrudan mekâna bağlı karar girdileri olarak değerlendirilmesini mümkün kılar. Bu entegrasyon, LID bileşenlerinin nerede, hangi yoğunlukta ve hangi kombinasyonlarla uygulanmasının daha uygun olacağını mekânsal olarak görünür hâle getirerek, karar sürecini daha şeffaf, tekrarlanabilir ve bağlama duyarlı bir yapıya kavuşturur.

CBS ile MCDM’nin entegrasyonu da LID karar süreçlerini güçlendiren bir diğer boyuttur. Rikalovic, Cosic ve Lazarevic (2014), mekânsal-ve-ri tabanlı karar modellerinin, coğrafi kriterlerin ve mekânsal kısıtların değerlendirilmesini mümkün kılarak karar sürecinin daha bağlama duyarlı hâle geldiğini göstermiştir. Böylece arazi eğimi, toprak özellikleri, geçirimsizlik oranı ve drenaj yönleri gibi mekânsal değişkenler LID senaryolarının önceliklendirilmesine doğrudan entegre edilebilir.

Sonuç olarak LID karar süreçleri, farklı ölçeklerdeki performans ölçütlerini bütünleştiren ve tasarım seçeneklerini analitik bir çerçevede karşılaştırılabilir hâle getiren çok ölçütlü değerlendirme yöntemlerine dayanır. Bu yöntemler hem teknik hem ekolojik hem de sosyal boyut-

larıyla LID uygulamalarının kent bağlamında daha uygulanabilir, daha şeffaf ve daha sürdürülebilir bir planlama kararına dönüşmesini sağlar.

4. LID’de Yöntemsel Entegrasyon ve Araştırma Öncelikleri

LID araştırmaları son yirmi yılda önemli bir gelişme göstermiş olsa da kavramsal çeşitlilik, yöntemsel tutarsızlık ve çok ölçekli analizlerdeki sınırlılıklar nedeniyle hâlâ bütüncül bir metodolojik olgunluğa ulaşmış değildir. Farklı disiplinlerden gelen yaklaşımların (hidroloji, ekoloji, peyzaj planlama, mühendislik ve CBS) aynı sorun alanı içinde birleşmesi, LID araştırmalarının hem güçlü hem de karmaşık yönünü oluşturur. Fletcher et al. (2015), LID’in kavramsal gelişiminin geniş bir yöntem yelpazesine yayıldığını, ancak bu çeşitliliğin araştırmalar arasında karşılaştırılabilirlik sorunlarına yol açtığını belirtir. Bu durum, LID’e ilişkin sonuçların farklı havza, iklim ve kentsel form koşullarında tutarlı biçimde karşılaştırılmasını zorlaştırmaktadır.

Araştırma sınırlılıklarının önemli bir bölümü, LID bileşenlerinin performansını değerlendiren çalışmaların çoğunlukla mikro ölçekte ve kısa süreli uygulama verilerine dayanmasından kaynaklanır. Ahiablame, Engel ve Chaubey (2012), LID literatüründe uzun dönemli izleme verilerinin yetersiz olduğunu ve saha verilerinin çeşitliliğinin sınırlı olması nedeniyle model sonuçlarının belirsizlik içerdiğini vurgulamıştır. Bu eksiklik, özellikle iklim değişikliği koşulları altında LID sistemlerinin dayanıklılığı, bakım gereksinimleri ve uzun vadeli etkinliği konusunda daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Shen et al. (2022) de LID ve doğa temelli çözümler üzerine yaptığı kapsamlı derlemede, performans değerlendirmesi, süreç-temelli modelleme ve iklim uyumu çalışmalarının hâlen sınırlı olduğunu vurgulayarak bu metodolojik boşlukların güncel literatürde de devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Bu sınırlılıkların önemli bir bölümü, LID çalışmalarında süreçlerin çoğu zaman parçalı biçimde ele alınmasından kaynaklanmaktadır. Birçok araştırma, LID bileşenlerinin performansını tekil ölçütler üzerinden değerlendirmekte; hidrolojik çıktılar, ekolojik işlevler ve mekânsal bağlam arasındaki karşılıklı etkileşimleri bütüncül biçimde irdelememektedir. Özellikle kısa süreli saha gözlemlerine veya sınırlı model çıktılara dayanan çalışmalar, LID sistemlerinin uzun vadeli davranışlarını, bakım gereksinimlerini ve farklı iklim koşulları altındaki uyarlanabilirliğini yeterince temsil edememektedir. Bu durum, LID uygulamalarının bazı bağlamlarda beklenen performansı göstermemesinin nedenlerinin yalnızca tasarım hatalarına değil, yöntemsel entegrasyon eksikliğine de bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla LID araştırmalarında,

veri toplama, modelleme, mekânsal analiz ve karar verme süreçlerinin birbirinden bağımsız değil; ardışık ve ilişkisel bir sistem olarak ele alınması gerekmektedir.

LID'in literatürde yer alan başarısızlık veya düşük performans örnekleri de yöntemsel entegrasyon gereksinimini güçlendirmektedir. Yanlış yer seçimi, yetersiz bakım, toprak geçirgenliğiyle uyumsuz tasarım parametreleri, sosyo-mekânsal kabul sorunları ve bileşenlerin havza ölçeğinde bütüncül bir ağ oluşturmada uygulanması, LID'in beklenen etkileri göstermediği durumların temel nedenleri arasında yer almaktadır. Bu tür başarısızlıklar, yalnızca teknik tasarım eksikliğiyle değil; alanın ekolojik ve sosyal taşıma kapasitesinin aşılması, kullanım yoğunluğunun sistemin yenilenme hızını geçmesi ve yönetim eşiklerinin göz ardı edilmesiyle de doğrudan ilişkilidir. Taşıma kapasitesi kuramı, mekânsal sistemlerde sürdürülebilirliğin belirli eşik değerler üzerinden okunması gerektiğini vurgulayarak, LID uygulamalarının uzun vadeli performansının bu eşiklerle uyumlu biçimde planlanmasını zorunlu kılmaktadır (Göktuğ Tendü Hilal, 2013).

Bu tür sınırlılıklar, LID'in başarılı olabilmesi için yalnızca teknik tasarımın değil, bağlama duyarlı planlama, düzenli bakım süreçleri ve çok ölçekli uygulama stratejilerinin eşzamanlı olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Yöntemsel entegrasyonun bir diğer gerekliliği, modelleme yaklaşımlarının çok ölçekli veri setleriyle uyumlu biçimde geliştirilmesidir. LID bileşenlerinin performansı çoğu zaman parsel veya sokak ölçeğinde değerlendirilirken, kentsel akış rejimlerinin dönüşümü ve ekolojik ağların işleyişi daha geniş ölçeklerde ortaya çıkar. Giacomoni ve Joseph (2017), LID modellemelerinde belirsizlik ve parametre duyarlılığı analizlerinin henüz yeterince sistematik olmadığını ve farklı modellerin birbiriyle entegre edilmesinde önemli boşluklar bulunduğunu göstermiştir. Bu durum, yeni nesil araştırmalarda hem süreç-temelli modellerin hem de mekânsal karar destek sistemlerinin bütünleştirilmesini öncelikli bir gündem hâline getirmektedir.

Sonuç olarak LID'de yöntemsel entegrasyon ve araştırma öncelikleri üç temel ekseninde toplanmaktadır:

Uzun dönemli izleme ve veri tabanı geliştirme; LID uygulamalarının gerçek performansının anlaşılabilmesi açısından temel bir araştırma önceliğidir. Mevcut literatürde birçok çalışma, kısa süreli saha verilerine veya sınırlı model simülasyonlarına dayandığından, LID bileşenlerinin zaman içindeki davranışlarını, bakım süreçleriyle ilişkisini ve farklı iklim koşulları altındaki dayanıklılığını yeterince temsil edememektedir.

Uzun dönemli izleme programları, yalnızca hidrolojik çıktıları değil; toprak özelliklerindeki değişimleri, bitkisel gelişimi ve sistemlerin işlevsel sürekliliğini de kapsayacak biçimde tasarlanmalıdır. Bu tür veri tabanlarının oluşturulması, LID performansının bağlama duyarlı ve karşılaştırılabilir biçimde değerlendirilmesine olanak tanıyarak, bilimsel belirsizliklerin azaltılmasına önemli katkı sağlar.

Çok ölçekli model entegrasyonu ve belirsizlik analizlerinin güçlendirilmesi; LID'in parsel ölçeğinden havza ve kent ölçeğine uzanan etkilerinin doğru biçimde temsil edilebilmesi için kritik bir gerekliliktir. LID bileşenleri çoğu zaman mikro ölçekte tasarlanmakta; ancak bu bileşenlerin kentsel akış rejimi, taşkın riski ve ekolojik ağlar üzerindeki etkileri daha geniş ölçeklerde ortaya çıkmaktadır. Bu durum, farklı ölçeklerde çalışan hidrolojik ve mekânsal modellerin birbirleriyle tutarlı biçimde entegre edilmesini zorunlu kılmaktadır. Aynı zamanda model girdilerindeki belirsizliklerin ve parametre duyarlılıklarının sistematik biçimde analiz edilmesi, LID performansına ilişkin sonuçların güvenilirliğini artırarak karar süreçlerinde aşırı genelleştirmelerin önüne geçmektedir.

Hidrolojik, ekolojik ve sosyal çıktıları bütünleştiren karar mekanizmalarının geliştirilmesi; LID'in yalnızca teknik bir müdahale alanı değil, çok boyutlu bir planlama ve yönetim konusu olduğunu kabul eden bir yaklaşımı gerektirir. Hidrolojik performans göstergeleri tek başına LID'in başarısını tanımlamak için yeterli değildir; ekosistem hizmetleri, mekânsal bağlantısallık, kullanıcı kabulü ve yönetim kapasitesi gibi faktörlerin de karar süreçlerine dâhil edilmesi gerekir. Bu bağlamda çok ölçütlü karar verme yaklaşımları ve CBS tabanlı karar destek sistemleri, farklı çıktıları ortak bir değerlendirme çerçevesinde birleştiren güçlü araçlar sunmaktadır. Bu tür bütünsel karar mekanizmaları, LID uygulamalarının kentsel bağlamda daha uygulanabilir, şeffaf ve sürdürülebilir biçimde hayata geçirilmesini mümkün kılar.

Bu öncelikler, LID'in yalnızca teknik bir müdahale alanı değil, aynı zamanda kentlerin iklim uyumu, ekolojik bütünlük ve su yönetimi stratejilerini bir araya getiren disiplinler arası bir araştırma paradigması olarak olgunlaşması için gerekli temel çerçeveyi oluşturur.

5. Sonuç: Kuramsal ve Yöntemsel Çerçevenin Değerlendirilmesi

Bu kitap bölümünde ele alınan kuramsal ve yöntemsel çerçeve, LID'in kentsel su yönetimi bağlamında neden artık bir seçenekten ziyade bilimsel olarak zorunlu bir yaklaşım hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Kentsel hidrolojideki yapısal bozulmalar, geçirimsizlik artışı, doğal akış

rejimlerinin kaybı ve ekosistem hizmetlerindeki zayıflama, geleneksel gri altyapının sınırlarını açık biçimde göstermektedir. LID yaklaşımı bu noktada, su döngüsünün doğal süreçlerine dayalı, çok ölçekli ve çok işlevli bir alternatif sunarak kentsel peyzajın yeniden yapılandırılmasına yönelik temel bir paradigma değişimini simgeler.

Kuramsal çerçeve, Low Impact Development (LID) yaklaşımının yalnızca teknik bir drenaj stratejisi olmadığını; kent ekolojisi, peyzaj planlama, hidroloji ve iklim uyumu gibi disiplinlerin kesişim noktasında konumlanan bütüncül bir düşünme ve müdahale biçimi olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda LID, suyu kontrol edilmesi gereken bir risk unsuru olarak ele alan geleneksel mühendislik paradigmasından ayrılarak, suyu kentsel sistemin ekolojik ve mekânsal işleyişine entegre edilmesi gereken temel bir süreç olarak yeniden tanımlar. Bu dönüşüm, kentsel hidrolojinin yalnızca nicel performans ölçütleriyle değil; ekosistem süreçleri, mekânsal örgütlenme ve uzun vadeli dirençlilik üzerinden okunmasını zorunlu kılmaktadır. Ekosistem hizmetleri, peyzaj bağlantırlığı, akış rejimleri ve süreç temelli hidroloji gibi kavramlar, LID'in dayandığı bilimsel gerekçelerin yalnızca birbirini tamamlayan değil, aynı zamanda birbirine bağımlı olduğunu göstermektedir. Yüzey akışının azaltılması, taban akımının desteklenmesi veya su kalitesinin iyileştirilmesi gibi hedefler, tekil müdahalelerle değil; peyzajın mekânsal sürekliliği, ekolojik ağların işleyişi ve doğal süreçlerin yeniden üretimiyle birlikte anlam kazanmaktadır. Bu nedenle LID, kentsel çevrede ortaya çıkan taşkın, ısı adası etkisi ve ekosistem kaybı gibi sorunları ayrı ayrı ele alan parçacı yaklaşımların ötesine geçerek, bu baskıların ortak kökenlerini hedefleyen sistem temelli bir çerçeve sunmaktadır. Bu bölümde kurulan kavramsal yapı, LID'i yalnızca mevcut sorunlara müdahale eden reaktif bir teknik çözüm olarak değil; kentsel sistemlerin iklim değişikliği, hızlı kentleşme ve çevresel belirsizlikler karşısında uyum kapasitesini ve dayanıklılığını güçlendiren stratejik bir planlama yaklaşımı olarak yeniden konumlandırmaktadır. Bu yönüyle LID, kısa vadeli mühendislik performansına odaklanan çözümlerden ayrılarak, kentsel peyzajın ekolojik işleyişini uzun vadede yeniden yapılandırmayı hedefleyen bir paradigma değişimini temsil etmektedir. Böylece LID, su yönetimi aracılığıyla kentsel sistemlerin bütüncül dönüşümünü mümkün kılan, disiplinler arası ve süreç odaklı bir çerçeve olarak değerlendirilmektedir.

Yöntemsel çerçeve, LID uygulamalarının bilimsel karar süreçleriyle nasıl bütünleştiğini, yalnızca kullanılan araçlar üzerinden değil; veriden karara (data-to-decision) uzanan bütüncül bir iş akışı olarak ortaya koymaktadır. Bu iş akışı, öncelikle zamansal ve mekânsal çözünürlüğü tanımlanmış, kalite güvencesi-kalite kontrol (QA/QC) süreçlerinden geçirilmiş, meta-veri ve versiyonlama ilkeleriyle yönetilen güvenilir bir veri

evreninin oluşturulmasını gerektirir. Ardından, akış yönleri, akış birikimi, mikro-havza sınırları, eğim ve geçirimsizlik desenleri gibi türetilmiş değişkenlerin CBS (GIS) ortamında üretilmesi ve doğrulanması yoluyla hidrolojik süreçlerin mekânsal bağlamı tanımlanır. Bu mekânsal çerçeve, süreç-temelli modelleme araçlarıyla (SWMM/LID) desteklenerek kalibrasyon-doğrulama aşamalarından geçirilir; model parametrelerine ilişkin duyarlılık ve belirsizlik (sensitivity-uncertainty) analizleriyle sonuçların güvenilirliği sorgulanır. Elde edilen teknik çıktılar, çok ölçütlü karar verme (MCDM) yaklaşımları aracılığıyla farklı senaryoların karşılaştırılmasına olanak tanıyacak biçimde değerlendirilir ve sonuçlar, şeffaf raporlama ile yinelenebilirlik (reproducibility) ilkeleri doğrultusunda dokümanite edilir. Bu bütüncül karar mimarisi, LID tasarımını sezgisel tercihlerden uzaklaştırarak, ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve izlenebilir kanıtlara dayalı bir planlama sürecine dönüştürmektedir. Bu çerçevede CBS tabanlı mekânsal analizler, hidrolik/hidrolojik süreçlerin işlediği bağlamsal zemini kurar; akış yolları, birikim alanları ve topoğrafik eşikler, LID bileşenlerinin hidrodinamik olarak doğru konumlandırılmasının ön-koşuludur. Ardından SWMM/LID modeli, yalnızca pik debi ve hacim kontrolü gibi özet göstergeleri değil, hidrografın şekli, gecikme süresi, doluluk-taşma davranışları ve olay sonrası taban akımı gibi süreç göstergelerini de simüle ederek, tasarım seçeneklerinin olay tabanlı (event-based) ve çoklu senaryo (ensemble) koşulları altında nasıl davrandığını görünür kılar. Bu aşamada kalibrasyon-doğrulama zorunludur; parametre alanlarının (infiltrasyon kapasitesi, hidrolik iletkenlik, depresyon depolaması, katman kalınlıkları) küresel/yerel duyarlılık analizleriyle sorgulanması ve sonuçların belirsizlik bantları ile birlikte raporlanması, karar kalitesini belirleyen bilimsel eşittir. Elde edilen teknik çıktılar MCDM içinde hidrolojik performans, alan gereksinimi, maliyet, bakım yükü, ekosistem hizmetleri ve sosyal kabul gibi ölçütlerle birlikte değerlendirilir. Ağırlıklandırma (weighting) ve kıyas (ranking) aşamalarının paydaş katılımı ile yürütülmesi, “en iyi” çözümün bağlama bağımlı olduğunu açıkça ortaya koyar; CBS-MCDM entegrasyonu ise bu sonuçları mekânsal öncelik haritaları ve uygunluk yüzeyleri olarak somutlayarak, kararın yeri, yoğunluğu ve kombinasyonları açısından uygulanabilir bir yol haritasına dönüştürür. Böylece LID, kentsel su döngüsünü iyileştiren uygulamaların ötesinde, kanıta dayalı, yinelenabilir ve hesap verebilir bir planlama sistemi niteliği kazanır; farklı çözümlerin yalnızca teknik performanslarını değil, ekolojik ve sosyal etkilerini de birlikte tartan bütüncül bir karar mimarisinin gerekliliği somut biçimde temellenir.

Bu bölümün ortaya koyduğu kuramsal ve yöntemsel bütünlük, LID’in kentlerde yalnızca tekil bileşenlerin yerleştirilmesiyle değil, bir sistem yaklaşımıyla uygulanmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Çok ölçekli

verilerin entegrasyonu, süreç odaklı modelleme, ekolojik işlevlerin gözetilmesi ve karar mekanizmalarının şeffaflaştırılması, LID'in hem tasarım hem yönetim aşamalarında temel bileşenlerdir. Böyle bir bütünleşik yaklaşım, LID'in farklı kentsel bağlamlarda tutarlı, tekrarlanabilir ve uzun vadeli etkileri olan bir uygulama alanına dönüşmesini sağlar. Aynı zamanda bu çerçeve, LID'in gelecekteki uygulamalarında hangi ölçütlerin kritik, hangi süreçlerin geliştirilmeye açık olduğunu belirleyerek araştırma ve uygulama arasında daha güçlü bir köprü kurmaktadır.

Sonuç olarak bu bölüm, LID'i kuramsal temelleri, ekolojik gerekçeleri ve analitik yöntemleriyle birlikte ele alarak, uygulamaya yönelik daha kapsamlı çalışmalar için sağlam bir bilimsel temel oluşturmuştur. İzleyen bölümde yer alacak uygulama ölçekleri, tasarım yaklaşımları ve alan örnekleri bu kuramsal-yöntemsel çerçevenin doğal devamı niteliğindedir. Böylece bilimsel temelden uygulamaya doğru ilerleyen bütüncül bir bakış açısı, LID'in kent ölçeğinde sürdürülebilir bir su yönetimi stratejisi olarak konumunu daha da belirginleştirecektir.

KAYNAKÇA

- Ahern, J. (2007). Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In V. Novotny & P. Brown (Eds.), *Cities of the future: Towards integrated sustainable water and landscape management* (pp. 267–283). IWA Publishing.
- Ahiablame, L. M., Engel, B. A., & Chaubey, I. (2012). Effectiveness of low impact development practices: Literature review and suggestions for future research. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(7), 4253–4273. <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1189-1>
- Akyiğit, Ü., & Gökтуğ, T. H. (2025). A theoretical review on cultural ecosystem services and visitor management in protected areas. *Journal of Protected Areas Research*, 4(1), 64–72. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16731825>
- Arnold, C. L., Jr., & Gibbons, C. J. (1996). Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 243–258. <https://doi.org/10.1080/01944369608975688>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.
- Beven, K. (2001). *Rainfall–runoff modelling: The primer*. Wiley-Blackwell.
- Booth, D. B., Hartley, D., & Jackson, R. (2002). Forest cover, impervious-surface area, and the mitigation of stormwater impacts. *Journal of the American Water Resources Association*, 38(3), 835–845. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2002.tb01000.x>
- Booth, D. B., & Jackson, C. R. (1997). Urbanization of aquatic systems: Degradation thresholds, stormwater detection, and the limits of mitigation. *Journal of the American Water Resources Association*, 33(5), 1077–1090. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1997.tb04126.x>
- Brun, S. E., & Band, L. E. (2000). Simulating runoff behavior in an urbanizing watershed. *Computers, Environment and Urban Systems*, 24(1), 5–22. [https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(99\)00041-2](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(99)00041-2)
- Cipolla, S. S., Maglionico, M., & Stojkov, I. (2016). A long-term hydrological modelling of LID systems for urban stormwater management. *Journal of Environmental Management*, 181, 343–353. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.020>
- Dietz, M. E. (2007). Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 186(1–4), 351–363. <https://doi.org/10.1007/s11270-007-9484-z>
- Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S. N., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J. N., de Groot, R. (2015). Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001>
- Ersoy, E., Yılmaz, K. T., Atak, B. K., & Gülçin, D. (2019). Sentinel-2A uydu görüntüsünde nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılarak kıyı

- habitatlarının haritalanması. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 19, 152–161. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.486691>
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., & Dagenais, D. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more: The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
- Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Collier, M. J., Kendal, D., Bulkeley, H., Dumitru, A., & Walsh, C. (2019). Nature-based solutions for urban climate resilience: A review. *Environmental Science & Policy*, 93, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.010>
- Giacomoni, M. H., & Joseph, J. (2017). Multi-objective optimization and decision support for low impact development. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 143(9), 04017052. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000814](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000814)
- Göktuğ, T. H. (2013). Taşıma kapasitesi kuramının milli parklarda oluşum, gelişim ve modellenme süreci. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(2), 195–206.
- Göktuğ, T. H., & İlhan, A. (2020). Kırsal rekreasyon alan planlanması kapsamında analitik hiyerarşi yönteminin (AHP) incelenmesi. 4. *Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi*, 1(1), 523–532.
- Hajkowicz, S., & Collins, K. (2007). A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. *Water Resources Management*, 21(9), 1553–1566. <https://doi.org/10.1007/s11269-006-9122-5>
- Jenson, S. K., & Domingue, J. O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54(11), 1593–1600.
- Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.). (2017). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- Lee, J., Lee, S., & Han, M. (2020). Sensitivity and uncertainty analysis of LID modelling using SWMM: Implications for urban water management. *Science of the Total Environment*, 728, 138–175. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138175>
- Millennium Ecosystem Assessment (M. E. A.) (2005). *Ecosystems and human well-being* (Vol. 5). Island Press.
- Paul, M. J., & Meyer, J. L. (2001). Streams in the urban landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 333–365. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.32.081501.114040>
- Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D. (2014). GIS-based multicriteria analysis for industrial site selection. *Procedia Engineering*, 69, 1054–1063. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03>

- Rossman, L. A. (2015). *Storm Water Management Model user's manual version 5.1*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. McGraw-Hill.
- Shen, Z., Zhou, X., & Li, Y. (2022). A review of low impact development and nature-based solutions: Performance, modelling approaches and climate resilience implications. *Journal of Environmental Management*, 318, 115–247. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022>.
- Tarboton, D. G. (1997). A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models. *Water Resources Research*, 33(2), 309–319. <https://doi.org/10.1029/96WR03137>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2009). *Technical guidance on implementing the stormwater runoff requirements for federal projects under Section 438 of the Energy Independence and Security Act* (EPA 841-B-09-001). Office of Water. <https://www.epa.gov/owow/nps/lid/section438>
- Velázquez, J., Gülçin, D., Vogt, P., Rincón, V., Hernando, A., Gutiérrez, J., Özcan, A. U., & Çiçek, K. (2022). Planning restoration of connectivity and design of corridors for biodiversity conservation. *Forests*, 13(12), 2132.
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., & Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 706–723. <https://doi.org/10.1899/04-028.1>
- Zhang, K., & Chui, T. F. M. (2017). A comprehensive review of LID practices for urban stormwater management: Performance, modeling and decision support. *Science of the Total Environment*, 607–608, 413–432. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.014>

Bölüm 2

**KORUNAN ALANLARDA REKREASYONEL
TAŞIMA KAPASİTESİNİN YENİ BİR
BOYUTU: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE DEĞİŞEN
YANGIN DİNAMİKLERİ VE YÖNETİM
GEREKLİLİKLERİ**

Tendü Hilal GÖKTUĞ¹

1 Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı
Bölümü,

tgoktug@adu.edu.tr ,ORCID: 0000-0001-7544-9943

1.Giriş

Korunan alanlar, doğal ve kültürel kaynak değerlerinin korunması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve insan-doğa etkileşiminin dengeli biçimde yönetilmesi amacıyla yasal olarak tanımlanmış özel statülü alanlardır. Milli parklar gibi rekreasyonel kullanıma açık korunan alanlarda bu dengeyi sağlamak için Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi (RTK) analizleri temel bir araç olarak kullanılmaktadır. RTK, bir alanın ekolojik bütünlüğüne, peyzaj değerlerine ve ziyaretçi deneyimine zarar vermeden kaldırabileceği kullanım düzeylerinin belirlenmesini sağlayan fiziksel, ekolojik, sosyal ve yönetsel boyutları içeren bütüncül bir yaklaşımdır.

Ancak son yıllarda özellikle Akdeniz iklim kuşağında sıcaklıkların artması, nemin azalması, kurak dönemlerin uzaması ve aşırı meteorolojik olayların sıklaşması orman yangınlarının hem olasılığını hem de şiddetini belirgin biçimde artırmıştır. Türkiye’de de bu eğilim açıkça hissedilmekte; artan yangın riski korunan alanların taşıyabileceği rekreasyonel baskının niteliğini, ziyaretçi güvenliğini ve kullanım senaryolarını doğrudan etkilemektedir. Dolayısıyla, ziyaretçi yönetimi süreçlerinin yangın riskiyle birlikte değerlendirilmesi artık kaçınılmaz bir yönetsel ihtiyaç hâline gelmiştir.

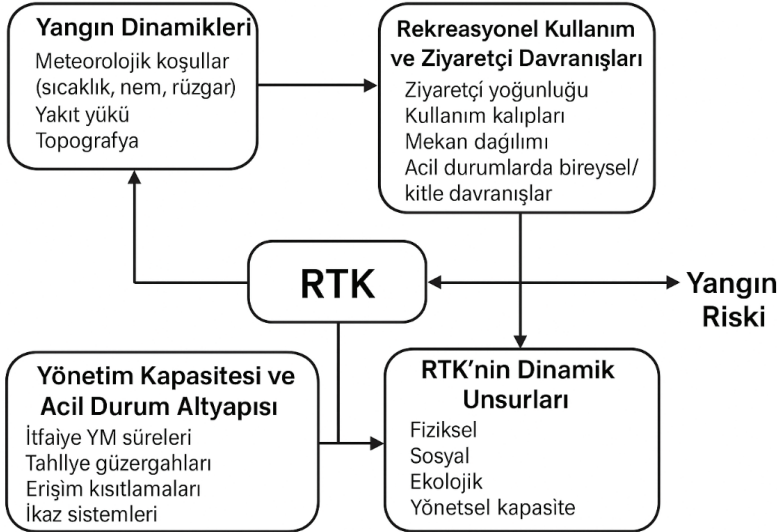
RTK literatürünün önemli bir kısmı kullanım düzeylerinin planlanmasına, ekolojik eşiklerin korunmasına ve sosyal deneyim kalitesinin yönetilmesine odaklanırken; yangın tehlikesi gibi dinamik ve hızla değişen risk bileşenlerinin bu çerçeveye sistematik biçimde entegre edilmediği görülmektedir. Benzer şekilde yangın davranışı, yangın tehlike indeksi, yanıcı madde yükü ve meteorolojik senaryoları konu alan zengin bir yangın ekolojisi literatürü bulunmasına rağmen, bu bilgi birikimi ziyaretçi yönetimi ve RTK süreçleriyle kavramsal düzeyde bütünleştirilmemiştir. Ortaya çıkan bu ayrışma, günümüz iklim rejiminde hem yönetsel öncelikler hem de ziyaretçi güvenliği açısından önemli bir boşluk yaratmaktadır.

RTK modelleri yoğunlukla belirli dönemlere ilişkin kapasite hesaplamalarına dayanır; buna karşılık yangın riskine yönelik modeller, ağırlıklı olarak biyofiziksel parametreler ve senaryo-temelli simülasyonlar üzerinden çalışır. Oysa ziyaretçi yoğunluğundaki değişimler, erişim düzenleri, kullanıcı hareketliliği ve sosyal taşıma kapasitesi bileşenleri yangın riskinin sonuçlarını doğrudan etkileyebilmekte; aynı şekilde, yangın riski de bir alanın gerçekçi kapasite sınırlarının belirlenmesinde kritik bir değişken hâline gelmektedir. Bu nedenle iki literatür alanı arasındaki

mevcut ayrışma yalnızca teorik bir eksiklik değil, aynı zamanda yöneti-me ilişkin pratik bir sorun olarak ele alınmalıdır.

Bu bölüm, tam da bu literatür boşluğundan hareketle, RTK yaklaşımını iklim değişikliğinin şekillendirdiği yangın dinamikleri ile kavramsal düzeyde ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel hedefi, yangın tehlikesi, yanıcı madde yükü, meteorolojik eşikler ve yangın yayılım senaryolarına ilişkin bilgiler ile RTK'nin fiziksel, ekolojik, sosyal ve yönetsel bileşenlerinin nasıl bütünleştirilebileceğine dair kuramsal bir çerçeve sunmaktır. Böyle bir çerçeve, taşıma kapasitesini yalnızca kullanımın sınırlandırılmasına yönelik statik bir araç olarak değil, risk odaklı ve uyarlanabilir bir yönetim yaklaşımı olarak yeniden yorumlamayı mümkün kılacaktır.

Bu amaç doğrultusunda bölümde kullanılan “Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ile Yangın Risk Dinamikleri Arasındaki İlişki” başlıklı kavramsal diyagram, RTK bileşenleri ile yangına ilişkin risk faktörleri arasındaki karşılıklı etkileşimi görünür kılmak üzere geliştirilmiştir. Diyagram, fiziksel kapasite, erişilebilirlik, tahliye senaryoları, sosyal davranış örüntüleri ve yönetsel kapasite gibi unsurların çok katmanlı ilişkilerini somutlaştırmakta ve bölümün kuramsal bütünlüğünü destekleyen bir referans çerçevesi niteliği taşımaktadır.



Şekil 1. *Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ile Yangın Risk Dinamikleri Arasındaki İlişki*

Bu bağlamda aşağıdaki literatür incelemesi üç ekseninde yapılandırılmıştır:

- (1) RTK'nin tarihsel gelişimi ve çok boyutlu yapısı,
- (2) iklim değişikliği altında yangın risk dinamikleri ve yangın yönetimi literatürü,
- (3) iki literatür alanının kesişim kümesi; özellikle ziyaretçi davranışı, risk algısı ve tahliye süreçlerinin taşıma kapasitesi üzerindeki etkileri..

2. Literatür Özetleri

2.1.Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi (RTK)

Rekreasyonel taşıma kapasitesi (RTK), korunan alanlarda insan kullanımının ekolojik koşullar, fiziksel mekânsal sınırlılıklar, sosyal deneyim kalitesi ve yönetsel kapasite çerçevesinde sürdürülebilir biçimde yönetilmesini amaçlayan temel bir kavramsal yaklaşımdır. RTK literatürü, 1960'lı yıllardan itibaren rekreasyon baskısının korunan alanlar üzerindeki etkilerini analiz etmeye yönelik çalışmalarla şekillenmiş; zaman içinde genişleyerek çok boyutlu bir akademik ve yönetsel çerçeveye dönüşmüştür.

Erken dönem RTK çalışmaları, rekreasyonel kullanımın doğal kaynaklar üzerindeki fiziksel etkilerini değerlendirmeye odaklanmıştır (Stankey & McCool, 1984). Bu çalışmalar, patika genişlemesi, bitki örtüsü tahribatı, toprak sıkışması ve habitat bozulması gibi ekolojik baskıları kapasite belirlemenin temel kriterleri olarak ele almıştır. Ancak kısa süre içinde rekreasyon yoğunluğunun yalnızca ekolojik tahribata değil, aynı zamanda ziyaretçi deneyiminin kalitesine de etki ettiği görülmüş; Wagar'ın (1964) kalabalıklığın deneyim kalitesini düşürdüğünü vurgulayan çalışması sosyal taşıma kapasitesi kavramının gelişmesinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Sosyal taşıma kapasitesi, ziyaretçilerin aşırı kalabalıklık, gürültü ve yoğunluk nedeniyle rahatsızlık duyduğu eşiklerin belirlenmesine odaklanarak RTK'nin çok boyutlu niteliğini güçlendirmiştir (Shelby & Heberlein, 1984; Manning, 2002). Bu dönemde Cifuentes (1992) tarafından geliştirilen fiziksel-gerçek-etkin kapasite modeli uluslararası literatürde geniş kabul görmüş ve RTK çalışmalarında standart bir metodolojik çerçeve olarak benimsenmiştir.

RTK kavramının kuramsal temellerinin gelişmesi, 1980'li ve 1990'lı yıllarda ziyaretçi yönetim modellerinin ortaya çıkmasını teşvik etmiştir. Ziyaretçi yönetimi modelleri RTK'yi daha geniş, esnek ve uyarlanabilir bir planlama çerçevesine yerleştirerek geliştirmiştir. RTK temel olarak

“ziyaretçi kullanımının ekolojik, sosyal ve yönetimsel sınırlar içerisinde tutulması” amacını taşıırken; ziyaretçi yönetimi modelleri bu sınırların nasıl tanımlanacağı, nasıl izleneceği ve hangi yönetim müdahaleleriyle sürdürüleceği sorularına sistematik yanıt vermektedir. LAC modeli (Stankey ve ark., 1985), kaynak ve sosyal koşullarda kabul edilebilir değişimin sınırlarını tanımlayarak yönetim müdahalelerini bu eşik değerler üzerinden yapılandırmıştır. Bunu takiben VIM ve VAMP gibi modeller ziyaretçi-kaynak etkileşimlerinin sistematik değerlendirilmesine, etki tiplerinin sınıflandırılmasına ve etki azaltma stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımıştır (Graefe ve ark., 1986; Graham ve ark., 1988). VERP modeli ise özellikle millî parklarda deneyim standartlarının belirlenmesi, kullanım bölgelerinin mekânsal olarak ayrılması ve sosyal taşıma kapasitesinin yönetime entegre edilmesi açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur (Manning ve ark., 1995). Bu modeller, RTK’nin temel sorusu olan “ne kadar kullanım kabul edilebilir?” sorusunu yalnızca nicel bir kapasite sorusu olarak değil, aynı zamanda mekânsal, davranışsal ve yönetsel bir karar süreci olarak ele almıştır.

Bu kuramsal ve metodolojik gelişmeler, modern ziyaretçi yönetim planlarının da temel zeminini oluşturmuştur. Ziyaretçi yönetim planları, korunan alanlarda rekreasyonel kullanımın ekolojik, fiziksel ve sosyal sınırlar içinde sürdürülebilmesini sağlamak üzere geliştirilen, hedefleri, göstergeleri ve izleme çerçevesi açık biçimde tanımlanmış stratejik yönetim dokümanlarıdır (Manning, 2002; Eagles ve ark., 2002). Bu planlar, alanın doğal ve kültürel kaynak değerlerinin, rekreasyonel kullanım türlerinin, hassas habitatların, ziyaretçi akışının mekânsal ve zamansal dağılımının ve kullanıcı davranışlarının sistematik biçimde analiz edilmesine dayanır (Cole & Marion, 1988; Leung & Marion, 2000). Plan kapsamında kabul edilebilir değişim düzeyleri, rekreasyonel taşıma kapasitesi eşikleri ve bunlara bağlı yönetim eylemleri belirlenir (Stankey ve ark., 1985; Shelby & Heberlein, 1984).

Ziyaretçi yönetim stratejileri; alan zonlaması, kullanımın mekânsal olarak yeniden dağıtılması, erişim ve hareket kontrolü, ziyaretçi yönlendirme uygulamaları, deneyim çeşitliliğinin düzenlenmesi ve kullanım yoğunluğunun denetlenmesi gibi uygulamalara dayanır (Eagles ve ark., 2002; Newsome ve ark., 2012). Bu stratejiler, ziyaretçi davranışını şekillendirmek amacıyla bilgilendirme, eğitim, yönlendirme, fiziksel tasarım müdahaleleri, kural koyma, fiyatlandırma, kapasite sınırlamaları ve rezervasyon sistemi gibi çeşitli yönetim araçlarıyla desteklenir (Manning, 2011; Marion, 2016). Planın etkinliğini sağlamak üzere göstergelerin periyodik olarak izlendiği, eşik değerlerin değerlendirildiği ve gerektiğinde müdahale düzeyinin güncellendiği adaptif bir yönetim yaklaşımı benimsenir (Hockings ve ark., 2006). Bu kapsamıyla ziyaretçi yönetim planları,

kaynak koruma gereklilikleri ile rekreasyonel deneyim kalitesinin sürdürülebilirliğini birlikte ele alan bütüncül ve bilimsel bir yönetim çerçevesi sunar (Newsome ve ark., 2012; Manning, 2011).

RTK'nin fiziksel, sosyal, ekolojik ve yönetsel boyutlarının karşılıklı bağımlılığı, bu yaklaşımın bütüncül bir değerlendirme modeli olduğunu göstermektedir. Bu bütüncül yapı, bu çalışmada kullanılan "Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ile Yangın Risk Dinamikleri Arasındaki İlişki" diyagramının da temelini oluşturmaktadır. Diyagram, RTK bileşenlerinin yalnızca kullanım düzeylerini belirleyen statik parametreler olmadığını; potansiyel tehlike, risk dinamikleri, erişilebilirlik ve tahliye süreçleriyle doğrudan ilişkili karmaşık bir sistemin parçaları olduğunu göstermektedir.

RTK literatürünün bu gelişimi, kavramın çok boyutlu yapısını güçlü biçimde ortaya koysa da, kapasite yaklaşımı büyük ölçüde normal kullanım koşulları üzerinden geliştirilmiştir. Yangın tehlikesi gibi dinamik risk faktörlerinin RTK bileşenleriyle ilişkisi ise literatürde sınırlı bir yer bulmuştur. Bu nedenle bölümün devamında önce yangın riski ve yangın yönetimi literatürü ele alınmakta, ardından bu iki alanın kesişimi kavramsal açıdan tartışılmaktadır.

2.2. İklim Değişikliği ve Yangın Riski

İklim değişikliği, özellikle Akdeniz Havzası gibi iklimsel açıdan kırılgan bölgelerde sıcaklık artışı, nem azalması ve yağış rejimlerindeki düzensizlikler nedeniyle yangın riskini önemli ölçüde artıran temel çevresel süreçlerden biridir. Artan sıcak hava dalgaları, uzayan kurak dönemler, düşük nem düzeyleri ve ekstrem meteorolojik olaylar, yangınların hem çıkış olasılığını hem de yayılım şiddetini yükseltmektedir (Öztürk ve ark., 2015; Vilà-Cabrera ve ark., 2018). Bu eğilim, yangın mevsiminin uzamasına, yangın davranışının öngörülemez hale gelmesine ve büyük alanları etkileyen yüksek şiddetli yangınların daha sık görülmesine yol açmıştır (Bowman ve ark., 2009; Flannigan ve ark., 2013)

Yangın, doğal ekosistemlerin dinamiklerinde milyonlarca yıldır yer alan bir unsur olmakla birlikte, modern dönemde iklim değişikliğinin ve insan faaliyetlerinin etkisiyle doğrudan bir çevresel tehdit haline gelmiştir (Bowman ve ark., 2009; Duygu ve ark., 2012; Abatzoglou ve ark., 2014). Geleneksel yangın döngülerinin bozulması, yangın mevsimleri uzamasına ve yangın sonrası toparlanma kapasitesinin zayıflaması ve biyolojik çeşitlilik kayıplarının artma-

sına sebep olmaktadır (Bowman ve ark., 2020; Westerling, 2016; Moreira ve ark., 2020). Türkiye’de son kırk yılda sıcak hava dalgalarının süresi ve şiddeti artarken, özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yaz kuraklıkları derinleşmiştir (Avcı & Korkmaz 2021; Çetin, 2019; Türkeş ve ark., 2011). Çoğu yangın insan kaynaklı olsa da, iklimsel koşulların (sıcaklık, nem, rüzgâr, kuraklık) yangının yayılımı ve şiddeti üzerinde belirleyici olduğu bilinmektedir (Balshi ve ark. 2009; Parisien ve ark. 2011; Calda ve ark., 2020). Bununla birlikte, artan nüfus, turizm faaliyetleri ve kentleşme baskısı da orman alanlarının bütünlüğünü zayıflatmakta ve yangın riskini mekânsal olarak çeşitlendirmektedir (Tezcan & Eren, 2025; Kara ve ark., 2011).

Bu bağlamda yangın, yalnızca ekolojik bir süreç olmaktan çıkarak korunan alan yönetiminde doğrudan ele alınması gereken bir risk faktörü haline gelmiştir. (Baldi ve ark., 2017; de Dios ve ark., 2025). Bowman ve ark. (2020), Westerling (2016) ve Moreira ve ark. (2020) gibi araştırmalar, korunan alanların çoğu zaman topografya, erişim zorlukları ve yakıt yükü gibi nedenlerle yangın şiddeti açısından daha kırılgan olduğunu göstermektedir. Syphard, & Keeley, (2015) yangınların önemli bir kısmının rekreasyon kökenli insan faaliyetleriyle ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır. Bir başka ifadeyle, korunan alanlar yangın açısından “daha güvenli” alanlar değil, çoğu zaman yönetim kapasitesinin ve müdahale imkanlarının sınırlı olduğu, bu nedenle de daha riskli alanlar haline gelebilmektedir.

Bu nedenle modern yangın yönetimi, riskin yalnızca varlığına değil, riskin zaman içinde nasıl değiştiğine ve farklı koşullar altında yangının nasıl davranacağına odaklanan dinamik ve çok katmanlı bir yaklaşım gerektirmektedir. Yangın yönetim planlarında kullanılan temel araçlardan biri yangın tehlike ve yangın risk haritalarıdır. Bu haritalar; yakıt yükü, bitki örtüsü tipi, eğim ve bakı, yol ağı, meteorolojik eşikler ve topoğrafik özellikler gibi parametrelerin bütüncül şekilde analiz edilmesiyle oluşturulmakta, yangın riskinin alansal olarak nasıl dağıldığına ilişkin bilimsel bir temel sunmaktadır (Agee & Skinner, 2005; Fernandes, 2013; Gülçin & Deniz, 2020).

Bununla birlikte çağdaş yangın yönetimi, statik risk zonlarının belirlenmesiyle sınırlı değildir. Yangının farklı meteorolojik koşullar altında

potansiyel olarak nasıl ilerleyeceğini, hangi hız ve yönde yayılacağını ve ne kadar sürede kritik eşiklere ulaşacağını modelleyen senaryo tabanlı yangın davranışı simülasyonları modern yaklaşımın merkezinde yer almaktadır. FARSITE (Finney, 2004) ve BehavePlus (Andrews, 2007) gibi modeller, rüzgâr, nem, topografya ve yakıt yükü gibi değişkenlerin etkileşimini hesaplayarak yangın yayılım hızı, alev boyu, etki alanı ve yangın hattının yönü gibi kritik çıktılar üretmektedir (Parisien ve ark., 2012; Moreira ve ark., 2020). Bu simülasyonlar yangın planlamasında sadece müdahale stratejilerinin değil, tahliye güzergâhlarının, yol kapatma kararlarının ve kaynak tahsisinin belirlenmesinde de kullanılır hale gelmiştir.

Yangın yönetim planlarının temel bileşenlerinden biri tahliye planlamasıdır. Yangın sırasında insanların alanda nasıl hareket edeceği, araç/trafik kapasitesinin ne olduğu, hangi yolların ne zaman işlevsiz hale geleceği ve alanın hangi bölgelerinin ne kadar süre içinde tehlikeye gireceği gibi bilgiler, özellikle rekreasyonel kullanımı yüksek korunan alanlarda kritik öneme sahiptir (Cova & Johnson, 2002; Cova, 2005; Kuligowski, 2013). Bu nedenle modern yangın planları yalnızca yangın söndürme taktiklerini değil; erişim, ulaşılabilirlik, tahliye, erken uyarı ve kriz yönetimi gibi çok boyutlu süreçleri içeren kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır.

Bu literatürün genel değerlendirmesi, iklim değişikliği altında artan yangın riskinin korunan alan yönetiminde yeni bir paradigma gerektirdiğini göstermektedir. Yangın artık yalnızca ekolojik bir süreç değil, rekreasyonel kullanım dinamikleriyle doğrudan ilişkili, güvenlik, erişim, yoğunluk ve tahliye kapasitesi gibi yönetsel karar alanlarını yeniden şekillendiren sistemik bir risk bileşeni haline gelmiştir. Bu durum, RTK'nin geleneksel uygulamalarının iklim değişikliği bağlamında yetersiz kaldığını; RTK'nin yangın risk dinamikleriyle birlikte ele alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

“Rekreasyonel Taşıma Kapasitesi ile Yangın Risk Dinamikleri Arasındaki İlişki” diyagramında da görüldüğü üzere yangın riskinin fiziksel kullanım kapasitesi, sosyal yoğunluk algısı, yönetsel kapasite ve tahliye süreçleri üzerindeki etkisi çok katmanlıdır. Yangın tehlikesi, yalnızca kapasiteyi azaltan bir faktör değil; kapasiteyi koşullara bağlı olarak sürekli yeniden tanımlayan dinamik bir bileşendir. Bu nedenle bir sonraki bölümde RTK ile yangın riski literatürünün kesişimi ayrıntılı biçimde tartışılacak; ziyaretçi davranışı, risk algısı ve tahliye dinamikleri bağlamında kapasitenin nasıl yeniden yorumlanması gerektiği kuramsal bir çerçeve içinde ele alınacaktır.

2.3. Rekreatyonal Taşıma Kapasitesi (RTK) ve Yangın Riski Literatürünün Kesişimi

Rekreatyonal Taşıma Kapasitesi (RTK) ve yangın riski literatürleri incelendiğinde, her iki alanın da korunan alan yönetimi için kritik öneme sahip olmasına karşın kavramsal ve uygulamalı düzeyde birbirinden büyük ölçüde bağımsız geliştiği görülmektedir. RTK daha çok kullanım yoğunluğunun ekolojik, sosyal ve yönetsel sınırları üzerine odaklanırken, yangın riski literatürü biyofiziksel tehlike, yangın davranışı, yayılım dinamikleri ve müdahale stratejilerini ön plana çıkarmaktadır. Ancak artan iklim değişikliği etkileri ve rekreatyonal kullanım baskısının dönüşümü, bu iki alanın artık ayrı çerçeveler olarak ele alınamayacağını, aksine çok boyutlu bir yönetsel sistemin birbirine bağlı bileşenleri olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu kesişim, çalışmada kullanılan “Rekreatyonal Taşıma Kapasitesi ile Yangın Risk Dinamikleri Arasındaki İlişki” diyagramında (Şekil1) da gösterildiği üzere, dört temel RTK bileşeninin (fiziksel, ekolojik, sosyal, yönetsel kapasite) yangın riskinin dinamik etkileriyle eş zamanlı olarak değiştiği bütüncül bir yapıya işaret etmektedir. Yangın riski, yalnızca kapasiteyi azaltan harici bir tehdit değil; kullanım eşiklerinin sürekli olarak yeniden tanımlanmasına yol açan sistemik bir değişken haline gelmiştir.

2.3.1 Fiziksel Kapasite Üzerindeki Etkiler

Yangın riski, fiziksel taşıma kapasitesinin en temel bileşenlerini doğrudan etkiler. Aşırı sıcaklık, düşük nem ve kuvvetli rüzgâr gibi yangın tehlikesini artıran koşullar, ziyaretçi konforunu ve alanda bulunabilirlik süresini azaltmakta; gölgelik alanlar, su kaynakları, dinlenme noktaları gibi fiziksel altyapının kapasitesini düşürmektedir. Yangın tehlikesinin yüksek olduğu dönemlerde belirli zonların ya da patikaların kapatılması, erişim kısıtlamaları ve yönlendirme stratejileri fiziksel kapasiteyi doğrudan değiştiren yönetim uygulamalarıdır.

Ayrıca yangın davranışı simülasyonları, hangi bölgelerin ne kadar sürede tehlikeye gireceğini, hangi yolların işlevsiz hale geleceğini ve hangi güzergâhların tahliye açısından güvenli olmadığını göstererek, fiziksel kapasitenin mekânsal dağılımını yeniden belirler. Bu nedenle fiziksel kapasite artık statik bir üst eşik değil; meteorolojik koşullar ve yangın tehlikesine bağlı olarak sürekli güncellenmesi gereken dinamik bir parametredir.

2.3.2 Ekolojik Kapasite ile İlişkiler

RTK'nin ekolojik kapasite bileşeni, alanın doğal kaynaklarının rekreasyon baskısı altında sürdürülebilir kalma yeteneğini ifade eder. Ancak yüksek yangın riski koşullarında rekreasyon baskısı yalnızca bitki örtüsü, toprak ve habitat üzerindeki geleneksel etkilerle sınırlı değildir. Ziyaretçilerin hatalı davranışları (ateş yakma, sigara izmariti bırakma, yasadışı piknik aktiviteleri vb.) yangın çıkış olasılığını artırarak ekolojik kapasiteyi doğrudan tehdit eden bir unsur haline gelir.

Dolayısıyla ekolojik kapasite yalnızca kullanım miktarına değil, aynı zamanda bu kullanımın taşıdığı yangın riski düzeyine bağlıdır. Bu durum RTK'nin ekolojik bileşeninin, yangın tehlikesi göstergeleri ve risk zonlaması ile birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

2.3.3 Sosyal Kapasite, Ziyaretçi Davranışı ve Risk Algısı

RTK literatüründe sosyal taşıma kapasitesi, ziyaretçilerin alanı ne kadar kalabalık bulduğu, kalabalığın deneyim kalitesi üzerindeki etkileri ve kullanıcılar arası etkileşim eşikleriyle tanımlanmıştır. Ancak yangın riski bağlamında sosyal kapasite, yalnızca algılanan kalabalıklıkla ilişkili değildir; ziyaretçilerin risk algısı, davranışsal eğilimleri, tahliye kararları ve tehlike karşısındaki tepki biçimleri sosyal kapasitenin yeni bileşenleri haline gelmektedir.

Çevresel risklerin kullanıcılar tarafından algılanma biçimi, yangın riskinin ziyaretçi davranışı üzerindeki etkilerini anlamada da önem taşımaktadır. Türkiye'de yürütülen çevresel algı çalışmaları (Kenanoğlu ve ark., 2024), bireylerin çevresel tehlikeleri çoğu zaman olması gerekenden daha düşük değerlendirdiğini ortaya koymaktadır. Araştırmalar, insanların yangın tehlikesini genellikle düşük algıladığını (optimism bias), riskin gerçek boyutunu kavrayamadığını ve acil durumlarda tahliye kararlarını geciktirme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Bird ve ark., 2011; McCaffrey, 2015). Bu eğilim özellikle kalabalık ve erişim alternatiflerinin sınırlı olduğu korunan alanlarda kritik öneme sahiptir.

Yangın anında ziyaretçilerin davranışsal tepkileri genellikle üç ana grupta incelenmektedir:

1. Tehlikeyi hafife alma
2. Tehlike inkârı ya da kararsızlık
3. Topluluk davranışına uyma

Bu davranış biçimleri, sosyal kapasitenin yalnızca ziyaretçi sayısı ile değil, aynı zamanda ziyaretçilerin bilgi düzeyi, uyarı mekanizmalarına verdikleri tepki, alanda yönlendirme ve işaretlemelerin etkinliği gibi unsurlarla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Bu nedenle sosyal kapasite, yangın riskinin yüksek olduğu korunan alanlarda yeniden tanımlanmalı ve şu değişkenleri içermelidir:

- Ziyaretçilerin risk algısı
- Yangın anında tahliye karar süreleri
- Kullanıcı tipolojisinin (yerli, yabancı, günöbirlikçi) davranışsal profili
- Bilgilendirme düzeyi ve uyarı mekanizmalarına duyarlılık
- Yığılma, panik, yanlış yönelme gibi davranışsal riskler
- Alanın sosyal taşıma kapasitesini düşüren yoğunluk senaryoları

Bu yapı, RTK'nin sosyal boyutunun yangın risk dinamikleriyle doğrudan bağlantılı ve dinamik olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3.4 Yönetmel Kapasite ve Tahliye Sistemleri

Yönetmel kapasite, yangın riski ile RTK'nin en kritik kesişim alanlarından biridir. Tahliye planları, yol ağının kapasitesi, erken uyarı sistemleri, personel sayısı, müdahale süresi, iletişim altyapısı ve kriz yönetimi gibi unsurlar, hem yangın güvenliği hem de taşıma kapasitesinin belirlenmesinde ortak parametrelerdir.

Yangın riski yüksek dönemlerde yönetmel kapasite, RTK'nin etkin kapasite bileşenini doğrudan belirler. Örneğin:

- Tahliye yollarının kapasitesi düşükse alana alınabilecek ziyaretçi sayısı da düşürölmelidir.
- Yalnızca tek bir giriş-çıkış noktasına sahip kollar, aşırı yoğunluk altında yangın anında tehlikeli yığılmalar oluşturabilir.
- Yangın davranışı simölasyonlarının gösterdiği hız ve yayılım yönü, hangi bölgelerin ne kadar süre içinde kapatılması gerektiği konusunda yönetmel kapasite eşiklerini belirler.

Bu nedenle yönetmel kapasite, yangın riski senaryolarıyla eş zamanlı analiz edilmelidir. Aksi halde RTK yalnızca kullanım yoğunluğuna iliş-

kin bir planlama aracı olarak kalacak; acil durum güvenliği ve afet risk azaltımı ile entegrasyonu sağlanamayacaktır.

2.3.5 RTK-Yangın Entegrasyonu İçin Kavramsal Bir Çerçeve

Bu çalışma bağlamında önerilen kavramsal çerçeve, RTK bileşenlerinin (fiziksel, ekolojik, sosyal, yönetsel kapasite) yangın davranışı simülasyonları, meteorolojik risk göstergeleri ve tahliye analizleriyle birlikte değerlendirilmesini öngörmektedir.

Diyagramda gösterildiği üzere:

- Yangın tehlikesi fiziksel ve sosyal kapasiteyi anında değiştiren bir baskı oluşturur.
- Yayılım yönü ve hızına ilişkin senaryolar, alanın hangi kısımlarının risk altında olduğunu belirleyerek etkin kapasiteyi yeniden tanımlar.
- Sosyal davranış, risk algısı ve tepki süreleri, kapasite hesaplarına eklenmesi gereken yeni değişkenlerdir.
- Yönetsel kapasite, RTK'nin gerçekçi ve güvenli bir çerçevede uygulanabilmesi için temel kısıtlardan biridir.

Bu nedenle RTK ile yangın riski arasındaki ilişki yalnızca kavramsal değil; yönetimsel, mekânsal ve davranışsal boyutları olan çok katmanlı bir kesişimdir.

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, rekreasyonel taşıma kapasitesi (RTK) literatürü ile yangın riski dinamikleri arasındaki kuramsal ilişkiyi ortaya koymayı ve iki alan arasında var olan belirgin boşluğu kavramsal düzeyde gidermeyi amaçlamıştır. Bulgular ve literatür incelemesi, iklim değişikliğinin etkisiyle sıklaşan ve şiddetlenen orman yangınlarının korunan alan yönetiminde geleneksel yaklaşım ve modellerin sınırlarını belirgin biçimde zorladığını göstermektedir. Bu durum, RTK'nin yalnızca ziyaretçi yoğunluğunu düzenleyen bir planlama aracı olmaktan çıkarak, afet risk azaltımı ve ziyaretçi güvenliği ile doğrudan ilişkili, çok katmanlı bir yönetim bileşeni olarak yeniden ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Türkiye'de 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu kapsamında uygulanan Uzun Devreli Gelişme Planları (UDGP), korunan alanların üst ölçekli yönetim çerçevesini oluşturmaktadır. RTK analizleri, UDGP'nin önemli alt planlarından biri olan Ziyaretçi Yönetim Alt Planı içinde fiziksel, sos-

yal ve ekolojik boyutlarıyla ele alınmaktadır. Ancak UDGp'nin bir diğer alt planı olan Yangın Eylem Alt Planı, ağırlıklı biçimde alanın biyofiziksel yangın tehlikesine, müdahale kapasitesine ve yapısal önlemlere odaklanmakta; rekreasyonel baskı ve ziyaretçi davranışlarının yangın riskine etkisini sistematik olarak hesaba katmamaktadır. Bu kurumsal ayrışma, yangın yönetimi ile ziyaretçi yönetimi arasındaki etkileşimlerin büyük ölçüde göz ardı edilmesine neden olmaktadır.

Oysa literatür, yangın tehlikesi ve yangın davranışının yalnızca ekolojik bir tehdit değil, aynı zamanda kullanım yoğunluğu, risk algısı, tahliye kapasitesi ve yönetsel müdahale stratejileri üzerinde belirleyici etkiler yaratan çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir. Bu nedenle RTK'nin yangın riski ile bütüncül biçimde yeniden yorumlanması gerekmektedir.

3.1 RTK'nin Dinamik ve Risk-Temelli Bir Yapıya Dönüştürülmesi

RTK, Cifuentes'in (1992) fiziksel-gerçek-etkin kapasite modeli çerçevesinde matematiksel olarak ifade edilebilir bir yapıya sahiptir. Ancak bu model, yangın riskinin dinamik doğasını içermediği için güncel koşullarda sınırlı kalmaktadır. Yangın yayılım hızları, alev boyu, yön ve etki alanı gibi senaryo tabanlı değişkenler, farklı meteorolojik koşullar altında kapasitenin yeniden hesaplanmasını gerektirir.

Bu bağlamda:

- Farklı iklim ve meteorolojik senaryolar için ayrı fiziksel, sosyal ve yönetsel kapasite değerleri belirlenmelidir.
- Yangın davranışı simülasyonlarından elde edilen yayılım hızları ve yönleri, etkin kapasiteyi kısıtlayan mekânsal eşikler olarak modele dahil edilmelidir.
- RTK, statik eşiklerden çok, durumsal ve koşul-temelli kapasite aralıkları üzerinden değerlendirilmelidir.

3.2 Sosyal Davranış, Risk Algısı ve Tahliye Kapasitesinin Entegrasyonu

Yangın riski altında sosyal taşıma kapasitesi kavramı, sadece kalabalıklık algısıyla sınırlı değildir; ziyaretçilerin risk farkındalığı, tehlike karşısındaki karar verme eğilimleri, tahliye rotalarına yönelme biçimleri ve kriz anındaki topluluk davranışları sosyal kapasitenin çok daha geniş bir boyutunu oluşturmaktadır.

Bu nedenle sosyal kapasitenin aşağıdaki bileşenlerle genişletilmesi gerekmektedir:

- Ziyaretçilerin risk algısı ve yangın tehlikesini değerlendirme biçimleri
- Uyarılara ve yönlendirmelere tepki verme süresi
- Panik, toplu hareket, yanlış yönelme gibi davranışsal riskler
- Eğitim düzeyi ve alana aşinalık ile ilişkili hazırlık ve bilinç düzeyi
- Alan içi yığılma senaryoları, tahliye süresini uzatan sosyal etkileşim faktörleri

Bu bileşenlerin modellenmesi, sosyal kapasitenin daha gerçekçi ve güvenlik odaklı biçimde tanımlanmasını sağlar.

Bu kapsamda davranışsal anketler, risk algısı ölçümleri, simülasyon tabanlı tahliye analizleri ve ampirik gözlemler yoluyla sosyal kapasiteye ilişkin veri üretilmesi gereklidir.

3.3 Tahliye Senaryoları ve Yönetsel Kapasitenin Kapsayıcı Hale Getirilmesi

Yangın riskinin RTK'ye entegrasyonunda yönetsel kapasite kritik bir belirleyici olarak ortaya çıkmaktadır. Yönetsel kapasite, tahliye güzergâhlarının kapasitesi, erken uyarı sistemleri, müdahale süresi, personel yeterliliği, araç akışı ve acil durum koordinasyonunun bütünü kapsar.

Bu nedenle:

- Her bir koy, kamp alanı, piknik alanı veya rekreasyon düğüm noktası için tahliye süreleri hesaplanmalıdır.
- Araç trafiği bulunan alanlarda trafik sıkışması riski kapasite belirlemede temel bir değişken olarak değerlendirilmeli; araç başı tahliye süresi hesaplanmalıdır.
- Yangın yayılım senaryoları ile tahliye güzergâhlarının kesişimi analiz edilerek, hangi koşullarda hangi yolların işlevsiz hale geleceği belirlenmelidir.
- Erken uyarı sistemlerinin erişimi ve kapsayıcılığı etkin kapasite sınırlarını doğrudan etkilemektedir.

Yönetmeliksel kapasite kısıtı ise, RTK'nin etkin kapasite bileşeni düşürülmelidir.

4.4 Senaryoya Dayalı ve Çok Katmanlı Yönetim Modeli Gerekliliği

Modern yangın yönetiminde statik risk zonlamaları artık tek başına yeterli görülmemektedir. Literatürde giderek güçlenen yaklaşım, senaryoya dayalı, dinamik ve koşullar arası geçişlere duyarlı çok katmanlı modellerin kullanılmasını önermektedir. Bu modeller, yangın davranışını farklı meteorolojik senaryolara göre tahmin ederken, alan kullanım planlaması ve kapasite yönetimi için gerçekçi girdiler sağlamaktadır.

RTK'nin bu çerçeveye entegre edilmesi şu avantajları sağlar:

- Kapasite, yangın tehlikesi indeksleriyle ilişkilendirilmiş risk seviyelerine göre düzenlenir.
- Fazla ziyaretçi ve araç yükünün yarattığı tepki süresi gecikmeleri önceden tespit edilir.
- Yüksek risk dönemlerinde kapatma, kısıtlama veya yönlendirme kararları bilimsel temele dayandırılır.
- Ziyaretçilerin can ve mal güvenliği güçlendirilir.
- Müdahale ekiplerinin erişim hızının artmasıyla yangının kontrol altına alınması kolaylaşır.

4.5 Gerçeğe Yakın Tatbikatlar ve Yerel Paydaş Katılımının Önemi

Yangın yönetimine yönelik tatbikatların yalnızca kurum personeliyle yürütülmesi, planların gerçek koşullardaki uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Literatür, yerel halk, sivil toplum kuruluşları, gönüllüler, turizm işletmeleri ve ziyaretçilerin dâhil edildiği **çok aktörlü tatbikatların** kriz anında davranışsal koordinasyonu artırdığını göstermektedir (Paton & Tedim, 2012; McCaffrey ve ark., 2015).

Bu nedenle:

- Gerçeğe yakın tahliye tatbikatları düzenlenmeli,
- Ziyaretçilerin tehlike algısı ve tepki süreleri ölçülmeli,
- Zayıf noktalar belirlenerek yönetmeliksel kapasite buna göre geliştirilmelidir.

RTK'nin yangın riski ile entegrasyonu, yalnızca teknik bir zorunluluk değil; iklim değişikliği koşullarının şekillendirdiği yeni risk rejimleri al-

tında korunan alan yönetiminde sürdürülebilirlik, güvenlik ve dirençlilik açısından temel bir gerekliliktir. Bu çalışma, RTK'nin fiziksel, sosyal, ekolojik ve yönetsel boyutlarının yangın riski dinamikleri ile birlikte ele alındığı bütüncül bir kavramsal model önermekte ve literatürdeki parçalı bakış açılarının ötesine geçen yeni bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Kaynakça

- Abatzoglou, J. T., Kolden, C. A., DiMento, J. F. C., Doughman, P., & Nespor, S. (2014). Climate-change effects, adaptation, and mitigation. In J. F. C. DiMento & P. Doughman (Eds.), *Climate change: What it means for us, our children, and our grandchildren* (pp. 53–104). MIT Press.
- Agee, J. K., & Skinner, C. N. (2005). Basic principles of forest fuel reduction treatments. *Forest Ecology and Management*, 211(1–2), 83–96. doi:10.1016/j.foreco.2005.01.034
- Andrews, P. L. (2007). *BehavePlus fire modeling system: Past, present, and future*. In *Proceedings of the 7th Symposium on Fire and Forest Meteorology*, 23–25 October 2007. American Meteorological Society.
- Avcı, M., & Korkmaz, M. (2021). Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. *Türk Ormancılık Dergisi*, 22(3), 229–240. doi:10.18182/tjf.942706
- Baldi, G., Texeira, M., Martin, O. A., Grau, H. R., & Jobbagy, E. G. (2017). Opportunities drive the global distribution of protected areas. *PeerJ*, 7, e7155. doi:10.7717/peerj.2989.
- Balshi, M. S., McGuire, A. D., Duffy, P., Flannigan, M., Walsh, J., & Melillo, J. (2009). Assessing the response of area burned to changing climate in western boreal North America using a Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS) approach. *Global Change Biology*, 15(3), 578–600. doi:10.1111/j.1365-2486.2008.01679.x
- Bird, D. K., Chagué-Goff, C., & Gero, A. (2011). Human response to extreme events: A review of three post-tsunami disaster case studies. *Australian Geographer*, 42(3), 225–239. doi:10.1080/00049182.2011.595670
- Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., ... & Harrison, S. P. (2009). Fire in the earth system. *Science*, 324(5926), 481–484. doi:10.1126/science.1163886
- Bowman, D. M., Kolden, C. A., Abatzoglou, J. T., Johnston, F. H., van der Werf, G. R., & Flannigan, M. (2020). Vegetation fires in the Anthropocene. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(10), 500–515. doi:10.1038/s43017-020-0085-3
- Calda, B., An, N., Turp, M. T., & Kurnaz, M. L. (2020). Effects of climate change on the wildfires in the Mediterranean Basin. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 1, 15–32. doi:10.7240/jeps.571001
- Cetin, M. (2019). The effect of urban planning on urban formations determining bioclimatic comfort area’s effect using satellite images on air quality: A case study of Bursa city. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(10), 1237–1249. doi:10.1007/s11869-019-00742-4
- Cifuentes, M. (1992). *Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas* (No. 194). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Cole, D. N., & Marion, J. L. (1988). Recreation impacts in some riparian forests of the eastern United States. *Environmental Management*, 12(1), 99–107.

- Cova, T. J. (2005). Public safety in the urban–wildland interface: Should fire-prone communities have a maximum occupancy? *Natural Hazards Review*, 6(3), 99–108. doi:10.1061/(ASCE)1527-6988(2005)6:3(99)
- Cova, T. J., & Johnson, J. P. (2002). Microsimulation of neighborhood evacuations in the urban–wildland interface. *Environment and Planning A*, 34(12), 2211–2229. doi:10.1068/a34251
- de Dios, V. R., Schütze, S. J., Camprubí, A. C., Balaguer-Romano, R., Boer, M. M., & Fernandes, P. M. (2025). Protected areas as hotspots of wildfire activity in fire-prone temperate and Mediterranean biomes. *Journal of Environmental Management*, 385, 125669. doi:10.1016/j.jenvman.2025.125669
- Duygu, B., Alloza, J. A., Baeza, M. J., de la Riva, J., Echeverria, M., Ibarra, P., ... & Vallejo, R. V. (2012). Modelling the ecological vulnerability to forest fires in Mediterranean ecosystems using geographic information technologies. *Environmental Management*, 50(6), 1012–1026. doi:10.1007/s00267-012-9933-3
- Eagles, P. F. J., McCool, S. F., & Haynes, C. F. (2002). *Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for planning and management*. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature (IUCN).
- Fernandes, P. M. (2013). Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning*, 110, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.014>
- Finney, M. A. (2004). *FARSITE: Fire area simulator—Model development and evaluation* (Research Paper RMRS-RP-4, Revised). Missoula, MT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Flannigan, M., Cantin, A. S., De Groot, W. J., Wotton, M., Newbery, A., & Gowman, L. M. (2013). Global wildland fire season severity in the 21st century. *Forest Ecology and Management*, 294, 54–61. doi:10.1016/j.foreco.2012.10.022
- Graefe, A. R., Kuss, F. R., & Loomis, L. (1986). Visitor impact management in wildland settings. In R. C. Lucas (Ed.), *National wilderness research conference: Current research* (pp. 432–439). USDA Forest Service.
- Graham, R., Nilsen, P., & Payne, R. J. (1988). Visitor management in Canadian national parks. *Tourism Management*, 9(1), 44–61.
- Gülçin D. & Deniz B. (2020). Remote sensing and GIS-based forest fire risk zone mapping: The case of Manisa, Turkey. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 21(1), 15–24., doi: 10.18182/tjf.649747
- Hockings, M., Stolton, S., Leverington, F., et al. (2006). *Evaluating effectiveness: A framework for assessing management effectiveness of protected areas* (2nd ed.). IUCN.
- Kara B., Deniz B., Kiliçaslan Ç. & Polat Zöhre (2011). Evaluation of Koçarlı Adnan Menderes Urban Forest in Terms of the Ecotourism. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 145–149. doi:10.1016/j.sbspro.2011.05.117

- Kenanoğlu Z., Malkoç True E., Kılıçaslan Deniz Ç., Deniz B & Özeren Alkan M. (2024). Residents' Perception of Urban Water System-Based Environmental Issues. *Water*, 16(13), 1846, doi: 10.3390/w16131846
- Kuligowski, E. (2013). Predicting human behavior during fires. *Fire Technology*, 49(1), 101–120. doi:10.1007/s10694-011-0245-
- Manning, R. E. (2002). How much is too much? Carrying capacity of national parks and protected areas. In A. Arnberger, A. Branderburg, & A. Muhar (Eds.), *Monitoring and management of visitor flows in recreational and protected areas: Proceedings of the conference held at Bodenkultur University Vienna, Austria, January 30–February 02, 2002* (pp. 306–313). Institute for Landscape Architecture and Landscape Management, Bodenkultur University Vienna.
- Manning, R. E. (2011) *Studies in Outdoor Recreation: Search and Research for Satisfaction Studies in Outdoor Recreation*, 3rd ed. Corvallis, OR: Oregon State University Press
- Manning, R. E., Lime, D. W., Hof, M., & Freimund, W. A. (1995, January). The visitor experience and resource protection (VERP) process: The application of carrying capacity to Arches National Park. In *The George Wright Forum* (Vol. 12, No. 3, pp. 41-55). George Wright Society.
- Marion, J. L. (2016). A review and synthesis of recreation ecology research supporting carrying capacity and visitor use management decision making. *Journal of Forestry*, 114(3), 339–351. doi:10.1016/j.jenvman.2023.117868
- McCaffrey, S. (2015). Community wildfire preparedness: A global state-of-the-knowledge summary of social science research. *Current Forestry Reports*, 1(2), 81-90. doi:10.1007/s40725-015-0015-7
- Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M. A., Moreno, J. M., Pereira, J. M., ... & Fernandes, P. M. (2020). Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed. *Environmental Research Letters*, 15(1), 011001. doi:10.1088/1748-9326/ab541e
- Newsome D, Moore SA & Dowling RK. (2012). *Natural Area Tourism: Ecology, Impacts and Management*. Bristol, UK: Channel View Publications.
- Öztürk, T., Ceber, Z. P., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2015). Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14), 4276–4292. doi:10.1002/joc.4285
- Parisien, M. A., Parks, S. A., Krawchuk, M. A., Flannigan, M. D., Bowman, L. M., & Moritz, M. A. (2011). Scale-dependent controls on the area burned in the boreal forest of Canada, 1980–2005. *Ecological Applications*, 21(3), 789–805. doi:10.1890/10-0326.1
- Parisien, M. A., Snetsinger, S., Greenberg, J. A., Nelson, C. R., Schoennagel, T., Dobrowski, S. Z., & Moritz, M. A. (2012). Spatial variability in wildfire probability across the western United States. *International Journal of Wildland Fire*, 21(4), 313–327. doi:10.1071/WF11044

- Shelby, B., & Heberlein, T. (1984). A conceptual framework for carrying capacity determination. *Leisure Sciences*, 6, 433–451.
- Stankey, G. H., Cole, D. N., Lucas, R. C., Petersen, M. E., & Frissell, S. S. (1985). *The limits of acceptable change (LAC) system for wilderness planning*. USDA Forest Service
- Stankey, G.H. ve McCool, S.F., 1984. Carrying capacity in recreational settings: Evolution, appraisal, and application. *Leisure Sciences*, 6(4), 453-473.
- Syphard, A. D., & Keeley, J. E. (2015). Location, timing and extent of wildfire vary by cause of ignition. *International Journal of Wildland Fire*, 24(1), 37–47. doi:10.1071/WF14024
- Tezcan, B., & Eren, T. (2025). Forest fire management and fire suppression strategies: A systematic literature review. *Natural Hazards*, 1–31. doi:10.1007/s11069-025-07227-x
- Türkeş, M., Tatlı, H., Altan, G., & Ozturk, M. Z. (2011). Analysis of Canakkale and Muğla 2010 forest fires with Keetch Byram drought index. In *International Congress of Geography with Participation: Proceedings of the National Geographical Congress with International Participation* (CD-R) (pp. 589–602). İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu.
- Vilà-Cabrera, A., Coll, L., Martínez-Vilalta, J., & Retana, J. (2018). Forest management for adaptation to climate change in the Mediterranean basin: A synthesis of evidence. *Forest Ecology and Management*, 407, 16–22. doi:10.1016/j.foreco.2017.10.021
- Wagar, J. A. (1964). The carrying capacity of wild lands for recreation. *Forest Science*, 10(suppl_2), a0001–a0024. doi:10.1093/forestscience/10.s2.a0001
- Westerling, A. L. (2016). Increasing western US forest wildfire activity: Sensitivity to changes in the timing of spring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1696), 20150178. doi:10.1098/rstb.2015.0178

//

Bölüm 3

**MODERN PEYZAJ MİMARLIĞI: KURAMSAL,
TEMELLER, ÖNCÜ TASARIMCILAR VE
ÖRNEK ALANLAR ÜZERİNDEN BİR
DEĞERLENDİRME**

Nur BELKAYALI¹

¹ Doç.Dr., Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Orcid: 0000-0003-3523-2541

GİRİŞ

Peyzaj mimarlığı, insan ile doğal ve yapılı çevre arasındaki ilişkileri mekânsal, ekolojik ve toplumsal boyutlarıyla ele alan disiplinlerarası bir tasarım ve planlama alanıdır. Bu disiplin, tarihsel süreç boyunca farklı düşünsel, sanatsal ve bilimsel yaklaşımlardan etkilenerek gelişmiş; özellikle 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan modernizm akımı ile birlikte kuramsal ve uygulamaya yönelik önemli bir dönüşüm geçirmiştir (Turner, 1992; Thompson, 2000). Modernizm, peyzaj mimarlığında yalnızca biçimsel bir değişimi değil, aynı zamanda tasarımın amaçları, yöntemleri ve toplumsal rolü açısından köklü bir yeniden tanımlamayı beraberinde getirmiştir.

19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarında yaşanan sanayileşme ve hızlı kentleşme süreci; çevresel bozulma, yoğun yapılaşma ve kamusal açık alan yetersizliği gibi sorunları gündeme taşımıştır. Bu gelişmeler, peyzaj mimarlığını estetik odaklı bir bahçe sanatı anlayışının ötesine taşıyarak, insan sağlığı, yaşam kalitesi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi konuları merkeze alan bir disiplin hâline getirmiştir (Spirn, 1984; Corner, 1999). Modern peyzaj anlayışı, doğayı idealize eden romantik yaklaşımları sorgulamış; bunun yerine doğal süreçleri analiz eden, bilimsel verilere dayanan ve kullanıcı gereksinimlerini önceleyen bir tasarım yaklaşımını benimsemiştir (Germeraad, 1987).

Modern peyzaj mimarlığının gelişiminde mimarlık disiplini ile kurulan yakın ilişki belirleyici olmuştur. Yapı ve açık mekânın birbirinden bağımsız değil, bütüncül bir çevresel sistemin parçaları olduğu fikri modernizmle birlikte güç kazanmıştır (Relph, 1987; Waldheim, 2006). Bu bağlamda Frank Lloyd Wright'ın organik mimarlık anlayışı ve Le Corbusier'nin modern kent vizyonu, peyzaj tasarımında mekânsal süreklilik ve işlevsellik kavramlarının ön plana çıkmasına katkı sağlamıştır (Turner, 1992; Corner, 1999). Edwin Lutyens ve Gertrude Jekyll'in ortak çalışmaları ise mimarlık ve peyzajın eş zamanlı tasarlanmasının erken ve etkili örneklerini sunmuştur.

20. yüzyılın başlarından itibaren peyzaj mimarlığı, ekoloji, coğrafya, sosyoloji ve çevre psikolojisi gibi disiplinlerden elde edilen bilimsel bilgilerle beslenerek çok boyutlu bir yapıya kavuşmuştur. Bu dönemde geliştirilen “sörvey-analiz-tasarım” yaklaşımı, modern peyzaj mimarlığının yöntemsel temelini oluşturmuş; tasarım sürecinin sistematik, rasyonel ve ölçülebilir verilere dayandırılmasını sağlamıştır (McHarg, 1969; Germeraad, 1987). Bu yaklaşım, günümüzde ekolojik planlama ve sürdürülebilir peyzaj tasarımının kuramsal altyapısını da oluşturmaktadır.

Modern peyzaj mimarlığı, kullanıcı odaklı tasarım anlayışıyla birlikte açık mekânların sosyal işlevlerini ön plana çıkarmıştır. Açık alanlar, yalnızca estetik bir arka plan değil; rekreasyon, sosyalleşme ve gündelik yaşamın aktif olarak gerçekleştiği mekânlar olarak ele alınmıştır (Whyte, 1980; Gehl, 2011). Bu yaklaşım, özellikle konut bahçeleri, parklar ve kentsel açık alan tasarımlarında fonksiyonel mekânsal organizasyonların geliştirilmesine olanak tanımıştır. Fonksiyonellik, estetikten bağımsız bir unsur olarak değil; estetik ile bütünleşen temel bir tasarım ilkesi olarak değerlendirilmiştir (Tunnard, 1939; Thompson, 2000; Güloğlu ve Belkayalı, 2022).

Bu çalışmanın amacı, modern peyzaj mimarlığının ortaya çıkışını ve gelişimini tarihsel ve kuramsal bir çerçevede ele alarak, modernizmin peyzaj tasarımına kazandırdığı temel ilkeleri ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında modern peyzaj mimarlığının disiplinlerarası yapısı, öncü tasarımcıların katkıları ve modern tasarım anlayışının günümüz peyzaj uygulamalarına yansımaları değerlendirilmektedir.

MODERNİZM VE PEYZAJ MİMARLIĞI

Modernizm, 19. yüzyılın sonu ile 20. yüzyılın başlarında sanayi devriminin yol açtığı ekonomik, toplumsal ve mekânsal dönüşümlere yanıt olarak ortaya çıkan çok boyutlu bir düşünce ve tasarım akımıdır. Hızlanan sanayileşme, üretim tekniklerindeki değişim ve kent nüfusunun artışı, geleneksel estetik anlayışları ve mekân üretim biçimlerini sorgulanır hâle getirmiştir. Bu bağlamda, sanat ve mimarlıkta olduğu gibi peyzaj mimarlığında da tarihsel stillerin tekrarına dayalı yaklaşımlar yetersiz görülmüş; çağın gereksinimlerine uygun, yeni bir tasarım dili arayışı gündeme gelmiştir (Frampton, 2007; Benevolo, 1993).

Modernizmin düşünsel temelleri, Aydınlanma felsefesinin akılcılık, ilerleme ve bilimsel bilgiye duyulan güven ilkelerine dayanmaktadır. Bu doğrultuda modern tasarım anlayışı, bezemeci ve süslemeci yaklaşımları reddederek işlevsellik, sadelik ve rasyonalityi ön plana çıkarmıştır. Sannatta post-empresyonizm, kübizm ve fütürizm gibi akımlar; mimarlıkta Bauhaus, De Stijl ve Le Corbusier'nin kuramsal yaklaşımları modernist düşüncenin biçimsel ve ideolojik altyapısını oluşturmuştur (Curtis, 1996; Giedion, 2008). Bu gelişmeler, peyzaj mimarlığında da biçimden çok işlevi, süsleme yerine mekânsal organizasyonu önceleyen bir anlayışın benimsenmesine zemin hazırlamıştır.

19. yüzyılın sonlarında özellikle Avrupa kentlerinde ortaya çıkan sağlıklı yaşam koşulları, kamusal açık alanlara duyulan ihtiyacı artırmış ve peyzajın toplumsal rolünü güçlendirmiştir. Parklar, yeşil kuşaklar ve

rekreasyon alanları, modern kentlerin vazgeçilmez bileşenleri olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bu süreçte peyzaj, yalnızca estetik bir unsur değil; kamusal sağlık, sosyal bütünleşme ve çevresel dengeyi destekleyen bir araç olarak değerlendirilmiştir (Mumford, 1961; Spirn, 1984; Güloğlu ve Belkayalı, 2022). Modernist yaklaşım, peyzaj mimarlığının bu yeni toplumsal işlevlerini kuramsal açıdan desteklemiştir.

Modern peyzaj mimarlığının en önemli kazanımlarından biri, tasarım sürecinin bilimsel temellere dayandırılmasıdır. 20. yüzyılın başlarından itibaren geliştirilen analitik planlama yaklaşımları, doğal sistemler ile insan faaliyetlerinin birlikte ele alınmasını öngörmüştür. Bu anlayış, daha sonra “sörvey–analiz–tasarım” yöntemiyle sistematik bir yapıya kavuşmuş; topoğrafya, iklim, bitki örtüsü ve sosyal kullanımlar tasarımın temel girdileri olarak kabul edilmiştir (McHarg, 1969; Steiner, 2008). Böylece peyzaj tasarımı, sezgisel ve bireysel tercihlere dayalı bir etkinlik olmaktan çıkarak, rasyonel ve şeffaf bir karar verme sürecine dönüşmüştür (Germeraad, 1987). Türkiye’de peyzaj mimarlığı eğitimi ve uygulamalarında da bu yöntemin temel yaklaşım olarak benimsendiği görülmektedir (Kaya, 2010).

Modernizmin peyzaj mimarlığı üzerindeki etkileri, farklı coğrafyalarda farklı biçimlerde ortaya çıkmıştır. Avrupa’da modernizm, daha çok mimarlık merkezli ideolojik bir dönüşüm olarak gelişirken; Amerika Birleşik Devletleri’nde peyzaj mimarlığı, konut bahçeleri ve kamusal açık alanlar üzerinden daha pratik ve kullanıcı odaklı çözümler üretmiştir (Walker & Simo, 1994; Thompson, 2000). Bu durum, modern peyzaj mimarlığının tek tip bir üslup değil, ortak ilkeler etrafında şekillenen esnek bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Belkayalı, 2003).

Modernist düşüncenin etkisiyle peyzaj mimarlığı, sanatsal sezgiye dayalı ve biçim ağırlıklı uygulamalardan uzaklaşarak, bilimsel ve teknik temellere dayanan bir disiplin hâline gelmiştir. Doğanın yalnızca estetik bir arka plan değil, işleyen bir sistem olduğu anlayışı benimsenmiş; ekolojik süreçler tasarımın temel belirleyicileri arasında yer almıştır. Bu yaklaşım, peyzajı sürdürülebilir, uzun vadeli ve çevresel duyarlılığı yüksek çözümler üreten bir planlama alanı olarak yeniden tanımlamıştır (McHarg, 1969; Kuter & Çakmak, 2017).

Bu süreçte coğrafya, jeoloji, sosyoloji ve çevre psikolojisi gibi disiplinlerden elde edilen bilimsel veriler, peyzaj tasarımının vazgeçilmez bileşenleri hâline gelmiştir. Topoğrafya, toprak yapısı, hidrolojik sistemler ve iklimsel koşullar alanın fiziksel kapasitesini belirlerken; kullanıcı davranışları, mekânsal algı, aidiyet ve kamusal yaşam gibi kavramlar sosyal boyutu güçlendirmiştir (Whyte, 1980; Gehl, 2011). Türkiye’de yapılan

çalışmalar da kamusal açık alanların sosyal etkileşimi artıracak biçimde tasarlanmasının, kentsel yaşam kalitesi üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Bayramoğlu & Özdemir, 2012).

Modern peyzaj mimarlığında karar alma süreçlerinin daha katılımcı ve demokratik bir yapıya kavuşması da bu dönemin önemli kazanımlarından biridir. Kullanıcıların, yerel halkın ve farklı uzmanlık alanlarının tasarım sürecine dâhil edilmesi, mekânların sosyal kabulünü ve işlevselliğini artırmıştır (Corner, 1999; Waldheim, 2006). Türkiye’de son yıllarda katılımcı planlama yaklaşımlarının yaygınlaşması, modern peyzaj anlayışının güncel yansımaları olarak değerlendirilmektedir (Erdoğan & Yıldız, 2019).

Sonuç olarak modern peyzaj mimarlığı; çevreyi bütüncül bir sistem olarak ele alan, bilimsel analizlere, disiplinlerarası işbirliğine ve kullanıcı odaklı tasarıma dayanan bir yaklaşım olarak şekillenmiştir. Bu anlayış, peyzaj mimarlığını yalnızca estetik bir tasarım alanı olmaktan çıkararak, çevresel sorunlara çözüm üreten ve toplumsal yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen çağdaş bir planlama ve tasarım disiplini hâline getirmiştir. Modernizm, peyzaj mimarlığını tarihsel biçimlerin tekrarından uzaklaştırarak, işlevsellik, ekolojik duyarlılık ve toplumsal ihtiyaçlar ekseninde yeniden tanımlayan kuramsal bir paradigma olarak değerlendirilmektedir (Corner, 1999; Waldheim, 2006).

Modern Peyzaj Mimarlığında Öncü Tasarımcılar

Modern peyzaj mimarlığının gelişimi, 20. yüzyıl boyunca farklı coğrafyalarda ortaya çıkan tasarımcıların kuramsal yaklaşımları ve uygulamalarıyla şekillenmiştir. Modernist düşünce, her ne kadar ortak ilkeler etrafında gelişmiş olsa da, Avrupa ve Amerika’da farklı toplumsal, kültürel ve mekânsal koşullar doğrultusunda özgün yorumlar kazanmıştır. Bu bağlamda modern peyzaj mimarlığı, tek tip bir üslup değil; farklı tasarım yaklaşımlarının bir arada var olduğu çok katmanlı bir disiplin olarak değerlendirilmektedir (Thompson, 2000; Walker & Simo, 1994).

Thomas Church

Thomas Church, modern Amerikan peyzaj mimarlığının en etkili isimlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Church’ın tasarım anlayışı, kullanıcı ihtiyaçlarını merkeze alan fonksiyonel mekânsal organizasyonlara dayanmaktadır. Özellikle konut bahçelerinde geliştirdiği “outdoor room” (dış mekân odası) kavramı, açık alanların evin bir uzantısı olarak ele alınmasını sağlamıştır. Church, modern mimarinin sade formlarını peyzaj tasarımına uyarlarken, geçmiş dönemlerin başarılı mekânsal kurgularını tamamen reddetmemiş; aksine bunları çağdaş bir yorumla

yeniden ele almıştır (Church, 1955; Pregill, 1993). Bu yaklaşım, modern peyzaj mimarlığının katı bir stil değil, esnek bir tasarım anlayışı olduğunu göstermektedir.

Donnell Garden, modern peyzaj mimarlığında konut bahçelerinin dönüşümünü temsil eden en önemli örneklerden biridir. Thomas Church tarafından tasarlanan bu bahçe, biçimsel simetriden uzak, serbest formlu mekânsal kurgusuyla dikkat çekmektedir. Özellikle böbrek formundaki yüzme havuzu, modern peyzaj tasarımında organik formların simgesel örneklerinden biri hâline gelmiştir (Şekil 1).

Bu alanda açık mekân, yapının bir uzantısı olarak ele alınmış; oturma, yüzme ve dinlenme gibi farklı işlevler birbirleriyle akışkan biçimde ilişkilendirilmiştir. Church'ın "dış mekân odası" yaklaşımı bu projede açık biçimde okunmakta; peyzaj, estetik bir arka plan olmaktan çıkarak günlük yaşamın aktif bir parçası hâline gelmektedir. Tasarımda görsellik, işlevsellikten bağımsız değil; doğrudan işlevsel gereksinimlerin mekânsal karşılığı olarak ele alınmıştır.

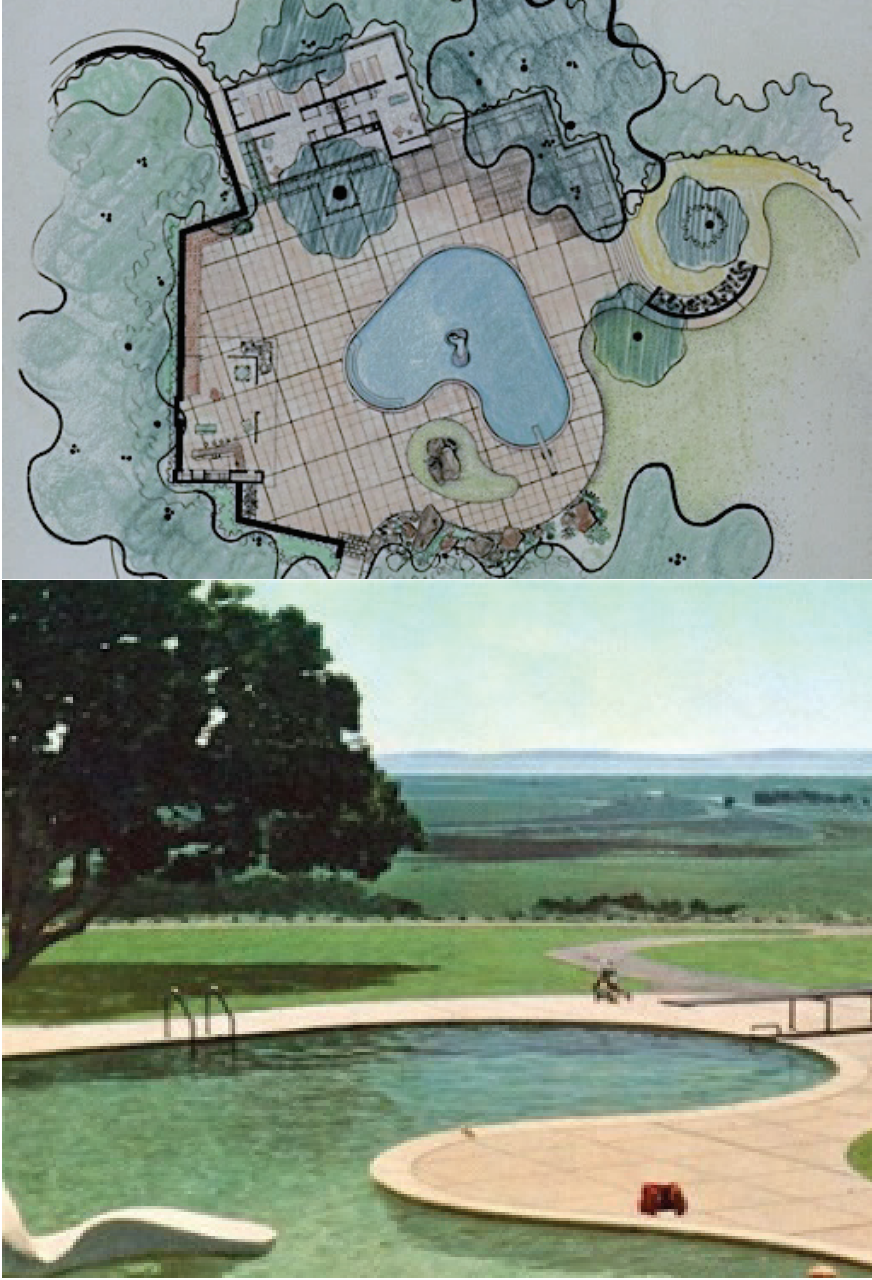
Garrett Eckbo

Garrett Eckbo, modern peyzaj mimarlığını sosyal boyutuyla ele alan öncü tasarımcılardan biridir. Eckbo'ya göre peyzaj tasarımı, yalnızca estetik veya bireysel kullanım odaklı değil; toplumsal ilişkileri güçlendiren bir araç olmalıdır. Bu nedenle tasarım sürecinde alanın çevresiyle kurduğu ilişkiler ve sosyal bağlam büyük önem taşımaktadır. Eckbo'nun çalışmaları, özellikle kamusal alanlar ve toplu konut çevrelerinde, peyzajın sosyal adalet ve erişilebilirlik kavramlarıyla birlikte ele alınmasına katkı sağlamıştır (Eckbo, 1950; Walker & Simo, 1994). Bu yönüyle Eckbo, modern peyzaj mimarlığında sosyal sorumluluk kavramını ön plana çıkaran tasarımcılar arasında yer almaktadır.

Garrett Eckbo'nun modern peyzaj mimarlığına en önemli katkılarından biri, **Case Study House Programı** kapsamında gerçekleştirdiği konut peyzajlarıdır. Bu bağlamda **Case Study House No. 8 (Eames House)** çevre düzenlemesi, Eckbo'nun modernist ilkeleri konut ölçeğinde nasıl uyguladığını açık biçimde ortaya koyan örnek bir çalışma alanıdır. Proje, modern mimarlık ile peyzaj tasarımının bütünleştiği erken dönem modernist örnekler arasında yer almaktadır. Eames House peyzajında açık alanlar, yapının mimari diliyle uyumlu, sade ve işlevsel bir kurguya sahiptir. Sert ve yumuşak zeminler, açık hava yaşamını teşvik edecek biçimde düzenlenmiş; bahçe, gündelik yaşamın doğal bir uzantısı olarak ele alınmıştır (Eckbo, 1950). Bu projede Eckbo, geleneksel bahçe tipolo-

jilerindeki simetri ve biçimsel hiyerarşiyi reddederek, serbest planlı ve kullanıcı ihtiyaçlarına duyarlı bir mekânsal organizasyon geliştirmiştir.

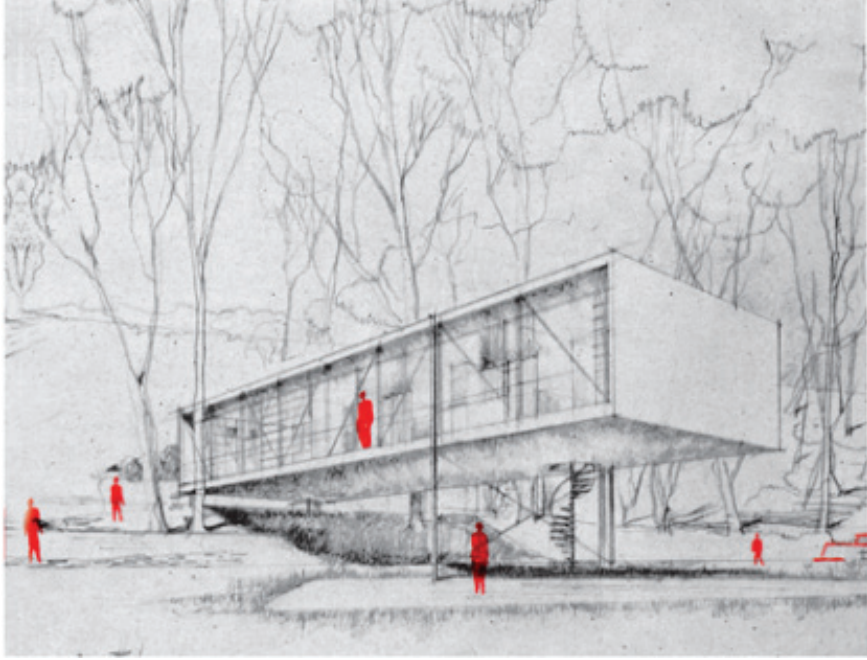
Şekil 1. Donnell Garden



Kaynak: URL-1, 2025, URL-2, 2025

Case Study House No. 8 peyzajında bitkilendirme, dekoratif bir unsurdan ziyade **mekân tanımlayıcı** bir araç olarak kullanılmıştır (Şekil 2).

Şekil 2. Case Study House No. 8



Kaynak: Torres, 2020, Simpson, 2025

Ağaçlar ve çalı grupları, sınır oluşturan elemanlar olarak değil; açık ve yarı açık alanlar arasında geçirgen ilişkiler kuran elemanlar şeklinde düzenlenmiştir. Bu yaklaşım, modern peyzaj mimarlığında doğa ile yapı arasında keskin ayrımların ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir. Bitki türleri, Güney Kaliforniya'nın iklimsel koşullarına uygun, düşük bakım gerektiren ve doğal dokuya uyum sağlayan türlerden seçilmiştir. Bu durum, Eckbo'nun erken dönemden itibaren çevresel uyum ve sürdürülebilirlik kavramlarını tasarım sürecine dâhil ettiğini göstermektedir (Walker & Simo, 1994).

James Rose

James Rose, modern peyzaj mimarlığını sanatsal ifade ile mekânsal deneyim üzerinden yorumlayan özgün bir tasarımcıdır. Rose, peyzaj tasarımını üç boyutlu bir heykel gibi ele almış; bitkisel ve yapısal elemanları mekânsal bir kompozisyonun parçaları olarak kullanmıştır. Doğal formların ve soyut mekânsal kurguların ön plana çıktığı tasarımları, modernizmin katı geometrik anlayışına alternatif bir yaklaşım sunmuştur (Rose, 1938; Thompson, 2000).

Rose'un çalışmaları, modern peyzaj mimarlığında deneysel ve eleştirel düşüncenin gelişmesine katkı sağlamıştır. James Rose'un modern peyzaj mimarlığına en özgün katkılarından biri, kendi yaşam alanı olan **James Rose House & Garden** (Ridgewood, New Jersey) projesidir (Şekil 3).

Bu alan, Rose'un modern peyzaj anlayışını teorik düzeyin ötesine taşıyarak doğrudan mekâna dönüştürdüğü deneysel bir çalışma olarak değerlendirilmektedir. Proje, geleneksel bahçe düzenleme anlayışına binçlinçli bir karşı duruş niteliği taşımaktadır.

Ridgewood'daki bu bahçede bitkiler, sert zeminler ve yapısal elemanlar; dekoratif bir bütünlükten ziyade, mekânsal gerilimler ve kontrastlar yaratacak biçimde düzenlenmiştir. Özellikle soliter ağaçlar, arka planla güçlü bir görsel karşıtlık oluşturacak şekilde konumlandırılmış; bu durum bitkilerin adeta birer heykel gibi algılanmasını sağlamıştır (Rose, 1938; Walker & Simo, 1994).

James Rose House & Garden'da mekân, net sınırlarla tanımlanmış dış mekanlarla değil, farklı kotlar, yarı kapalı hacimler ve beklenmedik geçişlerle kurgulanmıştır. Kullanıcı, bahçeyi tek bir bakışta algılamak yerine, **hareket ettikçe deneyimlenen bir mekânsal süreç** içinde algılar. Bu yaklaşım, modern peyzaj mimarlığında deneyim ve algının, biçimsel düzenin önüne geçtiğini göstermektedir.

Rose'un bu projede mimarlık ve peyzaj arasındaki sınırları bilinçli olarak belirsizleştirdiği görülmektedir. Yapının iç mekânları ile bahçe arasındaki görsel ve fiziksel süreklilik, modern peyzaj tasarımının bü-tüncül çevre anlayışını güçlü biçimde yansıtmaktadır.

Dan Kiley

Dan Kiley, modern peyzaj mimarlığında geometrik düzen, simetri ve tarihsel referansları modernist bir bakış açısıyla yeniden yorumlayan tasarımcılar arasında yer almaktadır. Kiley, doğayı tasarımın temel kaynağı olarak kabul etmiş; özellikle ağaç dizileri ve doğrusal formlar aracılığıyla güçlü mekânsal akslar oluşturmuştur.

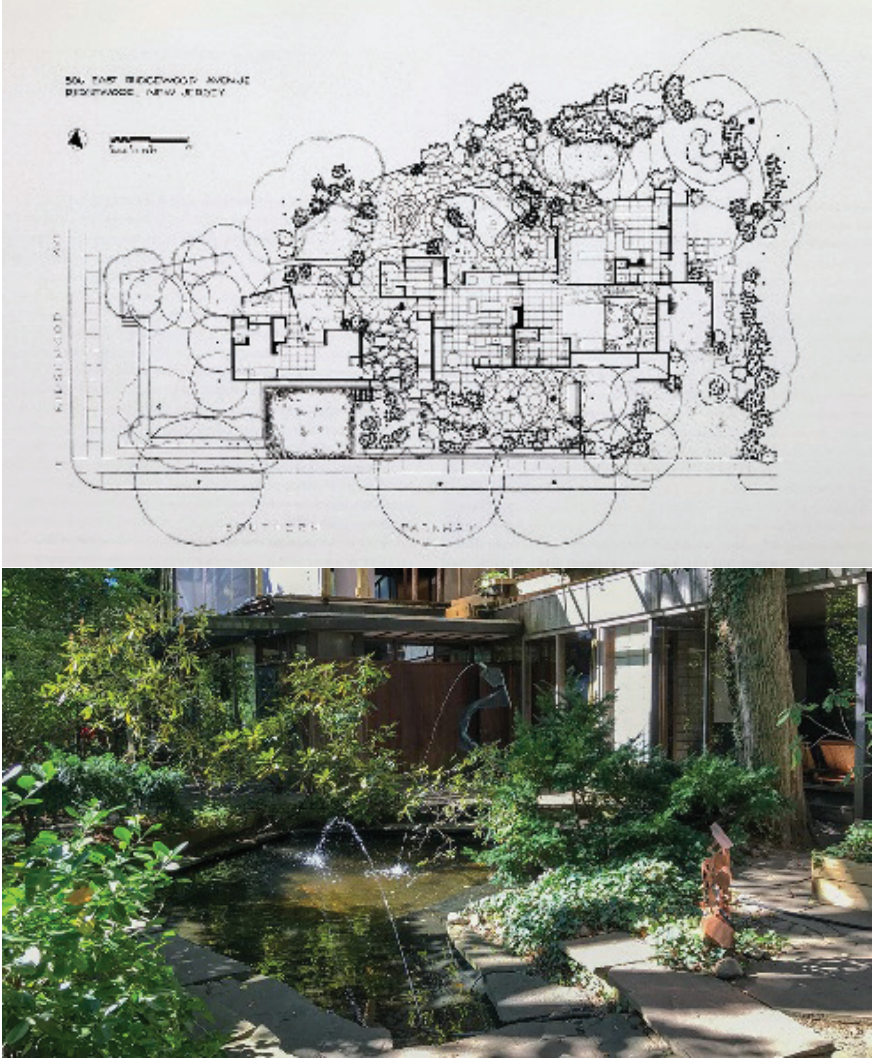
Klasik bahçe düzenlerinden ilham almasına rağmen, bu düzenleri çağdaş mimarlıkla bütünleştirerek modern peyzaj diline uyarlamıştır (Kiley, 1999; Amidon, 2008). Kiley'in çalışmaları, modern peyzaj mimarlığında tarihsel süreklilik ile çağdaş tasarım arasında köprü kuran önemli örnekler sunmaktadır.

Art Institute of Chicago South Garden, Dan Kiley'nin modern peyzaj mimarlığı anlayışını en açık biçimde yansıtan projelerden biri olarak değerlendirilmektedir. 1962 yılında tasarlanan bu bahçe, müzenin Beaux-Arts karakterli mimarisine karşılık, modernist ilkeler doğrultusunda oluşturulmuş geometrik, aksiyel ve sade bir açık alan kurgusu sunmaktadır.

Tasarımın temelini oluşturan dikdörtgen geometri ve güçlü aksiyel düzen, mekânın algılanabilirliğini artırırken, peyzajın mimariyle kurduğu hiyerarşik ve dengeli ilişkiyi de ortaya koymaktadır (Treib, 1999).

South Garden'da bitkilendirme, tür çeşitliliğinden ziyade ritim, tekrar ve düzen ilkeleri doğrultusunda ele alınmıştır. Eşit aralıklarla konumlandırılmış ve aynı türden seçilmiş ağaçlar, ızgara (grid) sistemi içinde yerleştirilerek bitkileri dekoratif unsur olmaktan çıkarıp mekân tanımlayıcı elemanlar haline getirmiştir. Bu yaklaşım, Kiley'nin doğayı romantize etmek yerine mimari bir düzen içinde yeniden yorumladığını göstermektedir (Treib, 2005).

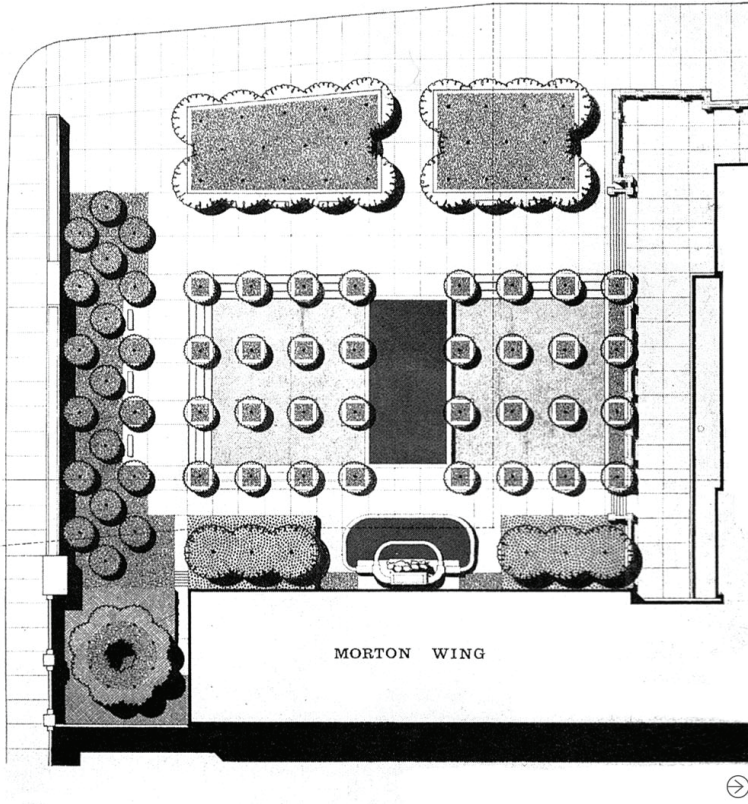
Şekil 3. James Rose House & Garden



Kaynak: URL-3, 2025, URL-4, 2024

Sert zemin ve yeşil alan arasındaki net ayrım ise modernist tasarımın okunabilirlik, sadelik ve işlevsellik ilkelerini güçlendirmektedir. Kiley'nin South Garden tasarımı, klasik bahçe geleneğinden ödünç aldığı aksiyalite ve simetri kavramlarını, süslemeci öğelerden arındırarak modernist bir soyutlama düzeyine taşımaktadır. Bu yönüyle proje, peyzaj mimarlığında mimariyle eşdeğer bir tasarım dili geliştirilmesine katkı sağlamış ve modern peyzaj mimarlığının kanonik örnekleri arasında yerini almıştır (Walker & Simo, 1994) (Şekil 4).

Şekil 4. Art Institute of Chicago South Garden



Kaynak: URL-5, 2025

Lawrence Halprin

Lawrence Halprin, modern peyzaj mimarlığını insan deneyimi, hareket ve süreç kavramları üzerinden ele almıştır. Halprin'in tasarımları, kullanıcıların mekânla kurduğu etkileşimi ve mekânsal deneyimi ön plana çıkarmaktadır. Doğal sistemlerle uyumlu, dinamik ve katılımcı mekânlar üretmeyi hedefleyen Halprin, peyzaj tasarımında süreç odaklı yaklaşımların gelişmesine katkı sağlamıştır (Halprin, 1969; Corner, 1999). Halprin'in çalışmaları, modern peyzaj mimarlığının yalnızca fiziksel bir düzenleme değil, aynı zamanda sosyal ve kültürel bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

Keller Fountain Park, Lawrence Halprin tarafından 1960'lı yılların sonlarında tasarlanmış ve 1970 yılında tamamlanmıştır. Proje, modern peyzaj mimarlığının kamusal alan, kullanıcı deneyimi ve doğa-kent ilişkisini yeniden tanımlayan önemli örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir. Halprin'in tasarım yaklaşımı, modernizmin rasyonel ve işlevci ilkelerini, duysal deneyim ve katılımcı mekân anlayışıyla birleştirerek klasik modernist peyzaj anlayışının ötesine geçmiştir (Walker & Simo, 1994).

Parkın tasarımında su, modern peyzajın pasif bir estetik unsuru olmaktan çıkarılarak mekânın ana kurucu bileşeni hâline getirilmiştir. Şelale benzeri kademeli su elemanları, yalnızca görsel bir odak noktası oluşturmakla kalmayıp; işitsel, dokunsal ve mekânsal deneyimi birlikte sunan çok-duyulu bir çevre yaratmaktadır. Bu yönüyle Keller Fountain Park, modern peyzaj mimarlığında doğanın soyutlanarak yeniden yorumlanmasına güçlü bir örnek teşkil etmektedir (Halprin, 1970; Spirn, 1984) (Şekil 6).

Halprin'in modern peyzaj anlayışının temelinde, mekânın kullanıcı tarafından aktif biçimde deneyimlenmesi yer almaktadır. Keller Fountain Park'ta tasarlanan teraslar, rampalar ve basamaklar, kullanıcıyı yönlendiren ancak kesin sınırlar koymayan bir dolaşım kurgusu sunmaktadır. Bu durum, modernist tasarımın katı aksiyel düzenlerinden farklı olarak, beden hareketine ve algıya dayalı bir mekânsal organizasyonu ortaya koymaktadır. Halprin bu yaklaşımı, kendi geliştirdiği "RSVP Cycles" (Resources, Scores, Valuation, Performance) yöntemiyle ilişkilendirmiş ve tasarımı dinamik bir süreç olarak ele almıştır (Halprin, 1969; Corner, 1999).

Modern peyzaj mimarlığında kamusal alanın demokratikleşmesi önemli bir tema olarak öne çıkmaktadır. Keller Fountain Park, sosyal sınıf, yaş ve fiziksel yeterlilik ayrımı gözetmeksizin farklı kullanıcı gruplarının mekânı birlikte deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Oturma

alanları, açık platformlar ve suyla doğrudan temas edilebilen yüzeyler, parkın yalnızca izlenen değil, kullanılan ve yaşanan bir kamusal mekân olmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım, modern peyzajın kullanıcı merkezli ve toplumsal işlevi önceleyen karakteriyle doğrudan ilişkilidir (Whyte, 1980; Gehl, 2011).

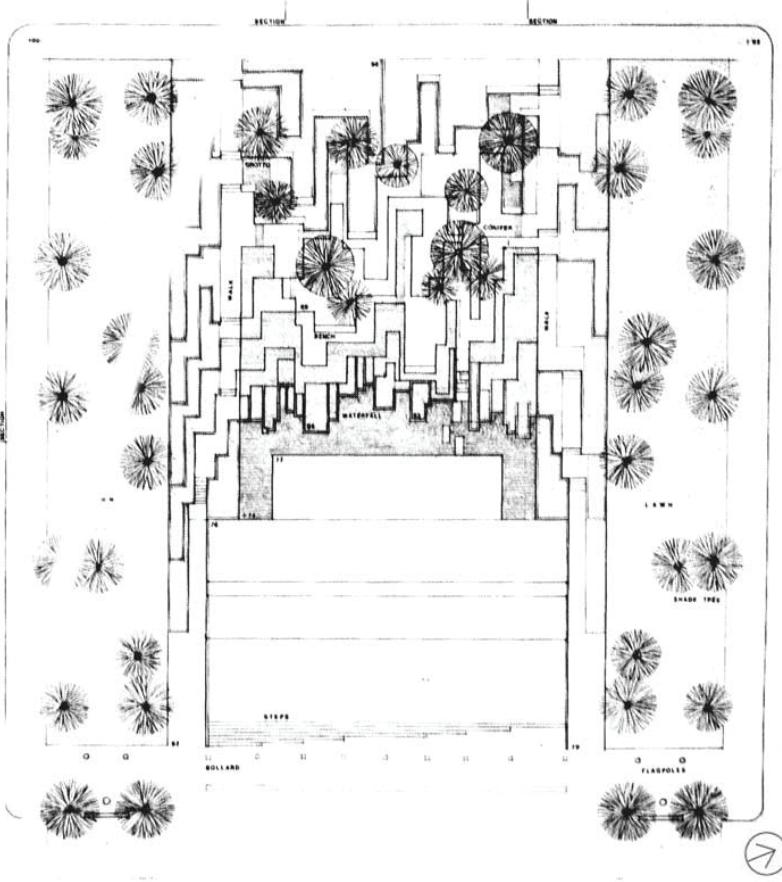
Biçimsel açıdan Keller Fountain Park, modern mimarlıkla güçlü bir diyalog kurmaktadır.

Beton, parkın ana yapısal malzemesi olarak kullanılmış; ancak bu malzeme sert ve statik bir etki yaratmak yerine, suyun hareketiyle yumuşatılmıştır. Bu durum, modernizmin endüstriyel malzeme kullanımını doğa süreçleriyle bütünleştirme çabasını yansıtmaktadır. Halprin'in tasarımı, modern peyzaj mimarlığında yapay ve doğal öğeler arasındaki karşıtlığı ortadan kaldıran bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır (Walker, 1997; Thompson, 2000).

Keller Fountain Park aynı zamanda modern peyzaj mimarlığında ekolojik farkındalığın erken örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Su döngüsünün tasarımın merkezine yerleştirilmesi, doğal süreçlerin mekânsal organizasyonla bütünleştirilmesine olanak tanımıştır. Bu yaklaşım, Ian McHarg'ın ekolojik planlama ilkeleriyle paralellik göstermekte ve modern peyzajın bilimsel ve sistem temelli yönünü desteklemektedir (McHarg, 1969; Spirn, 1984).

Sonuç olarak Keller Fountain Park, Lawrence Halprin'in modern peyzaj mimarlığına getirdiği yenilikçi yaklaşımın somut bir yansımasıdır. Proje; işlevsellik, kullanıcı deneyimi, çok-duyulu algı ve kamusal katılım ilkelerini bir araya getirerek modern peyzaj mimarlığının yalnızca biçimsel değil, deneyimsel ve toplumsal bir disiplin olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle Keller Fountain Park, modern peyzaj mimarlığının kuramsal ve uygulamaya dönük gelişiminde dönüm noktası niteliğinde bir proje olarak değerlendirilmektedir (Corner, 1999; Waldheim, 2006).

Şekil 6. Keller Fountain Park



Kaynak: URL-6, 2025

Bernard Tschumi

Modern mimarlık ve peyzaj tasarımını yalnızca biçimsel bir üretim alanı olarak değil, **mekân-olay-hareket** ilişkileri üzerinden kurgulanan kavramsal bir sistem olarak ele alan çağdaş tasarımcılardan biridir. Tschumi'nin yaklaşımı, modernizmin rasyonel ve fonksiyonel mirasını sorgulamakla birlikte, peyzajı statik bir düzenleme olmaktan çıkararak kullanıcı deneyimi ve zamansal süreçler üzerinden yeniden tanımlamaktadır. Bu yönüyle Tschumi, modern peyzaj mimarlığının geç dönem yorumları ve postmodern tartışmalar arasında köprü kuran bir figür olarak değerlendirilmektedir (Tschumi, 1996; Corner, 1999).

Tschumi'nin tasarım anlayışının temelinde, mekânın yalnızca fiziksel bir form değil, içinde gerçekleşen olaylarla anlam kazanan bir yapı olduğu düşüncesi yer almaktadır. Ona göre peyzaj ve mimarlık, kullanıcı eylemlerinden bağımsız düşünülemez. Bu nedenle tasarım, kesin kullanımları dayatan kapalı bir sistem yerine, farklı senaryolara ve yorumlara açık bir çerçeve sunmalıdır (Tschumi, 1996). Bu yaklaşım, modern peyzaj mimarlığında yaygın olan fonksiyonel zonlama anlayışını bilinçli biçimde esnetmekte; peyzajı, kullanıcı tarafından yeniden tanımlanan esnek bir alan hâline getirmektedir. Böylece modernist planlamanın rasyonel altyapısı korunurken, mekânın tek işlevli ve determinist yapısı sorgulanmaktadır.

Parc Central de Nou Barris, Bernard Tschumi'nin modern peyzaj tasarımını mimarlık, hareket ve olay (event) kavramları üzerinden yeniden yorumladığı önemli projelerden biridir (Şekil 5). Tschumi'nin tasarım yaklaşımı, modernist peyzajın biçim ve işlev odaklı anlayışını sorgulayarak, mekânı sabit bir kompozisyon yerine, kullanıcı eylemleriyle anlam kazanan dinamik bir sistem olarak ele almaktadır (Tschumi, 1996). Projede peyzaj, doğayı temsil eden bir arka plan olmaktan ziyade, kentsel yaşamın sahnesi olarak kurgulanmıştır. Sert zeminler, açık platformlar, doğrusal dolaşım aksları ve programlanabilir boşluklar, bitkisel elementlerden daha baskın bir rol üstlenmektedir. Bu durum, modern peyzaj mimarlığında formdan çok kullanım senaryolarını önceleyen yaklaşımla örtüşmektedir (Corner, 1999).

Tschumi'nin “hareket-olay-mekân” üçlemesi, parkın mekânsal organizasyonunda belirleyici olmuştur. Dolaşım yolları, kullanıcıyı tek bir merkez etrafında toplamak yerine, farklı güzergâhlar ve deneyimler sunan açık bir sistem hâlinde tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, modern peyzajın katı aksiyel düzenlerinden uzaklaşarak, parçalı ve çok odaklı bir mekânsal kurgu önermektedir (Waldheim, 2006).

Biçimsel olarak proje, modernizmin soyut geometrik dilini sürdürmekle birlikte, bu dili sabit bir estetik kompozisyon olarak değil, değişen kullanımlara uyum sağlayan esnek bir altyapı olarak ele almaktadır. Beton, çelik ve sert zeminler gibi endüstriyel malzemelerin açık biçimde kullanılması, modern peyzaj mimarlığının endüstriyel çağ ile kurduğu ilişkiyi vurgulamaktadır (Frampton, 2007).

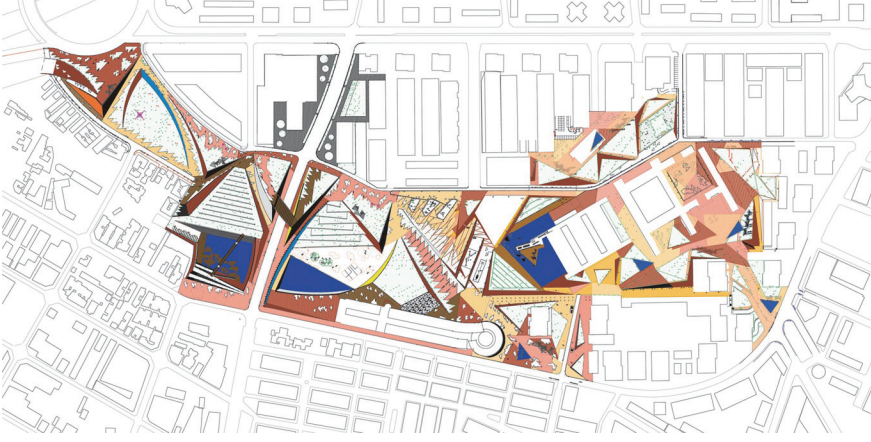
Parc Central de Nou Barris, Tschumi'nin peyzajı mimarlığın tamamlayıcısı değil, kentsel olayların gerçekleştiği özerk bir alan olarak ele aldığı yaklaşımını yansıtmaktadır. Bu yönüyle proje, modern peyzaj mimarlığında peyzajın pasif bir estetik unsur olmaktan çıkarak, kamusal yaşamın aktif bir üreticisi hâline geldiğini göstermektedir (Corner, 1999).

Modern Peyzaj Tasarımının Temel İlkeleri

Modern peyzaj tasarımının en ayırt edici özelliği, biçimsel estetikten ziyade **işlevsellik, kullanıcı gereksinimleri ve mekânsal verimlilik** ilkelerini öncelemesidir. Bu yaklaşımda peyzaj, yalnızca görsel bir düzenleme alanı değil; günlük yaşamı destekleyen, sosyal etkileşimi artıran ve çevresel konfor sağlayan aktif bir sistem olarak ele alınmaktadır. Modernist anlayış, açık mekânların rastlantısal değil, **analize dayalı ve bilinçli tasarım kararlarıyla** biçimlendirilmesini savunmaktadır (Eckbo, 1950; Treib, 1995).

Bu doğrultuda mekânlar; gizlilik, erişilebilirlik, rekreasyon, dolaşım ve sosyal etkileşim gibi farklı işlevler doğrultusunda bölümlendirilmekte; ancak bu işlevler arasında keskin sınırlar yerine **akışkan ve geçirgen ilişkiler** kurulmaktadır. Açık alanlar, kullanıcıyı yönlendiren ve farklı kullanım senaryolarına olanak tanıyan esnek mekânsal kurgular şeklinde tasarlanmaktadır. Bu durum, modern peyzaj tasarımında açık mekânın statik bir düzenleme olmaktan çıkarak **dinamik bir yaşam alanına** dönüşmesini sağlamaktadır (Church, 1955; Halprin, 1969).

Şekil 5. Parc Central de Nou Barris



Kaynak: URL-7, 2025

Modern peyzaj tasarımında biçimsel dil, çoğunlukla **geometrik formlar, asimetrik düzenlemeler ve sade, okunabilir çizgiler** üzerinden tanımlanmaktadır. Simetrik ve aksiyel klasik düzen anlayışı terk edilerek, kullanıcı hareketine ve algısına duyarlı daha serbest planlama yaklaşımları benimsenmiştir. Bu bağlamda modern tasarım, biçimi amaç değil; işlevin ve mekânsal organizasyonun bir sonucu olarak ele almaktadır (Tunnard, 1939; Walker & Simo, 1994).

Bitkisel tasarım ise modern peyzaj anlayışında dekoratif bir unsur olmaktan çıkarak, **mekân tanımlayıcı ve işlevsel bir tasarım aracı** hâline gelmiştir. Bitkiler; sınır oluşturma, yönlendirme, mikroklima kontrolü ve görsel süreklilik sağlama gibi işlevlerle mekânsal organizasyonun temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu yaklaşım, peyzaj tasarımında bitkisel elemanların estetik değerinin yanı sıra **ekolojik ve algısal rollerini** de ön plana çıkarmaktadır (Thompson, 2000).

Ayrıca modern peyzaj tasarımı, erken dönemden itibaren **çevresel ve ekolojik verileri** tasarım sürecine dâhil etmiştir. İklim, topografya, toprak yapısı ve doğal bitki örtüsü gibi faktörler, tasarım kararlarını belirleyen temel girdiler olarak değerlendirilmiştir. Bu durum, modern peyzaj mimarlığını salt biçimsel bir üretim alanı olmaktan çıkarak, **bilimsel ve teknik temellere dayanan bir disiplin** hâline getirmiştir (McHarg, 1969).

Sonuç olarak modern peyzaj tasarımının temel ilkeleri;

- işlevsellik ve kullanıcı odaklılık,
- sade ve okunabilir mekânsal kurgu,
- bitkisel elemanların mekân tanımlayıcı kullanımı,
- çevresel ve ekolojik verilerle uyum,
- sosyal etkileşimi destekleyen açık alan sistemleri

üzerinde şekillenmektedir. Bu ilkeler, modern peyzaj mimarlığını yalnızca estetik bir tasarım alanı değil; **yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen çağdaş bir çevre disiplini** hâline getirmektedir.

SONUÇ

Modern peyzaj mimarlığı, 20. yüzyılın başlarından itibaren sanayi devrimi, hızlı kentleşme ve toplumsal dönüşümlerin yarattığı mekânsal sorunlara yanıt olarak ortaya çıkmış; zaman içerisinde yalnızca estetik bir tasarım anlayışı olmaktan çıkarak bilimsel, teknik ve toplumsal temellere dayanan bütüncül bir disiplin hâline gelmiştir. Bu süreçte modernist yaklaşım, peyzajı pasif bir çevre düzenleme alanı olarak değil, insan-doğa-mekân ilişkisini yeniden kurgulayan aktif bir sistem olarak ele almıştır.

Modern peyzaj mimarlığı, biçimsel sadeleşme ve geometrik düzen anlayışını benimsemekle birlikte, bu özellikleri amaç değil; işlevsel ve mekânsal verimliliğin bir sonucu olarak ele almaktadır. Bitkisel elemanların mekân tanımlayıcı bir araç olarak kullanılması, açık alanların esnek ve çok işlevli biçimde kurgulanması ve kullanıcı deneyiminin tasarım sürecinin merkezine alınması, modern peyzaj tasarımının ayırt edici özellikleri arasında yer almaktadır. Bu yaklaşım, açık mekânların yalnızca görsel kaliteyi artıran alanlar değil, aynı zamanda toplumsal yaşamın sürdürülebilirliğini destekleyen kamusal mekânlar olmasını sağlamaktadır.

Günümüz koşullarında iklim değişikliği, ekolojik bozulma, kentsel yoğunlaşma ve sosyal eşitsizlikler gibi karmaşık çevresel sorunlar, peyzaj mimarlığını daha da kritik bir konuma taşımaktadır. Modern peyzaj mimarlığının analitik, rasyonel ve bütüncül yaklaşımı, bu sorunlara yönelik uyarlanabilir, sürdürülebilir ve uzun vadeli çözümler üretme potansiyelini korumaktadır. Bu bağlamda modernist ilkeler, güncel sürdürülebilirlik ve ekolojik tasarım yaklaşımlarının kavramsal altyapısını oluşturmaya devam etmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen kuramsal yaklaşımlar ve örnek alanlar, modern peyzaj mimarlığının temelini oluşturan fonksiyonalizm, analize dayalı tasarım, kullanıcı odaklılık ve disiplinlerarası yaklaşım ilkelerinin, açık mekân tasarımında kalıcı ve etkili çözümler ürettiğini ortaya koymaktadır. Özellikle Thomas Church, Garrett Eckbo, James Rose, Dan Kiley ve Lawrence Halprin gibi öncü tasarımcıların çalışmaları, modern peyzaj tasarımının gündelik yaşamla bütünleşen, sosyal etkileşimi destekleyen ve çevresel koşullara duyarlı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 1). Projeler birlikte değerlendirildiğinde, modern peyzaj tasarımında biçimsel estetikten çok işlev, deneyim, kullanıcı katılımı ve mekânsal süreklilik kavramlarının belirleyici olduğu görülmektedir. Donnell Garden, **Case Study House No.8** ve James Rose House modern peyzajın konut ölçeğinde gündelik yaşamla bütünleşen esnek karakterini

ortaya koyarken; Art Institute of Chicago South Garden modernizmin geometrik ve rasyonel yönünü temsil etmektedir. Keller Fountain Park ve Parc Central de Nou Barris ise modern peyzajın kamusal alandaki dönüşümünü; duyuşsal deneyim, hareket ve olay kavramları üzerinden yeniden tanımlamaktadır. Bu bağlamda modern peyzaj tasarımı, tekil bir üslup olmaktan ziyade, farklı ölçeklerde ve bağlamlarda ortak ilkeler doğrultusunda şekillenen çok katmanlı bir tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 1. Modern Peyzaj Tasarımında İlke, Tasarım Stratejisi ve Mekânsal Sonuç İlişkisi

Proje	Modern Peyzaj Tasarım İlkesi	Tasarım Stratejisi	Mekânsal Sonuç / Etki
Donnell Garden (Thomas Church, 1947-48)	İşlevsellik ve kullanıcı odaklılık	Bahçenin farklı kullanımlara göre zonlanması; serbest biçimli havuz ve açık-özel alan sürekliliği	Peyzajın günlük yaşama entegre edildiği, dinamik ve esnek kullanım senaryolarına sahip modern konut bahçesi
James Rose House (James Rose, 1953)	Deneysel mekânsallık ve esneklik	Modüler açık alanlar, teraslar ve geçirgen sınırlar; iç-dış mekân sürekliliği	Peyzajın statik bir kompozisyon olmaktan çıkarak deneyimlenen, değişebilir bir mekân olarak kurgulanması
Case Study House No.8 (Garrett Eckbo, 1949)	Endüstriyel modernizm ve sadelik	Açık alanın doğal topografya ile uyumlu, minimum müdahaleyle ele alınması	Modern yaşamın doğa ile çatışmadan sürdürülebilirliğini gösteren yalın peyzaj yaklaşımı
Art Institute of Chicago – South Garden (Dan Kiley, 1962-67)	Geometrik düzen ve modernist soyutlama	Aksiyel kurgu, modüler bitkilendirme, mimariyle eş ölçekli açık alan tasarımı	Kentsel bağlamda kontrollü, rasyonel ve temsil gücü yüksek modern kamusal açık alan
Keller Fountain Park (Lawrence Halprin, 1970)	Duyuşsal deneyim ve kullanıcı katılımı	Suyun mekânın ana kurucu ögesi olarak kullanımı; teraslar ve serbest dolaşım	Peyzajın çok-duyulu, etkileşimli ve demokratik bir kamusal mekâna dönüşmesi
Parc Central de Nou Barris (Bernard Tschumi, 1997)	Olay (event) ve hareket temelli mekân	Sert zeminler, açık platformlar ve çok odaklı dolaşım kurgusu	Peyzajın doğayı temsil eden bir alan değil, kentsel eylemlerin gerçekleştiği bir altyapı olarak tanımlanması

Sonuç olarak modern peyzaj mimarlığı, ortaya çıktığı dönemin koşullarına yanıt veren tarihsel bir akım olmanın ötesinde, günümüz ve geleceğin çevresel ve toplumsal sorunlarına çözüm üretebilen dinamik ve evrilebilir bir tasarım paradigmasıdır. Bu yönüyle modern peyzaj tasarımı, ağdaş peyzaj mimarlığı uygulamaları için hem kuramsal hem de pratik açıdan güçlü bir referans erevesi sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Amidon, J. (2008). *Dan Kiley: The complete works of America's master landscape architect*. Boston, MA: Bulfinch Press.
- Bayramoğlu, E., & Özdemir, B. (2012). Kentsel açık alanların sosyal etkileşim üzerindeki etkileri. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 4(1), 45–58.
- Belkayalı, N. (2003). Peyzaj Mimarlığında Postmodernizm. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Benevolo, L. (1993). *The history of the modern movement*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Church, T. D. (1955). *Gardens are for people*. New York, NY: Reinhold Publishing.
- Corner, J. (1999). The agency of mapping: Speculation, critique and invention. In D. Cosgrove (Ed.), *Mappings* (pp. 213–252). London, UK: Reaktion Books.
- Curtis, W. J. R. (1996). *Modern architecture since 1900* (3rd ed.). London, UK: Phaidon Press.
- Eckbo, G. (1950). *Landscape for living*. New York, NY: Duell, Sloan and Pearce.
- Erdoğan, E., & Yıldız, D. (2019). Katılımcı planlama yaklaşımlarının kentsel peyzaj tasarımına etkileri. *Megaron*, 14(2), 301–315. <https://doi.org/10.14744/megaron.2019.12345>
- Frampton, K. (2007). *Modern architecture: A critical history* (4th ed.). London, UK: Thames & Hudson.
- Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space*. Washington, DC: Island Press.
- Germeraad, P. (1987). Landscape architecture and modernism. *Landscape Journal*, 6(1), 1–15.
- Giedion, S. (2008). *Space, time and architecture: The growth of a new tradition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Halprin, L. (1969). *The RSVP cycles: Creative processes in the human environment*. New York, NY: George Braziller.
- Halprin, L. (1970). *Cities*. New York, NY: Reinhold Publishing.
- Kaya, L. G. (2010). Türkiye’de peyzaj mimarlığı eğitiminin gelişimi. *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, 2(1), 15–28.
- Kiley, D. (1999). *Dan Kiley: Landscapes*. New York, NY: Bulfinch Press.
- Kuter, N., & Çakmak, M. (2017). Ekolojik planlama ve peyzaj tasarımı ilişkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 95–108.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with nature*. New York, NY: Natural History Press.
- Mumford, L. (1961). *The city in history*. New York, NY: Harcourt, Brace & World.
- Pregill, P. (1993). *Landscape design: A cultural and architectural history*. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Relph, E. (1987). *The modern urban landscape*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.

- Rose, J. C. (1938). Freedom in the garden. *Architectural Forum*, 69(1), 73–79.
- Simpson, T. (2025). The Eames House. Erişim Adresi: <https://www.midcenturymondays.com/p/eames-house-and-studio-case-study>, Erişim Tarihi: 10/10/2025.
- Spirn, A. W. (1984). *The granite garden: Urban nature and human design*. New York, NY: Basic Books.
- Steiner, F. (2008). *The living landscape: An ecological approach to landscape planning* (2nd ed.). Washington, DC: Island Press.
- Thompson, I. H. (2000). *Ecological design and planning*. London, UK: Routledge.
- Torres, J. (2020). Case Study House #8: The Eames House Part 1, Erişim Adresi: <https://www.atomic-ranch.com/design-deconstruct/case-study-house-8-the-eames-house-part-1/>, Erişim Tarihi: 04/10/2025.
- Treib, M. (1995). *Modern landscape architecture: A critical review*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Treib, M. (1999). *Dan Kiley: Landscapes*. Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Treib, M. (2005). Nature reconstructed: The work of Dan Kiley. *Landscape Journal*, 24(2), 127–142.
- Tschumi, B. (1996). *Architecture and disjunction*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Turner, T. (1992). *Landscape planning and environmental impact design*. London, UK: UCL Press.
- URL-1. (2025). The History of Modern Landscape Design. Erişim Adresi: <https://thelandscapelibrary.com/the-history-of-modern-landscape-design/>, Erişim Tarihi: 09/10/2025
- URL-2. (2025). Donnell Garden. Erişim Adresi: <https://design.tel/donnell-garden/>, Erişim Tarihi: 05/10/2025.
- URL-3. (2025). James C. Rose Residence, Erişim Adresi: <https://www.tclf.org/landscapes/james-c-rose-residence>, Erişim Tarihi: 10/10/2025.
- URL-4. (2024). James C. Rose Biography, Erişim Adresi: <https://www.tclf.org/james-c-rose-biography>, Erişim Tarihi: 04/10/2025.
- URL-5. (2025). Art Institute of Chicago, South Garden. Erişim Adresi: <https://www.tclf.org/sites/default/files/microsites/kiley-legacy/ArtInstChicago.html#!prettyPhoto>, Erişim Tarihi: 04/10/2025.
- URL-6. (2025). Ira Keller Forecourt Fountain, Erişim Adresi: <https://www.tclf.org/sites/default/files/microsites/halprinlegacy/ira-keller-forecourt-fountain.html>, Erişim Tarihi: 04/10/2025
- URL-7. (2025). Parc Central de Nou Barris, <https://arriolafiol.com/proyectos/parc-central-de-nou-barris/>, Erişim Tarihi: 10/10/2025.
- Ürgenç, S. (1998). *Peyzaj mimarlığı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Waldheim, C. (2006). *The landscape urbanism reader*. New York, NY: Princeton Architectural Press.
- Walker, P. (1997). *Invisible gardens*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Walker, P., & Simo, M. (1994). *Invisible gardens: The search for modernism in the American landscape*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Whyte, W. H. (1980). *The social life of small urban spaces*. Washington, DC: Conservation Foundation.

//

Bölüm 4

KENTSEL YEŞİL ALANLARDA VANDALİZM: KOCAELİ VE DÜZCE'DEN ÖRNEKLER

Yenigül GÜÇLÜ¹, Özgür YERLİ²

¹ Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

² Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ORCID: 0000-0002-2104-3216

GİRİŞ

Günümüzde pek çok araştırma ve çalışma alanını içine dâhil ederek gelişen kentsel tasarım kavramı önemli sorumlulukları ve çözülmesi gereken sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunlardan biri de vandalizm ve vandallık kavramlarıdır. Bu kavram günlük hayatımızda gerek basılı, görsel ve sosyal medya aracılığı ile gerekse şahsen tanık olduğumuz birçok yerde karşımıza çıkmaktadır. İnsanoğlunun var olduğu ilk dönemlerden beri kamuya ait mal ve eşyalara bilinçli şekilde zarar veren davranışlara rastlanmaktadır. Vandalist eylemler çeşitli şekillerde karşımıza çıkabilmektedir; aydınlatma elemanlarının, oturma bankalarının, telefon kulübelerinin, çöp kutularının, yapıların veya durakların camlarının kırılması, bunların yakılması, malzemelerin kazınması, kütüphanelerdeki kitapların, otobüslerdeki koltukların, antik mekanlardaki tarihi yapıların, müzelerde sergilenen objelerin tahrip edilmesi vb eylemler toplum tarafından tasvip edilmeyen vandalizmin örnekleri olarak ifade edilebilir. Kamuya ait çeşitli mallara tarih içerisinde yüzyıllardır zarar verildiği görülmüş ve bunların sonuçlarıyla yüzleşilmek zorunda kalmıştır. Parklarda banklar zarar gördüğü için oturulamamış, aydınlatma elemanları kırıldığı için mekânlar gece kullanılamaz hale gelmiş, telefon kulübeleri zarar gördüğü için işlevini yitirmiştir. Bu ve benzer zararlanmalar, bireysel olan vatandaşların ve bir arada düşünüldüğünde toplumun ihtiyaçlarını karşılamasını engellemekte, bununla birlikte zarar gören malzemelerin yeniden kullanılabilir vaziyete getirilebilmesi için çeşitli tadilat masrafları doğurmaktadır. Bu eylemlerden dolayı yerel yönetimler ve pek çok kamuya ait kurum ve kuruluş maddi anlamda kayıba uğramaktadır (Yavuzer 1998).

Burcu vd. (2007) vandalizmi, kamuya ya da şahsa ait mülke zarar verme amaçlı, çoğunlukla bilerek ve isteyerek yapılan saldırganlık içeren davranışlar olarak tanımlamıştır.

Allen'e (1984) göre; bir terim olarak Vandalizmi ilk kez, Abbe Gregoire, Paris'te düzenlenen bir toplantıda kullanmıştır. Açıklamada bu eylemleri yapanlar, Cermen kavmine benzetilmiş, Fransız Devrimi sonrasında 1794 yılında, vatandaşların tarihi eserleri tahrip etmesini önlemek gerektiği vurgulanmıştır (Öğülmüş 2000).

Harrison'un tanımına göre (1976) göre vandalizm kasıtlı olarak yapılan, bir alanın ya da herhangi bir nesnenin ekonomik ve/veya estetik değerini düşüren, fiziksel davranışlardır (Namba ve Dustin 1992).

Conklin (1989) ise vandalizmi sahibinin izni olmadan, bir mala zarar vermek, görünümünü, şeklini bozmak olarak tanımlamıştır (Dinçtürk 2007).

Öğülmüş (2000), vandalizm içeren eylemleri amaç ve içeriklerine göre birbirlerinden farklı beş tür şeklinde tanımlamıştır; Kinci, açgözlü, ideolojik, kötü niyetli ve oyunsu vandalizmdir.

Bu konuda çalışma yapmış araştırmacılar farklı zamanlarda benzer tanımlamalar yapmışlardır. Diğer tanımlara benzer şekilde Bilchik (1998) ve Erkan (2005) de vandalizmi kamuya, tüzel kişiliğe veya şahısa ait mülke bilerek ve kötü niyet besleyerek verilen her türlü zarar olarak tanımlamışlardır. Vandalist eylemlere posta kutularına zarar vermek, kullanılmayan binaları tahrip etmek, kamusal alanlara grafitiler çizmek ve camları kırmak da girmektedir (Bilchik 1998).

Öğülmüş'e (1995) ve Yavuzer'e (1988) göre vandalizm literatürde tahripçilik olarak da karşılık bulmakta, kişinin tanımadığı başka bireyle-re veya kamuya ait mallara yönelik saldırganlık içeren hareketlerde bulunma şeklinde tanımlanmaktadır. Şiddetin kaynağı olarak saldırganlık dürtüsünün bir türevi olan bu dürtü, özellikle sanat yapıtlarına, doğal ve yapay güzelliklere, mala, eşyaya yönelik yakma, yıkma, yok etme meyilli, düzensiz ve güçlü bir dürtüdür (Akyol 2006).

Geçmiş dönemlerden beri toplumsal bir sorun olan vandalizmin, yalnızca finansal boyutu varmış gibi düşünülmesine rağmen psikolojik, hukuki ve sosyal bağlantılılığı da bulunmaktadır (Doğan 2011). Vandalizme yönelik eylemlerden en fazla etkilenen kullanımlardan birisi de kent içerisinde büyük role sahip kentsel açık ve yeşil alanlardır.

Alkay ve Ocakcı (2003) kent parklarının, kentsel açık ve yeşil alanların bir ögesi olduğundan, kentsel mekanlar içinde sosyal ve fiziksel çevrenin niteliğini belirlediğinden, eğitim, kültür ve rekreasyona yönelik kullanımlara imkan tanıdığından, aynı zamanda da toplumun sosyalleştiği kamu mekanları olduğundan bahsetmiştir.

Kent parklarında bulunan donatılar, kentlilerin kent içinde bireysel ve toplumsal ilişkilerini kolaylaştıran, iletişim imkanı yaratan, mekânlara estetik ve işlevsel yönden değer kazandıran, değişik nicelik ve kalitede olup, mekânı tamamlayan ve tanımlayabilen niteliklerdir. Bu sebeplerden dolayı yalnızca fonksiyonel amaçlarla değil, aynı zamanda kentsel peyzajı da hareketlendiren etkisi nedeniyle de büyük önem ar etmektedir (Kurşun ve Yılmaz 2003).

MATERYAL VE YÖNTEM

Van Vliet'e (1992) göre, vandalizmin çoğunlukla rastlanan alanlar incelendiğinde dikkati önce parklar ve çocuk oyun alanları çekmektedir. Bu alanlarda ortaya çıkan vandalizm hareketlerindeki farklılıklar bölgeden

bölgeye göre değişmektedir. Bunların dışında fazla kullanıcı yoğunluğu, yetersiz aydınlatma malzemeleri, onarım-bakım işlemlerinin gerçekleşmemesi gibi durumlar, parklarda ve oyun alanlarında vandalizmin daha fazla ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

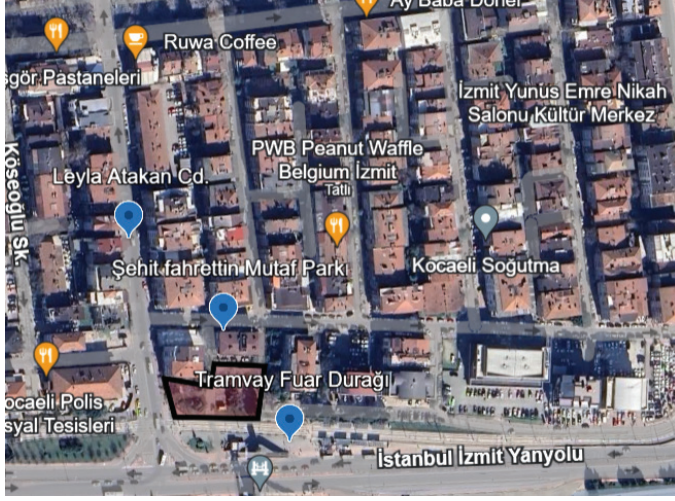
Bu araştırma konusu, kentlileri kentin stresinden uzaklaştıran, rahatlatan, eğlenme, dinlenme gibi olanaklar sağlayan, bunlara ek olarak sosyal açıdan iletişim kurmalarına imkan yaratan açık ve yeşil alanların görsel ve fonksiyonel kalitesine olumsuz etki yapan vandalizm sorununu, İzmit/Kocaeli kenti ve Düzce kenti belirlenen üç örnek alanda yapılan gözlemler ile değerlendirilmiştir. Dolayısıyla çalışmanın temel materyalini, Kocaeli (İzmit) kenti ve Düzce kenti sınırları içerisinde yer alan park örnekleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte çalışma konusuyla ilgili literatür taramaları (yüksek lisans ve doktora tezleri, çeşitli kitaplar, bilimsel makaleler, kongre, sempozyum ve çalıştay bildirileri, internet siteleri vs.) yapılmış, meydana gelen vandalizm olaylarıyla ilgili olarak Kocaeli ve Düzce kentinden seçilen parklar gezilerek bu alanlar içerisinde yer alan donatı elemanları incelenmiş, fotoğraflar ve gözlemler ile kayıt altına alınmıştır.

Araştırma alanlarını, İzmit kenti sınırları içerisinde yer alan Şehit Fahrettin Mutaf Parkı ve Belsa Parkı ile Düzce kenti sınırları içerisinde yer alan Millet Bahçesi oluşturmaktadır.

BULGULAR

Şehit Fahrettin Mutaf Parkı

Kocaeli kentinin İzmit ilçesine bağlı Karabaş Mahallesiinde yer alan Şehit Fahrettin Mutaf Parkı, Leyla Atakan Caddesi yanında, Tramvay Fuar Durağının hemen arka tarafında yer almaktadır.



Şehit Fahrettin Mutaf Parkı uydu görüntüsü (Google Earth 2024)

Şehit Fahrettin Mutaf Parkı nispeten küçük bir park olup yaklaşık 180 m²'lik bir alana sahiptir. Parkın kullanıcı kitlesini çoğunlukla sınırları içinde bulunduğu mahalle sakinleri ve çevrede yaşayanlar ile park yakın çevresinde bulunan çeşitli okullardaki öğrenciler oluşturmaktadır.



Şehit Fahrettin Mutaf Parkı genel görünümü ve parktaki donatı elemanları (Kişisel arşiv, 2024)

Leyla Atakan Caddesi yanında, Tramvay Fuar Durağının arkasında bulunan Şehit Fahrettin Mutaf Parkı çok yoğun kullanıcı potansiyeline sahip değildir. Genellikle içinde yer aldığı mahallede yaşayan kullanıcılar ve bölgeyi geçiş güzergâhı olarak tercih eden kullanıcılar bulunmaktadır. Şehit Fahrettin Mutaf Parkı içinde banklar, aydınlatma elemanları, çöp

kutuları, piknik masaları, çocuk oyun alanı ve fitness alanı bulunmaktadır.

Parklarda ortaya çıkan vandalist hareketler incelendiğinde en çok dikkat çeken eylemlerin, bank ve piknik masalarını oluşturan materyallerin kazınması ve hatta yakılması, çöp kutularının, aydınlatma elemanlarının zarar görmesi, kırılması, duvar ve panoların boyanması veya kırılması, ağaç gövdelerinin bıçakla/çakıyla kazınması, yeni dikilmiş fidanların ve çiçeklerin sökülmesi olduğu görülmektedir.

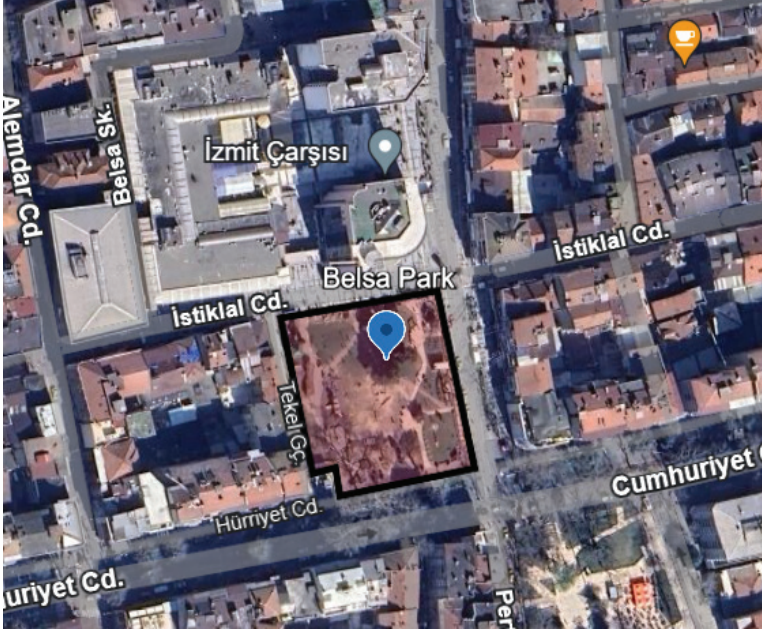
Bu parktaki vandalizm eylemlerine bakıldığında bankların kırılması, çöp kovaların kırılıp içinde ateş yakılması, çocuk oyun elemanlarının üzerine yazıların yazılması ve kırılması, fitness alanların tahrip olması, duvarlara resim çizilmesi, yazılar yazılması ve panoların kırılması eylemleri görülmektedir.



Şehit Fahrettin Mutaf Parkı içerisinde yer alan Vandalizm'e uğramış donatı elemanları (Kişisel Arşiv, 2024)

Belsa Parkı

Kocaeli kentinin İzmit ilçesine bağlı Ömerağa Mahallesi'nde yer alan Belsa Parkı, İzmit belediyesinin tam karşında yürüyüş yolunun yanında bulunur. Çok yoğun kullanıcı potansiyeli bulunmaktadır.



Belsa Parkı uydu görüntüsü (Google Earth 2024)

Belsa Parkı yaklaşık 4500 m²'lik kullanım alanına sahiptir. Parkın kullanıcı kitlesini hem sınırları içerisinde bulunduğu mahalle sakinleri hem de çevre mahallelerde yaşayan kentliler oluşturmaktadır. Belsa Parkı'nın içinde banklar, aydınlatma elemanları, çöp kutuları, çocuk oyun alanları ve heykeller bulunmaktadır.



Belsa Parkı genel görünümü ve park içerisindeki donatı elemanları (Kişisel arşiv, 2024)



Belsa Parkı içerisinde yer alan Vandalizm'e uğramış donatılar (Kişisel arşiv, 2024)

Belsa Parkı'nda da benzer şekilde vandalizm eylemlerinin çöp kutularına, zemin kaplama malzemelerine, heykel gibi plastik elemanlara,

oturma/dinlenme elemanlarına zarar verme şeklinde gerçekleştiği görülmektedir.

Düzce Millet Bahçesi

Düzce kent merkezine bulunan Millet Bahçesi Parkı konumu bakımından yoğun bir sirkülasyon hattı üzerinde bulunmaktadır ve kent parkı niteliğindedir. Hemen batısında bulunan ve kentin tek meydan niteliğindeki açık alanı olan Anıtpark ile bütünleşik bir yapıdadır.



Millet Bahçesi Parkı uydur görüntüsü (Google Earth 2024)

Yaklaşık 34.000 m²'lik bir alana sahip olan Millet Bahçesi Parkı'nın kullanıcı kitlesi tüm Düzce halkıdır. Çünkü millet bahçesi büyüklüğü ve barındırdığı olanaklar sayesinde bir kent parkı niteliğindedir. Bu nedenle kullanıcı potansiyeli çok yüksek bir alandır.



Millet Bahçesi Parkı genel görünümü (Kişisel arşiv, 2024)

Millet Bahçesi Parkı içinde oturma bankları, aydınlatma elemanları, bitki kasaları, çöp kutuları, çocuk oyun alanları, fitness alanları, belediyeğe ait bir kafe ve su yüzeyleri bulunmaktadır.





Millet Bahçesi Parkı Vandalizm'e uğramış direkler (Kişisel arşiv, 2024)

Düzce Millet Bahçesi Parkı'ndaki vandalizm eylemlerine bakıldığında da diğer iki parkta olduğu gibi bankların kırılması, çöp kovaların kırılması, çocuk oyun elemanlarının üzerine yazıların yazılması ve kırılması, fitness elemanlarının tahrip edilmesi, duvarların ve panoların çizilmesi, döşemelerin zarar görmesi gibi sonuçlarla karşılaşmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Vandalizm tüm toplumu etkileyen ve ilgilendiren sosyal, psikolojik ve eğitimsel bir sorundur. Yerli'nin (2018) de bahsettiği gibi vandalizmi önlemeye yönelik çalışmalar genellikle "anı kurtarma" ile sınırlı kalmaktadır. Kameraların kurulması, mimari tasarımların iyileştirilmesi, kırılmaz veya dayanıklı malzemeden yapılmış nesneler ve giriş-çıkış yerlerinin sıkı kontrolü gibi vandalizmi önlemeye yönelik önlemlerin etkinliği tartışılmalıdır. Birey ve toplum psikolojik ve sosyal olarak değiştirilmedikçe, malzemelerin kalitesi ve kameralarla izleme sadece geçici çözümler olacaktır, vandalizm sorununu çözmez.

Vandalizmle mücadele bireysel bir sorun gibi görünse de aslında toplumsal bir olgudur. Çünkü bu sorun sosyal yaşam, ekonomik refah, aidiyet ve sahiplik duygusuyla bağlantılıdır. Vandalizmin çözümü devlet

politikası haline getirilmeli ve bu şekilde planlanmalıdır. Kişilerin spor faaliyetlerine katılmaları teşvik edilmeli ve devlet veya devlet-özel sektör koordinasyonu ile sporla ilgili dallarda ücretsiz kurslar ve eğitimler verilmelidir. Benzer şekilde, sanat da devlet tarafından teşvik edilmeli ve desteklenmelidir.

Sanat ve sporla ilgilenen kişilerin sivil toplum kuruluşlarına dahil edilmesi gerekmektedir. Böylece insanların sosyalleşmesi, sosyal bireyselliği ve topluma aidiyet duygusu güçlendirilmelidir. Ebeveynlere ve çocuklara düzenli olarak fiziksel çevre, aile içi sosyal yaşam ve toplum içi sosyal yaşam konularında seminerler verilmelidir. İlköğretim çağından itibaren çevre ve sosyal konularla ilgili dersler artırılmalı ve çocuklara oyun, etkinlik ve aile içi katılım yoluyla bireysel olarak eğitim verilmelidir. Konut ölçeğinden başlayarak kente ait aidiyet duygusunun artırılması sağlanmalıdır. Böylece insanlar sahiplenme ve koruma içgüdüleri kazanacaklardır.

KAYNAKÇA

- AKYOL, E. 2006. Kent Mobilyaları Tasarım ve Kullanım Süreci. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İstanbul, 138 s.
- ALKAY, E. ve OCAKCI, M. 2003. Kentsel Yeşil Alanların Ekonomik Değerlerinin Ölçülmesinde Kullanılabilecek Yöntemlerin İrdelenmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Planlama, Tasarım Dergisi, 2 (1): 60-68.
- BILCHIK, S. 1998. WipeOutVandalismandGraffiti. U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, Office of JuvenileJusticeandDelinquency Prevention, Youth in Action, Number: 2, pp. 1-8.
- BURCU, E., DANACIOĞLU, N. ve VAZSONYI A. 2007. Arkadaş Grubuna Sahip Olmaya Verilen Önemin Gençlerin Vandalizmi Üzerindeki Etkisi. *Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 24 (2): 23-44.
- DİNÇTÜRK, S. 2007. Türkiye’de Vandalizmin Sosyal, Ekonomik ve Psikolojik Boyutları. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, 96 s.
- DOĞAN, S. 2011. Genel Lise Öğrencilerinin Algılarına Göre Okul Tahripçiliği İle Okul İklimi Arasındaki İlişki. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara, 162 s.
- KURŞUN, P. ve YIMAZ, H. 2003. Erzurum Kent Bütününde Donatı Elemanlarının Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 34 (4): 345-351.
- NAMBA, R. and DUSTIN, D. 1992. Towards New Definitions of DepreciativeBehaviorandVandalism, United StatesDepartment of AgricultureForest Service, General Technical Report PNW-QTR-293 November, pp. 61-69.
- ÖĞÜLMÜŞ, S. 2000. Tahripçilik (Vandalizm). Düşük Yoğunluklu Bir Sapma. *Polis Bilimleri Dergisi*, 2 (7-8): 73-86.
- YAVUZER, Y. 1998. Niğde İlindeki Öğretmenlerin Okul Tahripçiliğine Karşı ideolojik Yönelimleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eğitimin Psikolojik Temelleri Anabilim Dalı, Ankara, 102 s.
- YERLİ, Ö. 2018. An Environmental Problem: Vandalism. *WJERT*, 4(6): 173-179

Bölüm 5

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE DOĞAL YAPI ÖZELLİKLERİNİN HARİTALANDIRILMASI: SEYDİKEMER İLÇESİ¹

Ceyda KAYALI², Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU³

1 Bu çalışma, Doç. Dr. Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU danışmanlığında, Ceyda KAYALI tarafından hazırlanan “Seydikemer ilçesindeki korunan alanların koruma statüleri kapsamında incelenmesi” isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

2 Seydikemer Belediyesi, (0009-0002-6400-4580)

3 Doç. Dr., (0000-0002-5571-1008), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye A.S.M.K. Meslek Yüksekokulu, Muğla, Türkiye

1.GİRİŞ

Doğal peyzaj özelliklerinin belirlenmesi ve mekânsal olarak analiz edilmesi, sürdürülebilir arazi kullanımı ve çevre yönetimi açısından temel bir gereklilik hâline gelmiştir. Özellikle topoğrafya, toprak, jeoloji ve arazi kullanım özellikleri; doğal peyzajın oluşumunda ve insan-doğa etkileşiminde belirleyici rol oynamaktadır. Bu özelliklerin bütüncül olarak ele alınması, ancak mekânsal veri analizi teknikleri ile mümkün olmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), farklı kaynaklardan elde edilen verilerin mekânsal olarak analiz edilmesine, sorgulanmasına ve görselleştirilmesine olanak tanıyan güçlü bir araçtır (Tanrıtanır, 2013). CBS tabanlı çalışmalar, doğal peyzaj bileşenlerinin dağılımını ortaya koyarak planlama ve koruma kararlarına bilimsel bir altyapı sağlamaktadır (Kahraman vd., 2010). Mekânsal veriler ile bu verilere ait öznitelik bilgilerinin birlikte değerlendirilmesini sağlayan CBS, özellikle karmaşık mekânsal problemlerin çözümünde güçlü bir karar destek aracı olarak kullanılmaktadır (Richter vd., 1997; Burrough & McDonnell, 1998; Longley vd., 2015). Günümüzde CBS teknolojileri; fiziksel çevre analizlerinden beşeri ve ekonomik planlamaya kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir.

CBS'nin temelini, mekânsal veri modelleri, veri tabanı yönetim sistemleri, analiz araçları ve kullanıcı etkileşimi oluşturmaktadır. Vektör ve raster veri modelleri aracılığıyla gerçek dünya nesneleri sayısal ortama aktarılmakta; bu sayede coğrafi olay ve olguların mekânsal ilişkileri detaylı biçimde incelenebilmektedir (Yomralıoğlu, 2010). Son yıllarda bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve uzaktan algılama sistemlerinin yaygınlaşması, CBS'nin kullanım alanlarını önemli ölçüde genişletmiştir. CBS ile uzaktan algılama verilerinin birlikte kullanılması, geniş alanların kısa sürede analiz edilmesine olanak sağlamak ve zamansal değişimlerin izlenmesini mümkün kılmaktadır (Mather & Koch, 2011).

CBS'nin sunduğu mekânsal analiz olanakları; arazi uygunluk değerlendirmeleri, çevresel etki analizleri, ulaşım planlaması ve kentsel gelişim senaryolarının oluşturulması gibi birçok alanda bilimsel temelli kararların alınmasını sağlamaktadır (Goodchild, 2007). Bu yönüyle CBS, yalnızca bir haritalama aracı değil; aynı zamanda disiplinler arası çalışmalara olanak tanıyan analitik bir sistemdir. Günümüzde CBS'nin planlama ve yönetim süreçlerinde yaygın olarak kullanılması, mekânsal veriye dayalı karar verme anlayışının giderek önem kazandığını göstermektedir (Erbulak ve Şen, 2006; Aydal, 2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), doğal peyzaj bileşenlerinin analiz edilmesi, mekânsal ilişkilerin ortaya konulması ve karar destek süreçlerinin güçlendirilmesi açısından en etkili araçlardan biridir.

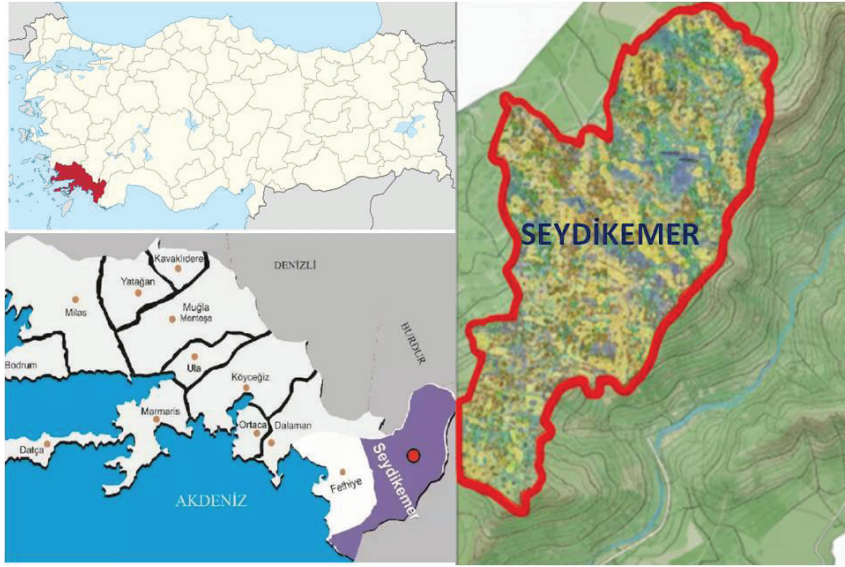
Muğla iline bağlı Seydikemer ilçesi, sahip olduğu farklı topoğrafik yapılar, toprak grupları, jeolojik oluşumlar ve arazi kullanım çeşitliliği ile doğal peyzaj açısından dikkat çeken bir alan niteliğindedir. Bu çalışma ile Seydikemer ilçesinin doğal yapı özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile haritalandırılması amaçlanmıştır. Bölgede yapılacak planlamaların doğal yapı ile uyumlu olabilmesi ve yanlış alan kullanımlarının önlenmesi için bu yönde yapılacak çalışmalar bölge için oldukça önemlidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Seydikemer İlçesi, Muğla İli'nin güneydoğusunda yer almakta olup idari açıdan kuruluşu oldukça yenidir. Daha önce Fethiye'ye bağlı bir belde olan Kemer, 2013 yılında yürürlüğe giren yasal düzenleme ile Seydikemer adıyla ilçe statüsü kazanmıştır. İlçe merkezi, tarihsel ve coğrafi açıdan önemli bir konuma sahip olan Xanthos Vadisi'nin orta kesiminde bulunmaktadır. Doğal güzellikleri ve zengin kültürel mirası sayesinde Seydikemer, yerli ve yabancı turizm açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. İlçe; güneyde Kaş, doğuda Elmalı, kuzeyde Çameli ve Altınyayla, batıda ise Fethiye ilçeleriyle komşudur (Şekil 1). Antik dönemlerde Kragos olarak adlandırılan Akdağlar'ın yüksek platolarında yer alan yaylalar ile batı yamaçlarındaki sulak yerleşim alanları, yıl boyunca ilçenin sosyo-ekonomik ve mekânsal hareketliliğini artırmaktadır (url1). Coğrafi olarak Seydikemer, 36°17'–37°02' kuzey enlemleri ile 29°07'–29°48' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Akdağ ve Erendağ kütleleri, güneybatısında ise daha alçak topoğrafyaya sahip tepelik ve ova alanları bulunmaktadır. İlçenin en yüksek noktası Akdağlar üzerindeki Uyluk Tepe (3024 m), en alçak kesimi ise Kumluova–Karadere kıyı bölgesindeki delta ovasıdır. Akarsu vadileri ve tarıma elverişli alanlar, yerleşim ve arazi kullanımını belirleyen temel doğal unsurlar arasında yer almaktadır (url2).

Çalışmanın ana materyalini Seydikemer ilçesine ait doğal yapı verileri oluşturmaktadır. Bu kapsamda; toprak envanteri haritaları, jeoloji haritaları, sayısal yükseklik modelleri (DEM), ve CORINE arazi örtüsü verileri kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı sınırları

2.2.Yöntem

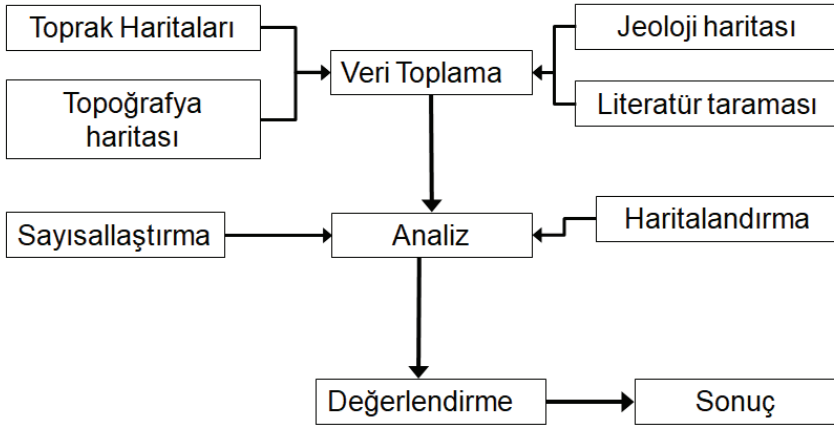
Bu çalışma, Muğla ili Seydikemer ilçesinin doğal yapı özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesini amaçlamaktadır. Araştırma dört temel aşamada ele alınmıştır (Şekil 2).

İlk aşamada, çalışmanın kuramsal altyapısını oluşturmak amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, CBS tabanlı doğal ortam analizleri, korunan alanların mekânsal değerlendirilmesi incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda, çalışmanın amacına ve araştırma alanının özelliklerine uygun veri türleri, analiz yöntemleri ve haritalama teknikleri belirlenmiştir.

İkinci aşamada, araştırmada kullanılacak mekânsal ve öznitelik verileri temin edilmiştir. Bu veriler; sayısal yükselti modeli (SYM), jeoloji, toprak, arazi kullanım/örtüsü, eğim, bakı, ve korunan alan sınırları gibi doğal ortam bileşenlerinden oluşmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı verileri kullanarak arazi kullanım yetenek sınıfları ve büyük toprak grupları haritaları oluşturulmuştur. Seydikemer Belediyesi'nden temin edilen veriler ile jeoloji haritası hazırlanmıştır. CORINE 2018 verileri kullanarak mevcut arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Veriler, ilgili kamu kurumları ve güvenilir veri tabanlarından sağlanmış, farklı kaynaklardan elde edilen veriler arasında ölçek, projeksiyon ve veri formatı uyumu gözetilmiştir. Çalışmada tüm mekânsal

veriler ortak bir koordinat sistemine dönüştürülerek analizlere hazır hale getirilmiştir.

Üçüncü aşamada, elde edilen veriler ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu aşamada; sayısal haritaların oluşturulması, mekânsal analizler (örtüşme analizi, sınıflandırma, yeniden sınıflandırma, raster ve vektör tabanlı analizler) ve tematik haritalama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Doğal ortam özelliklerinin mekânsal dağılışı incelenerek, bölgenin fiziki ve ekolojik yapısını yansıtan sayısal haritalar ve oransal dağılım verileri üretilmiştir. Böylece, doğal ortam bileşenlerinin birbirleriyle olan ilişkileri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Son aşamada ise, CBS analizleri sonucunda elde edilen bulgular yorumlanmış ve değerlendirilmiştir.



Şekil 2. Yöntem akış şeması

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

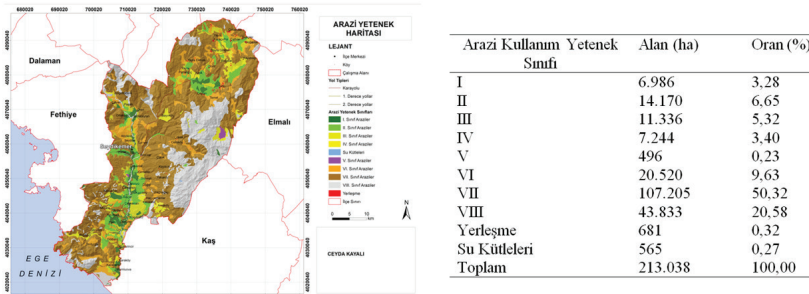
3.1. Seydikemer'in toprak özellikleri

Seydikemer'in toprak özelliklerinden büyük toprak grupları ve arazi kullanım yetenek sınıflarına ait veriler Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik talimatı esas alınarak sınıflandırılmıştır.

3.1.1. Arazi kullanım yetenek sınıfları

Araziler, kullanım yeteneklerine göre; tarım yapılabilen birinci sınıf arazilerden, hiçbir tarıma uygun olmayan, çayır veya orman olarak dahi kullanılamayan, ancak doğal yaşam alanı veya insanlar tarafından dinlenme yerleri ve milli park olarak kullanılabilen sekizinci sınıf arazilere kadar uzanan bir ölçekte yer almaktadırlar. I. ve II. sınıf araziler, düz

veya düze yakın, derin ve verimli topraklardan oluşmakta olup tarımsal üretim açısından en uygun alanlardır. Seydikemer’de bu sınıflar sırasıyla 6.986 ha ve 14.170 ha alan kaplamaktadır. III. sınıf araziler, orta derecede meyil, erozyon riski ve düşük verimlilik gibi sınırlayıcı özelliklere sahiptir; bölgede 11.336 ha yayılım göstermektedir. IV. sınıf araziler, tarım yerine daha çok çayır ve mera kullanımına uygun olup 7.244 ha alan kaplamaktadır. V. sınıf araziler, kültür bitkileri için elverişsiz olup genellikle orman ve çayır alanları olarak değerlendirilir; bu sınıf 496 ha ile en az alana sahiptir. VI. sınıf araziler, tarıma uygun olmayan, ancak orman ve çayır kullanımında özel tedbirler gerektiren alanlar olup 20.520 ha büyüklüğündedir. VII. sınıf araziler, çok meyilli, taşlı ve erozyona duyarlı özellikleriyle tarıma elverişsizdir ve 107.205 ha ile en geniş alanı kaplamaktadır. VIII. sınıf araziler, tarım, çayır ve orman kullanımına uygun olmayıp doğal yaşam ve biyolojik çeşitliliğin korunması açısından önem taşımaktadır. VIII. sınıf araziler Seydikemer Bölgesi’nde 43.833 ha’lık alan kaplamaktadır. Yerleşim olan araziler Seydikemer’de 681 ha’lık alan kaplarken su yüzeyleri 565 ha’lık alan kaplamaktadır. Seydikemer’de arazi kullanım yetenek sınıfları haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 3’de gösterilmiştir.



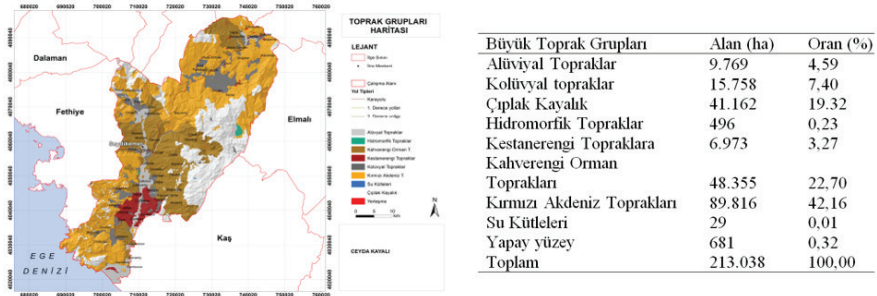
Şekil 3. Arazi kullanım yetenek sınıfları haritası ve kapladıkları alanlar

3.1.2.Seydikemer'in büyük toprak grupları sınıfları

Seydikemer İlçesi'nde farklı jeomorfolojik ve hidrolojik koşulların etkisiyle çeşitli toprak tipleri yayılış göstermektedir. Alüviyal topraklar, akarsu kökenli genç ve derin topraklar olup yüksek su tutma kapasitesi ve kireç içeriği ile tarım açısından büyük önem taşımakta, ilçe genelinde 9.769 ha alan kaplamaktadır. Dik yamaç eteklerinde biriken kolüvyal topraklar ise iyi drenaj özelliklerine sahip genç topraklar olup, sulandıkları takdirde verimli olmakta ve Seydikemer'de 15.758 ha'lık bir yayılışa sahiptir; bu alanlarda ağırlıklı olarak kuru tarım yapılmaktadır (Bozyiğit, 2020).

Toprak oluşumunun gerçekleşmediği çıplak kayalık alanlar, bitki örtüsünden büyük ölçüde yoksun olup ilçede en geniş alanı oluşturarak 41.162 ha'lık bir yayılım göstermektedir. Sürekli su etkisi altında gelişen ve tarıma elverişli olmayan hidromorfik topraklar ise yüzey drenajının bulunmadığı alanlarda yer almakta ve 496 ha alan kaplamaktadır. Orta ve yer yer dik eğimli sahalarda görülen kestane rengi topraklar, erozyona duyarlı yapıları ve ot-çalılık ağırlıklı doğal bitki örtüsü ile karakterize olup 6.973 ha'lık bir alanda yayılmış göstermektedir.

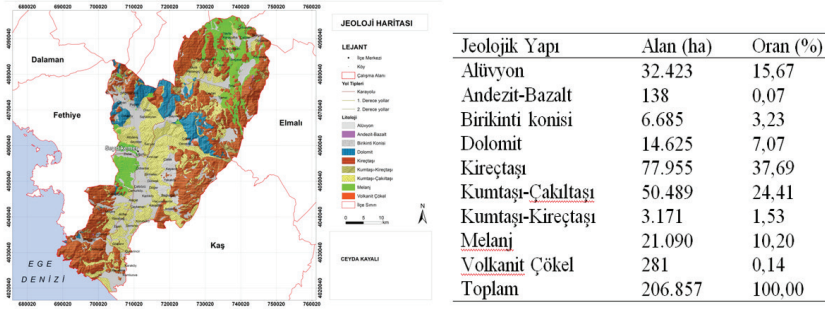
Orman ekosistemleri altında gelişen kahverengi orman toprakları, genellikle kireçsiz, nötr veya hafif alkali reaksiyonlu olup 48.355 ha ile ilçede önemli bir alan kaplamaktadır. Akdeniz iklim koşulları altında oluşan kırmızı Akdeniz toprakları ise çoğunlukla sıg, taşlı ve organik maddece fakir olmakla birlikte iyi drenaj özellikleri sayesinde tuzluluk sorunu göstermemekte ve Seydikemer'de en geniş yayılışa sahip toprak grubu olarak 89.816 ha alanı kapsamaktadır (Bozyiğit, 2020). Su Kütleleri 29 ha'lık alan kaplarken yapay yüzeyler 681 ha'lık alan kaplamaktadır. Seydikemer'in büyük toprak grupları haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 4' de gösterilmiştir.



Şekil 4. Büyük toprak grupları haritası ve kapladıkları alanlar

3.2. Jeolojik Yapı

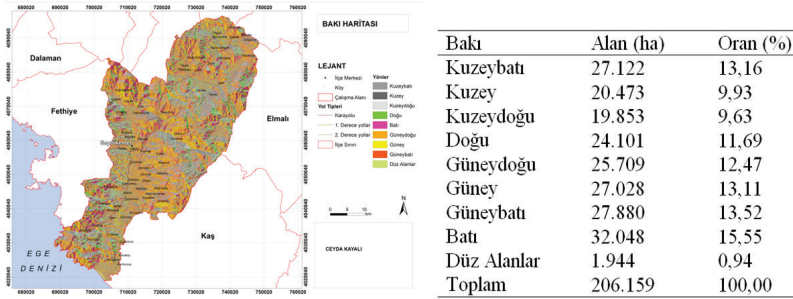
Seydikemer'de belirli alanlarında heyelan erozyon, hareketli kumullar, heyelanlar ve taşkın niteliklerine sahip alanlar bulunmaktadır (Anonim, 2014). Seydikemer'in jeolojik formasyonları haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 5'de gösterilmiştir. Seydikemer'de en fazla bulunan jeolojik formasyon kireçtaşlarıdır. Bölgede 77.955 ha alan kaplamaktadır. Bunu sırasıyla kumtaşı-çakıltası ve alüvyonlar takip etmektedir. En az bulunan jeolojik formasyon ise andezit-bazalttır.



Şekil 5. Jeoloji haritası ve kapladıkları alanlar

3.3. Bakı

Bakı, bir arazinin eğime bağlı olarak hangi yönlere doğru baktığını ifade eder ve arazinin yönelişini belirtir. Bakı faktörü, güneş enerjisinin alınmasında son derece önemlidir. Güneş enerjisinin alınması, bitki büyümesi ve iklim şartlarını etkilemede büyük öneme sahiptir. Bakılar, sıcaklık, yağış, ısılandırma ve buharlaşma/transpirasyon gibi faktörlerde büyük farklılıklara neden olabilir.. Bir arazinin bakısı ara ve ana yönler olmak üzere 8 yöne (K, KD, D, GD, G, GB, B, KB) göre belirlenir (Tozar, 2006). Güney bakan alanlar birçok açıdan avantaj sağlarken, kuzey bakan alanlar daha az avantajlıdır. Seydikemer'in bakı haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 6'da gösterilmiştir.

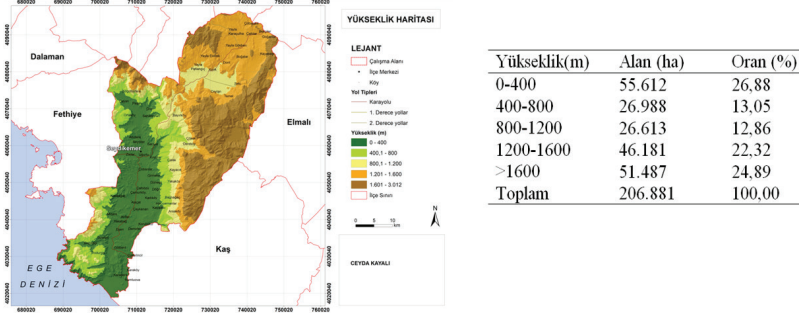


Şekil 6. Bakı haritası ve kapladıkları alanlar

3.4. Yükseklik

Deniz seviyesinden yükseklik, bir bölgenin iklimini önemli ölçüde etkileyen bir faktördür. Yükseklik arttıkça, birçok iklimsel faktörde değişiklikler görülür. Bunlar, yağış miktarı, sıcaklık, hava nemliliği ve hava hareketleridir. Ayrıca, deniz seviyesinden yükseklik arttıkça, belirli yükseklik kuşaklarında iklimsel koşullara bağlı olarak bazı ekolojik özellik-

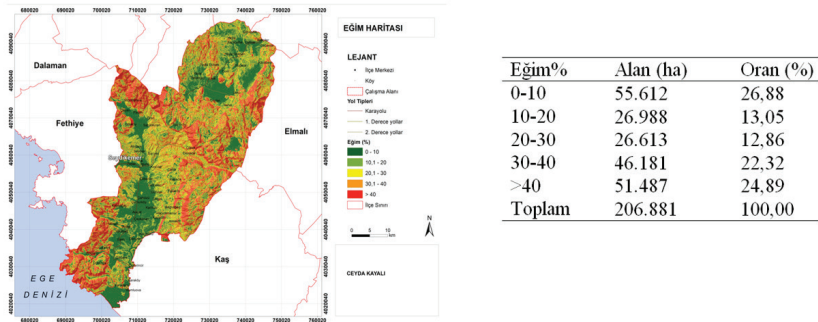
ler de ortaya çıkar (Tozar 2006). Seydikemer'in yükseklik grupları haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 7'de gösterilmiştir. Seydikemer'de 0-400 m yükseklikteki alanlar %26,88 oranı ile en fazla alan kaplayan yükseklik grubudur. En az alan kaplayan yükseklik grubu ise 800-1200m arasında olan alanlardır.



Şekil 7. Yükseklik haritası ve kapladıkları alanlar

3.5. Eğim

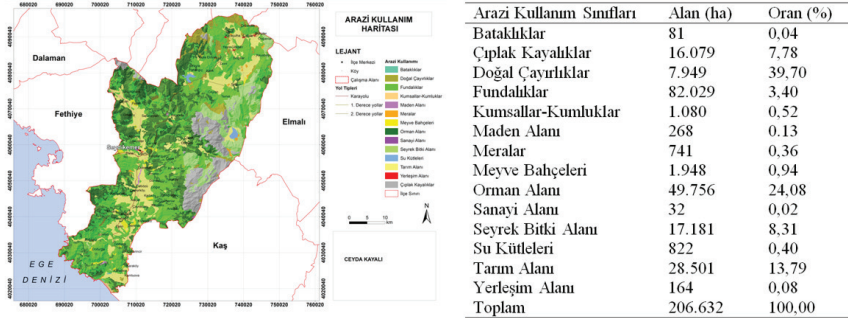
Arazilerin eğimi, toprak koruma, tarım işlemleri ve bitki adaptasyonu gibi konular bakımından önemlidir. Dağlık, tepelik veya engebeli arazilerdeki yüksek eğimler, erozyon riskini artırırken tarım işlemlerini zorlaştırabilir ve bu nedenle arazinin değerini azaltabilir. Yüksek eğim dereceleri erozyon riskini artırırken, suyun toprağa nüfuzunu, bitki seçimini ve sulama yöntemlerini etkiler. Diğer yandan, düşük veya hiç eğim olmaması drenajı olumsuz etkileyebilir. Eğim genellikle toprak incelemelerinde yüzde olarak ifade edilir ve derece, karmaşıklık, uzunluk ve yön gibi çeşitli bileşenlere sahiptir. Seydikemer ilçesinin eğim haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 8'de gösterilmiştir. Seydikemer'de en fazla bulunan eğim grubu %0-10 yani orta eğim grubudur. En az bulunan eğim grubu ise %20-30 çok dik eğim grubudur. Bölgenin %24,89 ise %40 üzerinde eğime sahiptir.



Şekil 8. Eğim haritası ve kapladıkları alanlar

3.6. Şimdiki alan kullanım durumu

Seydikemer ilçesinin şimdiki alan kullanım durumu-arazi örtüsü haritası CORINE 2018 verileri kullanılarak haritalandırılmıştır. Seydikemer’de en fazla alan kaplayan arazi örtüsü fundalıklardır. Fundalıklardan sonra orman alanları ve tarım alanları yer almaktadır. Seydikemer ilçesinin alan kullanım durumu-arazi örtüsü haritası ve kapladıkları alanlar Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Arazi kullanımı-arazi örtüsü haritası ve kapladıkları alanlar

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentsel yerleşimlerin gelişim ve büyüme süreçleri; fiziksel, sosyal ve yapısal pek çok unsurun etkileşimi sonucunda şekillenmektedir. Özellikle hızlı kentleşme sürecine giren yerleşimlerde arazi kullanımı, ulaşım, üretim ve tüketim biçimlerindeki değişimler, doğal kaynaklar üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Günümüz kentlerinin yoğunlukla dağınık ve kontrolsüz biçimde gelişmesi, doğal alanların tahribatına ve ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Bu durum, planlama süreçlerinde doğal çevre ile uyumlu yaklaşımların gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır (Ayten et al., 2005; Kahraman ve Olgun, 2024).

Kentleşme faaliyetlerinin planlama aşamasında doğal yapı ile bütünleşik olarak ele alınması, doğal kaynakların etkin kullanımı açısından kritik bir öneme sahiptir. Aksi takdirde, yanlış alan kullanımları kaçınılmaz olmakta ve kentler, plansız yapılaşmanın ve sosyal sorunların yoğunlaştığı alanlara dönüşmektedir. Özellikle Türkiye gibi hızlı kentleşme baskısı altında olan ülkelerde, yerel yönetimler tarafından hazırlanan planların doğal kaynaklarla etkileşiminin yetersiz kaldığı görülmektedir (Altan, 1997). Bu durum, kentlerin nicel olarak büyürken niteliksel açıdan sorunlu mekânlara dönüşmesine neden olmaktadır. Kent gelişiminin çevresel etkilerinin azaltılmasında ekolojik planlama yaklaşımı temel bir araçtır. İnsan kaynaklı faaliyetlerin doğa üzerindeki tahrip edici etkileri, ekosistem dengesinin bozulmasına ve çeşitli çevresel problemlerin

ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu nedenle doğal kaynakların yönetimi ve geleceğe yönelik sürdürülebilir kullanımının sağlanması, planlama çalışmalarının bilimsel ve ekolojik temellere dayandırılmasını zorunlu kılmaktadır (Mansuroğlu vd., 2012; Karakuş ve Kahraman, 2025).

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulardan yükselti haritasına göre Seydikemer ilçesinde yükselti değerleri deniz seviyesinden başlayarak 3000 m'nin üzerine kadar çıkmaktadır. İlçede en yüksek kesimler Akdağlar üzerinde yoğunlaşırken, en düşük yükselti değerleri Eşen Çayı vadisi ve deltada görülmektedir. Eğim analizi sonuçları, ilçenin büyük bir bölümünün %20 ve üzeri eğim değerlerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu alanlar, doğal peyzaj bütünlüğü açısından hassas alanlar olarak değerlendirilmektedir. Düşük eğimli alanlar ise tarımsal faaliyetlerin yoğunlaştığı vadi tabanlarında yer almaktadır. Bakı analizi, güney ve güneybatı yönelimli yamaçların geniş alan kapladığını göstermektedir. Bu durum, bitki örtüsü dağılımı ve mikroklimatik koşullar üzerinde etkili olmaktadır.

Arazi kullanım yetenek sınıflarına göre yapılan değerlendirmede, Seydikemer ilçesinde VII. ve VIII. sınıf arazilerin geniş alan kapladığı tespit edilmiştir. Bu alanlar tarımsal kullanıma uygun olmayıp doğal peyzajın korunması açısından büyük önem taşımaktadır. I. ve II. sınıf araziler ise Eşen Çayı çevresinde yoğunlaşmaktadır. Genel olarak Seydikemer İlçesi'nde büyük toprak gruplarının dağılışı, topoğrafik yapı ve hidrolojik unsurlarla doğrudan ilişkilidir. Ovalık alanlarda alüvyal topraklar yoğunlaşırken, yükseltinin arttığı kesimlerde orman ve kolüvyal topraklar hâkimdir. Bu durum, arazi kullanım kararlarının toprak özellikleri dikkate alınarak planlanmasının önemini ortaya koymaktadır. Büyük toprak grupları haritası incelendiğinde, ilçede kırmızı Akdeniz topraklarının yaygın olduğu görülmektedir. Alüvyal topraklar tarımsal açıdan verimli alanları oluştururken, dağlık kesimlerde kahverengi orman toprakları ve çıplak kayalık alanlar yer almaktadır. Jeoloji haritasına göre ilçede kireçtaşı formasyonları geniş alan kaplamakta olup bu durum karstik şekillerin gelişmesine neden olmuştur. Saklıkent Kanyonu ve çevresi, bu jeolojik yapının en belirgin örnekleri arasında yer almaktadır.

Seydikemer ilçesi, doğal peyzaj bütünlüğünün korunması gereken alanlar açısından yüksek potansiyele sahiptir. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak yapılan bu çalışma, Seydikemer ilçesinin doğal yapı özelliklerinin mekânsal olarak bütüncül bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen bulgular, Seydikemer'de doğal yapının büyük ölçüde korunmuş olduğunu ancak yanlış arazi kullanımı durumunda hassas alanların risk altında kalabileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, Muğla ili Seydikemer ilçesi örneğinde gerçekleştirilen ça-

lışma, kentleşme baskısının henüz yoğun olmadığı bir alanda doğal ortam özelliklerinin belirlenmesi açısından önemli bir altlık sunmaktadır. Bölgede yakın gelecekte yapılacak planlamalarda ilçenin kentsel gelişiminin doğal yapı ile uyumlu biçimde yönlendirilmesi için doğal ortam verilerinin planlama süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akesen, A. (1997). Doğa koruma ve milli parklar. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Aydal, D., 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerinin Jeoloji, Madencilik, Çevre Araştırmalarında ve İnşaat Sektöründe Kullanılma Örnekleri.
- Bakır, K. (2019). Türkiye’de korunan alan politikalarının değerlendirilmesi. Çevre ve Planlama Dergisi, 7(2), 113–129.
- Bozyiğit, R. (2015). Seydikemer ilçesinin beşeri ve ekonomik coğrafyası. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 4(1), 67–89.
- Bozyiğit, R. (2020). Seydikemer ilçesi topraklarının fiziksel ve kullanım özellikleri. Coğrafi Bilimler Dergisi, 18(2), 145–168.
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). Principles of geographical information systems. Oxford University Press.
- Dudley, N. (2013). Guidelines for applying protected area management categories. IUCN, Gland.
- Erbulak, A., Şen, M., 2006. Arazi Kullanım Potansiyelinin Belirlenmesi ve Uzaktan Algılama Teknolojisi.
- Goodchild, M. F. (2007). Citizens as sensors: The world of volunteered geography. GeoJournal, 69(4), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Günel, V. (2022). Saklıkent Milli Parkı’nda rekreasyonel taşıma kapasitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- Kahraman, S., Kahraman, İ., 2010. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı’nda Arazi Kullanım Analizi.
- Kahraman, E., & Olgun, R. (2024). Corine Arazi Örtüsüne Göre Yapay Bölgelerin Zamansal Ve Mekânsal Gelişimi: Kemer İlçesi Kıyı Bandı Örneği. S. Güngör (Ed.), *Peyzaj Mimarlığı Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler* içinde (ss. 127-144). Serüven Yayınevi Ankara. ISBN 978-625-5955-47-0.
- Karakuş, N., & Kahraman, E. (2025). Uzaktan Algılama Verileriyle Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsünün Arazi Yüzey Sıcaklığı Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: Antalya İli Konyaaltı İlçesi Örneği. Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg., 10(6), 1062-1069. <https://doi.org/10.35229/jaes.1804293>.
- Koç, N. (2015). Muğla ili korunan alanlarının koruma statüleri açısından değerlendirilmesi. Planlama, 25(3), 201–215.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic information science and systems (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Mather, P. M., & Koch, M. (2011). Computer processing of remotely sensed images: An introduction (4th ed.). Wiley-Blackwell.
- Richter, O., Söndgerath, D., Belde, M., Schröder, B., Schwartz, S. 1997. Kopplung Geographischer Informationssysteme (GIS) mit ökologischen Modellen im Naturschutzmanagement. Kratz, R., Suhling, F. (Ed.), GIS im Naturschutz:

Forschung, Planung und Praxis (5-29), Westarp Wissenschaften, Magdeburg.

Tanrıtanır, E., 2013. Uzaktan Algılama. Geomatik Mühendisliği Paylaşım Platformu.

Yomralıoğlu, T. (2010). Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar. Seçil Ofset.

url1: *T.C. Seydikemer Kaymakamlığı*. T.C. Seydikemer Kaymakamlığı web sitesi: <http://www.seydikemer.gov.tr/> .

url2: Seydikemer Belediyesi, 2007.

Bölüm 6

MEKÂNSAL TASARIM SÜRECİ BAĞLAMINDA YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ GÖRSEL ÜRETİM ARAÇLARININ İNCELENMESİ

*Hatice SÖNMEZ TÜREL¹, Dilara Nur AYKUT²,
Günsu PINARBAŞI³*

1 Doç. Dr. Hatice SÖNMEZ TÜREL, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, hatice.sonmez@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2346-5615

2 Peyzaj Mimarı Dilara Nur AYKUT, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 91250000584@ogrenci.ege.edu.tr, ORCID: 0009-0005-2485-5884

3 Peyzaj Mimarı Günsu PINARBAŞI, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, gunsupinarbasi@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1131-2114

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerde yaşanan hızlı gelişmeler, tasarım disiplinlerinin bilgi üretme, analiz etme ve sunum biçimlerinde köklü dönüşümlere yol açmaktadır. Bu dönüşümün en belirgin bileşenlerinden biri olan yapay zekâ, özellikle son yıllarda yalnızca mühendislik ve bilişim alanlarında değil, mekânla ilişkili tasarım disiplinlerinde de giderek daha görünür hale gelmiştir. Yapay zekâ destekli araçlar, tasarım sürecinin farklı aşamalarında sundukları hız ve çeşitlilik sayesinde tasarımcıların karar verme süreçlerini yeniden şekillendirmektedir. Son yıllarda makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme ve bilgisayarla görme gibi temel yapay zekâ teknolojilerinin olgunlaşması, tasarımcıların yalnızca metin tabanlı değil, görsel ve mekânsal bağlamlar üzerinden de üretim yapabilmesini olanaklı kılmıştır. Üretici yapay zekâ yaklaşımları, tasarım fikrinin kısa sürede çok sayıda alternatifle sınanmasına olanak tanırken, karar destek sistemleri, çevresel ve mekânsal verilerin daha sistematik biçimde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu teknolojilerin tasarım sürecine nasıl entegre edileceği, hangi aşamalarda etkili olduğu ve tasarımcı rolünü nasıl dönüştürdüğü hâlen tartışmalı bir alan olarak varlığını sürdürmektedir.

Peyzaj mimarlığı, doğası gereği geniş ölçekli ve çok katmanlı bir meslek disiplini olup, peyzaj tasarımı ekolojik süreçler, mekânsal organizasyon, kullanıcı ve kullanım tipleri ile estetik kaygıların birlikte değerlendirilmesini gerektiren bir eylemdir. Bu karmaşık yapı, büyük veri setlerinin analizinden alternatif senaryoların karşılaştırılması ve farklı sunum biçimlerinin kullanılmasına kadar çok yönlü bir çalışmayı gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda yapay zekâ, özellikle veri temelli analizler, çevresel değerlendirmeler, kavramsal tasarım üretimi ve görsel sunum süreçlerinde peyzaj mimarlığı meslek disiplini için önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Son dönemde yapay zekâ teknolojilerindeki gelişmeler, tasarım disiplinlerinde yalnızca teknik üretim süreçlerini hızlandıran araçlar sunmakla kalmamış; tasarımın düşünülme, temsil edilme ve karar alma biçimlerini de dönüştürmeye başlamıştır. Özellikle üretici yapay zekâ (generative AI) sistemlerinin metin, görsel ve mekânsal girdiler üzerinden alternatif tasarım senaryoları üretebilmesi, kavramsal tasarım sürecini daha deneysel, yinelemeli ve karşılaştırmaya açık bir yapıya taşımaktadır. Peyzaj mimarlığı bağlamında bu dönüşüm, tasarımcının karmaşık ekolojik, mekânsal ve sosyal verileri eş zamanlı olarak değerlendirmesine olanak tanıyan yeni bir tasarım ortamı yaratmaktadır. Yapay zekâ destekli görsel üretim araçları, özellikle erken tasarım aşamalarında fikir üretimini hızlandırmakta, tasarım alternatiflerinin çeşitliliğini artır-

makta ve tasarımcı-araç etkileşimini daha dinamik bir yapıya dönüştürmektedir (Zhang & Bowes, 2019; Cantrell et al., 2021). Metinden görsele ve üç boyutlu temsile uzanan bu üretim olanakları, peyzaj mimarlığında kavramsal tasarımın keşfe dayalı bir süreç olarak yeniden ele alınmasına zemin hazırlamaktadır (Ye et al., 2025).

Bu çalışma, mekânsal tasarım ve özellikle peyzaj mimarlığı bağlamında, yapay zekâ destekli görsel üretim araçlarının tasarım sürecindeki kullanım alanlarını ve potansiyellerini ele almaktadır. Çalışma kapsamında ilk olarak, yapay zekâ kavramı, yapay zekânın tarihçesi, kullanım alanları ve dayandığı temel teknolojiler kavramsal bir çerçeve içinde açıklanmakta; ardından güncel yapay zekâ uygulamaları, tasarıma yardımcı araçlar ve uygulama alanları üzerinden sistematik biçimde tanıtılmaktadır. İncelenen uygulamalar, işlevsel özellikleri, kullanım alanları ve tasarım sürecine katkıları açısından değerlendirilerek, yapay zekânın peyzaj mimarlığında üstlenebileceği potansiyel rolün daha net biçimde ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu çerçevede çalışma, yapay zekâyı tasarım sürecini ikame eden bir mekanizma olarak değil; tasarımcının düşünme, deneme ve değerlendirme kapasitesini genişleten bir karar destek ve üretim aracı olarak ele almaktadır. Böylece hem akademik çalışmalar hem de meslek pratiği açısından, yapay zekâ destekli görsel üretim araçlarının tasarım süreci bağlamındaki potansiyelleri ve sınırlılıkları üzerine bütüncül bir değerlendirme sunulması hedeflenmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Yapay Zekâ Kavramı ve Yapay Zekânın Tarihçesi

Yapay zekâ (Artificial Intelligence, AI), deneyimlerden öğrenebilen, yeni girdilere uyum sağlayabilen ve veriler, algoritmalar ile hesaplama gücünü kullanarak karmaşık durumları yorumlayabilen; bu sayede insan zekâsı ile ilişkilendirilen görevleri yerine getirebilen sistemler bütünü olarak tanımlanmaktadır (ISO, 2024). Yapay zekâ aynı zamanda öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, algılama ve karar verme gibi genellikle insan zekâsı ile ilişkilendirilen görevleri yerine getirebilen bilgisayar sistemlerinin yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Yapay zekâ, makinelerin çevrelerini algılamasını, elde edilen bilgilerden öğrenmesini ve belirli hedeflere ulaşma olasılığını en üst düzeye çıkaracak eylemleri gerçekleştirmesini sağlayan yöntem ve yazılımları inceleyen bir bilgisayar bilimi alanıdır (Encyclopaedia Britannica, 2024).

Antik çağlardan günümüze kadar insanların insan benzeri ya da insan dışı bir zekâ üretme fikrine ilgi duyduğu bilinmektedir. Antik Yunan

mitolojisinde Hephaistos'un otomatonları ve Talos gibi anlatılar, insan eliyle akıllı varlıklar yaratma düşüncesinin erken sembolik yansımaları olarak değerlendirilmektedir (Encyclopaedia Britannica, 2005). Ancak yapay zekâya ilişkin bilimsel ve sistematik çalışmalar modern dönemde ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın ortalarında Alan Turing, makinelerin düşünebilme yeteneğinin nasıl değerlendirilebileceğine ilişkin olarak geliştirdiği Turing Testi ile yapay zekânın kuramsal temellerini atmıştır (Turing, 1950). Aynı dönemde Claude E. Shannon, bilgisayarların satranç gibi karmaşık problemleri çözebileceğini ileri sürerek makinelerin karar verme süreçlerine katılabileceğini göstermiştir (Shannon, 1950).

“Yapay zekâ” terimi ilk kez 1956 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nin New Hampshire eyaletinde, Dartmouth College'da düzenlenen yaz araştırma konferansında John McCarthy tarafından ortaya atılmıştır. Bu konferans, yapay zekânın bağımsız bir araştırma alanı olarak resmî başlangıcı kabul edilmektedir (McCarthy et al., 1955). 1950'li ve 1960'lı yıllarda büyük beklentilerle gelişen yapay zekâ araştırmaları, donanım kapasitesi ve veri yetersizlikleri nedeniyle 1970'li yıllarda yavaşlamış; bu dönem literatürde “yapay zekâ kışı” olarak adlandırılmıştır (Encyclopaedia Britannica, 2025). 1980'li yıllarda uzman sistemlerle yeniden ivme kazanan alan, 2000'li yıllardan itibaren hesaplama gücündeki artış, büyük veri kaynaklarının yaygınlaşması, makine öğrenmesi ve derin öğrenme tekniklerinin olgunlaşması sayesinde hız kazanarak modern yapay zekâ dönemine girmiştir. Özellikle 2010'lu yıllarda derin öğrenmeye dayalı yapay sinir ağlarının (deep learning) gelişmesi, görüntü tanıma, doğal dil işleme ve örüntü tanıma gibi alanlarda insan performansına yaklaşan ya da bazı durumlarda aşan sonuçlar üretmiştir (Encyclopaedia Britannica, 2025). Bu dönemde yapay zekâ, yalnızca teorik bir araştırma alanı olmaktan çıkarak günlük yaşamın ve farklı disiplinlerin ayrılmaz bir bileşeni hâline gelmiştir. Otonom araçlar, akıllı asistanlar, tıbbi tanı sistemleri, karar destek mekanizmaları ve yaratıcı tasarım uygulamaları, modern yapay zekânın somut kullanım alanları arasında yer almaktadır (Turing, 1950; Encyclopaedia Britannica, 2025). Günümüzde yapay zekâ, insanın bilişsel yetilerini taklit eden bir sistem olmanın ötesinde, insan karar süreçlerini destekleyen ve genişleten bir araç olarak değerlendirilmektedir.

2.2. Yapay Zekânın Kullanım Alanları

Yapay zekâ günümüzde sağlık, finans, eğitim, tasarım ve ulaşım gibi birçok alanda karar destek ve otomasyon aracı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır (Encyclopaedia Britannica, 2024; Russell & Norvig, 2022; Rezk, 2023). Yapay zekâ, entelektüel bir çaba gerektiren her türlü görevle

ilişkilidir; bu yönüyle gerçekten evrensel bir alandır (Russell & Norvig, 2022). Yapay zekânın kullanım alanları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Yapay zekânın kullanım alanları (Russell & Norvig, 2022; Rezk, 2023)

Kullanım Alanı	Açıklama
Dijital Asistanlar	Yapay zekâ tabanlı dijital asistanlar (Siri, Alexa, Google Asistan gibi), doğal dil işleme ve konuşma tanıma teknikleri aracılığıyla kullanıcı komutlarını algılayarak bilgi sunma, planlama ve günlük görevleri yerine getirme işlevi görmektedir.
E-Ticaret	Müşteri davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş ürün önerileri sunmakta, talep tahmini yapmakta ve müşteri deneyimini iyileştirmektedir.
Tıp ve Sağlık	Tıbbi görüntü analizi (MR, BT, röntgen), hastalıkların teşhisi, klinik karar destek sistemleri ve tedavi planlarının oluşturulmasında kullanılmaktadır.
Finans	Kredi risk analizi, dolandırıcılık tespiti, portföy yönetimi ve yatırım stratejilerinin belirlenmesinde etkin rol oynamaktadır.
Eğitim	Öğrencilerin öğrenme süreçlerini analiz ederek bireyselleştirilmiş öğrenme modelleri oluşturmakta ve öğrenme performansını artırmaya yönelik destek sağlamaktadır.
Tasarım	Tasarım disiplinlerinde yapay zekâ, yaratıcı süreci destekleyen bir araç olarak alternatif tasarım çözümleri üretimi, görsel üretim, biçimsel varyasyon ve karar destek süreçlerine katkı sunmaktadır.
Ulaşım ve Lojistik	Otonom araç sistemleri, trafik yönetimi, rota optimizasyonu ve lojistik planlama süreçlerinde kullanılmaktadır.
Tarım	Ürün verim tahmini, hastalık tespiti, hassas sulama ve otomatik hasat sistemleri gibi uygulamalarla tarımsal üretimi desteklemektedir.
İlaç Teknolojisi	İlaç tasarımı, moleküler modelleme, klinik deney süreçlerinin hızlandırılması ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesinde rol oynamaktadır.

Yapay zekânın farklı disiplinlerde üstlendiği işlevler incelendiğinde, bu uygulamaların ortak bir teknolojik temele dayandığı ve söz konusu temelin anlaşılmasının yapay zekâ sistemlerinin olanaklarını ve sınırlılıklarını değerlendirmek açısından kritik olduğu görülmektedir. Yapay zekânın tasarım disiplinlerindeki artan kullanımı, tasarım ve görselleştirme süreçlerine yeni yaklaşımlar kazandırmaktadır. Bu yaklaşımların hangi teknolojik temellere dayandığının ortaya konulması, yapay zekâ

destekli tasarım uygulamalarının potansiyelini değerlendirmek açısından önem taşımaktadır.

2.3. Temel Yapay Zekâ Teknolojileri

Yapay zekânın, peyzaj mimarlığı ile ilişkili çok sayıda temel teknoloji bulunmaktadır ve bu teknolojiler farklı yönleri kapsamaktadır (Xing et al., 2025).

Bunlar arasında özellikle **makine öğrenmesi (Machine Learning, ML)** öne çıkmaktadır. Makine öğrenmesi, bilgisayarların verilerden örüntüleri ve kuralları otomatik olarak öğrenerek sınıflandırma, tahmin ve karar verme işlemlerini gerçekleştirmesini sağlayan yapay zekâ alanındaki temel teknolojilerden biridir (Jordan & Mitchell, 2015). Makine öğrenmesi yaklaşımları; denetimli öğrenme, denetimsiz öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ve diğer yöntemleri içermektedir (Jordan & Mitchell, 2015; Sutton & Barto, 2018; Xing et al., 2025).

Derin öğrenme (Deep Learning, DL), makine öğrenmesinin daha yeni bir alt alanı olup, büyük miktarda veriyi işlemek ve analiz etmek amacıyla çok katmanlı yapay sinir ağlarını kullanmaktadır (LeCun et al., 2015). Derin öğrenme yöntemleri; görüntü tanıma (He et al., 2016; Szegedy et al., 2016; Xing et al., 2025), konuşma tanıma (Abdel-Hamid et al., 2014; Graves et al., 2013; Xing et al., 2025) ve doğal dil işleme (Otter et al., 2021; Xing et al., 2025) gibi alanlarda önemli başarılar elde etmiş ve uygulama alanlarını hızla genişletmiştir.

Doğal dil işleme (Natural Language Processing, NLP), bilgisayarların insan dilini anlaması, yorumlaması ve üretmesini konu alan bir yapay zekâ alanıdır (Collobert et al., 2011; Otter et al., 2021; Xing et al., 2025). NLP teknolojileri; konuşma tanıma, anlamsal analiz, duygu analizi ve makine çevirisi gibi uygulamaları kapsamaktadır.

Bilgisayarla görme (Computer Vision, CV), bilgisayarların görüntüleri ve videoları algılamasını, yorumlamasını ve anlamlandırmasını amaçlayan yapay zekâ alanlarından biridir (Szegedy et al., 2016; Xing et al., 2025). Bu alandaki teknolojiler; görüntü tanıma, nesne tespiti ve görüntü segmentasyonu gibi uygulamaları içermektedir (He et al., 2016; Xing et al., 2025).

Pekiştirmeli öğrenme (Reinforcement Learning, RL), deneme-yanılma yoluyla öğrenmeye dayanan bir makine öğrenmesi yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda, çevre ile etkileşim içinde olan akıllı ajanlar, performans değerini maksimize edecek stratejileri öğrenmeyi hedeflemektedir (Sut-

ton & Barto, 2018; Xing et al., 2025). Pekiştirmeli öğrenme, otonom sürüş ve robot kontrolü gibi alanlarda yaygın uygulamalara sahiptir.

Konuşma tanıma (Speech Recognition), konuşmanın yazılı metne dönüştürülmesini amaçlayan yapay zekâ teknolojilerinden biridir ve günümüzde akıllı asistanlar, otonom araçlar ve müşteri hizmetleri gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Abdel-Hamid et al., 2014; Graves et al., 2013; Xing et al., 2025).

Buna ek olarak, yapay zekâ uygulamalarının gelişimi; grafik işlem birimleri (GPUs), tensör işlem birimleri (TPUs) ve sinirsel işlem birimleri (NPUs) gibi donanım hızlandırıcılarındaki ilerlemelere de bağlıdır (Talib et al., 2021; Tan & Cao, 2021; Xing et al., 2025). Bu özel donanımlar, farklı yapay zekâ görevleri için yüksek performans ve optimizasyon sağlamaktadır. Bu temel yapay zekâ teknolojileri, peyzaj mimarlığında analiz, tasarım, görselleştirme ve karar destek süreçlerinde kullanılan yapay zekâ destekli araçların teknik altyapısını oluşturmakta ve sonraki bölümlerde ele alınacak uygulamaların anlaşılması için kavramsal bir çerçeve sunmaktadır.

3. YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ UYGULAMALAR

Günümüzde yapay zekâ uygulamaları, tek bir disiplin alanına bağlı kalmaksızın farklı bilim ve uygulama alanlarında etkin biçimde kullanılmaktadır. Teknolojinin hızlı gelişimiyle birlikte yapay zekâ sistemleri, yalnızca belirli görevleri yerine getiren araçlar olmaktan çıkarak, farklı kullanıcı ihtiyaçlarına ve kullanım amaçlarına yönelik çözümler sunan çok yönlü yapılara dönüşmüştür. Bu çerçevede yapay zekâ uygulamalarının sınıflandırılmasında, teknik altyapılarından ziyade kullanım amaçları ve kullanıcıya sundukları işlevler belirleyici bir ölçüt olarak ele alınmaktadır. Kullanıcıların ihtiyaç duyduğu analiz, üretim, görselleştirme ve karar destek süreçleri, yapay zekâ araçlarının farklı kategoriler altında değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmada yapay zekâ uygulamaları kullanım amaçlarına göre altı farklı kategori altında incelenmiş; her bir kategori altında kullanılan bazı yapay zekâ uygulamaları, genel özellikler, sunduğu işlevler ve kullanım alanları doğrultusunda ele alınmıştır. Bu uygulamalar; tasarım sürecinin farklı aşamalarında sundukları işlev çeşitliliği, peyzaj tasarımı bağlamında kullanım potansiyelleri ve güncel yapay zekâ teknolojilerini temsil etme düzeyleri dikkate alınarak seçilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen yapay zekâ destekli uygulamaların listesi, tipolojisi ve ücret bilgilerine Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 2. Çalışma kapsamında değerlendirilen yapay zekâ destekli uygulamaların sınıflandırılması ve erişim özellikleri

No	Yapay Zekâ Uygulaması	Tipi	Deneme/ Ücretsiz Plan	Ücretlendirme Durumu
1	ChatGPT	Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı (Chatbot)	Var	Freemium
2	Gemini	Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı (Chatbot)	Var	Freemium
3	Microsoft Copilot	Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı (Chatbot)	Var	Freemium
4	Neighborbrite	Bitkisel Tasarım ve Bitki Tanıma Aracı	Var	Freemium
5	Autodesk Forma	Çevresel Analiz Aracı	Var	Lisanslı
6	Aino	Çevresel Analiz Aracı	Var	Freemium
7	Microsoft Designer	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
8	Leonardo.AI	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
9	Midjourney	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Yok	Ücretli
10	Ideogram	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
11	Adobe Firefly	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
12	mnml	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
13	LookX	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
14	Canva Dream Lab	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
15	Adobe Photoshop	Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı	Var	Ücretli
16	Meshy	3B Modelleme ve Mekânsal Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
17	Luma	3B Modelleme ve Mekânsal Görselleştirme Aracı	Var	Freemium
18	Gamma	Sunum ve İçerik Düzenleme Aracı	Var	Freemium

Lisanslı; kurumsal lisanslama ya da yazılım paketi kapsamında sunulan ücretli erişimi, *Ücretli*; bireysel abonelik veya kullanım temelli ödeme gerektiren uygulamaları, *Freemium*; temel işlevlerin ücretsiz olarak sunulduğu, ancak ileri düzey özellikler, genişletilmiş kullanım olanakları veya profesyonel çıktılar için ücretli planların bulunduğu bir kullanım ve ücretlendirme modelidir.

Yukarıda sunulan sınıflandırma doğrultusunda, çalışmada ele alınan yapay zekâ destekli uygulamalar aşağıda ayrı alt başlıklar altında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu inceleme sürecinde her bir uygulama; sunduğu temel işlevler, tasarım sürecine katkı biçimi ve kullanım potansiyeli açısından değerlendirilmiştir. Uygulamaların görsel üretim, modelleme ve sunum çıktıları, hazır

örnekler üzerinden değil, çalışma kapsamında araştırmacılar tarafından oluşturulan özgün istemler (promptlar) aracılığıyla üretilmiş olup, tüm görsel örnekler çalışmaya özgü deneysel çıktılar niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada yer alan görsel örnekler, uygulamalar arası doğrudan bir karşılaştırma amacı taşımamakta olup, yapay zekâ destekli araçların tasarım sürecinde üretebildiği çıktıları temsili olarak ortaya koymak amacıyla sunulmuştur.

3.1. ChatGPT (Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı-Chatbot)

ChatGPT; OpenAI tarafından geliştirilen, yapay zekâ destekli bir dil modelidir. Temel amacı, kullanıcının girdiği istemleri (promptları) analiz ederek bağlama uygun, anlamlı ve tutarlı yanıtlar üretmektir. “GPT” ifadesi, “Generative Pre-trained Transformer” (Üretken, Önceden Eğitilmiş Dönüştürücü) anlamına gelir. ChatGPT, metin üretimi ve metin analizi gibi işlevlerin yanı sıra, yanıt üretiminde eğitim sürecinde öğrenmiş olduğu dil örüntülerinden ve istatistiksel ilişkilerden yararlanır.

Temel İşlevler: Uygulama, doğal dil işleme temelli etkileşim yoluyla bilgi üretme, analiz etme ve içerik geliştirme süreçlerini destekler. Sorulara bağlamsal olarak anlamlı ve tutarlı yanıtlar üretebilir; farklı türlerde yazılı içerikler oluşturabilir ve kullanıcı istemleri doğrultusunda görsel üretimi de gerçekleştirebilir. Ayrıca ChatGPT’de web arama özelliği bulunmakta ve bu özellik, uygun koşullarda web kaynaklarına bağlantılarla yanıt sunabilmektedir.

Kullanım Alanları: Doğal dil işleme temelli yapısı sayesinde eğitimde ders içerikleri hazırlama, akademik çalışmalara destek, yazılım ve teknoloji alanlarında yardımcı olma gibi geniş bir çerçevede değerlendirilebilir. Tasarım alanında ise yaratıcı fikir geliştirme, kavramsal çerçeve oluşturma ve alternatif metin/görsel üretimi gibi süreçlerde kullanılabilir (Şekil 1).



Şekil 1. ChatGPT ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: ChatGPT tarafından oluşturulan metinler, kullanıcı talepleri doğrultusunda hızlı biçimde yenilenebilmektedir. Görsel üretim çıktıları kısa sürede üretilebilmekle birlikte, bazı kullanım senaryolarında görsel üretim sürecinin metin üretimine kıyasla daha fazla zaman aldığı gözlemlenebilir. Buna rağmen çıktılar genel olarak nitelik açısından beklentileri karşılayarak uygulamanın kullanım değerini desteklemektedir.

3.2. Gemini (Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı-Chatbot)

Gemini, yapay zekâ destekli bir sohbet robotu olup metin, ses, video ve kod gibi farklı veri türlerini analiz edebilmekte ve bu verilerden anlamlı çıktılar üretebilmektedir. İlk tanıtım sürecinde Gemini Ultra, Gemini Pro ve Gemini Nano olmak üzere üç farklı sürüm ile sunulmuştur. Güncel kullanımda ise farklı model varyantları ve planlar üzerinden erişilebilmektedir. Uygulama, kullanıcı tarafından girilen promptlar doğrultusunda içerik üretme ve analiz süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmaktadır.

Temel İşlevler: Uygulama; metin, ses, video ve kod içeriklerini analiz etmekte, bu içeriklere yönelik anlamlı çıkarımlar yaparak kullanıcı taleplerine uygun metinsel çıktılar üretmektedir. Gelişmiş dil anlama kapasitesi ve yüksek yaratıcılık düzeyi, uygulamanın öne çıkan özellikleri arasında yer almaktadır. Görsel üretim ve görselleştirme yetenekleri bulunmakla birlikte, uygulamanın çıktıları ağırlıklı olarak metin temelli analiz ve anlatım odaklıdır. Uygulamaya internet tarayıcısı ve mobil platformlar üzerinden kişisel hesap aracılığıyla erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Gemini, farklı disiplinlerde araştırma, analiz ve içerik geliştirme süreçlerinde destekleyici bir dijital araç olarak kullanılmaktadır. Farklı türlerde yazılı içerikler oluşturabilmekte olup, özellikle akademik çalışmalarda literatür taraması, genel bilgi üretimi ve kavramsal analiz aşamalarında destek sağlamaktadır. Sözel olarak ifade edilmesi gereken içeriklerin oluşturulmasında yeterli düzeyde performans sergilemektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Gemini ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

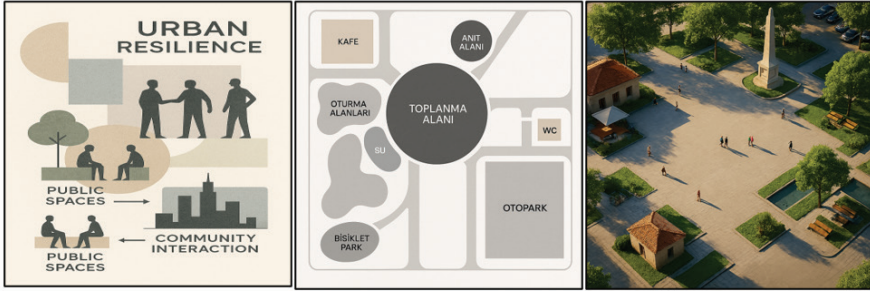
Değerlendirme: Kullanıcıdan gelen farklı türdeki metinleri hızlı bir biçimde analiz edebilmesi ve bu metinler doğrultusunda tutarlı, mantıksal bütünlüğü yüksek metinler üretebilmesi, uygulamanın verimliliğini artırmaktadır. Buna karşın, görselleştirme ve mekânsal tasarım gerektiren süreçlerde sınırlı bir performans sergilediği; üretilen çıktıların çoğunlukla genel ve sözel düzeyde kaldığı gözlemlenmektedir.

3.3. Microsoft Copilot (Metin Tabanlı Yapay Zekâ Aracı-Chatbot)

Microsoft Copilot; yapay zekâ destekli bir sohbet robotudur. Ücretsiz olarak kullanılabilen bir temel sürümü bulunmaktadır. Girilen promptlara metin şeklinde cevap vermektedir. Aynı zamanda farklı stillerde görseller oluşturabilme imkânı da sunmaktadır.

Temel İşlevler: Metin oluşturma, özetleme ve düzenleme gibi özelliklerinin yanında tablo ve veri analizi odaklı çıktılar da oluşturabilmektedir. Kullanıcı istekleri doğrultusunda belirlenen stiller üzerinden görseller üretebilmektedir. Word, Excel, PowerPoint, Outlook ve Teams gibi Microsoft 365 uygulamalarıyla entegre biçimde çalışabilmekte; internet tarayıcısı ve ilgili uygulamalar üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Araştırma, analiz, rapor hazırlama ve toplantı özetleme gibi günlük ofis işlerini hızlandırmak için kullanılmaktadır ve içerik geliştirme süreçlerinde destekleyici bir dijital araç olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca görsel içerik oluşturma ve sesli etkileşim gibi dijital asistan özellikleriyle kullanıcıya kapsamlı destek sunabilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Microsoft Copilot ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Microsoft 365 içinde kullanıldığında üretkenliği artıran bir yapay zekâ aracı olduğu görülmektedir. Kullanıcıların iş yükünü azaltarak zaman kazandırmaktadır.

3.4. Neighborbrite (Bitkisel Tasarım ve Bitki Tanıma Aracı)

Neighborbrite; kullanıcıların dış mekânları, özellikle bahçeleri yapay zekâ desteğiyle kolay bir şekilde tasarlamalarına ve görselleştirmelerine imkân tanıyan bir peyzaj tasarım platformudur. Kullanıcılar, mevcut alanın fotoğrafını yükleyerek farklı tasarım stillerine dayalı tasarım önerileri oluşturabilmekte ve bu önerileri kişiselleştirebilmektedir.

Temel İşlevler: Kullanıcılar tarafından yüklenen görseller üzerinden bitkilendirilmesi istenen alanlar manuel veya otomatik olarak belirlenmektedir. Alan belirlendikten sonra yaklaşık 15 farklı tasarım stilinden biri seçilerek ya da metin tabanlı promptlar girilerek bitkisel tasarım oluşturulabilmektedir. Oluşturulan görseller üzerinde eklenmek veya çıkarılmak istenen bitkisel ve yapısal öğeler seçilerek tasarım özelleştirilebilmektedir. Stil seçimi ve prompt kullanımı sayesinde farklı tasarım alternatifleri hızlı bir biçimde üretilebilmektedir. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap aracılığıyla erişilebilmekte olup ücretsiz kullanım seçeneği bulunmaktadır.

Kullanım Alanları: Dış mekân tasarımıyla ilgilenen bireyler ve profesyoneller için geniş bir kullanım alanına sahiptir. Fikirlerini kısa sürede görselleştirmek isteyen tasarımcılar, mevcut alanın potansiyelini estetik biçimde sunmak isteyen emlak profesyonelleri ve bahçe düzenlemesine yönelik fikir geliştirmek isteyen kullanıcılar tarafından tercih edilebilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Neighborbrite ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

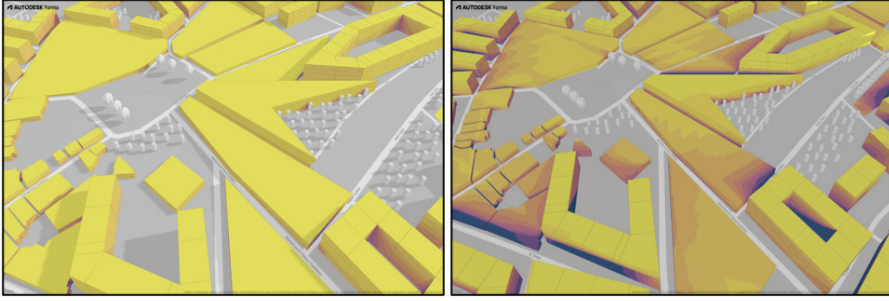
Değerlendirme: Neighborbrite, kısa sürede stil tabanlı tasarım fikirleri üretme ve temel düzeyde özelleştirme yapma açısından güçlü bir araçtır; ancak çıktılar kavramsal tasarım ve görselleştirme odağındadır ve ileri düzey teknik peyzaj tasarımı (detay proje, metraj/keşif, uygulama paftaları vb.) için tek başına yeterli olmayabilir. Bununla birlikte, bazı tasarım stillerinde özellikle plan görünüşlerinde bitkilerin mekân içindeki konumlandırılmasının gerçekçi peyzaj uygulamalarıyla tam olarak örtüşmediği gözlemlenmektedir.

3.5. Autodesk Forma (Çevresel Analiz Aracı)

Autodesk Forma; mimarlar, mühendisler ve inşaat sektörü için geliştirilmiş, proje alanını harita ve bağlamsal veriler üzerinden ele alarak erken tasarım aşamasında çevresel analizler sunan bulut tabanlı bir yazılımdır.

Temel İşlevler: Kavramsal 3B modelleme ve yapay zekâ destekli analiz araçlarıyla çevresel koşulları değerlendirmeye (güneş ışığı, gölgeleme, rüzgâr, mikroklima, gürültü gibi) yönelik gerçek zamanlı analizler sunmakta ve bu analizleri görselleştirmektedir.

Kullanım Alanları: Mimarlık ve mühendislik ofislerinde erken tasarım ve analiz süreçlerinde kullanılmaktadır. Bu kapsamda; konut ya da ticari yapı sahalarının planlanması, kentsel ölçekte alan analizleri ve çevresel performans değerlendirmeleri gibi görevlerde etkin çözümler sunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Autodesk Forma ile üretilen analiz görsellerine örnekler

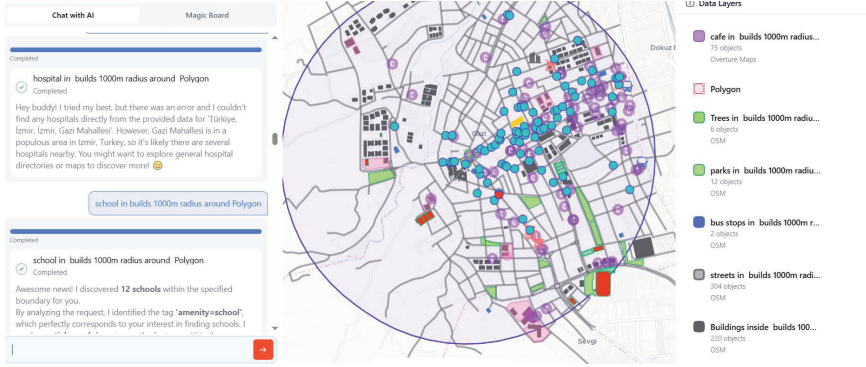
Değerlendirme: Yapay zekâ destekli analizler, tasarımcılara çevresel etkileri hızlıca gözlemlene ve alternatifleri karşılaştırarak değerlendirme imkânı tanımaktadır. Ayrıca Revit gibi diğer Autodesk araçlarıyla kurulan entegrasyonlar, kavramsal aşamadan detaylı tasarım aşamasına geçişte veri akışını desteklemektedir.

3.6. Aino (Çevresel Analiz Aracı)

Aino; mekânsal veri analizi yapan yapay zekâ destekli araçlar sunan bir platformdur. Kullanıcılar kendi verilerini yükleyebilmekte ve platform üzerinden analizlerini hızlı bir biçimde gerçekleştirebilmektedir.

Temel İşlevler: Kapsamlı çevresel ve kentsel bağlam analizleri için geliştirilen bu yapay zekâ destekli uygulama, entegre veri kaynaklarını ve kullanıcı tarafından sağlanan verileri kullanarak proje alanına ilişkin analizler üretmekte ve bu analizleri görselleştirmektedir. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir. Ücretli bir uygulama olup 7 günlük ücretsiz deneme süresi bulunmaktadır.

Kullanım Alanları: Şehir planlama, kentsel analiz, mekânsal araştırma ve mekân temelli karar verme süreçlerinde kullanılabilmektedir. Kullanıcılar, yer seçimi analizi yaparak demografik ve ulaşım verilerini temel alıp çalışılacak alanlar için uygun konumları tespit edebilmektedir. Aino'nun sunduğu görselleştirme çıktıları, danışmanlar, veri analistleri, kent plancılar, uzmanlar ve yöneticiler tarafından da tercih edilebilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Aino ile gerçekleştirilen 1000 m yarıçaplı mekânsal analiz örneği

Değerlendirme: Karmaşık teknik süreçler olmaksızın kullanıcıların büyük veri grupları üzerinde analiz yapmalarına olanak tanınması, özellikle GIS ve kodlama deneyimi olmayan kullanıcılar için önemli bir avantaj sunmaktadır. Platformun entegre veri kaynaklarına sahip olması ve doğal dil ile çalışabilmesi, analiz süreçlerini hızlandırırken çok boyutlu mekânsal ilişkileri daha anlaşılır hâle getirmektedir.

3.7. Microsoft Designer (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Microsoft Designer; görsel içerik oluşturmak amacıyla geliştirilmiş yapay zekâ destekli bir tasarım uygulamasıdır. Metinden görüntü oluşturma yanı sıra özelleştirilebilir şablonlar, arka plan kaldırma, simge, davetiye ve duvar kâğıdı hazırlama gibi çeşitli tasarım seçenekleri sunmaktadır.

Temel İşlevler: Uygulama; metin tabanlı yönlendirmeler aracılığıyla görsel üretme, hazır şablonlar üzerinden kompozisyon önerme, renk uyumu ve tipografi düzeni kurma gibi işlevler sunmaktadır. Ayrıca farklı boyut ve formatlarda (ör. sunum kapağı, afiş, sosyal medya ölçüleri) hızlı uyarlama yapabilmesi, çıktının kullanım bağlamına uygun hale getirilmesini kolaylaştırır. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir. Sınırlı sayıda ücretsiz kredi hakkı bulunmakta olup, sınırsız kullanım sunan abonelik seçenekleri ücretlidir.

Kullanım Alanları: Microsoft Designer; akademik sunum kapakları, dijital pazarlama çalışmaları, proje tanıtım panoları, araştırma çıktıları'nın görsel özetleri, afiş ve etkinlik duyuruları gibi görsel iletişim gerektiren alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca tasarım ve planlama disiplinlerinde, bir projenin kavramsal çerçevesini destekleyen, kısa sürede etkili görsel çıktılar üretmek amacıyla da tercih edilmektedir. Bu yönüyle, tasa-

rım sürecinin özellikle “hızlı görselleştirme” ve “ilk taslak üretimi” aşamalarında destekleyici bir araç olarak değerlendirilebilir (Şekil 7).



Şekil 7. Microsoft Designer ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Yapay zekâ destekli otomatik tasarım yetenekleri sayesinde görsel içerik üretim süreçlerini hızlandıran bir araç olarak öne çıkmaktadır. Kullanımının kolay olması ve estetik kalitesi yüksek çıktılar sunması, uygulamanın güçlü yönleri arasında yer almaktadır. Ancak ileri düzey ve özgün tasarım gerektiren projelerde özelleştirme seçeneklerinin sınırlı kalabildiği görülmektedir.

3.8. Leonardo.AI (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Leonardo.AI; metinle yönlendirilen görsel içerik üretimi yapan yapay zekâ destekli bir platformdur. Yüksek kaliteli görseller, karakter tasarımları ve sahne kompozisyonları gibi üretimlere olanak tanımaktadır. Farklı stil ve içerik varyasyonları üretebilmesi ve kontrollü görsel üretimi destekleyen araçlar sunmasıyla öne çıkmaktadır.

Temel İşlevler: Gerçek zamanlı tuval (Realtime Canvas), gerçek zamanlı üretim, hareket ve animasyon özellikleri, görsel oluşturma, görüntü kalite artırma ve tuval üzerinde düzenleme araçları sunmaktadır. Görsel üretim sürecinde model ve stil seçimi, çözünürlük ve boyut ayarları, varyasyon üretimi ve gelişmiş üretim seçenekleri ile kullanıcıya görselleri özelleştirme imkânı tanımaktadır. Sunulan bazı seçenekler kullanılan araçlara ve üyelik planlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap aracılığıyla erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Dijital sanat, oyun tasarımı, sosyal medya içerik üretimi ve pazarlama materyalleri üretimi gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Grafik tasarımcılar ve illüstratörler için fikir geliştirme, sahne planlama ve projelere referans görseller oluşturma süreçlerinde yardımcı bir araç olarak kullanılabilir (Şekil 8).



Şekil 8. Leonardo.AI ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Leonardo.AI, metin istemleriyle yüksek kalite ve detay düzeyine sahip görseller üretebilmektedir. Kullanıcıya sunduğu kapsamlı özelleştirme seçenekleri, farklı tarz ve türde görsel üretimine olanak tanımaktadır. Ancak istenilen sonuçlara ulaşabilmek için girilen istemlerin çoğu zaman ayrıntılı ve iyi yapılandırılmış olması gerekmektedir.

3.9. Midjourney (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Midjourney; metinle yönlendirilen yüksek kaliteli, sanatsal ve yaratıcı görsel içerik üretimi yapan yapay zekâ destekli bir platformdur. Metinden, farklı sanat stillerinde ve estetik kalitede görüntü üretebilmektedir. Hızlı görsel üretim süreci, fikir geliştirme ve alternatif üretme aşamalarında kullanıcıya avantaj sağlayabilmektedir.

Temel İşlevler: Uygulama; metinden görsel üretimi, stil varyasyonları oluşturma, kompozisyon alternatifleri geliştirme ve belirli bir görsel dili sürdürmeye yardımcı olacak yönlendirmelerle çalışma işlevleri sunmaktadır. Aynı istem üzerinden birden fazla alternatif görsel üretebilmesi, karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Üretilen görseller dışa aktarılabilir. Kullanıcının girdiği istemlere göre çok sayıda alternatif üretmesi, tasarımcının hızlı karşılaştırma yapmasına ve tasarım düşüncesini zenginleştirmesine katkı sağlamaktadır. Kullanıcılar uygulamayı hem masaüstü hem de mobil cihazlarda kullanabilmektedir. Midjourney, Discord üzerinden kullanım seçeneğine sahip olmakla birlikte abonelik kapsamında web arayüzü üzerinden de görsel üretimine imkân tanımaktadır. Filtreleme ve ayar seçenekleri (ör. derecelendirme, tür, resim boyutu/oranı, sürüm ve benzeri parametreler) sunmaktadır. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Grafik tasarımcılar ve içerik üreticileri tarafından konsept görseller üretmek amacıyla tercih edilmektedir. Akademik

ve kavramsal çalışmalarda ise soyut fikirlerin görselleştirilmesi, tematik anlatımların desteklenmesi ve sunum materyallerinin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılabildiği görülmektedir (Şekil 9).



Şekil 9. Midjourney ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Görsel kalitesi ve sanatsal ifade gücü yüksek çıktılar üretebilmektedir. Ancak görsel üretim sürecinin ağırlıklı olarak metin tabanlı istemlere dayanması, istenen sonuca ulaşmak için deneme-yanılma ve istemlerin ayrıntılandırılmasını gerektirebilmektedir.

3.10. Ideogram (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Ideogram; metin tabanlı istemlerle yüksek kaliteli görseller oluşturan yapay zekâ destekli bir platformdur. Kullanıcılarına farklı stillerde görsel oluşturabilme seçenekleri sunmaktadır. Ideogram, özellikle görsel üzerindeki yazı üretimi ve metin-görsel uyumunu güçlendirmeyi hedefleyen yaklaşımıyla öne çıkmakta; bu yönüyle iletişim odaklı tasarım çıktılarındaki işlevsel olabilmektedir.

Temel İşlevler: Girilen istemler doğrultusunda görseller oluşturmaktadır. Oluşturulan görseller farklı çözünürlüklerde dışa aktarılabilir. İstem girildikten sonra görünürlük (herkese açık/özel), model ve stil seçimi gibi seçenekler sunulabilmekte; otomatik, genel, gerçekçi, tasarım, üç boyutlu ve anime gibi stil modları arasından tercih yapılabilir. Bu tür parametreler, görsel stili etkileyebilen ayarlar üzerinden kullanıcıya özelleştirme alanı sağlamaktadır. Aynı istem üzerinden birden fazla alternatif görsel üretebilmesi, tasarım seçeneklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Tasarımcılar tarafından sıkça kullanılan bu uygulama; afiş, poster, logo ve içerik üretimi gibi farklı alanlarda da kullanılabilmektedir. Hızlı konsept üretimi ve görsel fikir geliştirme süreçlerinde tasarımcılara zaman kazandırdığı görülmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Ideogram ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Ideogram, özellikle metin içeren görsellerin üretiminde sunduğu okunabilirlik ve metin-görsel uyumu sayesinde verimli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Basit ve anlaşılır bir arayüz sunması kullanım kolaylığını artırmaktadır. Genel olarak Ideogram; metin odaklı görsel üretim gerektiren projelerde pratik, verimli ve yaratıcı bir yapay zekâ aracı niteliği taşımaktadır.

3.11. Adobe Firefly (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Adobe Firefly; Adobe Creative Cloud ekosistemiyle entegre biçimde çalışan, yaratıcı içerik üretimini destekleyen yapay zekâ tabanlı bir uygulamadır. Görsel üretim ve düzenleme başta olmak üzere farklı medya türlerinde içerik oluşturma süreçlerini hızlandırmayı amaçlamaktadır.

Temel İşlevler: Girilen istemler doğrultusunda görüntü, video ve ses üretimi yapılabilmektedir. Üretilen görüntülerin özelleştirilmesi için içerik türü, renk ve ton, ışık ve kamera açısı gibi ayarlar sunulmakta; ayrıca referans görsel yükleyerek stil yönlendirmesi yapılabilmektedir. Uygulamada yer alan “Üretken Dolgu” özelliği sayesinde, görsel üzerinde belirlenen alanlara kullanıcı tarafından tanımlanan nesne veya içeriklerin yapay zekâ destekli olarak eklenmesi ya da mevcut içeriklerin düzenlenmesi mümkün olmaktadır.

Kullanım Alanları: Grafik tasarım, illüstrasyon, sosyal medya içerikleri, web ve arayüz tasarımı gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Profesyonel tasarımcılar tarafından hızlı konsept üretimi, görsel düzenleme ve yaratıcı varyasyonlar oluşturma amacıyla kullanılmaktadır. Ayrıca akademik sunumlar, kurumsal raporlar ve dijital yayıncılık faaliyetlerinde görsel içerik üretimini destekleyen bir araç olarak değerlendirilmektedir (Şekil 11).



Şekil 11. Adobe Firefly ile üretilen farklı tiplerde görsel örnekleri

Değerlendirme: Uygulama; görsel yükleme, stil referansı ve ışık ile açı belirleme gibi özelleştirme olanaklarıyla öne çıkmaktadır. Üretilen görsellerin kalitesi kullanılan istemlerin niteliğine ve seçilen ayarlara bağlı olarak değişebilmektedir. Ücretsiz kullanımda üretken kredi sınırlarının bulunması ve ileri düzey özellikler için abonelik gereksinimi, erişilebilirlik açısından sınırlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

3.12. Mnml (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Mnml; fiziksel tasarımla ilgilenen meslek profesyonelleri için iç ve/veya dış mekân görselleştirme süreçlerini desteklemek üzere geliştirilmiş yapay zekâ destekli bir tasarım/render platformudur. Kullanıcıların yüklediği eskiz, fotoğraf ya da 3B model ekran görüntülerini daha kaliteli konsept görsellere dönüştürmektedir. Fikirleri hızlıca görselleştirme ve eskizleri daha profesyonel sunum çıktıları hâline getirme açısından güçlü bir destek sunmaktadır. Uygulama, genellikle bir görsel yüklenmesini istemekte; prompt ve olumsuz istem, stil seçimi ve işleme hızı gibi seçeneklerle üretimi yönlendirmeye imkân tanımaktadır.

Temel İşlevler: Platformda Exterior, Interior, Masterplan, Landscape, Concept, Sketch ve Canvas gibi farklı araçlar bulunmaktadır. Tasarım sürecini hızlandırmayı ve erken aşama görselleştirmeyi kolaylaştırmayı hedeflemektedir. Ücretsiz başlangıç kredisi sunabilmektedir. Masterplan aracında masterplan ve landscape/aerial gibi alt yönelimler yer alabilmekte; prompt girmenin yanında referans görsel yükleme ve olumsuz istem kullanma seçenekleri bulunabilmektedir. Üretilen görseller çoğu zaman referans görselin kompozisyonunu ve genel düzenini korumaya eğilimli olmakla birlikte, hedeflenen peyzaj öğelerini her zaman tam olarak yansıtmayabilmektedir. Landscape aracı da benzer biçimde çalışmakta; gerçekçi, suluboya ve eskiz gibi stil seçenekleri ile modern, tropikal gibi tema/stil varyasyonları sunabilmektedir. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap ile erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Peyzaj mimarlığı, mimarlık ve grafik tasarım alanlarında kavramsal eskiz üretimi, form arayışı ve tasarım fikrinin ilk görsel temsillerinin oluşturulması süreçlerinde kullanılabilir. Akademik çalışmalarda kavramsal diyagramlar ve soyut temsil görselleri üretmek amacıyla değerlendirilebilir. Akademik sunumlar ve proje paftalarında görsel karmaşayı azaltan, anlatımı destekleyen içerikler üretmek için de tercih edilebilir (Şekil 12).



Şekil 12. Mnlm ile üretilen görsel örnekleri

Değerlendirme: Görsel açıdan sadeliği ve kavramsal odaklanmayı teşvik eden bir yaklaşım sunmaktadır. Teknik bilgi gerektirmeden kullanılabilirliği ve kısa sürede çıktı üretebilmesi uygulamanın güçlü yönleri arasında yer almaktadır. Özelleştirme seçeneklerinin sınırlı kalabildiği durumlar nedeniyle ana tasarım aracı olarak değil; tasarım sürecini destekleyen, hızlandıran veya ön fikir oluşturmaya yardımcı olan ikincil bir araç olarak kullanılması daha uygun görülmektedir.

3.13. LookX (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Mimarlık, iç mimarlık, peyzaj mimarlığı ve endüstriyel tasarım alanlarında kullanılan, yüksek kaliteli görseller üretebilen yapay zekâ destekli bir mimarlık platformudur. Metinden görsel üretimi, görüntü işleme, gerçek zamanlı üretim ve görüntü düzenleme olmak üzere dört farklı görsel araç sunmaktadır.

Temel İşlevler: Metinden görsel üretim özelliğinde, istem girildikten sonra oluşturulacak görseller için endüstriyel, brütalizm ve parametrik gibi farklı stil seçenekleri sunulmaktadır. Ücretli abonelik kapsamında sınırsız görsel üretme imkânı bulunmaktadır. Kullanıcılar, seçilen stiller doğrultusunda görsellerin renk, doku ve kompozisyon özelliklerini dönüştürebilmekte; aynı istem üzerinden birden fazla varyasyon üreterek karşılaştırmalı değerlendirme yapabilmektedir. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap aracılığıyla erişilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Mimarlık ve tasarım odaklı çalışmalarda konsept geliştirme, görsel fikir üretimi ve stil denemeleri amacıyla kullanılabilir. Grafik tasarımcılar ve içerik üreticileri tarafından ilham verici görsel alternatifler oluşturmak ve hızlı konsept üretmek için tercih edilmektedir. Akademik ve sanatsal çalışmalarda ise görsel ifade biçimlerini çeşitlendirmek ve kavramsal anlatımı desteklemek amacıyla kullanılabilir (Şekil 13).



Şekil 13. LookX ile üretilen görsel örnekleri

Değerlendirme: Stil aktarımı ve görsel çeşitlilik üretme konusunda güçlü bir yapay zekâ uygulaması olarak değerlendirilmektedir. Teknik bilgi gerektirmeden farklı görsel tarzları deneme imkânı sunması önemli bir avantajdır. Ancak ileri düzey grafik düzenleme ve ayrıntılı özelleştirme seçeneklerinin sınırlı olması, uygulamanın daha çok konsept geliştirme ve görsel fikir üretme aşamalarında etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

3.14. Canva Dream Lab (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Canva'nın yapay zekâ destekli görsel üretim aracıdır. Metinden görsel oluşturma, oluşturulan görselleri özelleştirme ve referans görsel yükleyerek stil yönlendirmesi yapma imkânı sunmaktadır. Farklı görsel stiller arasından seçim yapılabilmesi, kullanıcıların çeşitli estetik yaklaşımları denemesine olanak tanımaktadır.

Temel İşlevler: Uygulama; metinden görsel üretme, tasarım düzeni önerme, hazır şablonlar üzerinden otomatik yerleşim sağlama ve farklı formatlara uygun çıktı oluşturma işlevleri sunmaktadır. Üretilen görseller Canva'nın diğer tasarım araçlarıyla entegre biçimde düzenlenebilmekte; metin, renk, düzen ve grafik öğelerle desteklenerek çok amaçlı tasarımlara dönüştürülebilmektedir.

Kullanım Alanları: Sosyal medya içerik üretimi, afiş ve poster tasarımı, sunum ve rapor görselleştirmeleri ile eğitim amaçlı görsel içeriklerin hazırlanması gibi alanlarda kullanılabilir. Özellikle hızlı ve pra-

tik görsel üretimi gerektiren projelerde, içerik üreticileri, öğrenciler ve tasarımcılar için işlevsel bir araç olarak öne çıkmaktadır. Akademik ve kurumsal sunumlarda destekleyici görseller üretmek amacıyla da tercih edilmektedir (Şekil 14).



Şekil 14. Canva Dream Lab ile üretilen görsellere örnekler

Değerlendirme: Canva Dream Lab, yapay zekâ destekli görsel üretimi Canva'nın pratik ve kullanıcı dostu tasarım ekosistemiyle birleştirerek üretim sürecini hızlandıran bir araçtır. Teknik bilgi gerektirmeden kullanılabilmesi ve üretilen görsellerin doğrudan tasarım sürecine entegre edilebilmesi, uygulamanın en güçlü yönleri arasında yer almaktadır.

3.15. Adobe Photoshop (Görsel Üretim ve Görselleştirme Aracı)

Adobe tarafından geliştirilen Photoshop, görsel düzenleme alanında uzun yıllardır tasarım sektöründe yaygın biçimde kullanılan bir uygulamadır. Gelişen teknolojiyle birlikte Photoshop'a yapay zekâ destekli üretken düzenleme özellikleri eklenmiştir. Bu kapsamda “Üretken Dolgu” (Generative Fill) ve “Üretken Genişletme” (Generative Expand) özellikleri, yapay zekâ destekli görsel üretim ve düzenleme süreçlerinde kullanıcıya çok yönlü olanaklar sunmakta; görsel üzerinde seçilen alanlara girilen yazılı komutlar (promptlar) doğrultusunda otomatik ve yaratıcı içerikler üretilmektedir.

Temel İşlevler: Görsel üzerinde seçilen alanların yapay zekâ tarafından bağlamsal olarak doldurulması, düzenlenmesi veya genişletilmesi bu özelliklerin temelini oluşturmaktadır. Üretken yapay zekâ kapsamında metin yönlendirmeleriyle yeni içerik üretme, mevcut görselleri varyasyonlarla yeniden oluşturma ve detay iyileştirme gibi işlevler, kullanıcıya zaman kazandıran önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Kullanım Alanları: Grafik tasarım, dijital illüstrasyon, fotoğraf düzenleme, sosyal medya içerik tasarımı ve görsel iletişim projelerinde yaygın biçimde kullanılabilir. Özellikle konsept geliştirme, hızlı

taslak oluşturma ve alternatif tasarım denemeleri aşamalarında etkin bir rol üstlenmektedir. Akademik ve profesyonel sunumlar için hazırlanan görsellerin düzenlenmesinde, mimarlık ve peyzaj projelerine yönelik görsel anlatım paftalarının oluşturulmasında ve dijital yayıncılık faaliyetlerinde destekleyici bir araç olarak tercih edilebilmektedir.

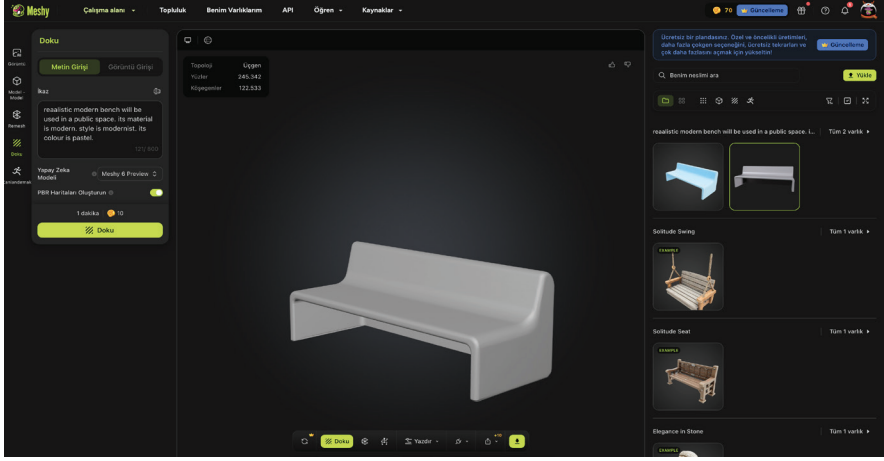
Değerlendirme: Photoshop'un yapay zekâ destekli üretken özelliklerinin görsel üretim ve düzenleme süreçlerinde verimliliği önemli ölçüde artırdığı görülmektedir. Yapay zekâ destekli otomatik düzenleme ve içerik üretme işlevleri kullanıcıya hız ve esneklik kazandırmakta; özellikle fikir geliştirme ve tasarım sürecinin erken aşamalarında güçlü bir destek sunmaktadır.

3.16. Meshy (3B Modelleme ve Mekânsal Görselleştirme Aracı)

Meshy; kullanıcılara metinden üç boyutlu modele dönüştürme, görüntüden üç boyutlu model üretme, metinden doku oluşturma ve temel düzeyde animasyon üretme imkânı sunan yapay zekâ destekli bir platformdur. Özellikle donatı elemanları ve nesne ölçeğinde üç boyutlu modellerin hızlı biçimde oluşturulmasına olanak tanıyarak tasarımcıya erken aşamada fikir verme amacı taşımaktadır.

Temel İşlevler: Metin girdileri doğrultusunda üç boyutlu model üretme, iki boyutlu görselleri üç boyutlu nesnelere dönüştürme ve oluşturulan modelleri farklı dosya formatlarında dışa aktarma platformun temel işlevleri arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra, modellerin görsel kalitesini artırmaya yönelik otomatik iyileştirme ve basitleştirilmiş doku atama süreçleri de sunulmaktadır.

Kullanım Alanları: Üç boyutlu içerik üretiminin gerekli olduğu birçok alanda kullanılabilir. Mimarlık ve peyzaj mimarlığı projelerinde kavramsal kütle çalışmaları, ürün tasarımında ön modelleme ve eğitim amaçlı üç boyutlu görselleştirme süreçlerinde destekleyici bir araç olarak değerlendirilebilmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Meshy çalışma ekranı görüntüsü

Değerlendirme: Meshy'nin üç boyutlu model üretim sürecini hızlandıran ve erişilebilir kılan bir yapay zekâ uygulaması olduğu görülmektedir. Teknik bilgi gerektirmeden kullanılabilmesi, uygulamayı özellikle erken tasarım ve fikir geliştirme aşamalarında verimli hâle getirmektedir. Bununla birlikte, üretilen modellerin detay seviyesi ve özelleştirme olanaklarının sınırlı olması nedeniyle ileri düzey ve hassas kontrol gerektiren profesyonel projelerde tek başına yeterli olmadığı değerlendirilmektedir.

3.17. Luma (3B Modelleme ve Mekânsal Görselleştirme Aracı)

Luma; metin tabanlı görsel üretim, video oluşturma ve çoklu görüntü girdilerinden üç boyutlu modelleme yapabilen, dijital içerik üretimi için geliştirilmiş yapay zekâ destekli bir platformdur. Uygulamaya internet tarayıcısı üzerinden kişisel hesap aracılığıyla erişilebilmektedir.

Temel İşlevler: Metin girdileri doğrultusunda estetik ve kaliteli görseller üretebilmektedir. Bunun yanı sıra, çoklu görüntü girdileri kullanılarak mekân ve nesnelerin üç boyutlu olarak taranması ve bu verilerden 3B modeller oluşturulması platformun öne çıkan özellikleri arasında yer almaktadır. Oluşturulan modeller, ışık, doku ve derinlik bilgilerini koruyarak etkileşimli biçimde görüntülenebilmekte; farklı dijital platformlarda kullanılmak üzere dışa aktarılabilen ve çeşitli dijital ortamlara entegre edilebilmektedir.

Kullanım Alanları: Mimarlık, peyzaj mimarlığı, şehircilik, oyun ve animasyon tasarımı ile sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR)

uygulamaları gibi mekânsal görselleştirmenin önemli olduğu alanlarda kullanılabilir (Şekil 16).



Şekil 16. Luma ile üretilen görsellere örnekler

Değerlendirme: Kullanımının görece kolay olması ve kısa sürede etkileyici görsel ve üç boyutlu çıktılar üretebilmesi, özellikle analiz ve sunum aşamalarında uygulamanın etkinliğini artırmaktadır. Ancak üretilen çıktılarının kalitesi; kullanılan görsel sayısı, çözünürlük ve sahne koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilmekte, bu durum bazı sonuçların sınırlı düzeyde kalmasına neden olabilmektedir. Luma, hassas ölçüm gerektiren çalışmalardan ziyade, sunum ve analiz amaçlı bir araç olarak ele alınmalıdır.

3.18. Gamma (Sunum ve İçerik Düzenleme Aracı)

Gamma; yapay zekâ destekli, görsel odaklı sunum ve doküman oluşturma platformudur. Kullanıcılara farklı özelleştirme olanakları sunarak belirlenen herhangi bir konuda girilen anahtar kelimeler doğrultusunda kısa süre içinde görsel ve tasarım yönü güçlü sunumlar hazırlayabilmektedir.

Temel İşlevler: Girilen istemler üzerinden otomatik olarak sunum, görsel ve doküman üretimi gerçekleştirmektedir. Oluşturulan sunumlar yapay zekâ desteğiyle düzenlenebilmekte ve geliştirilebilmektedir. Ayrıca platformda yer alan dijital eklentiler ve düzenleme araçları sayesinde kullanıcıya içerikleri özelleştirme imkânı sunulmaktadır. Üretilen çıktılar PDF, PowerPoint ve PNG gibi farklı formatlarda dışa aktarılabilir.

Kullanım Alanları: Akademik sunumlar, araştırma özetleri, konsept anlatımlar, proje raporları ve sunum dosyalarının hazırlanmasında kullanılabilir. Özellikle fikir geliştirme ve anlatımın kurgulanması aşamalarında etkin bir araç olarak öne çıkmaktadır. Eğitim, tasarım sunumları ve dijital görselleştirme alanlarında hızlı ve estetik içerik üretimi amacıyla tercih edilebilmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. Gamma ile üretilen sunum görsellerine örnekler

Değerlendirme: Gamma, kullanıcıya hız ve içerik düzeni sağlayan bir platformdur. Bununla birlikte, üretilen çıktıların nitelik açısından geliştirilmesi çoğu zaman kullanıcı müdahalesi gerektirmektedir. Bu nedenle Gamma, sunum üretim sürecini kolaylaştıran ve hızlandıran destekleyici bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Burada özellikleri ayrıntılı olarak incelenen 18 farklı yapay zekâ destekli uygulamanın yanı sıra, tasarım sürecinin farklı aşamalarında **yardımcı araç** olarak değerlendirilebilecek çeşitli uygulamalar da bulunmaktadır. Bu kapsamda, **arama motoru tabanlı platformlar** olan Dropyour.ai ve Best Free AI Websites, kullanıcı tarafından girilen istemler (promptlar) doğrultusunda uygun yapay zekâ araçlarını listelemekte; söz konusu araçların temel özellikleri, kullanım amaçları ve teknik detayları hakkında yönlendirici bilgiler sunmaktadır.

Renk paleti oluşturma araçları arasında yer alan Khroma, Paletten, Shape Factory ve Coolors gibi uygulamalar kullanıcının estetik tercihlerini ve görsel eğilimlerini temel alarak özgün renk paletleri üretmektedir. Bu uygulamalar, yalnızca palet oluşturmakla sınırlı kalmayıp; renk tonu, doygunluk, parlaklık ve sıcaklık gibi parametreler üzerinde hassas ayarlamalar yapılmasına olanak tanımakta, ayrıca logo tasarımı ve oluşturulan paletlerin gerçek tasarım senaryoları üzerinde ön izlenerek görselleştirilmesi gibi gelişmiş işlevler sunmaktadır.

Metin tabanlı yapay zekâ araçları arasında Chatly, DeepSeek, IBM Watson, Manus AI ve Overchat gibi uygulamalar, içerik üretimi ve metin analizi süreçlerinde ek destek sağlayan araçlar olarak değerlendirilmektedir. Görselleştirme aşamasında ise Archivinci, Artbreeder, Bing Image Creator, DreamStudio, ImageFX ve OpenArt gibi uygulamalar, metin tabanlı girdiler aracılığıyla farklı görsel üretim olanakları sunmaktadır. Son olarak, video üretim araçlarından biri olan Pika.ai, kul-

lanıcı tarafından tanımlanan istemler doğrultusunda belirli sürelerde özgün video içeriklerinin oluşturulmasına imkân tanımaktadır.

Yapay zekâ destekli bu tür uygulamaların sayısı her geçen gün hızla artarken, mevcut uygulamaların sunduğu teknik olanaklar ve kullanım kapasiteleri de sürekli olarak genişlemektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ teknolojilerinin peyzaj mimarlığı ve ilişkili tasarım disiplinlerindeki kullanım biçimlerini hem kuramsal altyapı hem de güncel uygulamalar üzerinden ele almıştır. Makine öğrenmesi, derin öğrenme, doğal dil işleme, bilgisayarla görme ve üretici yapay zekâ gibi temel teknolojiler; tasarım sürecinin farklı aşamalarında değişen roller üstlenerek, özellikle karar destek, kavramsal üretim ve temsil süreçlerinde belirgin bir dönüşüm yaratmaktadır.

Uygulama incelemeleri, yapay zekâ araçlarının büyük bölümünün ön tasarım ve kavramsal aşamalarda yoğunlaştığını göstermektedir. Metin tabanlı ve çok modlu uygulamalar, tasarım probleminin tanımlanması, literatür temelli ön değerlendirmelerin yapılması ve senaryo üretimi gibi bilişsel süreçleri desteklerken; görsel üretim/görselleştirme ve üç boyutlu modelleme araçları, tasarım fikrinin hızlıca görselleştirilmesini ve alternatiflerin karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır. Bu durum, yapay zekânın peyzaj mimarlığında henüz son tasarım üreticisi olmaktan çok, tasarımcıyı güçlendiren bir yardımcı araç olarak konumlandığını ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ tabanlı sistemler, tasarım disiplinlerinde yalnızca üretim hızını artıran araçlar olarak değil, tasarım düşüncesinin yapısını dönüştüren bilişsel ortaklar olarak ele alınmaktadır. Özellikle peyzaj mimarlığında, karmaşık ekolojik ilişkiler, belirsizlik ve zamansal değişkenlik içeren tasarım problemleri, veri temelli ve öğrenebilen sistemlerin katkısıyla yeni bir kuramsal çerçeveye taşınmaktadır. Cantrell vd. (2021), yapay zekâ ve makine öğrenmesini peyzaj tasarımında “üçüncü bir zekâ” olarak tanımlamakta ve bu zekânın biyolojik ve maddesel sistemlerle birlikte çalışarak tasarımcının rolünü yönlendirici ve koreografik bir konuma dönüştürdüğünü vurgulamaktadır (Cantrell et al., 2021). Benzer şekilde, generatif yapay zekâ uygulamalarının kavramsal tasarım sürecine entegrasyonu, tasarımcının tekil sezgisine dayalı üretimin ötesine geçerek çok sayıda alternatifin kısa sürede üretilmesini ve karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır (Ye et al., 2025). Bu yaklaşım, tasarımı kapalı bir sonuç ürünü olmaktan çıkarıp, insan-yapay zekâ etkileşimine dayalı yinelemeli bir keşif süreci olarak yeniden tanımlamakta; peyzaj mimarlığında yara-

tıcılık, kontrol ve sorumluluk kavramlarının yeniden tartışılmasına zemin hazırlamaktadır (Zhang & Bowes, 2019).

Tartışılması gereken önemli bir husus, yapay zekâ uygulamalarının sunduğu hız ve çeşitlilik ile tasarımsal bağlam, yerellik ve disipline özgü bilgi arasındaki ilişkidir. İncelenen uygulamaların çoğu, estetik ve sunum kalitesi açısından güçlü çıktılar üretebilmekle birlikte, mekânsal ölçütler, ekolojik süreçler, sosyal bağlam ve kültürel peyzaj değerleri gibi karmaşık bileşenleri bütüncül olarak değerlendirme kapasitesine sahip değildir. Bu durum, yapay zekâ çıktılarının mutlaka tasarımcının eleştirel süzgecinden geçirilmesini ve yerel bağlamla ilişkilendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Ayrıca, yapay zekâ araçlarının giderek artan erişilebilirliği, tasarım sürecinde etik, telif ve özgünlük tartışmalarını da beraberinde getirmektedir. Üretici yapay zekâ destekli uygulamalar ile oluşturulan görsellerin ve metinlerin, akademik ve mesleki bağlamda nasıl konumlandırılacağı, tasarım sürecinde insan yaratıcılığı ile makine üretimi arasındaki sınırların nasıl tanımlanacağı, önümüzdeki dönemin önemli araştırma konuları arasında yer almaktadır. Bu çerçevede, yapay zekânın tasarım eğitimi ve meslek pratiği içindeki rolü, yalnızca teknik bir araç olmanın ötesinde önemli bir tartışma alanı sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, yapay zekâ uygulamalarının peyzaj mimarlığında karar destek, kavram geliştirme ve sunum odaklı bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır. Yapay zekâ, tasarım sürecini otomatikleştiren bir mekanizma değil; tasarımcının düşünme, deneme ve değerlendirme kapasitesini genişleten bir araç seti olarak ele alındığında anlam kazanmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, yapay zekâ destekli tasarım süreçlerini gerçek proje örnekleri üzerinden değerlendirmesi, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirlik kriterleriyle ilişkilendirmesi bu alandaki bilgi birikimini derinleştirecektir.

DESTEK VE TEŞEKKÜR NOTU

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209/A – Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında yürütülen “Yapay Zekâ Uygulamalarının Peyzaj Tasarım Sürecinde Kullanım Olanakları: İzmir-Gazimir Kent Meydanı Örneği” başlıklı projeden hareketle geliştirilmiş; projede ele alınan bir bölüm, kapsamı genişletilerek yeni bir kuramsal çerçevede yeniden yapılandırılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Hamid, O., Mohamed, A.-R., Jiang, H., Deng, L., Penn, G., & Yu, D. (2014). Convolutional neural networks for speech recognition. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 22(10), 1533–1545. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2014.2339736>
- Cantrell, B., Zhang, Z., & Liu, X. (2021). Artificial intelligence and machine learning in landscape architecture. In P. F. Smith & M. A. Smith (Eds.), *The Routledge companion to artificial intelligence in architecture* (pp. 232–247). Routledge.
- Collobert, R., Weston, J., Bottou, L., Karlen, M., Kavukcuoglu, K., & Kuksa, P. (2011). Natural language processing (almost) from scratch. *J. of Machine Learning Research*, 12, 2493–2537.
- Encyclopaedia Britannica (2025). History of artificial intelligence. <https://www.britannica.com/science/history-of-artificial-intelligence>, Erişim tarihi:18.12.2025
- Encyclopaedia Britannica. (2024). Artificial intelligence. <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>, Erişim tarihi:18.12.2025.
- Graves, A., Mohamed, A.-R., & Hinton, G. (2013). Speech recognition with deep recurrent neural networks. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 6645–6649). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2013.6638947>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 770–778). <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- ISO (2024). What is artificial intelligence (AI)?, International Organization for Standardization, <https://www.iso.org/artificial-intelligence/what-is-ai>, Erişim tarihi:18.12.2025
- Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255–260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. Dartmouth College., <http://jmc.stanford.edu/articles/dartmouth/dartmouth.pdf>, Erişim tarihi:18.12.2025
- Otter, D. W., Medina, J. R., & Kalita, J. K. (2021). A survey of the usages of deep learning for natural language processing. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(2), 604–624. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2979670>

- Rezk, S. M. M. (2023). The role of artificial intelligence in graphic design. *Journal of Art, Design and Music*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.55554/2785-9649.1005>
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson Education Limited.
- Shannon, C.E. (1950). Programming a computer for playing chess. *Philosophical Magazine*, 41(314), 256–275. <https://doi.org/10.1080/14786445008521796>, Erişim tarihi: 18.12.2025.
- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). MIT Press.
- Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking the inception architecture for computer vision. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)* (pp. 2818–2826). <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.308>
- Talib, M. A., Majzoub, S., Nasir, Q., & Jamal, D. (2021). A systematic literature review on hardware implementation of artificial intelligence algorithms. *The Journal of Supercomputing*, 77, 1897–1938. <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03376-2>
- Tan, T., & Cao, G. (2021). Efficient execution of deep neural networks on mobile devices with NPU. In *Proceedings of the 20th International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN)* (pp. 283–298). <https://doi.org/10.1145/3412382.3458784>
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>, Erişim tarihi: 18.12.2025.
- Xing, Y., Gan, W., & Chen, Q. (2025). Artificial intelligence in landscape architecture: A survey. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 16, 4685–4710. <https://doi.org/10.1007/s13042-025-02536-w>
- Ye, X., Huang, T., Song, Y., Li, X., Newman, G., Wu, D. J., & Zeng, Y. (2025). Generating conceptual landscape design via text-to-image generative AI model. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 52(8), 1903–1919. <https://doi.org/10.1177/23998083251316064>.
- Zhang, Z., & Bowes, B. (2019). The future of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) in landscape design: A case study in coastal Virginia, USA. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 4, 2–9. <https://doi.org/10.14627/537663001>

Bölüm 7

MEKÂN KALİTESİ VE KENTSEL PEYZAJ DONATILARI: TASARIM, MALZEME VE KULLANICI DENEYİMİ ÜZERİNE ÖZGÜN BİR TASARIM ÖNERİSİ

Süleyman AYDOĞMUŞ¹, Reyhan ERDOĞAN²

1 MSc., Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü,

Orcid: 0000-0003-1987-3664

2 Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Orcid: 0000-0001 8524-4650

Giriş

Kullanıcı merkezli olarak tasarlanan kamusal mekânlarda, mekânsal kalite analizine konu olabilecek çok sayıda fiziksel, işlevsel ve algısal etken bulunmaktadır. Literatürde mekânsal kaliteyi belirleyen ölçütler incelendiğinde; **işlevsellik, estetik, tasarım/biçim ve konfor** kavramlarının öncelikli ve belirleyici parametreler olarak öne çıktığı görülmektedir. Bu ölçütler, mekânın yalnızca fiziksel varlığıyla değil, kullanıcı üzerindeki algısal etkileri ve sunduğu deneyimle de doğrudan ilişkilidir. Özellikle işlevsellik ölçütü, birçok araştırmacı tarafından mekânsal kalitenin sağlanmasında temel bir gereklilik olarak ele alınmakta ve kamusal mekânların etkin kullanımını mümkün kılan ana unsur olarak değerlendirilmektedir. İşlevsellik düzeyi yüksek olan mekânlar, kullanıcıya sunduğu kullanım kolaylığı, erişilebilirlik ve mekânsal çeşitlilik sayesinde hem mekânın kullanım süresini artırmakta hem de kullanıcı memnuniyetini olumlu yönde etkilemektedir.

Bu bağlamda, kamusal mekânlarda yer alan **kentsel peyzaj donatıları**, kullanıcıya sağladıkları somut ve algısal faydalar açısından mekânsal işlevselliğin tamamlayıcı unsurları olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Oturma elemanları, aydınlatma birimleri, yönlendirme elemanları, çöp kutuları ve gölgeleme sistemleri gibi donatılar; kamusal alanların dinlenme, sosyalleşme, bekleme ve yön bulma gibi temel işlevlerini destekleyerek mekânsal kullanım kalitesini artırmaktadır. Aynı zamanda bu donatılar, estetik ve biçimsel özellikleriyle kamusal mekânın kimliğinin oluşmasına katkı sağlamakta ve kullanıcı algısını yönlendirmektedir. Dolayısıyla kentsel peyzaj donatıları, yalnızca işlevsel ekipmanlar olarak değil, mekânın bütüncül tasarım anlayışını yansıtan önemli tasarım bileşenleri olarak değerlendirilmelidir.

Kamusal mekânlar ile kentsel peyzaj donatıları arasındaki ilişki literatürde çoğunlukla **tasarım ilkeleri, işlevsellik, ergonomi ve mekânsal yerleşim** başlıkları altında ele alınmıştır. Ancak donatıların mekânsal kalite üzerindeki etkisi yalnızca biçimsel ve konumsal özelliklerle sınırlı değildir. Donatılarda kullanılan malzemeler; dayanıklılık, bakım gereksinimi, çevresel uyum ve kullanıcı algısı gibi pek çok faktörü doğrudan etkileyerek, mekânsal kalite üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle mevcut çalışmalardan farklı olarak bu çalışma, kamusal mekânlar ile kentsel peyzaj donatıları arasındaki ilişkiyi **donatı malzemeleri** bağlamında ele almayı ve malzeme seçiminin mekânsal kalite üzerindeki rolünü irdelemeyi amaçlamakta ve bunu özgün bir tasarımla taçlandırmaktadır. Bu yaklaşımı ve ortaya konan tasarım ürününün, kamusal mekân tasarımında daha sürdürülebilir, kullanıcı odaklı ve nitelikli mekânların oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1. Mekânın Kavramsal Çerçevesi

İlk insan, hayatta kalabilmek adına sahip olduğu kavrayış yeteneğini kullanarak, yaşadığı çevreyi kendisine uygun hale getirmeye çalışmıştır. Mimari mekân kavramı bunun sonucu olarak doğmuştur. Mimarlığın gelişimiyle insan, kendi fiziksel ihtiyaçlarını karşılayan mekânlara ve kendisini belirli bir noktada tanımlayan bir alana da ulaşmıştır (Durukan, 2017). Bu şekilde mekân çok boyutlu bir yapı kazanmıştır.

1.2. Mekânın Çok Boyutlu Yapısı

Mekân; fiziksel özelliklerin, toplumsal ilişkilerin ve bireysel algıların kesişiminde oluşan çok katmanlı bir olgudur.

Bu bağlamda mekân üç temel özellik taşıır:

- **Fiziksel bileşenler:** Yapılar, donatılar, bitkisel peyzaj, yüzey dokuları
- **Sosyal bileşenler:** Kullanıcı etkileşimi, davranış örüntüleri, aktiviteler
- **Algısal bileşenler:** Güvenlik, konfor, estetik, aidiyet

Kentsel peyzaj donatıları bu üç bileşimin ortak noktasında yer alır ve mekân deneyiminin bütünselliğini doğrudan etkiler.

1.3. Mekân Kavramı

Mekân, çoğu zaman koordinatları belirli, sınırlı bir boşluk olarak tanımlansa da, hem somut hem de soyut nitelikler barındıran çok katmanlı bir kavramdır. Arapça kökenli bir sözcük olan mekân, Türk Dil Kurumu'nun (2021) tanımına göre; *yer*, *ev-yurt* ve *uzay* anlamlarına gelmektedir. Bu tanımlar, kelimenin hem gündelik yaşamdaki hem de disiplinler arası kullanımdaki geniş kapsamını göstermektedir.

Mekân çoğu zaman “yer” kavramı ile ilişkilendirilse de, yalnızca ölçülebilir fiziksel özelliklerle sınırlı değildir; aynı zamanda algılanabilir, deneyimlenebilir ve betimlenebilir soyut nitelikler taşıır. Bu nedenle mekân; doğal mekân, yapay mekân, objektif mekân, sübjektif mekân, erişilebilir mekân ya da insan odaklı mekân gibi farklı bağlamlarda sınıflandırılabilir.

Harvey (2003), mekânın yalnızca üç boyutlu fiziksel bir yapı değil, farklı zamanlarda ve toplumsal bağlamlarda değişkenlik gösteren bir olgu olduğunu belirtir. Harvey'e göre mekânın en temel ayrımı, insanın dâhil olduğu ve olmadığı durumlara göre şekillenir. Fenomenolojik yaklaşımlarda ise mekân, varlığın kendini gerçekleştirmesi için zorunlu bir “varoluş zemini” olarak görülür. Bilgin'in (1990) ifadesiyle mekân, eylemin ve varoluşun ham maddesidir.

Arslan Avar'ın (2009) aktardığı Lefebvre mekânı toplumsal olarak üretilen bir yapı olarak ele alır ve üç temel bileşende inceler:

1. **Algısal mekân,**
2. **Toplumsal (yaşanan) mekân,**
3. **Temsil edilen mekân.**

Benzer biçimde Harvey (2003) ve Cassirer (1972) mekânsal deneyimi üç kategoride açıklar:

- **Organik mekân** (biyolojik ve evrimsel temelli),
- **Algısal mekân** (duyular aracılığıyla edinilen mekân),
- **Simgesel mekân** (soyut, kültürel ve zihinsel temsillerle kurulan mekân).

Bu kuramsal perspektifler, mekânın yalnızca fiziksel varlığıyla değil, aynı zamanda insanın algısı, düşünsel üretimi ve toplumsal ilişkiler ağıyla şekillenen dinamik bir sistem olduğunu ortaya koyar.

Mekânın sınıflandırılması da bu nedenle güçtür. Fiziksel ve toplumsal boyutlarıyla bir bütün olan mekân, incelendiği disipline göre farklı türlerde tanımlanabilir: kamusal mekân, özel mekân, doğal mekân, kentsel mekân, mimari mekân, algısal mekân, bilişsel mekân, hayali mekân gibi (Güleç Solak, 2014).

Bu çalışma kapsamında mekân, daha çok fiziksel bir yer olarak ele alınmakta ve Hasol'un (1979) tanımına uygun şekilde "sokaklar, meydanlar, parklar ve bahçeler gibi insan yapıtları arasında kalan ve bu yapılar tarafından sınırlanan boşluklar" olarak kabul edilmektedir.

1.4. Kentsel Mekân Kavramı (Geliştirilmiş Metin)

Kentsel mekân, merkezinde insanın bulunduğu ve tüm kentsel olayların gerçekleştiği fiziksel ve toplumsal ortamdır. Çokar (1994), kentsel mekânı, toplu yaşamın gerektirdiği ortak ve bireysel ihtiyaçların karşılandığı; toplumun sosyo-ekonomik ve kültürel yapısına bağlı olarak zaman içinde değişen mekânlar olarak tanımlar.

Çubuk, Yüksel ve Karabey'e (1987) göre kentsel mekân, kent dokusu içindeki yapılaşmamış kamusal alanların yanı sıra sokaklar, meydanlar, parklar ve diğer açık alanlardan oluşur. Bu alanlar, toplu yaşamın tüm etkinliklerinin gerçekleştiği, her yaş ve meslek grubuna hizmet veren, kentsel strüktürün vazgeçilmez bileşenleridir.

1.4.1. Kentsel Mekânın Tarihsel Gelişimi

Kentsel mekânlar tarih boyunca toplumsal ihtiyaçlara göre biçimlenmiştir.

- **Antik Yunan:** Toplanma alanı olarak *akropol* ve daha sonra kamusal yaşamın kalbi olan *agoralar*.
- **Roma:** Politik ve sosyal gücün temsil edildiği *forumlar*, anıtsal kamusal alanların oluşumu.
- **Ortaçağ:** Kent kapıları çevresinde oluşan pazar alanları.
- **Rönesans:** Kentin “bir sahne” olarak ele alındığı, estetik kaygıların ön planda olduğu dönem.
- **19. yüzyıl:** Haussmann’ın Paris düzenlemeleri ile geniş caddeler, meydanlar, bulvarlar ve modern kent mobilyalarının ilk örnekleri.
- **20. yüzyıl:** Modernist planlamayla birlikte taşıt yollarının büyümesi, kamusal alanların giderek işlevsizleşmesi ve araç odaklı kentlerin ortaya çıkışı.

Bu tarihsel süreç, kentsel mekânın statik değil, sürekli dönüşen bir yapı olduğunu göstermektedir.

1.4.2. Kentsel Mekânın Biçimlenmesinde Etkili Olan Faktörler

Kentsel mekân;

- Tarihsel miras,
- Kültürel pratikler,
- Coğrafi özellikler,
- Ekonomik süreçler,
- Toplumsal ilişkiler gibi çok sayıda bileşenin etkisiyle şekillenir. İlgar’ın (2008) belirttiği gibi kentler, kapitalist üretim ilişkileri, tüketim biçimleri ve yeni yaşam tarzlarıyla birlikte değişen zaman-mekân algısının mekânsal yansımasıdır.

1.4.3. Kentsel Mekân Türleri

Bakan ve Konuk (1987), kentsel dış mekânları dört ana grupta sınıflandırır:

1. **Düzenlenmiş yaya alanları:** Parklar, rekreasyon alanları, oyun ve spor alanları
2. **Alışveriş alanları:** Çarşılar, ticaret merkezleri, pazar yerleri
3. **Geçiş alanları:** Sokaklar, caddeler, kaldırımlar, ulaşım aksları

Bu alanlar birlikte kentsel mekânın bütünü oluşturur.

- **Özel mekânlar:** Konutlar, işyerleri, özel bahçeler; kullanıcı kontrolündedir.

- **Yarı kamusal mekânlar:** Avlular, ortak bahçeler, otoparklar.

- Kamusal alanlar, yabancılarla bir araya geldiğimiz, toplumsal etkileşimin en görünür biçimde yaşandığı yerlerdir.

Kamusal mekânların temel işlevi, farklı kullanıcı tiplerinin ihtiyaçlarını karşılamaktır. Fiziksel, görsel ve duygusal anlamda yeterince nitelikli olmayan mekânlar, kullanıcılar tarafından tercih edilmez; bu da mekânın etkinliğini ve canlılığını azaltır. Mekân kalitesi bu nedenle, kent yaşamını doğrudan etkileyen bir unsurdur.

Mekânsal kalite kavramı birçok araştırmacı tarafından araştırılmış ve çeşitli kalite ölçütleri ortaya konulmuştur. Özdemir (2020) tez çalışmasında farklı zaman dilimlerinde yapılan birçok çalışmayı derlemiş ve çeşitli mekânsal kalite ölçütleri- nin ne sıklıkla kullanıldığını Çizelge 1’deki grafikte göstermiştir.

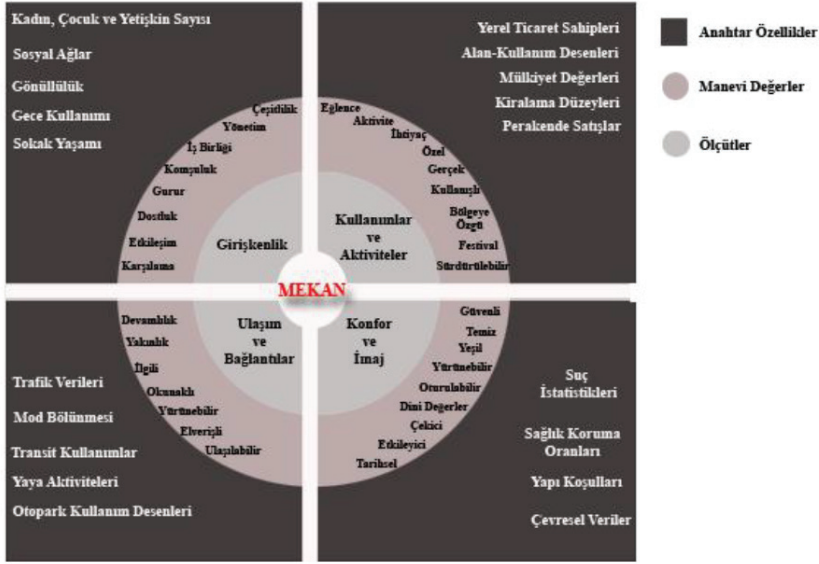
Çizelge1. Mekânsal Kalite Ölçütleri (Özdemir, 2020)

[illegible]

Tüm bu çalışmalar incelendiğinde, fayda temelli ve soyut-sezgisel değerlerin bir bütünü olarak ele alınan mekânsal kalite ölçütleri sıkça şunlar olarak karşımıza çıkmaktadır;

- İşlevsellik: Mekânın erişilebilir, kullanışlı ve güvenli oluşuyla etkinlik ve aktivitelere uygunluğu.
- Estetik: Mekânın hoş ve çekici olması.
- Düzen: Mekânın kolaylıkla anlaşılabilir ve algılanabilir olması.
- Konfor: Kullanıcın kamusal gereksinimlerini kolaylıkla karşılayabiliyor olması.
- Sosyalleşme: Kullanıcının diğer kullanıcılarla hoş ve güzel vakit geçirebiliyor olması.
- Kimlik: Mekânın ayırt edici ve tanınabilir olması.
- Erişebilirlik: Mekâna ve mekânın sunduğu olanaklara rahatlıkla ulaşılabilir olması.
- Hissiyat: Mekânın içselleştirebilir, hissedilebilir olması
- Bakım/ Onarım: Mekânın işlevselliğini koruması için bakım ve onarımlarının belirli periyotlarda yapılması.
- Yapım Hizmetleri: Alt yapı ve üst yapı hizmetlerinin alanda olması.

Mekânın kaliteli olup olmadığı sonucuna ulaşılırken tek bir etkenle değil, bütüncül olarak ele alınmasının daha doğru olduğu düşünülmektedir. Mail ve Hannah (2009)'da dünyadaki binlerce kamusal alanı değerlendirdikleri Project for Public Spaces (Kamusal Alanlar Projesi) adlı çalışmada mekanı iyi yapan 4 anahtar özelliği saptamışlar ve kalite ölçütlerinin bütünselliğini belirtmişlerdir (Şekil 1). Ayrıca donatı elemanlarının, mekânların anahtar özelliklerini destekleyen manevi değerlere katkıda bulunduklarını da vurgulamışlardır (Yıldırım, 2011).



Şekil 1. “Mekânı iyi yapan nedir ?” (Mail ve Hannah, 2009)

3. Kentsel Donatı Elemanları ve Kamusal Mekân İlişkisi

Kent mobilyasını; kente ait tüm açık alanlarda, kullanıcıları önceden belirli olmayan, farklı açık alan işlevlerine hizmet eden, çoğunlukla sabit nitelikteki hizmet ekipmanı ve yapılar olarak tanımlanmaktadır (Hacıhasanoğlu, 1991). Bu tanım, kent mobilyasını, kent kavramı ile birlikte gelişen, belirli süreçler sonucunda ortaya çıkan ve kullanıcıların değişen ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ürünlerden oluşan bir sistem olarak ele almaktadır (Akyol, 2006).

Kent mobilyalarının tarihsel gelişimine bakıldığında, ilk örneklerin 18. yüzyıl sonlarında İngiltere’de ortaya çıktığı görülmektedir. 1790’lı yıllarda kent sokaklarında aydınlatma amacıyla kullanılan gaz lambaları, endüstriyel ürün olarak tanımlanabilecek ilk kent mobilyası örneklerindendir. Bu lambalar, 1880’lere kadar işlevlerini sürdürmüş, elektriğin yaygınlaşması ile yerlerini elektrikli aydınlatma elemanlarına bırakmışlardır. Zamanla araç yollarının düzenlenmesi, sokaklara ağaçların yerleştirilmesi, elektrik ve telefon hatlarının altyapıya alınması, trafik işaretleri ve yönlendirici tabelaların eklenmesiyle kentsel görünüm dönüşmüş; 20. yüzyılın ortalarına doğru ise yayalar için yönlendirici tabelalarla birlikte günümüz kent mobilyalarının temelleri atılmıştır (Aydoğmuş, 2022).

Literatürde bu elemanlar farklı kavramlarla ifade edilmektedir: İngilizce’de *street furniture* (sokak mobilyası) ve *outdoor furniture* (dış mekân mobilyası), Amerikan literatüründe ise daha çok *urban furniture* (kent

mobilyası) kavramları kullanılmaktadır. Türkçe literatürde ise “kent mobilyası”, “donatı elemanı”, “kentsel donatı” gibi kavramların bir arada kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışma kapsamında, kamusal mekân-mekân kalitesi-malzeme ilişkisini vurgulamak amacıyla, özellikle metot ve bulgular bölümlerinde “**kentsel peyzaj donatısı**” kavramı tercih edilmektedir.

Kullanıcısıyla doğrudan ya da dolaylı etkileşim halinde olan kentsel peyzaj donatılarının işlevlerini sağlıklı biçimde yerine getirebilmesi için belirli niteliklere sahip olması gerekmektedir. Yıldızcı (2001), bu nitelikleri şu şekilde sıralamaktadır:

- Tasarımda ekonomik, fonksiyonel ve estetik niteliklerin denge-lenmesi,
- Maliyet açısından mevcut parasal kaynaklara uygunluk,
- Üretim ve uygulamada kolay bulunabilirlik ve uygulanabilirlik,
- Yüksek fizibilite ve sağlamlık,
- İlgili standartlara uygunluk,
- Ergonomik tasarım,
- Tasarımcının özgün çizgisini yansıtması,
- Vandalizme karşı dayanıklılık,
- Bakım ve onarım kolaylığı,
- Taşınabilirlik, montaj ve yedek parça temininde pratiklik,
- Malzeme ve işçilik seçiminde tutarlılık ve uygunluk.

Kentsel peyzaj donatıları, kentlinin gündelik ihtiyaçlarına yanıt veren, aynı zamanda kentin kültürel ve fiziksel özellikleriyle şekillenen kentsel mekân aksesuarlarıdır. Mekânın kullanım biçimini yönlendiren, kentsel yaşantıya fonksiyonel, görsel ve estetik katkılar sağlayan bu elemanlar; kent kimliğinin oluşmasında, kamusal yaşamın kolaylaştırılmasında ve toplumsal etkileşimin desteklenmesinde temel rol üstlenmektedir. Bu yönüyle kentsel peyzaj donatıları, kamusal mekânların vazgeçilmez bileşenleridir (Yıldırım ve ark., 2014; Aydoğmuş, 2022).

2.2.2. Kentsel Peyzaj Donatılarının Mekân Kalitesine Etkisi

Kamusal mekânların kalitesini değerlendirmede, tasarım girdisi olarak ele alınabilecek pek çok ölçüt bulunmaktadır. Kullanıcı odaklı yaklaşımlarda, literatürde özellikle **işlevsellik, konfor, tasarım niteliği ve biçimsel uyum** ön plana çıkmaktadır. Bir mekânın “kaliteli” olarak algılanmasında işlevsellik, temel belirleyicilerden biri olarak kabul edilmektedir.

İşlevsel bir mekân, kullanıcıya erişim, kullanım kolaylığı ve süreklilik sağlar; kent mobilyaları da bu noktada mekânsal kaliteyi güçlendiren önemli araçlar olarak öne çıkar.

Kentsel peyzaj donatıları; dinlenme, yönlendirme, korunma, bilgilendirme gibi işlevleriyle kamusal alanlarda kullanıcıya doğrudan fayda sunar. Aynı zamanda mekânın **etkin kullanımını**, farklı kullanıcı grupları ve farklı zaman dilimleri için mümkün kılar. Özdemir (2020), kentsel peyzaj donatılarının mekânın işlevselliğine yaptığı katkıları şu biçimde özetlemektedir:

- Mekânın etkin ve sürekli kullanılmasına yardımcı olma,
- Farklı zaman dilimlerinde de kullanım olanağı yaratma,
- Erişilebilirliği ve dolaşımı destekleme,
- Mal ve hizmetlerin düzenli biçimde sunulmasını sağlayarak toparlayıcı/birleştirici rol üstlenme,
- Çevresinde yeni aktivitelerin oluşumunu destekleme,
- Mekânın okunabilirliğini artırma,
- Sirkülasyonu yönlendirerek akıcılık kazandırma.

Diğer yandan, kent mobilyaları yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda **estetik** ve **sembolik** değer taşır. Kent estetiği bağlamında pek çok çalışmada, kent mobilyalarının kentsel silüet, kimlik ve imaj üzerindeki etkisine vurgu yapılmaktadır. Kentsel tasarım; yapı kütlelerini, açık ve yeşil alanları, dolaşım sistemlerini ve donatı elemanlarını içeren bütüncül bir süreçtir. Çubuk (1992), aydınlatma elemanları, yönlendirme tabelaları, kentsel grafik ve iletişim elemanları gibi donatıların, kent estetiğini yönlendiren tasarım dizisinin önemli unsurları olduğunu belirtir.

Bu çerçevede kent mobilyaları:

- Mekânın **algılanabilirliğini ve okunabilirliğini**,
- Kullanıcının **güvenlik ve konfor algısını**,
- Alanın **estetik bütünlüğünü**,
- Kentsel imaj ve kimlikle kurulan ilişkiyi doğrudan etkilemekte; dolayısıyla kamusal mekânların kalite düzeyini yükselten veya düşüren kritik bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.2.3. Kentsel Peyzaj Donatısı, Kamusal Mekân ve Malzeme İlişkisi

Kentsel peyzaj donatısı, mekânda nasıl yönleneceğimizi, nerede duracağımızı, nasıl oturacağımızı, nasıl bekleyeceğimizi ve nasıl etkileşime gireceğimizi belirleyen; kısacası **mekânı yaşatan** elemanlardır (Dellenba-

ugh, 2017). Bu nedenle kent mobilyaları, kullanıcı ile mekân arasındaki ilişkinin kurulduğu ve güçlendiği önemli ara yüzlerdir. Donatıların niteliği arttıkça kamusal mekân konforu yükselmekte, kullanıcıların mekândan aldığı tatmin duygusu artmaktadır.

Bu tatmin düzeyini yükseltmede en temel kriterlerden biri **uyum**dur. Yıldızcı'ya (2001) göre donatı elemanları, bulundukları parkın/alanın konumuna, ölçeğine, kullanım biçimine ve karakterine uygun olmalıdır. Yalnızca işlevsel gereklilikleri karşılamaları yeterli değildir; aynı zamanda içinde yer aldıkları çevrenin kimliğini yansıtmalı ve desteklemelidir. Diğer bir ifadeyle kentsel peyzaj donatısı hem **mekânın işlevsel ihtiyaçlarına**, hem de **mekânın kültürel ve estetik karakterine** uyumlu olmalıdır.

Kentsel peyzaj donatılarının kentsel mekândaki **görsel etkisi** de son derece önemlidir. Elemanların tek tek tasarımı kadar, bir arada oluşturdıkları bütün ve kentsel peyzajla kurdukları ilişki de dikkate alınmalıdır (Eryarar, 2002). Güneş (2005), kentsel peyzaj donatılarının mekânsal etkisinin, fiziksel konumlarından çok, kentlilerin bu nesneleri algıladığı ve onlarla ilişki kurduğu kamusal ortamlarla bağlantılı olduğunu vurgular. Bu nedenle kent mobilyalarının büyük çoğunluğu kamusal mekânlarda konumlanır ve kamusal yaşantının sürekliliğini destekler.

Bayazıt (2001), kentsel peyzaj donatılarının yerleştirilecekleri mekân türlerine göre beş ana grupta toplar:

- Yol kenarları ve yaya yolları,
- Meydanlar ve dinlenme alanları (tarihi ve yeni bölgeler),
- Bina kompleksleri ve çevreleri (tarihi ve yeni yapılar),
- Parklar ve bahçeler (tarihi bahçeler, yeni bahçeler, parklar),
- Kıyı alanları (plajlar, rıhtımlar).

Anılsın (1991), kullanıcı ilişkileri açısından halka açık kamusal mekânlarda sık karşılaşılan donatı türlerini şu şekilde sıralamaktadır: banklar, pergolalar, oturma grupları, piknik masaları, bitki kapları, ağaç dibi ızgaraları ve ağaç koruyucuları, çöp kutuları ve konteynerleri, aydınlatma elemanları, sınır elemanları, zemin döşeme malzemeleri, satranç takımları, barbeküler, bisiklet parkları, rögar kapakları ve çeşitli altyapı elemanları, bilgi-iletişim ve işaret panoları, telefon kabinleri vb.

Bu donatıların tamamı, hem **bulundukları çevre** hem de **kullanıcı** ile kurdukları ilişkiyi büyük ölçüde ürettikleri **malzeme** üzerinden gerçekleştirir. Malzeme, yalnızca donatının fiziksel dayanıklılığını değil, aynı zamanda:

- Mekân kimliğiyle uyumunu,

- Kullanıcı konforunu,
- Bakım gereksinimini,
- Vandalizme ve çevresel etkilere karşı direncini

belirler. Bu nedenle malzeme seçimi, kentsel peyzaj donatısının mekânla kurduğu işlevsel ve görsel uyumun temel belirleyicisi konumundadır.

Kent mobilyalarında yaygın olarak kullanılan başlıca malzeme grupları şunlardır:

- **Metal ve alaşımları:** Yüksek dayanım, esneklik ve farklı üretim yöntemlerine uygunlukları nedeniyle yaygın olarak kullanılırlar. Pergola, aydınlatma direği, çöp kutusu gibi elemanlarda taşıyıcı ya da ana gövde malzemesi olarak sık tercih edilirler.

- **Ahşap:** Doğal görünümü, sıcak dokusu ve ısı yalıtım özellikleriyle özellikle oturma elemanlarında ve kaplamalarda kullanılır. Çevresel koşullara duyarlı olması düzenli bakım gerektirir; ancak uygun işlemlerle dayanımı artırılabilir.

- **Beton:** Yüksek mukavemeti sayesinde, kalıp sistemiyle üretilen oturma birimleri ve ağır yük taşıyan donatılarda kullanılır. Modern tasarımla birlikte yüzeyi kaplanmış ya da çıplak bırakılmış beton elemanlar kent mobilyalarında sıkça görülmektedir.

- **Doğal taşlar:** Yüzey kaplaması ve oturma birimleri gibi elemanlarda hem estetik hem de dayanım açısından tercih edilirler. Farklı boyut, doku ve renk seçenekleriyle mekân kimliğine güçlü bir katkı sunarlar.

- **Plastik ve türevleri:** Geniş renk skalası, kolay şekil verilebilirlik ve elektrik yalıtkanlığı gibi özellikleriyle özellikle çocuk oyun ekipmanları, çöp kutuları, sınır elemanları gibi donatılarda kullanılır.

- **Fırınlanmış malzemeler (tuğla, seramik, terakota):** Genellikle yüzey ve cephe kaplamalarında kullanılır; terakota özellikle saksı ve dekoratif elemanlarda karşımıza çıkar.

- **Kompozit malzemeler:** Farklı bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan ve doğal malzemelerin görsel etkisini daha yüksek dayanım ve düşük bakım ihtiyacı ile sunabilen ürünlerdir. Ahşap veya taş dokusunu taklit eden kompozitler, kamusal alanlarda giderek yaygınlaşmaktadır.

- **Cam malzemeler:** Kırılganlıkları nedeniyle kent mobilyalarında sınırlı kullanılır; ancak ışık geçirgenliği nedeniyle özellikle aydınlatma elemanlarında ve koruyucu yüzeylerde tercih edilebilmektedir.

Kent mobilyalarının maruz kaldığı en önemli sorunlardan biri de

vandalizmdir. Yıldırım (2000), vandalizmi sahibinin izni olmadan bir mala zarar verme, şeklini veya görünümünü bozma gibi kasıtlı eylemler olarak tanımlar. Vandalizm; psikolojik, sosyal ve fiziksel çevre koşulları, eğitim düzeyi, sahiplenme duygusu, kullanım yoğunluğu, aydınlatma yetersizliği ve malzeme dayanımı gibi pek çok faktörle ilişkilidir. Vandalizm eylem türlerinin, donatı elemanının malzeme türüne göre anlamlı farklılıklar göstermektedir. Malzeme seçimi yalnızca estetik ve dayanıklılık açısından değil, güvenlik ve sürdürülebilirlik açısından da kritiktir (Olgun ve Yılmaz, 2015).

Kaynak taramaları genel bir uzlaşıya işaret etmektedir: Merkezinde kullanıcının yer aldığı kamusal mekân tasarımlarında, kullanıcı ile mekân arasındaki bağ büyük ölçüde **kentsel peyzaj donatıları** üzerinden kurulmaktadır. Bu bağ, donatıların malzemesi aracılığıyla gerçekleşen **fiziksel etkileşimle** somutlaşmakta ve mekânsal kalite algısını doğrudan etkilemektedir. Mekân kalitesi, kent mobilyası ve malzeme arasındaki ilişki bu nedenle **sürekli ve döngüsel** bir yapı sergilemektedir.

3. Kentsel Peyzaj Donatılarının Tasarım İlkeleri

Tasarım olgusu, çağlar boyunca değişerek gelişmiştir (Durukan, 2018). Çevresel açıdan duyarlı bir tasarım süreci; bütünleşik tasarım yaklaşımını, tasarım ve yapım ekipleri arasındaki iş birliğini ve çevresel tasarım ilkelerinin geliştirilmesini içeren unsurlar eklemektedir. Bu unsurlar, geliştirme projelerine en başından itibaren dâhil edilmeli ve proje sürecinin tüm aşamaları boyunca sürdürülmelidir. Geleneksel tasarım stratejileri ise çoğu zaman yapı alanı, tasarım bileşenleri, topoğrafya ve enerji arasındaki karşılıklı ilişkileri dikkate almada yetersiz kalmaktadır (Özdemir ve ark, 2008). Konunun bir diğer önemli boyutu ise Soydan ve Benliay (2016) tarafından da vurgulandığı üzere, kentsel donatıların düzenli bakım gereksinimidir. Bakım, kentsel donatıların amaçlanan işlevlerini etkin bir biçimde sürdürebilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bakım ihtiyacı gerektirmeyen ya da daha az gerektiren unsurların kullanılması önemlidir.

3.1. İşlev-Biçim-Malzeme Üçgeni

Donatı tasarımında temel ilke **işlevsel gerekliliklerin estetik bir bütünlük içinde, çevresel koşullara uygun malzemelerle buluşmasıdır.**

Başarılı bir donatı:

1. **Doğru işlevi** karşılamalı,
2. **Mekân kimliğiyle uyumlu** biçimsel özelliklere sahip olmalı,
3. **Dayanıklı ve sürdürülebilir malzemelerle** üretilmelidir.

Bu üç unsurdan biri eksik olduğunda mekân kalitesi de olumsuz etkilendir (Erdoğan ve ark., 2011).

3.2. Kullanıcı Odaklı Tasarım

Donatılar, kullanıcıların davranış biçimlerini şekillendirir. Bu nedenle: ergonomi, erişilebilirlik, güvenlik, çoklu kullanıcı profillerine uygunluk tasarım sürecinin ayrılmaz parçalarıdır. Kentsel peyzaj donatıları, kamusal mekânlarda kullanıcıların mekânla kurduğu ilişkiyi doğrudan etkileyen ve bu ilişki üzerinden davranış biçimlerini yönlendiren temel tasarım bileşenleridir. Donatıların tasarımında yalnızca fiziksel gereksinimlerin karşılanması yeterli değildir; kullanıcıların mekânı algılama, kullanma ve sahiplenme biçimleri de tasarım sürecinin merkezinde yer almalıdır. Bu bağlamda ergonomi, erişilebilirlik ve güvenlik gibi ölçütler, kullanıcı konforunu ve mekânın sürekliliğini sağlayan vazgeçilmez unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Kullanıcı beden ölçüleri, oturma-kalkma hareketleri, görüş açıları ve kullanım süreleri dikkate alınmadan tasarlanan donatılar, kamusal mekânların etkin kullanımını sınırlamakta ve mekânsal kalite algısını olumsuz yönde etkilemektedir.

Kullanıcı odaklı donatı tasarımında çoklu kullanıcı profillerinin dikkate alınması oldukça önemlidir. Çocuklar, yaşlılar, engelli bireyler ve farklı sosyo-kültürel gruplar, kamusal mekânları farklı biçimlerde deneyimlemekte ve farklı beklentilere sahip olmaktadır. Bu nedenle donatıların tasarımında evrensel tasarım ilkeleri benimsenmeli; erişilebilirlik yalnızca fiziksel ulaşılabilirlik olarak değil, aynı zamanda algısal ve işlevsel erişim olarak ele alınmalıdır. Güvenli, okunabilir ve kullanıcıyı yönlendiren donatılar, kamusal mekânlarda aidiyet duygusunu güçlendirmekte ve kullanıcıların mekânı daha uzun süreli ve nitelikli biçimde kullanmalarını teşvik etmektedir. Bu yönüyle kullanıcı odaklı tasarım, donatıların yalnızca birer fiziksel nesne olmaktan çıkarak, kamusal yaşamın sürekliliğini destekleyen aktif mekânsal arayüzler haline getirmektedir (Aydoğan, 2022)

3.3. Yerel Kimlik ve Kültürel Süreklilik

Her kent, kendine özgü bir hafızaya ve kültürel birikime sahiptir. Donatılar bu hafızanın görünür elemanlarıdır. Bu nedenle donatı tasarımıyla:

- yerel malzeme kullanımını,
- bölgesel anlatıları,
- geleneksel motif veya oranları taşıması, mekânın kimliğini güçlendirir.

4. Malzeme ve Çevresel Faktörler

4.1. Malzemenin Mekân Üzerindeki Etkisi

Malzeme seçimi donatının:

- ömrünü,
- bakım gereksinimini,
- estetik algısını,
- kullanıcı güvenliğini doğrudan etkiler.

Her malzemenin avantaj ve dezavantajları vardır:

- **Ahşap:** sıcaklık ve doğal görünüm sunar; ancak neme ve vandallizme duyarlıdır.
- **Metal:** dayanıklı ve modern bir imaj sağlar; fakat sıcak iklimlerde ısınma problemi yaratabilir.
- **Beton:** uzun ömürlüdür; ancak ağır ve bazen “soğuk” bir algı oluşturur.
- **Kompozit malzemeler:** dayanıklılık ve estetik çeşitlilik açısından avantajlıdır.

4.2. İklimsel Koşulların Tasarıma Etkisi

Donatıların ömrü ve kullanışlılığı:

- güneş ışıınımı,
- yağmur-nem,
- tuzlu su etkisi,
- rüzgâr ve ısı değişimleri gibi çevresel faktörlerden doğrudan etkilendir.

Bu nedenle tasarım sürecinde **iklim uyumu** öncelikli bir kriterdir.

5. Mekân Kalitesi Üzerinde Donatıların Rolü

5.1. Mekânsal Düzen ve Akış

Donatılar, kullanıcı hareketini yönlendirir, mekânı alt bölümlere ayırır ve okunabilirliği artırır. İyi yerleştirilmiş donatılar:

- kentsel ritmi güçlendirir,
- odak noktaları oluşturur,
- yönlendirme sağlar,
- görsel bütünlük yaratır.

5.2. Sosyal Etkileşim ve Davranış Biçimleri

Donatıların niteliği:

- oturma sürelerini,
- kamusal alanda geçirilen zamanı,
- sosyal etkileşimi belirler.

Estetik ve konforlu donatılar, kullanıcıyı mekânda daha uzun süre tutar.

5.3. Güvenlik ve Konfor

Kamusal alanlarda güvenlik ve konfor, mekânın süreklilik içinde kullanılabilirliğini belirleyen iki temel kalite ölçütüdür. Aydınlatma elemanları, bilgilendirme panoları ve yönlendirme tabelaları; kullanıcıların mekânı kolay algılamasını, yön bulmasını ve özellikle akşam saatlerinde kendini güvende hissetmesini sağlar. Bilimsel çalışmalar, yeterli ve dengeli aydınlatmanın suç algısını azalttığını, mekânsal farkındalığı artırdığını ve kamusal alanların gece-gündüz kullanımını desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu donatılar aynı zamanda farklı yaş ve kullanıcı grupları için erişilebilirliği güçlendirerek kapsayıcı bir kamusal çevre oluşturur.

Konfor ise gölgeleme elemanları, ergonomik oturma birimleri, rüzgâr kırıcılar ve zemin dokularının kullanıcıyla uyumlu biçimde tasarlanmasıyla doğrudan ilişkilidir. İklimsel koşullara duyarlı gölgeleme çözümleri ve rüzgâr kontrolü, özellikle açık alanlarda fiziksel konforu artırırken, ergonomik oturma birimleri mekânda kalma süresini uzatır ve sosyal etkileşimi teşvik eder. Zemin dokularının kaymazlık, doku sürekliliği ve malzeme uyumu açısından doğru seçilmesi ise hem güvenliği destekler hem de mekânsal algıyı güçlendirir. Bu bütüncül yaklaşım, kamusal alanların yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda kullanıcıyı davet eden, sağlıklı ve sürdürülebilir yaşam mekânları haline gelmesini sağlar.

6. Sonuç ve Öneriler

Kentsel peyzaj donatıları, mekân kalitesinin görünür ve ölçülebilir bileşenleridir. Başarılı bir kentsel tasarım için:

1. **İşlev-biçim-malzeme uyumu** eksiksiz kurulmalı,
2. **Yerel kimlik ve kültürel süreklilik** tasarıma yansıtılmalı,
3. **Kullanıcı odaklı tasarım ilkeleri** merkeze alınmalı,
4. Donatılar **iklim koşullarına ve çevresel faktörlere dayanıklı** şekilde üretilmeli,
5. Kentlerin kendi **donatı rehberleri** oluşturularak tasarım ve uygulama standartlaştırılmalıdır.

Kentler büyürken, donatılar yalnızca birer fiziksel nesne değil, aynı zamanda **kültürel mirasın taşıyıcıları, sosyal yaşamın destekleyicileri ve estetik bütünlüğün kurucuları** olarak düşünülmelidir. Bu yaklaşım, daha yaşanabilir, sağlıklı ve kimlikli kentlerin inşasında cesur bir adım olacaktır. Bu bağlamda bu özelliklere uygun olarak Şekil 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10'da kentsel peyzaj donatıları tasarlanmıştır. Bu tasarım ürünleri beş ana başlık altında tanımlanmıştır.

6.1. Malzeme Bütünlüğü ve Yapısal Kurgu

Bu donatıların ana taşıyıcı eleman olarak **prekast beton** kullanılması, yüksek dayanım, uzun ömür ve düşük bakım gereksinimi açısından önemli bir tercih olarak öne çıkmaktadır. Betonun kütsel ve zamansız karakteri, üst yüzeylerde ve oturma alanlarında kullanılan **doğal ahşap lameller** ile dengelenmiştir. Bu karşıtlık, sert-yumuşak, soğuk-sıcak malzeme ilişkisini bilinçli biçimde bir araya getirerek kullanıcı algısında hem güven hissi hem de davetkâr bir etki yaratmaktadır.

6.2. Modülerlik ve Esneklik

Oturma birimleri farklı ölçü ve formlarda (düz, sırtlıklı, sırtlıksız, kavisli ve tekil modüller) tasarlanmıştır. Bu yaklaşım, mobilyaların:

- lineer akslar boyunca,
- düğüm noktalarında,
- yarı kapalı veya açık kamusal alanlarda

farklı senaryolara uyarlanabilmesine olanak tanımaktadır. Modüler sistem, peyzaj tasarımında **tekrar-çeşitlilik dengesini** kurarak mekânsal monotonluğu önlemekte ve kullanıcıların farklı oturma alışkanlıklarına cevap vermektedir.

6.3. Ergonomi ve Kullanıcı Deneyimi

Ahşap oturma yüzeylerinin yatayda süreklilik göstermesi ve bazı birimlerde sırt dayama elemanlarının eklenmesi, kısa süreli ve uzun süreli kullanım senaryolarını desteklemektedir. Kavisli oturma elemanları ise özellikle sosyal etkileşimi teşvik eden yarı-dairesel toplanma alanları oluşturarak kamusal mekânın sosyalleşme potansiyelini artırmaktadır.

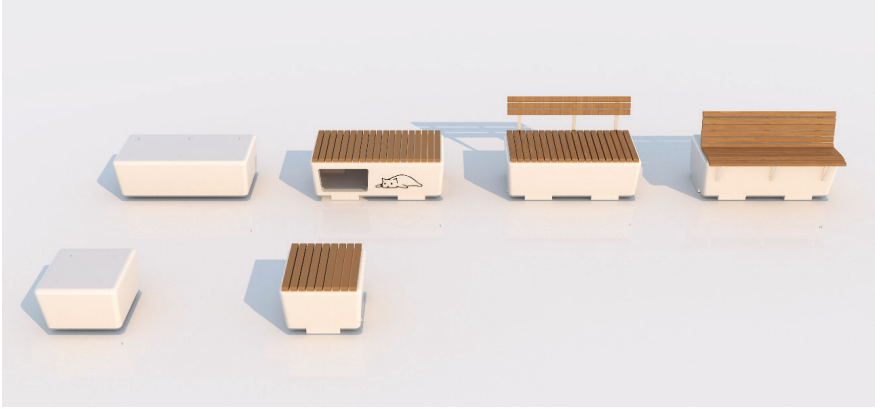
6.4. Kimlik ve Yönlendirme Elemanları

Görsellerde yer alan yönlendirme ve bilgilendirme panoları, beton gövde üzerine yerleştirilen **metal/çelik levhalar** ile tamamlanmıştır. Bu elemanlar yalnızca yön bulmayı kolaylaştırmakla kalmayıp, mekânın kurumsal ve tematik kimliğini de desteklemektedir. Yazı ve grafiklerin sade dili, okunabilirliği artırırken, malzeme seçimi vandalizme karşı direnç sağlamaktadır.

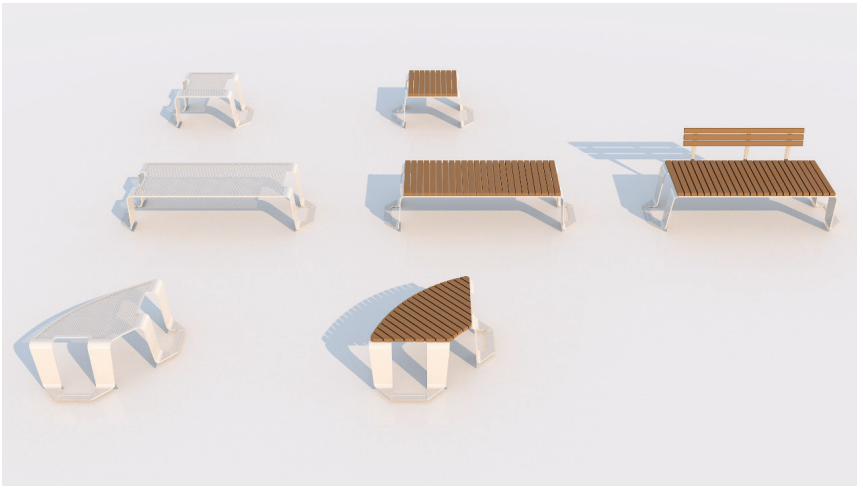
6.5. Sürdürülebilirlik ve Kentsel Uyum

Doğal ahşap kullanımı, doğru koruyucu uygulamalarla desteklendiğinde çevresel açıdan yenilenebilir bir kaynak sunmaktadır. Betonun uzun ömürlü yapısı ile birlikte değerlendirildiğinde bu mobilyalar, **yaşam döngüsü maliyeti düşük**, sürdürülebilir kentsel donatı elemanları olarak tanımlanabilir. Nötr renk paleti sayesinde farklı peyzaj tipleriyle (parklar, rekreasyon alanları, yaya aksları) uyumlu bir bütünlük kurmaktadır.

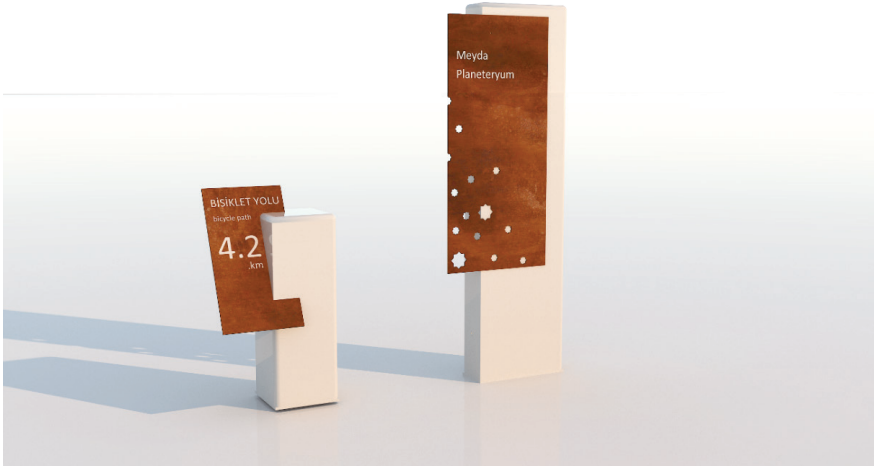
Sonuç olarak, bu beton ve ahşap kent mobilyaları; çağdaş tasarım dili, dayanıklı malzeme seçimi ve kullanıcı odaklı yaklaşımlarıyla kamusal alanların mekânsal kalitesini artıran, peyzaj mimarlığı ve kentsel tasarım disiplinleri açısından güçlü ve örneklenebilir bir donatı sistemi ortaya koymaktadır.



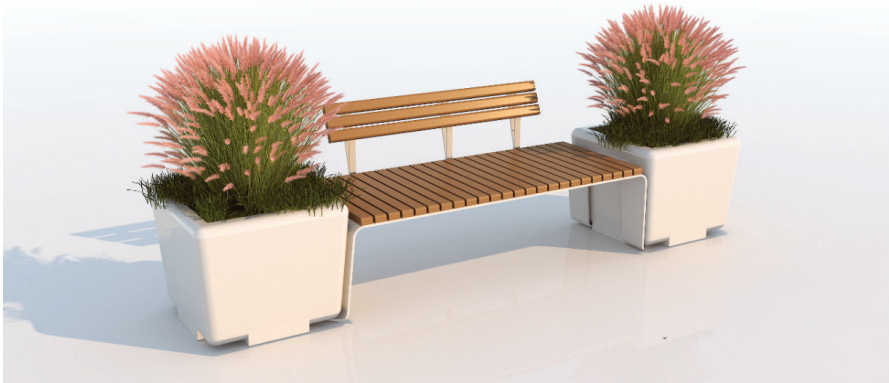
Şekil 2. Kompozit beton gövde ve ahşap yüzeyli bank önerileri



Şekil 3. Metal gövde ve ahşap yüzeyli bank önerileri



Şekil 4. Kompozit beton ve korten metal levhalı bilgilendirme panosu önerileri



Şekil 5. Kompozit beton sakı ve metal bankın bir arada kullanım senaryosu



Şekil 6. Kompozit beton bank ve metal bankların dairesel ve dörtgen kullanım senaryosu



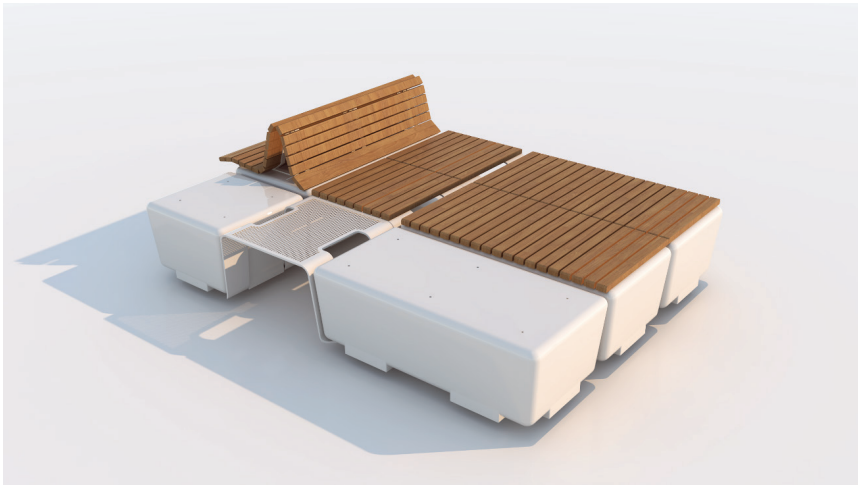
Şekil 7. Kompozit saksı ve metal oturma birimleriyle oluşan grup oturma alanı



Şekil 8. Metal ve kompozit oturma birimleriyle oluşan grup oturma tasarımı



Şekil 9. Ahşap yüzey tahrip olsa bile oturma işlevini sürdüren oturma birimleri



Şekil 10. Kompozit ve metal donatılardan oluşan dinleme ve güneşlenme birimi

Kaynaklar

- Akyol, E. (2006). *Kent mobilyaları tasarım ve kullanım süreci* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Anılsın, F. (2001). Ürün-kullanıcı ilişkileri açısından İstanbul'da kent mobilyaları. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü Yayınları, İstanbul.
- Arslan Avar, A. (2009). Lefebvre'in üçlü—algılanan, tasarlanan, yaşanan mekân—diyalektiği. *Dosya*, 17, 7–17.
- Bakan, K., & Konuk, G. (1987). *Türkiye'de kentsel dış mekânların düzenlenmesi*. TÜBİTAK Yayınları, Ankara.
- Bayazıt, N. (2001). Çağdaş bir yaşam için kent mobilyaları. *I. Uluslararası Kent Mobilyaları Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (ss. 17–22). İstanbul.
- Bilgin, N. (1990). Fiziksel mekândan insani ya da insanlı mekâna. *Mimarlık Dergisi*, 241(3), 62–65.
- Cassirer, E. (1972). *An essay on man*. Yale University Press. (Orijinal çalışma 1944)
- Çokar, A. (1994). *Kent mobilyaları: Çöp kutuları – İstanbul Fenerbahçe bölgesinde bir değerlendirme çalışması* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çubuk, M. (1989). Kamu mekânları ve kentsel tasarım. *Kamu Mekânları Tasarımı ve Kent Mobilyaları Sempozyumu Bildirileri* (ss. 49–50).
- Çubuk, M., Yüksel, G., & Karabey, H. (1978). Yapılanmamış kentsel kamusal dış mekânlar. *Yapı Dergisi*, 30, 29–31.
- Dellenbaugh, M. (2017). *Hacking urban furniture: The physical and social normative properties of street furniture*.
- Durukan, A. (2017). Cami iç mekân aydınlatma tasarımına kavramsal bir yaklaşım. *Cedrus*, 5, 531–541. <https://doi.org/10.13113/CEDRUS.201725>
- Durukan, A. (2018). Adapting Experiential View in Kindergarten Design. *PONTE*, 74(3), 46–57. Doi: 10.21506/j.ponte.2018.3.4
- Erdoğan, R. Yıldırım, C., & Oktay, H. E. (2011). Antalya-Konyaaltı parklarında kullanılan donatı elemanları tasarımlarının kullanıcı görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12(1), 1–8.
- Greene, Sherwin (1992). "Cityshape Communicating and Evaluating Community Design". In: *Journal of the American Planning Association* 58.2, pp. 177–189.
- Güleç Solak, S. (2014). *Mekân-kimlik etkileşimi ve kentsel mekâna yansımaları* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Harvey, D. (2003). *Sosyal adalet ve şehir*. Metis Yayınları. (Orijinal çalışma 1973)
- Hacıhasanoğlu, I. (1991). *Kent mobilyaları*. Teknografik Matbaacılık, İstanbul.
- Hasol, D. (1979). *Ansiklopedik mimarlık sözlüğü* (2. bs.). Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.

- İlgar, E. (2008). *Kent kimliği ve kentsel değişimin boyutları* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi.
- Lang, Jon (1994). *Urban design: the American experience*. John Wiley & Sons.
- Lynch, Kevin (1984). *Good city form*. MIT press.
- Mail, H., & Hannah, L. (2009). *What makes a place great?* Project for Public Spaces (PPS).
- Madden, K (2001). *How to Turn a Place Around, A handbook for creating successful public spaces*, edited by: Andrew Schwartz.
- Nasar, Jack L (1989). "Perception, cognition, and evaluation of urban places". In: *Public places and spaces*. Springer, pp. 31–56.
- Olgun, R. (2013). *Kentsel yeşil alanlarda vandalizm ve olası tasarım çözümlerinin Antalya örneğinde incelenmesi*. Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Olgun, R., & Yılmaz, T. (2015). Kentsel yeşil alanlarda vandalizm ve olası tasarım çözümleri: Antalya kenti örneği. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3), 27–39.
- Özdemir, A., Başal, M., & Benliay, A. (2008). Landscaping an office park in Amman, Jordan: Incorporating sustainable site design principles. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 2(2), 147–161.
- Özdemir, B. (2020). *Akıllı kent mobilyası kullanımı ve konumlandırılmasının önemi: Yenikapı ve Üsküdar aktarma merkezleri örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Paumier, Cyril B et al. (1988). *Designing the successful downtown*. Project for Public Space (2005). *What makes a successful place?* URL: <http://www.pps.org> (visited on 2019).
- Rapoport, Amos (2016). *Human aspects of urban form: towards a man—environment approach to urban form and design*. Elsevier.
- Soydan, O., & Benliay, A. (2016). Donatı elemanlarının fonksiyonel ve tasarım özelliklerinin değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 6(14), 1–18.
- TDK. (2021). *Türk Dil Kurumu sözlükleri*. <https://sozluk.gov.tr/>
- Topçu, Kadriye and S GüvenBilsel (2016). "Geleneksel Gaziantep Çarşısının Mekansal Kalite Açısından Değerlendirilmesi". In: *Artium* 4.1.
- Voordt, DJM and H B R van Wegen (2005). *Architecture in Use: an introduction to the programming, design and evaluation of buildings*.
- Yıldırım, C. (2011). *Antalya kenti içindeki parklarda yer alan donatı elemanlarının estetik ve fonksiyon açısından değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Antalya.
- Yıldırım, C., Erdoğan, R., & Oktay, H. E. (2014). Antalya kenti parklarındaki donatı elemanlarının değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 13–20.

Yıldızcı, A. C. (2001). Kent mobilyaları kavramı ve İstanbul'daki kent mobilyalarının irdelenmesi. *I. Uluslararası Kent Mobilyaları Sempozyumu Bildirileri* (ss. 29-34). İstanbul.

Bölüm 8

ÜNİVERSİTE KAMPÜSLERİNDE ENGELSİZ TASARIM VE FİZİKSEL ÇEVRE

Özgür KAMER AKSOY¹, Keziban AYHAN²

1 Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ozgur.aksoy@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8456-2681

2 Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, kezibanayhan.482212@gmail.com, ORCID: 0009-0000-9362-0265

GİRİŞ

Engelsiz tasarım, farklı fiziksel, duyuşsal ve bilişsel yeterliliklere sahip bireylerin kamusal mekânları bağımsız, güvenli ve eşit biçimde kullanabilmesini hedefleyen kapsayıcı bir tasarım yaklaşımıdır. Üniversite kampüsleri; eğitim, araştırma ve sosyal etkileşim işlevlerini bir arada barındırmaları nedeniyle, bu yaklaşımın somut olarak karşılık bulması gereken en önemli kamusal mekânlardan biridir. Kampüslerin erişilebilirliği, yalnızca engelli bireylerin mekâna fiziksel erişimiyle sınırlı olmayıp, üniversite yaşamına tam ve eşit katılımın sağlanması açısından da önemlidir.

Bu çalışma, engelsiz tasarım yaklaşımının üniversite kampüslerindeki uygulanabilirliğini, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü örneği üzerinden ele almaktadır. Araştırma kapsamında İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi yakın çevresi incelenmiş; seçilen alanlar, “herkes için erişilebilir kampüs” anlayışı doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Çalışmada kampüs alanındaki merdivenler, rampalar, yürüyüş yolları, kaldırımlar ve otoparklar; ulusal ve evrensel erişilebilirlik ölçütleri temel alınarak ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, mevcut mekânsal düzenlemelerin engelli bireylerin bağımsız ve güvenli kullanımını yeterli düzeyde desteklemediği görülmüştür. Bu durum, kampüs mekânlarının tüm kullanıcılar için kapsayıcı bir biçimde yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda çalışma, kampüs alanlarında öğrencilerin ve diğer kullanıcıların karşılaştıkları erişim sorunlarını ortaya koymayı; fiziksel çevrenin herkes tarafından eşit, güvenli ve etkin biçimde kullanılmasına yönelik mekânsal çözüm önerileri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Kitap bölümü kapsamında sunulan değerlendirme ve önerilerin, üniversite kampüslerinde engelsiz tasarım ilkelerinin yaygınlaştırılmasına, sosyal ve akademik yaşama katılımın artırılmasına ve kapsayıcı kampüs politikalarının geliştirilmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

GENEL BİLGİLER

ENGELLİLİK KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Engellilik kavramı, günlük kullanımda sıklıkla sakat veya özürlü terimleriyle eş anlamlı olarak kullanılsa da, ulusal ve uluslararası düzeyde farklı kurumlar tarafından çeşitli biçimlerde tanımlanmaktadır. Bu tanımlar, engelliliği yalnızca bireysel bir sağlık sorunu olarak değil, aynı zamanda toplumsal yaşama katılımı etkileyen çok boyutlu bir durum olarak ele almaktadır.

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından kabul edilen Sakat Kişilerin Hakları Bildirgesi'nde engelli birey; bedensel veya ruhsal yeteneklerde doğuştan ya da sonradan ortaya çıkan herhangi bir eksiklik nedeniyle, normal bir bireyin kişisel ya da sosyal yaşamında kendi başına yerine getirebildiği etkinlikleri gerçekleştiremeyen kişi olarak tanımlanmaktadır (Koca, 2010). Türkiye'de yürürlükte olan 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun'a göre ise engelli; doğuştan ya da sonradan herhangi bir nedenle bedensel, zihinsel, ruhsal, duysal veya sosyal yeteneklerini çeşitli derecelerde kaybetmesi sonucu, toplumsal yaşama uyum sağlama ve günlük gereksinimlerini karşılama konusunda güçlük yaşayan; korunma, bakım, rehabilitasyon, danışmanlık ve destek hizmetlerine ihtiyaç duyan bireyi ifade etmektedir.

Uluslararası literatürde engellilik kavramı, bireyin toplum içindeki konumunu ve katılım düzeyini merkeze alan bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'nde engelli birey; zihinsel, ruhsal, duysal veya fiziksel becerilerindeki sınırlılıklar nedeniyle, toplumdaki diğer bireylerle eşit koşullarda ve tam düzeyde katılım sağlayamayan kişi olarak tanımlanmaktadır (Eşkil, 2011).

Engellilik durumu her birey için yaşam boyu süregelen bir olgu olmayabilir. Bireylerin yaşamlarının belirli dönemlerinde ya da geçici sürelerle engellilik deneyimi yaşayabildikleri bilinmektedir. Bu doğrultuda Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ve Sakatları Koruma Milli Koordinasyon Kurulu, engelliliği süreklilik durumuna göre sürekli ve geçici olmak üzere iki ana grupta sınıflandırmıştır (İmren, 2019). Bu yaklaşım, engelliliğin dinamik ve değişken bir olgu olduğunu vurgulamaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ise engelliliği sağlık temelli bir çerçevede ele almış ve kavramı üç farklı düzeyde tanımlamıştır. Bu sınıflandırmada noksanlık; psikolojik, anatomik ya da fizyolojik yapı ve işlevlerde meydana gelen kayıp veya bozuklukları ifade etmektedir. Sakatlık, bu noksanlıkların bir sonucu olarak bireyin, normal kabul edilen bir işi yerine getirme yeteneğinde ortaya çıkan kayıp ya da kısıtlılık durumunu tanımlar. Maluliyet ise noksanlık veya sakatlık sonucunda bireyin yaş, cinsiyet, sosyal ve kültürel özelliklerine göre normal sayılabilecek faaliyetleri yerine getirmesini engelleyen ya da sınırlayan dezavantajlı durumu ifade etmektedir (Gümüş, 2001).

Engelliliğin Sınıflandırılması

Engellilik, farklı yaklaşımlar çerçevesinde çeşitli sınıflandırmalara konu olmuştur. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu tarafından 2002 yılında gerçekleştirilen Türkiye Özürlü-

lüler Araştırması'nda engellilik kavramı altı temel grupta ele alınmıştır. Bu gruplar; görme engelli, bedensel engelli, zihinsel engelli, işitme engelli, dil ve konuşma engelli ile süregen hastalıklar olarak belirlenmiştir (ÖZİ, 2011).

Görme engelli bireyler, bir veya iki gözünde kısmi ya da tam görme kaybı veya bozukluğu bulunan kişileri kapsamaktadır. Bu gruba renk körlüğü, gece körlüğü bulunan bireyler ile göz protezi kullananlar da dâhildir (Çınar, 2010).

Bedensel engelli bireyler, iskelet ve kas sisteminde yetersizlik, işlev kaybı ya da bozukluk bulunan kişilerden oluşmaktadır. Bu kapsamda uzuvlarda eksiklik, şekil bozukluğu veya kas güçsüzlüğü bulunan bireyler ile felç, beyin felci ve omurga açıklığı gibi durumlara sahip kişiler yer almaktadır (Hanik, 2019).

Zihinsel engelli bireyler, zihinsel gelişimde duraklama, gerileme ya da yavaşlama nedeniyle uyum ve davranış özellikleri bakımından yaşıtlarından anlamlı düzeyde farklılık gösteren ve bu nedenle akranlarıyla aynı eğitim programlarından yararlanamayan kişilerdir (Bekiroğlu, 2002).

İşitme engelli bireyler, bir veya iki kulağında kısmi ya da tam işitme kaybı bulunan kişileri kapsamaktadır. Bu gruba işitme cihazına ihtiyaç duyan ve cihaz kullanan bireyler de dâhildir.

Dil ve konuşma engelli bireyler, doğuştan ya da sonradan ortaya çıkan nedenlerle konuşma yetisini kullanamayan ya da konuşma hızı, akıcılığı ve anlaşılabilirliği açısından güçlük yaşayan kişilerden oluşmaktadır (Çınar, 2010).

Süregen hastalıklar ise bireyin günlük yaşam, çalışma ve işlevsellik düzeyini sınırlayan; düzenli tedavi, bakım ve izlem gerektiren sağlık durumlarını kapsamaktadır. Bu gruba kalp-damar, solunum, sindirim ve kan hastalıkları gibi uzun süreli rahatsızlıklar dâhil edilmektedir (ÖZİ, 2010).

Tarihsel Süreç İçinde Engelsiz Tasarım

Engellilik, tarihsel süreç boyunca farklı toplumsal, ekonomik ve demografik koşullarla birlikte ele alınmış ve dünya genelinde önemli bir nüfus grubunu oluşturmuştur. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), gelişmiş ülkelerde engelli bireylerin toplam nüfusun yaklaşık %10'unu, gelişmekte olan ülkelerde ise %12'sini oluşturduğunu kabul etmektedir. Bu veriler, dünya nüfusunun yaklaşık %10'unun engelli bireylerden oluştuğunu göstermektedir.

Engelliliğin ortaya çıkış nedenlerine ilişkin yapılan araştırmalar, bu durumun büyük ölçüde yaşam süreci içinde edinildiğini ortaya koymaktadır. İsviçre’de gerçekleştirilen bir çalışmaya göre engelliliğin %72’si yaşamın farklı evrelerinde ortaya çıkan hastalıklardan kaynaklanmakta; bunu %18,5 ile doğumlar ve %9,5 ile kazalar izlemektedir. Hastalık ve doğum kaynaklı engellilik daha yaygın görülürken, kazalar sonucu engelli hâle gelen erkeklerin oranının kadınlara kıyasla yaklaşık iki kat daha fazla olduğu belirtilmektedir (Seyyar, 1999).

Gelişmiş ülkelerde engelli nüfus oranlarının, gelişmekte olan ülkelere kıyasla daha yüksek görünmesinin çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bu ülkelerde engellilik kavramının daha geniş kapsamda tanımlanması, 60 yaş ve üzeri nüfus oranının yüksekliği ve istatistiksel verilerin daha sistematik ve güvenilir biçimde toplanması, engelli nüfus oranlarının daha yüksek ve daha doğru biçimde belirlenmesini sağlamaktadır.

Küresel ölçekte yapılan değerlendirmelerde, DSÖ verilerine göre dünyada 500 milyondan fazla engelli birey bulunduğu ve bu grubun toplam nüfusun yaklaşık %10’unu oluşturduğu belirtilmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütü verilerine göre ise dünya genelindeki engelli nüfus 625 milyon civarındadır. Birleşmiş Milletler de dünya nüfusunun yaklaşık %10’unun engelli bireylerden oluştuğunu ortaya koymaktadır. Engelli bireylerin önemli bir kısmı sanayileşmiş ve gelişmiş ülkelerde yaşamaktadır ve bu oran bazı çalışmalarda %80’in üzerinde ifade edilmektedir.

Örneğin Amerika Birleşik Devletleri’nde engelli bireylerin toplam nüfus içindeki sayısının yaklaşık 50 milyon olduğu belirtilmiştir. Avrupa’da ise Eurostat tarafından 1992 yılında yayımlanan verilere göre yetişkin nüfusun %11’i resmî olarak engelli olarak tanımlanmaktadır (Özcan, 2008). Bu veriler, engelliliğin küresel ölçekte yaygın bir olgu olduğunu ve kamusal politikalar ile mekânsal planlama süreçlerinde dikkate alınması gereken temel bir toplumsal gerçeklik niteliği taşıdığını göstermektedir.

Fiziksel Mekân İçinde Engellilerin Durumu

Bireylerin toplumsal yaşama tam ve eşit katılımının sağlanabilmesi, fiziksel mekânların erişilebilir nitelikte tasarlanmasıyla doğrudan ilişkilidir. Erişilebilir olmayan mekânsal düzenlemeler, engelli bireylerin kamusal hizmetlerden yararlanmasını sınırlandırmakta ve toplumsal yaşama katılımını önemli ölçüde azaltmaktadır.

Engelli bireylerin fiziksel mekânlarda karşılaştıkları engeller, yalnızca hareket kabiliyetlerini değil; sosyal, kültürel ve mesleki yaşamlarını da olumsuz yönde etkilemektedir. Günlük aktivitelerin yerine getirilme-

sinde başkalarına tam ya da kısmi bağımlılık durumu, engelli bireylerin en fazla rahatsızlık duyduğu sorunlar arasında yer almaktadır. Hareket olanaklarının kısıtlanması, toplumsal yaşama katılımı azaltmakta; buna bağlı olarak mesleki, ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetlerde de sınırlamalar ortaya çıkmaktadır (Can ve Kitiş, 2009).

Fiziksel mekânların niteliği, engelli bireylerin yaşam alanlarını kullanabilme düzeyini ve mekânın yaşanabilirliğini doğrudan etkilemekte; bu etki dolaylı olarak yaşam kalitesi üzerinde belirleyici olmaktadır. Bu nedenle fiziksel çevrenin, engelsiz tasarım ilkeleri doğrultusunda yeniden değerlendirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması, kentsel mekânların erişilebilir hâle getirilmesi açısından temel bir gereklilik olarak görülmektedir (T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, 2005).

Engelli bireylerin toplumsal yaşama eşit katılımının sağlanması, yalnızca toplumsal bir sorumluluk değil, aynı zamanda yasal bir zorunluluktur. Türkiye, taraf olduğu uluslararası sözleşmeler ve ulusal mevzuat çerçevesinde, fiziksel mekânlarda engelleyici mimari unsurların ulusal ve uluslararası standartlara uygun biçimde düzenlenmesinden sorumludur. Buna karşın, kentsel mekânlarda yerel yönetimler ile kamu kurum ve kuruluşlarının bu yükümlülükleri yeterli düzeyde yerine getirdiğini söylemek güçtür.

Üniversite Yerleşkelerinde Erişilebilirlik ve Engellilik

Üniversiteler; eğitim, öğretim ve araştırma faaliyetlerinin yanı sıra sosyal, kültürel ve barınma işlevlerini de bünyesinde barındıran yükseköğretim kurumlarıdır. Bu kurumlar, kampüsler, laboratuvarlar, fakülteler, enstitüler, yüksekokullar, yurtlar ve ortak kullanım alanlarından oluşan, sınırları belirli yerleşim alanları içerisinde faaliyet göstermektedir. Üniversite yapıları kent içinde ya da kent dışında konumlanabilmekte; bu alanlar yerleşke, kampüs veya akademik köy olarak adlandırılabilir. Bu çalışmada, Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlüğü'nde yer aldığı şekliyle, üniversitenin derslikler, yurtlar ve etkinlik alanlarının toplu olarak bulunduğu alanı ifade eden yerleşke kavramı kullanılmaktadır (Can ve Kitiş, 2009).

Üniversite yerleşkelerinde öğrencilerin ve diğer kullanıcıların günlük faaliyetlerini sorunsuz biçimde sürdürebilmeleri için fiziksel mekânların planlı, işlevsel ve erişilebilir nitelikte olması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda mekânsal düzenlemelerin, engelsiz tasarım ilkeleri doğrultusunda ele alınması ve tüm bireyleri kapsayacak biçimde kurgulanması gerekmektedir. Yerleşkelerin kent içinde ya da dışında yer alması fark etmeksizin, fiziksel çevrenin engellerden arındırılması

ve erişilebilir mekânlar olarak düzenlenmesi üniversitelerin temel sorumlulukları arasında yer almaktadır.

Türkiye’de üniversitelerin fiziksel mekânlarını engelsiz hâle getirme konusunda yeterli düzeyde uygulama gerçekleştirdiğini söylemek mümkün değildir. Hacettepe Üniversitesi yerleşkesinde yapılan bir araştırmada, fiziksel mekânların erişilebilirlik açısından yetersiz olduğu ortaya konulmuştur (Burcu, 2002). Benzer biçimde, görme ve bedensel engelli öğrencilerin derslikleri, laboratuvarları ve öğretim elemanlarını bulmada güçlük yaşadıkları; kampüs içi yolların bozukluğu, merdiven yoğunluğu, tuvaletlerin yetersizliği, sınıf donatıları, ısıtma sorunları ve özellikle kış koşullarında ulaşım güçlüklerinin önemli engeller oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu durum, üniversite yerleşkelerinde fiziksel çevrenin engelsiz hâle getirilmesinin zorunluluğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Gelişmiş ülkelerde üniversiteler, engelli bireylerin yükseköğretime katılımını teşvik etmek amacıyla sundukları olanakları kurumsal web siteleri aracılığıyla duyurmakta; engelli destek hizmetleri, engelli öğrenci birimleri ve hizmet büroları oluşturarak öğrencilerin bağımsızlıklarını ve özgüvenlerini artırmayı hedeflemektedir (Subaşıoğlu, 2008). Türkiye’de ise engellilere yönelik yasal düzenlemeler çerçevesinde üniversitelere önemli yükümlülükler getirilmiştir. 2005 yılında yürürlüğe giren 5378 sayılı Engelliler Hakkında Kanun’un 15. maddesi ile üniversitelerde, engelli öğrencilerin eğitim yaşamlarını kolaylaştırmak amacıyla gerekli düzenlemeleri yapmak ve tedbirleri almak üzere ilgili birimlerin kurulması zorunlu hâle getirilmiştir.

Bu kapsamda, bazı üniversitelerde Engelsiz Üniversite Çalıştayları ve Engelsiz Üniversite Koordinatörlükleri gibi girişimlerle erişilebilirliğe yönelik farkındalık ve uygulamaların artırılması hedeflenmektedir. Bu çalışmalar; kampüs içi ulaşımın engelsiz hâle getirilmesi, uygun yaya yolları ve rampaların oluşturulması, bina içi mekânların erişilebilir biçimde düzenlenmesi ve tasarım sürecinde engelli bireylerin gereksinimlerinin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Özellikle mevcut yapı stokunda erişilebilirliğin sağlanmasına yönelik eşitlikçi ve kapsayıcı çözümlerin geliştirilmesi, üniversite yerleşkelerinin engelsiz hâle getirilmesinde temel bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

ENGELSİZ TASARIMDA FİZİKSEL MEKÂN ÖĞELERİ

Kentsel mekânların, engelli bireylerin günlük yaşam faaliyetlerini bağımsız ve güvenli biçimde sürdürebilmelerini sağlayacak şekilde düzenlenmesi, ulusal ve uluslararası erişilebilirlik standartlarının temel hedefleri arasında yer almaktadır. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi, mekânın

yalnızca genel planlama kararlarıyla değil; aynı zamanda yapısal donatı ve mekânsal öğelerde yapılacak düzenlemelerle mümkün olmaktadır.

Türkiye’de engelli bireyler için erişilebilirliğin sağlanmasına yönelik olarak TS 12576, TS 12460 ve TS 9111 gibi standartlar kullanılmaktadır. Bu standartlar, T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı ve Gazi Üniversitesi iş birliğiyle hazırlanmış olup, fiziksel çevrenin erişilebilirlik ilkeleri doğrultusunda düzenlenmesine rehberlik etmektedir. Ayrıca Yerel Yönetimler için Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı ve Actus Guidebook gibi teknik kaynaklardan yararlanılmış; Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşmiş Milletler tarafından geliştirilen erişilebilirlik standartları da karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında, engelsiz tasarım yaklaşımı doğrultusunda fiziksel mekânda erişilebilirliği belirleyen temel yapısal donatı ve öğeler ele alınmıştır. Bu kapsamda yaya yolları ve kaldırımlar, yaya geçitleri, rampalar, duyumsanabilir yüzeyler, otopark alanları ile işaretleme ve yönlendirme elemanları; ilgili standartlar çerçevesinde değerlendirilmiştir. Böylece mekânsal erişilebilirliğin, bütüncül bir yaklaşımla ele alınması amaçlanmıştır.

Yaya Yolları ve Zemin Sürekliliği

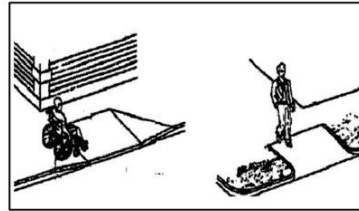
Engelsiz olarak düzenlenen yaya yolları ve kaldırımları, kentlinin kentteki tüm mekânlara yardım almadan erişebilmesini sağlar. Tasarımdan uygulamaya kadar tüm bireylerin ulaşılabilirliğinin sağlanması için yaya yolu ve yaya kaldırımı düzenlemelerinde genişlik, eğim, rampalar, malzeme yapısı ve engellerin arındırılması gibi hususlar dikkate alınmalıdır. Açık ve kapalı alanlardaki sorunlar görme engelliler için kılavuz izler, duyumsanabilir yüzeyler, bedensel engelliler için de yükseklik farkları rampa ve diğer donanımlarla giderilerek erişilebilirlik hedeflenir. Yaya kaldırımlarında eğimler: Yaya kaldırımında kesit eğimi en fazla %2 olmalı ve boy kesit güzergâh eğimi %5’ten fazla olmamalıdır. Bu eğim ölçüleri aşılsa, tekerlekli sandalye kullanıcıları için sorunlar yaratabilir. Yaya geçitlerinde, bordür taşı yüksekliği 3 cm’den fazla olmamalı veya tekerlekli sandalyeli özürlüler için kaldırımın herhangi bir yerinde 90 cm genişliğinde taşıt yoluna %8 eğimde rampa yapılmalıdır. Yaya kaldırımlarında genişlik: Yaya yollarının genişliği, amaca ve yoğunluğa göre değişebilir, ancak kaldırımlar yürüyen veya tekerlekli sandalye kullananlar için en az 1,5 metre, ideal olarak ise 2 metrelik bir genişliğe sahip olmalıdır. Özellikle otobüs duraklarında ve dükkân önlerinde bu genişlik en az 3 metre ve 3,5 metre olmalıdır. Bu ölçüler, standartlar tarafından belirlenmiştir (Hülagü vd. 2010).

Yaya kaldırımları yapısal sorunlardan arındırılmalı ve donatılar güzergâhtaki eğim ve zemin kaplamasına uygun olarak yerleştirilmelidir, böylece yayalara engel olmayacaktır. Yaya geçitleri, yayaların taşıt yollarını belirli yön ve sürelerde güvenli biçimde kullanmalarını sağlayan kamusal mekân öğeleridir. Bu alanlarda yapılan mekânsal düzenlemelerin, tüm kullanıcı grupları için güvenli ve kesintisiz bir yaya hareketini desteklemesi gerekmektedir. Yaya geçitleri ve yakın çevresinde yer alan çiçeklikler, beton bariyerler, aydınlatma elemanları ve trafik levhaları gibi yapısal ve donatı unsurları, yayaların ve engelli bireylerin hareketini kısıtlamayacak biçimde konumlandırılmalıdır. Kavşak noktalarında yaya kaldırımlarının genişletilmesi, yaya geçitlerinin algılanabilirliğini artırmakta ve güvenli geçişi desteklemektedir. Yaya geçitlerinin zebra çizgileriyle açık biçimde tanımlanması, sürücü farkındalığını artırarak yaya önceliğini güçlendirmektedir. Bunun yanı sıra rampalar ve duymasanabilir yüzeyler gibi erişilebilirlik öğelerinin yaya geçitleriyle bütüncül bir şekilde ele alınması, özellikle görme ve bedensel engelli bireylerin bağımsız hareket edebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kot Farkları, Rampalar ve Merdivenler

Rampalar; bedensel ve görme engelli bireyler başta olmak üzere yaşlılar, çocuk arabası kullananlar ve hareket kısıtlılığı bulunan diğer kullanıcıların, yaya kaldırımları veya farklı kotlardaki mekânlar arasında güvenli ve bağımsız biçimde hareket edebilmelerini sağlamak amacıyla düzenlenen yapısal öğelerdir. Rampalar, engelli bireylerin kentsel mekânları zorlanmadan kullanabilmeleri açısından erişilebilirliğin temel bileşenleri arasında yer almakta; bu nedenle boyutları ve fiziksel özellikleri, kullanıcı gereksinimlerine uygun olarak tasarlanmalıdır.

Rampaların eğim ve uzunlukları, kullanım güvenliği açısından belirleyici kriterlerdir. Uzunluğu 8 m'yi aşan rampalarda eğimin en fazla %5 olması gerekmektedir. Rampaların sahanlıkta yön değiştirdiği durumlarda ise, tekerlekli sandalye kullanıcılarının manevra yapabilmesini sağlamak amacıyla sahanlık ölçülerinin en az 150 cm × 150 cm olması önerilmektedir (Çivici ve Gönen, 2015).



Şekil 1. Yaya geçitlerindeki rampalar (URL 1; Çivici ve Gönen, 2015)

Rampalar, tasarım özelliklerine göre farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır. Açılarına göre rampalar; düz rampalar, 90° dönüşlü rampalar ve 180° dönüşlü rampalar olarak ele alınırken, konumlandıkları yere göre kaldırım rampaları ve yaya geçidi rampaları şeklinde gruplandırılmaktadır (Şekil 1). Bu rampaların tasarım ve uygulama sürecinde, yayaların ve engelli bireylerin rahat ve güvenli kullanımını sağlayacak mekânsal süreklilik esas alınmalıdır.

Bina girişlerinde merdiven bulunması durumunda, engelli bireylerin binaya erişimini sağlamak amacıyla uygun rampaların oluşturulması gerekmektedir. Bu düzenleme, engelli bireylerin bina içine bağımsız biçimde girebilmelerine olanak tanımakta ve bina içi dolaşımın güvenli biçimde sürdürülmesini desteklemektedir.



Şekil 2. Rampalar ve yüzey uygulamaları (URL 2)

Rampa yüzeyleri, kaymayan ve sert malzeme ile kaplı olmalıdır. Ayrıca, görme engelliler için rampanın başında ve sonunda, 150 cm uzunluğunda duymasanabilir uyarıcı yüzeyler yapılmalıdır (Şekil 2).

Rampa yüzeylerinin kaymayı önleyici, sert ve dayanıklı malzemelerle kaplanması erişilebilirlik açısından önemlidir. Ayrıca görme engelli bireylerin rampanın başlangıç ve bitiş noktalarını algılayabilmeleri için, rampanın her iki ucunda en az 150 cm uzunluğunda duymasanabilir uyarıcı yüzeylerin yer alması gerekmektedir. Bu yüzeyler, görsel ipuçlarına ihtiyaç duymadan yönlenmeyi mümkün kılarak rampaların güvenli kullanımına katkı sağlamaktadır (Türkyılmaz ve İskender, 2018).

Otoparklar ve Kampüs İçi Ulaşım

Türkiye’de yürürlükte olan otopark mevzuatına göre, genel otoparklarda engelli bireyler için ayrılan park yeri sayısının, toplam otopark kapasitesinin en az %5’i oranında olması zorunludur (Kaplan vd., 2019). Bu

düzenleme, engelli bireylerin kamusal alanlara erişimini kolaylaştırmayı ve mekânsal eşitliği sağlamayı amaçlamaktadır.

Engelli park yerlerinin, uluslararası standartlara uygun engelli sembolleriyle açık ve görünür biçimde işaretlenmesi gerekmektedir. Engelli park yerleri ile erişilecek yapı girişi arasındaki mesafe en fazla 25 m, tercihen ise 10 m olacak şekilde düzenlenmelidir. Açık ve kapalı otoparklarda engelli park yerlerinin, bina girişlerine, asansörlere veya çıkış noktalarına en yakın konumda yer alması erişilebilirlik açısından temel bir ölçüt olarak kabul edilmektedir.

Kamuya açık ve özel mülkiyete ait alanlarda yer alan otoparklarda da benzer ilkelerin gözetilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda engelli bireylere ayrılan park alanlarının, otopark giriş ve çıkışlarına yakın ve güvenli erişim sağlayacak biçimde tasarlanması, mekânsal sürekliliğin sağlanması açısından önem taşımaktadır.

Yönlendirme, Kılavuz İzler ve Duyumsanabilir Yüzeyler

Yaya kaldırımlarında görme engelli bireylerin güzergâhları bağımsız ve güvenli biçimde takip edebilmeleri amacıyla kılavuz izler ve duyumsanabilir yüzeyler kullanılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Duyumsanabilir yüzey malzemeleri (URL 3)

Bu yüzeyler, zemin kaplamasından renk ve doku farklılıklarıyla ayrışan; ayakkabı tabanı veya beyaz baston aracılığıyla algılanabilen yönlendirici ve uyarıcı mekânsal öğelerdir. Kılavuz izlerin genişliği 60 cm olmalı, duyumsanabilir yüzeylerdeki profil yüksekliği 5 mm'yi aşmamalıdır. Güzergâhta yön değişimi gereken noktalarda doku farklılaştırmasıyla uyarı verilmesi, kesişimlerde yön değiştirme öğelerinin kullanılması ve malzeme sürekliliğinin sağlanması erişilebilirlik açısından temel ölçütlerdir.

Kılavuz izler, ağaçlar, aydınlatma elemanları ve kent mobilyaları gibi potansiyel tehlike oluşturan donatılardan uzak tutulmalı; bu engeller uyarıcı duyumsanabilir yüzeylerle açık biçimde tanımlanmalıdır. Kullanılan yüzeylerin diğer yayalar ve tekerlekli sandalye kullanıcıları için engel oluşturmaması ve çevresinden zıt renklerle ayırt edilebilir olması gerekmektedir. Yaya yollarında kılavuz iz uygulamaları, yaya trafiğinde düzen ve güvenliği artırarak özellikle merdiven, rampa ve yaya geçitleri gibi riskli alanlarda güvenli hareketi desteklemektedir.

KAMPÜS ALANI TASARIMINDA GENEL ÖZELLİKLER VE ENGELSİZ TASARIM YAKLAŞIMI

Kampüs planlama kararları, üniversite yerleşkelerinin işlevsel, sürdürülebilir ve bütüncül biçimde gelişmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Planlama sürecinde yanlış kararlar alınması, kampüs içinde mekânsal yığılmalara ya da kampüsün kentsel alana kontrolsüz biçimde yayılmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle kampüs büyüklüğü belirlenirken; arsa ve çevre ilişkileri, arazi topografyası, iklim koşulları gibi doğal faktörlerin yanı sıra ulaşım olanakları, teknik altyapı, gelişme potansiyeli ve çevrenin fiziksel durumu gibi sosyo-kültürel veriler de dikkate alınmalıdır. Kampüs alanı, en az 30–40 yıllık gereksinimleri karşılayabilecek ve gelecekte yeni programların eklenmesine olanak tanıyacak uzun vadeli stratejik bir yaklaşımla değerlendirilmelidir (Açıkkay, 2015).

Kampüs kurulacak arazinin büyüklüğü; akademik birimlerin sayısı, öğrenci, öğretim elemanı ve hizmet veren personel yoğunluğu ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle arazi seçimi sürecinde mevcut ihtiyaçların yanı sıra gelecekteki büyüme ve gelişme olasılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır (Türeyen, 2002). Yerleşkenin kurulacağı alanla ilgili doğal, fiziksel ve sosyal tüm verilerin eksiksiz biçimde toplanması; buna bağlı olarak kaynak analizleri ve planlamasının yapılması kampüs tasarımının temel aşamalarındandır (Yıldızoğlu, 2006).

Kampüs alanlarının uygunluğunu belirlemede; arazi büyüklüğü, gelişme olanakları, topografik ve jeolojik yapı, ekolojik sürdürülebilirlik, kampüs içi ulaşım sistemi, çevresel etkiler, görsel karakter ve kullanım yoğunlukları gibi çok sayıda kriter birlikte değerlendirilmelidir. Kampüsler, farklı işlevlerin bir arada bulunduğu karmaşık yaşam alanları olduğundan, bu işlevler arası ilişkilerin kesintisiz biçimde sürdürülebilmesi sistematik bir planlama ve programlama sürecini gerektirmektedir (Erkman, 1990; Begeç, 2002).

Günümüzde kampüslerin temel işlevleri; eğitim-öğretim, araştırma-uygulama ve toplum hizmetleri olarak tanımlanmaktadır (Türeyen,

2002). Kampüsler yalnızca akademik faaliyetlerin yürütüldüğü alanlar değil, aynı zamanda bulundukları kentin sosyal, kültürel ve ekonomik gelişimine katkı sağlayan önemli mekânsal yapılardır. Bu nedenle kampüslerin yer seçimi, büyüklüğü ve mekânsal organizasyonu, kentin mevcut yapısı ve gelişme potansiyeli dikkate alınarak ele alınmalıdır (Özen, 2005).

Bir üniversite kampüsü; akademik, idari, dinlenme-rekreasyon ve barınma olmak üzere dört ana bölgeden oluşmaktadır. Akademik bölge derslikler, laboratuvarlar ve kütüphaneleri; idari bölge yönetim birimlerini; rekreasyonel bölge spor alanları, yeme-içme ve dinlenme mekânlarını; barınma bölgesi ise yurtlar ve otoparkları içermektedir. Kampüslerin kendi kendine yeterli bir yapıya sahip olabilmesi için sağlık birimleri, sosyal alanlar ve açık-yeşil mekânlar da planlama sürecine dâhil edilmelidir. Ayrıca öğrencilerin sosyo-kültürel yaşamını destekleyecek mekânların, kolay erişilebilir konumlarda tasarlanması önem taşımaktadır (Ayvacı, 2009).

Kampüs Alanlarında Engelsiz Tasarım

Engelli bireylerin kampüs alanlarını etkin ve bağımsız biçimde kullanabilmeleri için erişilebilirlik temel bir planlama ölçütüdür. Erişilebilirlik; bireylerin bir mekâna ulaşmasını engelleyen fiziksel, zihinsel veya sosyal engellerin ortadan kaldırılması ve tüm kullanıcıların eşit koşullarda mekâna erişebilmesini ifade etmektedir. Ulaşım ve hareketlilik, bireylerin ekonomik, sosyal ve psikolojik yaşamını etkileyen temel faktörler olup, mekânsal erişimin ön koşulunu oluşturmaktadır (Kaplan, 1989).

Erişilebilirlik kavramı; yaş, cinsiyet, fiziksel yeterlilik, sosyal grup ve yaşam tarzı gibi farklılıklara bağlı olarak ortaya çıkan gereksinimlerin, tasarım ve planlama sürecinde dikkate alınmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda engelsiz tasarım, yalnızca engelli bireyler için değil; yaşlılar, çocuklar, hamileler, bebek arabası kullananlar ve geçici hareket kısıtlılığı yaşayan tüm bireyler için kapsayıcı mekânlar oluşturmayı hedeflemektedir (Gümüş, 2007).

Uluslararası düzeyde erişilebilirliğe ilişkin mevzuat çalışmaları, 1982 yılında kabul edilen Dünya Eylem Programı ve 1993 tarihli “Engelliler İçin Fırsat Eşitliği Konusunda Standart Kurallar” ile kurumsal bir çerçeve kazanmıştır. Bu düzenlemeler, kamusal mekânların ve yapıların baştan itibaren erişilebilirlik ilkeleri doğrultusunda tasarlanmasını zorunlu hale getirmektedir.

Üniversite kampüslerinde engelsiz tasarım kapsamında; kaldırımlarda duymasanabilir yüzeyler, rampalar, erişilebilir bina girişleri, yaya

geçitlerinde uyarıcı yüzeyler ve engellilere ayrılmış otopark alanları gibi düzenlemeler yapılmalıdır. Engelli bireylerin araçlarıyla rahatça erişim sağlayabilmesi için otoparklarda uygun manevra alanları bırakılmalı ve engelli park yerleri açık, okunabilir işaretlerle tanımlanmalıdır (Yıldırım, 2015).

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Alanı

Araştırmanın ana materyalini, Aydın ili Efeler ilçesinde yer alan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü oluşturmaktadır. Aydın kenti sınırları içerisinde konumlanan kampüs, eğimli bir topoğrafya üzerinde yer almakta olup çevresi verimli tarım arazileriyle çevrilidir. Kampüsün bu topoğrafik özellikleri, erişilebilirlik ve engelsiz tasarım açısından değerlendirilmesi gereken önemli mekânsal koşullar sağlamaktadır.

Çalışma -Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü'nün engelsiz tasarım açısından değerlendirilmesi konusu çerçevesinde-Türkiye'deki bir üniversite yerleşkesinin örnek alan olarak ele alınması amacıyla kurgulanmıştır. Kampüs içerisinde farklı fakülte ve birimlerin bulunması, alanın çok yönlü kullanım özellikleri göstermesine olanak tanımaktadır. Bu kapsamda İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi çevresi, bünyesinde birden fazla bölüm barındırması ve sosyal-rekreasyonel alanlarla ilişkisinin güçlü olması nedeniyle örnek alan olarak seçilmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Alan çalışmasının temel amacı, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Yerleşkesi'nin engelsiz mekân ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmesi ve engelli öğrenciler, akademik ve idari personel ile diğer kullanıcılar için erişilebilir hâle getirilmesine yönelik mekânsal önerilerin geliştirilmesidir. Bunun yanı sıra çalışmanın, diğer üniversite yerleşkelerinde yapılacak engelsiz tasarım uygulamalarına örnek teşkil edebileceği öngörülmektedir.

Yöntem ve Analiz Süreci

Alan çalışması öncesinde, engellilik, erişilebilirlik, evrensel tasarım ve engelsiz tasarım konularında ulusal ve uluslararası literatür taraması yapılmış; konuya ilişkin yasal düzenlemeler, yönetmelikler ve teknik standartlar incelenmiştir. Elde edilen kuramsal veriler, çalışma alanındaki mevcut durumla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda özellikle TS 12576 – Şehir İçi Yollar: Özürlü ve Yaşlılar için Sokak, Cadde,

Meydan ve Yollarda Yapısal Önlemler ve İşaretlemelerin Tasarım Kuralları standardı temel değerlendirme ölçütü olarak ele alınmıştır.

Araştırmanın ilk aşamasında, örnek alanın engelsiz tasarıma uygunluğunu belirlemek amacıyla 1/1000 ve 1/500 ölçekli haritalar üzerinden mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde yerleşkenin genel mekânsal yapısı, çevresiyle ilişkisi, yaya ve araç erişim noktaları, toplu taşıma güzergâhları ve durak konumları ile kampüs girişlerinin kullanım yoğunlukları değerlendirilmiştir. Harita analizleri, yerinde yapılan gözlem ve incelemelerle desteklenmiştir.

İkinci aşamada, kampüs içerisinde yer alan binaların konumları, yaya ve araç sirkülasyonu, otopark alanları, idari ve akademik birimler ile açık alanların kullanım ilişkileri incelenmiştir. Bu aşamada gerçekleştirilen yerinde gözlemlerle, engelsiz erişimi sınırlandıran ya da engelleyen mekânsal sorunlar tespit edilmiş; alanın mevcut durumunu belgelemek amacıyla fotoğraflar çekilmiş ve gerekli ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler, bina girişleri, kaldırımlar, yaya yolları, merdivenler, rampalar, otopark alanları ve bitkilendirme düzenlemeleri gibi erişilebilirliği doğrudan etkileyen dış mekân unsurlarının, engellilere yönelik standartlar açısından analiz edilmesine olanak sağlamıştır.

Harita analizleri ve alan gözlemleri sonucunda, çalışmanın etaplar hâlinde ele alınmasının uygun olduğu belirlenmiştir. Tüm yerleşkenin engelsiz hâle getirilmesinin kapsamlı uygulama projeleri gerektirmesi nedeniyle, bu çalışmada örnek alan olarak Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü içerisinde yer alan İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi ve yakın çevresi seçilmiştir. Fakülte alanı, bünyesinde birden fazla bölüm barındırması ve yoğun öğrenci ile personel kullanımına sahip olması nedeniyle engelsiz mekân uygulamalarının değerlendirilmesi açısından uygun bir örnek alan niteliği taşımaktadır.

Son aşamada, elde edilen tüm veriler doğrultusunda mevcut durum değerlendirilmiş ve engelsiz tasarım ilkeleri çerçevesinde mekânsal iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Fiziksel engelli bireylerin yerleşkeyi kullanımına ilişkin uygunluk durumu ve karşılaşılan sorunlar, yerinde gözlem ve analizler temel alınarak ortaya konulmuştur.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

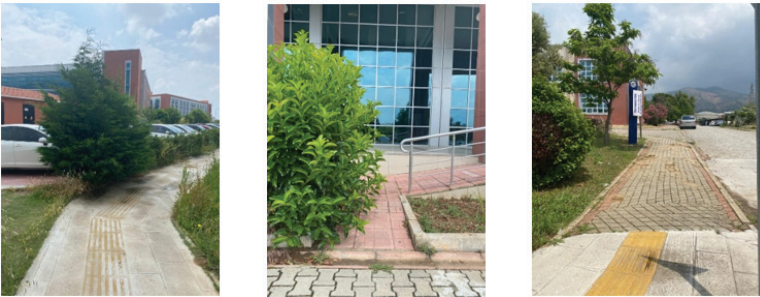
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Merkez Kampüsü, çok sayıda akademik birimi bünyesinde barındıran geniş ölçekli bir yerleşkedir. Ancak bu çalışmanın kapsamı, kampüs içerisinde yer alan İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi çevresi ile sınırlandırılmıştır. Seçilen çalışma alanında; alan girişleri, yaya ve yürüyüş yolları, rampalar, merdivenler, otopark

alanları ile bilgilendirme ve yönlendirme elemanları erişilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Engelli bireylerin kampüs mekânlarını kullanım sürecinde karşılaştıkları sorunlar, yerinde gözlem ve analizler doğrultusunda ortaya konulmuştur.

İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi çevresindeki girişler, merdivenler ve rampalar incelendiğinde, merdiven basamaklarının genişlik ve yükseklik ölçülerinde belirgin tutarsızlıklar bulunduğu ve mevcut ölçülerin erişilebilirlik standartlarına yalnızca kısmen uyduğu tespit edilmiştir. Kampüs arazisinin eğimli topoğrafyası nedeniyle yaya ulaşımı birçok noktada merdivenler aracılığıyla sağlanmakta; ancak bu merdivenlerin büyük bölümünde rampalarla desteklenen alternatif erişim çözümlerinin bulunmadığı görülmektedir.

Özellikle öğrenci girişinde, tekerlekli sandalye kullanan bireylerin doğrudan erişimini sağlayacak bir rampanın bulunmaması erişilebilirlik açısından önemli bir eksiklik oluşturmaktadır. Ayrıca bu girişe ulaşımı sağlayan yaya güzergâhı üzerinde de engelsiz dolaşımı destekleyecek alternatif bir rampa düzenlemesine yer verilmediği belirlenmiştir.

Merdiven basamaklarının rıht yükseklikleri ve basamak genişliklerinin standartlara uygun olmadığı; basamak yüzeylerinde kaygan malzeme kullanıldığı ve basamak uçlarında koruyucu kaymaz şeritlerin bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, engelli bireylerin yanı sıra tüm kullanıcılar açısından da düşme ve yaralanma riski oluşturmaktadır. Elde edilen bulgular, kampüs girişleri ve merdiven alanlarında erişilebilirlik ve kullanıcı güvenliği odaklı yeniden düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi

Yaya dolaşım alanlarında yüzey sürekliliğinin sağlanamadığı, çeşitli fiziksel engellerin dolaşımı kısıtladığı gözlemlenmiştir. Yer ızgaraları, düzensiz zemin kaplamaları, çukurlar ve ani kot farkları; tekerlekli sandalye kullanıcıları ve görme engelli bireyler için takılma, devrilme ve yön kaybı riskleri oluşturmaktadır. Ayrıca bozulmuş zemin kaplamaları, keşişen drenaj kanallarının oluşturduğu engebeler, araç bariyerleri ve yaya kaldırımları üzerindeki engelleyici unsurlar, engelli bireylerin kampüs içinde güvenli ve bağımsız dolaşımını önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Şekil 4; Şekil 5).



Şekil 5. İnsan ve Toplum Bilimler Fakültesi

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, eğimli topoğrafya üzerinde konumlanan üniversite kampüslerinde erişilebilirliğin sağlanabilmesi için fiziksel çevrenin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasının zorunlu olduğunu göstermektedir. İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi çevresinde yapılan incelemeler; rampaların yetersizliği, merdiven-rampa bütünlüğünün sağlanamaması, zemin süreksizlikleri ve yönlendirme eksikliklerinin engelli bireylerin bağımsız ve güvenli dolaşımını ciddi biçimde kısıtladığını ortaya koymuştur.

Bu doğrultuda kampüs alanında, TS 12576 başta olmak üzere ilgili standartlara uygun eğim ve genişlikte rampalar tasarlanmalı; rampaların yüzeyleri kaymaz, düzgün ve süreklilik sağlayacak biçimde düzenlenmeli, giriş ve çıkış noktalarında korkuluk ve el tutamaklarıyla kullanıcı güvenliği artırılmalıdır. Yaya yolları ve zemin kaplamaları bozulma, çukur ve çatlaklardan arındırılarak pürüzsüz hâle getirilmeli; kaymayı önleyici malzemeler ve yeterli renk-kontrast uygulamalarıyla güvenli dolaşım sağlanmalıdır. Ayrıca drenaj kanalları yeniden düzenlenerek yaya hareketini zorlaştıran engebeli yapıların ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Görme engelli bireyler için kılavuz izler ile dokunsal ve gerektiğinde sesli yönlendirme elemanları; diğer engelli gruplar için ise okunabilir, kontrastlı ve harita destekli bilgilendirme sistemleri tasarım sürecine entegre edilmelidir. Bina ve açık alanlarda erişilebilir girişler, engelli tuvaletleri ve asansörler sağlanmalı; eğitim mekânlarında tekerlekli sandalye kullanımına uygun donatılar ve erişilebilir eğitim materyalleri sunulma-

lıdır. Bununla birlikte bina girişlerine yakın konumlandırılmış engelli otoparkları ve erişilebilir kampüs içi ulaşım düzenlemeleri, mekânsal sürekliliği destekleyecek biçimde ele alınmalıdır.

Sonuç olarak, üniversite kampüslerinde erişilebilirliğin sağlanması; fiziksel mekân bileşenlerinin tekil çözümler yerine, standartlara dayalı, birbirleriyle ilişkili ve bütüncül bir sistem olarak yeniden ele alınmasını gerektirmektedir. Bu yaklaşım, kampüslerin yalnızca engelli bireyler için değil, tüm kullanıcılar için daha güvenli, kapsayıcı ve nitelikli kamusal mekânlar hâline gelmesine katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Keziban Ayhan'ın Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde, 2022–2023 Eğitim-Öğretim yılında Doç. Dr. Özgür Kamer Aksoy danışmanlığında hazırladığı lisans bitirme tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Açıkcay S H., (2015). Kent İçi Üniversite Kampüslerinin Ekolojik Tasarım İlkeleri Kapsamında İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayvacı, G., (2009). Üniversite Kampüslerindeki Dış Mekân Tasarımında Kullanıcı Gereksinimlerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Begeç, H., (2002). Üniversitelerde Kampüs Yerleşme Biçimleri, Yapı 252, Kasım 2002
- Bekiroğlu, M. S. 2002. Peyzaj Düzenlemelerinde Özürlülerin Kullanımları ile İlgili Sorunların Saptanması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Birleşmiş Milletler Genel Kurulu (United Nations-UN), Uluslararası Özürlü Hakları Sözleşmesi (Convention on the Rights of Persons with Disabilities), Madde 2, TBMM Arşivi, 2006.
- Burcu, E. (2002). Üniversitede Okuyan Özürlü Öğrencilerin Sorunları: Hacettepe-Beytepe Kampüsü Öğrencileri Örneği. Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi, 19(1).
- Can, T., & Kitiş, A. (2009). Çevresel Durum Özürlüyü Nasıl Etkiler. Öz-Veri Dergisi, T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, Ankara, 6(1), 1363-1375.
- Çınar, N. 2010. Üniversite Kampüslerindeki Peyzaj Erişilebilirliğinin Engelliler Açısından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tez, Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Ankara.
- Çivici, T., & Gönen, D. (2015). Balıkesir Üniversitesi Çağış Yerleşkesinin Bedensel Engelli Öğrencilerin Sosyal Alanlara Ulaşılabilirliğinin Değerlendirilmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3(3), 639-646.
- Erkman, U., (1990). Büyüme ve Gelişme Açısından Üniversite Kampüslerinde Planlama ve Tasarım Sorunları. İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi. İstanbul
- Eşkil Y.Ö., (2011). Engelliler İçin Dış Mekân Tasarım Özellikleri Bağlamında Ankara Kent Parklarının İrdelemesi. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın.
- Gazi Üniversitesi Engelli Danışma Birimi, 2010, “Yüksek Öğretim Kurumları Özürlüler Danışma ve Koordinasyon Yönetmeliği” <http://www.mediko.gazi.edu.tr>
- Gümüş, Ç.D., (2001). Kent İçi Toplu Taşımacılık Hizmetlerinde Özürlüler İçin Ulaşılabilirliğin Sağlanması. Özürlüler Uzmanlığı Tezi. T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı. Ankara, 180s.
- Hanik, K. 2019. Erişilebilirliğin Uludağ Üniversitesi Görükle Yerleşkesi Örneğinde İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Bursa.
- İmren, Ö.T., (2019). Kent Parklarının Kullanım Olanaklarının Engelliler Açısından İrdelenmesi: İstanbul İli Zeytinburnu İlçesi Çırpıcı Şehir Parkı

- Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tekirdağ.
- Kaplan. H., Yüksel. Ü., Gültekin. A. B., Güngör. Can., Karasu. N., Çavuş . M., “Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı”, T.C. Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı, *Mattek Matbaacılık*, Ankara, 1–117 (2009).
- Karakaş, B., (1999). Üniversite Kampüslerinin Fiziksel Gelişim Planı Hazırlama Süreci ve Bartın Orman Fakültesinin Bu Bağlamda İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, ZKÜ, FBE, Bartın.
- Koca, C., (2010). Engelsiz Şehir Planlaması Bilgilendirme Raporu, İstanbul.
- Özen, Ü., 2005: Üniversite kuruluşunun kent merkezi arazi kullanım biçimine olan etkiler: Çanakkale Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, FBE, İstanbul.
- ÖZİ, 2011. T.C. Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı. Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı. T.C. Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı Yayınları. 124 s.
- ÖZİDA (Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı) (2010) Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı, Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı, yayın no:49, Ankara.
- Seyyar, A. (1999). Özürllülüğün Tanımlanmasındaki Sosyal Faktörlerin Önemi. *Saray Rehabilitasyon Dergisi*, 2.
- Subaşıoğlu, F. (2008). Üniversitelerin Bilgi ve Belge Yönetimi Bölümleri’nin “engellilik farkındalığı” üzerine bir araştırma. *Bilgi Dünyası*, 9(2), 399-430.
- T.C. Başbakanlık Özürllüler İdaresi Başkanlığı, “II Özürllüler Şurası Yerel Yönetimler ve Özürllüler Şura Kararları”, Nurol Matbaacılık, Ankara, 8–9 (2005).
- Türeyen, M., (2002). Yükseköğretim Kurumları- Kampuslar. Tasarım Yayın Grubu. İstanbul.
- Türk Standardları Enstitüsü (TSE). TS 12576 – Şehir İçi Yollar – Özürllü ve Yaşlılar İçin Tasarım Kuralları.
- Türkyılmaz, E., & İskender, E. (2018). Mimari tasarımda ulaşılabilirlik kavramının tekerlekli sandalye kullanıcıları açısından irdelenmesi.
- United Nations, 1996. Department For Economic and Socail Information and Policy Analysis, Manuel fort the Development of Statistical Information for Disability Programmes an Policies, United Nations Reproduction Section, New York.
- URL 1: <http://www.saferoutesinfo.org>
- URL 2: <http://upload.wikimedia.org>
- URL 3: <http://www.watco.co.uk>
- Yıldırım, K., (2015). Mustafa Kemal Üniversitesi Engelsiz Kampüs Projesi.
- Yıldızoğlu, Z. (2006). Üniversite Yerleşkeleri Fiziksel Gelişim Planlaması ve Tasarımı: Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Yerleşkesi Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale

Bölüm 9

PEYZAJ PLANLAMA VE SULAK ALAN YÖNETİMİNDE UZAKTAN ALGILAMA TEMELLİ SU KALİTESİ İZLEME İNDEKSLERİ

Ömer K. ÖRÜCÜ^{1 2}

1 Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İsparta, Türkiye

2 Süleyman Demirel Üniversitesi Göller Bölgesi Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi

E-Posta: omerorucu@sdu.edu.tr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2162-7553>

1. GİRİŞ

Sulak alanlar, karasal ve sucul ekosistemler arasında ekoton oluşturan, biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu, hidrolojik döngünün düzenlenmesinde önemli bir rol oynayan ve sayısız ekosistem hizmeti sunan dinamik peyzaj alanlarıdır (Mitsch and Gosselink 2015). Peyzaj planlama disiplini açısından bakıldığında, sulak alanlar yalnızca ekolojik odak noktaları değil, aynı zamanda kentsel ve kırsal peyzajların sürdürülebilirliğini sağlayan, arazi kullanım kararlarını yönlendiren stratejik unsurlardır (Amézaga, Santamaría, and Green 2002). Bu alanlar, taşkın kontrolü, su arıtımı, iklim düzenlemesi, karbon tutulumu ve rekreasyonel alan sağlama gibi hayati işlevleriyle peyzajın işlevsel bütünlüğünü korurlar (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Ramsar Sözleşmesi ile, sulak alanların korunması küresel bir öncelik haline getirilmiş ve peyzaj ölçeğinde bütünlük yönetim yaklaşımlarını zorunlu kılmıştır (Davidson 2014). Modern peyzaj planlamada, sulak alanların koridor ve destinasyon işlevleri, ekolojik ağların omurgasını oluşturarak biyolojik çeşitliliğin devamlılığını desteklemekte (Jongman, Külvik, and Kristiansen 2004) ve bu nedenle arazi kullanım planlarının merkezinde yer almaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak, ancak sulak alanların sağladığı ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama süreçlerine etkin bir şekilde entegre edilmesiyle mümkündür (De Groot et al. 2010).

Sulak alan ekosistemlerinin yapısal bütünlüğü ve işlevsel sürekliliği, büyük ölçüde su kalitesi parametreleri tarafından belirlenmektedir (Keddy 2010). Su kalitesi, fiziksel (örn. sıcaklık, bulanıklık, askıda katı madde), kimyasal (örn. nutrient konsantrasyonları, çözünmüş oksijen, pH, ağır metaller) ve biyolojik (örn. klorofil-a, alg varlığı) göstergelerin bir bütünü olarak tanımlanır ve bu parametreler ekosistem sağlığının temel belirleyicileridir (Wetzel 2001). Özellikle azot ve fosfor gibi besin maddelerinin aşırı yüklenmesi (ötrofikasyon), sucul sistemlerde oksijen tükenmesine, toksik alg patlamalarına ve biyolojik çeşitlilik kaybına yol açarak ekosistem işlevlerinde geri dönüşü zor bozulmalara neden olabilmektedir (Smith and Schindler 2009). Su kalitesi, aynı zamanda hidrolojik rejim ve sediment taşınımı ile yakından ilişkilidir; dolayısıyla sulak alan yönetiminde bütüncül bir yaklaşım gerektirir (Zedler 2000). Etkili bir sulak alan yönetimi, su kalitesinin sürekli izlenmesini, kirlenici kaynakların belirlenmesini ve kirlilik baskılarına karşı dirençliliğin artırılmasını zorunlu kılar (Craft, Krull, and Graham 2007). Ekosistem tabanlı yönetim anlayışı, su kalitesini yalnızca bir çevresel parametre olarak değil, aynı zamanda sosyo-ekolojik sistemlerin sürdürülebilirliğini sağlayan temel bir bileşen olarak ele almakta (Boyd and Banzhaf 2007) ve su kalitesi indeksleri, bu bağlamda karar vericiler için anlaşılır ve uygulanabilir araçlar sunmaktadır.

Geleneksel su kalitesi izleme yöntemleri, noktasal ölçümlere dayanması, zaman ve maliyet açısından yoğun kaynak gerektirmesi ve geniş alanlarda sürekli veri sağlamada yetersiz kalması nedeniyle, özellikle erişimi zor ve geniş sulak alan sistemlerinin izlenmesinde kısıtlılıklar taşımaktadır (Matthews 2011). Uzaktan algılama teknolojileri, bu kısıtları aşmak için güçlü alternatifler sunar; çünkü su yüzeyinin optik özellikleri ile su kolonu içindeki konsantrasyonlar arasında kurulan kantitatif ilişkiler sayesinde, geniş alanların senkron ve zamansal verilerini sağlayabilir (Richards 2013). Uydu sensörleri (Landsat, Sentinel-2, MODIS vb.) tarafından kaydedilen elektromanyetik radyasyon, özellikle su kolonundaki optik aktif bileşenler olan klorofil-a (alg biyokütlesi), toplam askıda katı madde ve çözünmüş organik madde gibi parametrelerin konsantrasyonları ile korelasyon gösterir (Gordon and Morel 1983). Bu ilişki, seçili dalga boylarındaki yansıma değerleri kullanılarak geliştirilen algoritmalar ve ampririk/analitik modeller aracılığıyla su kalitesi parametrelerinin haritalanmasına olanak tanır (Gitelson 1993). Uzaktan algılama, izleme çalışmalarında mekansal ve zamansal süreklilik sağlamanın yanı sıra, tarihsel uydu arşivleri (Landsat'ın 1970'lerden bu yana veri sağlaması gibi) sayesinde su kalitesindeki uzun dönemli değişimlerin ve eğilimlerin analiz edilmesine de imkan verir (Kloiber et al. 2002). Bu teknoloji, böylece, sulak alan yönetiminde proaktif ve kanıta dayalı karar alma süreçlerini destekleyen vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir.

Bu kitap bölümünün temel amacı, peyzaj planlama ve sulak alan yönetimi disiplinlerine hizmet edecek şekilde, uydu görüntüleri kullanılarak elde edilen su kalitesi indekslerinin teorik temellerini, metodolojik yaklaşımlarını ve uygulama örneklerini sistematik bir biçimde ortaya koymaktır. Çalışma, öncelikle, uzaktan algılamaya dayalı su kalitesi izlemenin fiziksel prensiplerini ve en yaygın kullanılan Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi (Normalized Difference Chlorophyll Index – NDCI) Modifiye Edilmiş Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (Normalized Difference Water Index-MNDWI) gibi toplam 14 adet spektral indeks detaylandıracaktır. İkinci olarak, bu indekslerin sulak alan ekosistemlerinin sağlık durumunun değerlendirilmesinde, kirlilik kaynaklarının belirlenmesinde ve peyzaj planlama kararlarının desteklenmesinde nasıl kullanılabileceğine dair vaka çalışmaları ve uygulama stratejileri sunulacaktır. Bölüm, aynı zamanda, uzaktan algılama verileri ile yerinde ölçümlerin entegrasyonunun önemini vurgulayarak, doğrulama ve kalibrasyon süreçlerine değinecektir. Son olarak, mevcut teknolojik imkanlar ve gelecekteki eğilimler (yüksek çözünürlüklü ve hyperspektral veriler, makine öğrenmesi algoritmalarının kullanımı gibi) çerçevesinde, bu yöntemlerin peyzaj planlama ve sulak alan yönetimi pratiğinde karşılaştığı zorluklar ve sunduğu fırsatlar tartışılacaktır. Bu kapsamla, bölümün, araştırmacı-

lar, planlamacılar ve karar vericiler için kapsamlı bir rehber ve referans kaynağı oluşturması hedeflenmektedir.

2. SULAK ALAN EKOSİSTEMLERİNDE SU KALİTESİ

Sulak alanlar, yüksek üretkenlikleri ve karmaşık biyokimyasal süreçleri nedeniyle su kalitesinin tanımının ve değerlendirmesinin özel bir çerçeve gerektirdiği benzersiz ekosistemlerdir (Mitsch and Gosselink 2015). Bu sistemlerde su kalitesi, statik bir durum göstergesinden ziyade, hidrolojik akışlar, sediment dinamiği, bitki örtüsü ve mikrobiyal aktiviteler arasındaki sürekli etkileşimler tarafından şekillendirilen dinamik bir süreçtir (Reddy and DeLaune 2008). Bu nedenle, sulak alanlarda su kalitesi kavramı, yalnızca su kütlesinin kendi içsel özelliklerini değil, aynı zamanda çevreleyen peyzajdan (havza) gelen girdileri ve sulak alanın bu girdileri filtreleme, dönüştürme ve depolama kapasitesini (işlevsel rolünü) de kapsayan bütüncül bir yaklaşımı gerektirir (Kadlec and Wallace 2009). Dolayısıyla, etkili bir yönetim için, su kalitesinin ekosistem yapı ve işlevi ile ilişkisi, sulak alanın “ekosistem sağlığı” bağlamında ele alınmalıdır (Rapport, Costanza, and McMichael 1998).

Su kalitesi, belirli bir su kütlesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerinin, belirli bir kullanım veya ekosistem bütünlüğü için uygunluk derecesini tanımlayan çok boyutlu bir kavramdır (Chapman 1996). Bu tanım, insan merkezli (içme suyu, tarımsal sulama, rekreasyon) ve ekosistem merkezli (biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, besin ağı dinamiği) olmak üzere iki temel bakış açısını içerir. Sulak alan ekosistemleri bağlamında su kalitesi, esas olarak sistemin doğal yapısını ve ekolojik işlevlerini sürdürme kapasitesini belirleyen özellikler bütünü olarak ele alınır (Wetzel 2001). Su kalitesinin temel bileşenleri üç ana kategoride toplanabilir: (1) Konsantratif Bileşenler: Sudaki çözünmüş veya askıda bulunan madde konsantrasyonları (örneğin, besin elementleri, tuzluluk, ağır metaller, organik karbon). (2) Fiziksel-Dinamik Bileşenler: Suyun akış rejimi, sıcaklık, bulanıklık (turbidite) ve ışık penetrasyonu gibi, kütle ve enerji transferini kontrol eden özellikler (Gordon et al. 2004). (3) Biyotik Bileşenler: Sudaki canlı organizmaların varlığı, bolluğu ve çeşitliliği, ki bunlar hem su kalitesinin bir sonucudur hem de onu geri besleyerek etkiler (Carpenter, Stanley, and Vander Zanden 2011). Bu bileşenler birbirinden bağımsız değildir; örneğin, yüksek besin yükü (kimyasal bileşen) alg patlamalarına (biyotik bileşen) neden olarak suyun ışık geçirgenliğini (fiziksel bileşen) azaltır. Dolayısıyla, su kalitesinin sulak alanlardaki rolü, bu üçlü bileşen setinin etkileşimli bir fonksiyonu olarak görülmelidir (Vörösmarty et al. 2010).

Sulak alan su kalitesinin niceliksel olarak ölçülmesi ve izlenmesi, her biri ekosistemin farklı bir yönünü yansıtan bir dizi parametre ile gerçekleştirilir.

Fiziksel Parametreler: Bu parametreler suyun enerji dengesini ve optik özelliklerini belirler. Sıcaklık, metabolik reaksiyon hızlarını, çözünmüş oksijen doygunluğunu ve tür dağılımını doğrudan etkileyen temel bir faktördür (Caissie 2006). Turbidite (bulanıklık) veya toplam askıda katı madde (Total Suspended Solids-TSS), su-daki inorganik ve organik partiküllerin miktarını gösterir; yüksek değerler ışık geçirgenliğini azaltarak sualtı bitki örtüsünün fotosentezini kısıtlar ve omurgasız habitatlarını olumsuz etkiler (Davies-Colley and Smith 2001). Renk, genellikle humik ve fulvik asitler gibi çözünmüş organik maddelerden (dissolved organic matter-DOM) kaynaklanır ve suyun ışığı absorbe etme özelliğini değiştirerek fotokimyasal süreçleri etkiler (Kirk 1994).

Kimyasal Parametreler: Bu grup, sulak alanın kimyasal işlevlerini ve kirlilik durumunu gösterir. Çözünmüş oksijen (Dissolved Oxygen-DO), aerobik organizmaların yaşaması için elzemdir ve düşük seviyeleri (<5 mg/L) ötrofikasyon veya organik kirlenmenin güçlü bir göstergesidir (Dodds 2002). pH, suyun asitlik-bazlık derecesi olup, kimyasal türlerin biyoyararlanımını ve toksisitesini kontrol eder (Stumm and Morgan 2013). Nutrientler (Azot ve Fosfor), sulak alan üretkenliğinin temel belirleyicileridir. Toplam azot (Total nitrogen-TN) ve toplam fosfor (Total phosphorus-TP) konsantrasyonları, ötrofikasyon riskinin değerlendirilmesinde kritik öneme sahiptir (Smith and Schindler 2009). Tuzluluk (iletkenlik), özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki sulak alanlarda veya denizel etki altındaki sistemlerde önemli bir stres faktörüdür (Nielsen vd., 2003). Ağır metaller (kurşun, cıva, kadmiyum vb.) ve kalıcı organik kirleticiler (Persistent Organic Pollutants-POPs), biyolojik birikim ve besin zinciri magnifikasyonu nedeniyle uzun vadeli ekolojik riskler taşır (Mason 2013).

Biyolojik Parametreler: Bu parametreler, su kalitesinin canlı organizmalar üzerindeki etkisinin entegre bir göstergesidir. Klorofil-a konsantrasyonu, fitoplankton (alg) biyokütlesinin ve dolayısıyla ötrofikasyon seviyesinin en yaygın ölçütüdür (Carlson 1977). Bentik makroomurgasız toplulukları ve Fitoplankton/Fitobentoz

kompozisyonu, su kalitesindeki değişimlere uzun vadede tepki veren biyotik indekslerin temelini oluşturur (Karr 1981; Stevenson, Pan, and Van Dam 2010). Mikrobiyal populasyonlar ve koliform bakteri seviyeleri ise organik kirlenme ve patojen riski hakkında bilgi sağlar (Brettar and Höfle 2008).

3. UZAKTAN ALGILAMA VE SU KALİTESİ İZLEME

Sulak alan ve iç su ekosistemlerinde su kalitesinin izlenmesi, geleneksel noktasal ve laboratuvar bazlı yöntemlerle karşılaşılan mekansal ve zamansal kısıtlamalar nedeniyle, uzun süredir önemli bir zorluk teşkil etmektedir (Matthews 2011). Uzaktan algılama teknolojisi, bu boşluğu doldurmak için güçlü bir alternatif sunarak, su yüzeyinden yansıyan veya yayılan elektromanyetik radyasyonu kullanarak su kolonunun bileşenleri hakkında dolaylı ancak tutarlı bilgiler elde etmeyi mümkün kılar (Richards 2013). Bu yaklaşım, su kalitesi parametrelerinin geniş alanlarda, tekrarlı ve maliyet-etkin bir şekilde haritalanmasına olanak tanımakta, böylece peyzaj ölçeğinde dinamik süreçlerin anlaşılmasına ve proaktif yönetim kararlarının alınmasına katkı sağlamaktadır (Wang et al. 2020).

3.1. Uzaktan Algılama Temel İlkeleri

Uzaktan algılama, bir sensör ile hedef arasında fiziksel temas olmadan, elektromanyetik radyasyon ile bilgi toplama, işleme ve analiz etme bilimidir (Jensen 2015). Su kalitesi izleme bağlamında, bu süreç genellikle pasif optik uzaktan algılamaya dayanır; burada güneş radyasyonu su yüzeyine çarpar, bir kısmı yansır, bir kısmı su kolonuna nüfuz eder ve burada su molekülleri ile çözünmüş ve askıdaki maddelerle etkileşime girerek emilir veya saçılır (Mobley 1994). Sensöre ulaşan radyasyon, yansıtma (ρ) olarak ölçülür ve bu sinyal, atmosferik etkilerden (Rayleigh saçılımı, aerosol emilimi vb.) arındırıldıktan sonra, suyun yüzey ve kolon özelliklerinin bir fonksiyonudur (Gordon 1997). Su, temiz ve derin olduğunda, yakın-kızılötesi (near-infrared-NIR) ve orta-kızılötesi (short-wave infrared-SWIR) bölgelerdeki radyasyonu neredeyse tamamen absorbe eder, bu da bu bantlarda çok düşük yansıma değerleri ile sonuçlanır (Dekker, Vos, and Peters 2001). Ancak, su kolonunda optik aktif bileşenler (Optically Active Constituents - OACs) bulunduğunda, suyun spektral imzası karakteristik şekilde değişir. Fitoplankton pigmentleri (başta klorofil-a) mavi ışığı emer, yeşil ışığı yansıtır; çözünmüş organik maddeler (CDOM) mavi ışığı güçlü şekilde emer; ve inorganik askıda katı maddeler (TSS) genellikle görünür ve NIR bölgelerde yansımayı artırır (Bukata et al. 1995). Bu spektral davranış farklılıkları, belirli dalga boyu kombinasyonlarına dayalı algoritmalar geliştirilerek su kalitesi parametrelerinin

niceliksel olarak tahmin edilmesinin temelini oluşturur (Gitelson 1993) (Gitelson, 1993).

3.2. Su Kalitesi İzlemede Kullanılan Uydu Sistemleri

Çeşitli uydu platformları, farklı mekansal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlük özellikleri ile su kalitesi izleme için kullanılmaktadır. Sistem seçimi, izlenecek su kütlesinin boyutuna, dinamiklerine ve hedef parametrelere bağlıdır. Çizelge 1 de Çoklu Uydu Sensörleri için spektral bant karşılaştırması görülmektedir.

Çizelge 1 Çoklu Uydu Sensörleri için Spektral Band Karşılaştırma Tablosu
((Chander, Markham, and Helder 2009; Donlon et al. 2012; ESA 2015; USGS 2021; Wulder et al. 2019a, 2019b; Xiong et al. 2005))

Spektral Bölge	Landsat 5 TM (µm)	Landsat 7 ETM+ (µm)	Landsat 8/9 OLI/ TIRS (µm)	Sentinel-2 MSI (nm)	MODIS (µm)	Sentinel-3 OLCI (nm)
Kıyı/Aerosol	-	-	B1: 0.433-0.453	B1: 442.7	B8: 0.405-0.420	Oa1: 400
Mavi	B1: 0.45-0.52	B1: 0.45-0.52	B2: 0.450-0.515	B2: 492.4	B3: 0.459-0.479	Oa3: 442.5
Yeşil	B2: 0.52-0.60	B2: 0.52-0.60	B3: 0.525-0.600	B3: 559.8	B4: 0.545-0.565	Oa6: 560
Kırmızı	B3: 0.63-0.69	B3: 0.63-0.69	B4: 0.630-0.680	B4: 664.6	B1: 0.620-0.670	Oa8: 665
Kırmızı Kenarı	-	-	-	B5: 704.1	-	Oa11: 708.75
NIR	B4: 0.76-0.90	B4: 0.77-0.90	B5: 0.845-0.885	B8: 832.8	B2: 0.841-0.876	Oa17: 865
SWIR-1	B5: 1.55-1.75	B5: 1.55-1.75	B6: 1.560-1.660	B11: 1613.7	B6: 1.628-1.652	-
SWIR-2	B7: 2.08-2.35	B7: 2.08-2.35	B7: 2.100-2.300	B12: 2202.4	B7: 2.105-2.155	-
Termal	B6: 10.4-12.5	B6: 10.4-12.5	B10: 10.6-11.19	-	B31: 10.78-11.28	-

3.2.1. Landsat Serisi

NASA ve USGS tarafından yürütülen Landsat programı, 1972'den beri sürekli Dünya gözlemi sağlayan en uzun soluklu sivil uydu programıdır (Wulder et al. 2019b). Landsat 5 TM (Thematic Mapper) ve Landsat 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), 30 metre mekansal çözünürlükte görünür, NIR ve SWIR bantları ile su kalitesi çalışmalarının temel taşı olmuştur (Kloiber et al. 2002). Landsat 8 OLI (Operational

Land Imager) ve Landsat 9, daha gelişmiş radyometrik hassasiyet (12-bit), kıyı/aerosol (Band 1) ve cirrus bulut (Band 9) tespiti için özel bantlar sunar, bu da atmosferik düzeltme ve su uygulamaları için doğruluğu artırır (Pahlevan et al. 2020). Landsat'ın 16 günlük tekrar periyodu, orta ölçekli değişimlerin izlenmesi için uygundur, ancak hızlı değişen olaylar (alg patlamaları) için yetersiz kalabilir.

3.2.2. Sentinel Serisi

Avrupa Uzay Ajansı'nın (European Space Agency -ESA) Copernicus programının bir parçası olan Sentinel-2 misyonu (2A ve 2B uyduları), su kalitesi izlemede bir devrim yaratmıştır (Drusch et al. 2012). 10 metrelik (Görünür ve NIR) ve 20 metrelik (Kırmızı-Kenar ve SWIR) yüksek mekansal çözünürlüğü, nehirler, kıyı bölgeleri ve küçük su kütlelerinin daha detaylı incelenmesine imkan tanır. Özellikle, üç adet Kırmızı-Kenar (Red-Edge) bandı (Band 5, 6, 7), klorofil-a konsantrasyonundaki küçük değişimlere son derece duyarlıdır ve fitoplankton türlerinin ayırt edilmesinde önemli bir avantaj sağlar (Mishra and Mishra 2012). Beş günlük birleşik tekrar periyodu (iki uydu ile), dinamik süreçlerin izlenmesinde Landsat'a göre belirgin bir üstünlük sunar (Toming et al. 2016).

3.3.3 MODIS ve OLCI

NASA'nın MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) sensörleri (Aqua ve Terra uydularında), günlük küresel kapsama ve yüksek spektral çözünürlük (36 bant) sağlar, ancak mekansal çözünürlükleri (250m-1km) nispeten düşüktür (Hu et al. 2004). Bu özellikleri, büyük göller, rezervuarlar ve kıyı sularında günlük ölçeğe klorofil-a, yüzey sıcaklığı ve toplam askıda katı madde gibi parametrelerin izlenmesi için idealdir. Benzer şekilde, ESA'nın MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) ve onun halefi OLCI (Ocean and Land Colour Instrument) Sentinel-3 uydusunda, su renk çalışmaları için optimize edilmiş spektral bantlarla (21 bant, 300m çözünürlük) hizmet vermektedir (Brewin et al. 2015). Bu sistemler, geniş alanlarda ve küresel ölçekte uzun vadeli eğilim analizleri için vazgeçilmezdir.

3.3. Spektral Bantlar ve Su Kalitesi Parametreleri

Uydu tabanlı su kalitesi tahmini, spektral bantlar veya bunların matematiksel kombinasyonları (indeksler) ile yerinde ölçülen parametreler arasında kurulan ampirik, yarı-analitik veya analitik ilişkilere dayanır.

Klorofil-a (Chl-a): Fitoplanktonların temel pigmenti olan klorofil-a, mavi ışığı (~440-470 nm) kuvvetli, yeşil ışığı (~550 nm) daha zayıf emer. Bu nedenle, yeşil bandın (ör. Landsat Band 3, Sentinel-2 Band 3) mavi

veya kırmızı bandın (ör. Landsat Band 4, Sentinel-2 Band 4) oranına dayalı indeksler yaygın kullanılır (Gitelson 1993). Özellikle Sentinel-2'nin Kırmızı-Kenar bantları (704 nm, 740 nm civarı), klorofil-a'nın floresans etkisi ve absorpsiyon özellikleri nedeniyle çok daha hassas tahminler sağlar; Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi (NDCI) gibi indeksler bu bantları kullanır (Mishra and Mishra 2012).

Toplam Askıda Katı Madde (TSS): İnorganik sedimentler genellikle görünürden NIR'e kadar artan bir yansıma eğrisi sergiler. Bu nedenle, kırmızı (~660 nm) ve özellikle NIR (~850 nm) bantlardaki yansıma değerleri, TSS konsantrasyonu ile güçlü pozitif korelasyon gösterir (Nechad, Ruddick, and Park 2010). Tek bir NIR bandı veya kırmızı ve NIR bantlarının lineer kombinasyonları sıklıkla kullanılır. Yüksek TSS varlığı, suyun optik özelliklerine hakim olabilir ve diğer parametrelerin (Chl-a) tahmini zorlaştırabilir.

Çözünmüş Organik Madde (CDOM): CDOM, mavi ışığı (400-500 nm) çok güçlü şekilde absorbe eder. Bu nedenle, mavi bandın (ör. Landsat Band 2, Sentinel-2 Band 2) yeşil veya kırmızı banta oranı, CDOM konsantrasyonu ile negatif bir ilişki gösterir. CDOM ve fitoplanktonun mavi bölgedeki absorpsiyon spektrumları örtüştüğü için, bu parametrelerin ayrıştırılması zorluk teşkil eder ve genellikle çoklu spektral modeller gerektirir (Kutser et al. 2005).

Su Sıcaklığı: Termal kızılötesi bantlar (ör. Landsat TIRS Band 10, 11) kullanılarak su yüzeyi sıcaklığı (Land surface temperature-LST) doğrudan hesaplanabilir. Bu, sıcaklık tabakalaşması, termal atık deşarjı izleme ve klorofil-a tahmini için bir girdi parametresi olarak önemlidir (Kay et al. 2005).

3.4. Uzaktan Algılamanın Avantajları ve Sınırlılıkları

Uzaktan algılama, su kalitesi izleme ve yönetimi için çok yönlü bir araç olarak önemli avantajlar sunmaktadır. Öncelikle, sağladığı mekansal süreklilik ve geniş alan kapsama yeteneği, geleneksel noktasal ölçümlerle tespit edilemeyen heterojen dağılımları, kirlilik plümlerini ve su kütlesi içindeki desenleri ortaya çıkarmayı mümkün kılar (Matthews 2011). Landsat ve Sentinel gibi operasyonel uydu misyonlarının on yıllara yayılan sistematik arşivleri, su kalitesi parametrelerindeki mevsimsel döngüleri, uzun vadeli eğilimleri ve ani çevresel olayların etkilerini niceliksel olarak analiz etmek için benzersiz bir tarihsel bağlam sağlamaktadır (Palmer, Kutser, and Hunter 2015). Bu yöntem, özellikle geniş, erişilmesi zor veya tehlikeli su kütlelerinde, geleneksel saha kampanyalarının yüksek lojistik maliyet ve emek gereksinimlerine kıyasla önemli ölçüde maliyet-etkin-

lik avantajı sunar (Wulder et al. 2019b). Aynı zamanda, sayısal verilerin algoritmik işlenmesi, operatör önyargısını minimize ederek, zamana ve mekana göre tutarlı ve tekrarlanabilir ölçümlerin elde edilmesini garanti eder.

Ancak, bu teknolojinin etkin kullanımı önemli bilimsel ve pratik sınırlılıkları aşmayı gerektirir. Temel zorluklardan biri, atmosferik girişimdir; su yüzeyinden gelen zayıf sinyal, atmosferdeki aerosol, su buharı ve moleküllerin saçılma ve soğurma etkileriyle bozulur, bu da hassas parametre kestirimi için gelişmiş atmosferik düzeltme prosedürlerini zorunlu kılar (Gordon 1997). Diğer bir önemli sınırlama, sıg ve karmaşık sulak alan sistemlerinde ortaya çıkar; bu ortamlarda su kolonunun spektral imzası, su altı tabanının yansıtması ve derinlik ile etkileşime girerek “optik olarak derin” sular için geliştirilmiş standart biyo-optik algoritmaların geçerliliğini olumsuz etki eder. (Dekker et al. 2001). Ayrıca, algoritma özgüllüğü belirli bir su kütlesinin optik özelliklerine (optik su sınıfı) göre kalibre edilen ampirik modeller, farklı optik koşullara sahip başka bir su kütlesine doğrudan uygulandığında önemli hatalara yol açabilir, bu da yerinde doğrulama ve yerel kalibrasyonun kaçınılmaz olduğunu gösterir (Odermatt et al. 2012). Pratik bir engel olarak bulut örtüsü, optik sensörlerin düzenli zaman serisi verisi sağlama kabiliyetini kesintiye uğratır. Son olarak, uzaktan algılama teknikleri doğaları gereği yalnızca suyun optik özelliklerini değiştiren parametrelere (örn., klorofil-a, askıda katı madde, CDOM, yüzey sıcaklığı) duyarlıdır; çözünmüş oksijen, besin tuzları ve pH gibi kimyasal parametreler ise yalnızca bu optik aktif değişkenlerle kurulmuş dolaylı ve genellikle bölgeye özgü ilişkiler aracılığıyla tahmin edilebilmektedir.

4. UYDU TABANLI SU KALİTESİ İNDEKSLERİ

Uydu görüntüleri, su kalitesinin izlenmesi için zengin bir spektral veri kümesi sağlasa da, bu ham verinin ekolojik açıdan anlamlı ve yöneticiler tarafından yorumlanabilir bilgiye dönüştürülmesi gereklidir (Palmer et al. 2015). Su kalitesi indeksleri, bu ihtiyaca cevap veren, çok boyutlu su kalitesi verilerini tek bir sayısal değer veya sınıfa indirgerek durumun hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilmesini sağlayan matematiksel araçlardır (Abbasi and Abbasi 2012). Uzaktan algılama tabanlı indeksler ise, bu konsepti spektral uzaya taşıyarak, uydu bantlarının kombinasyonları aracılığıyla belirli su kalitesi parametrelerinin veya genel durumunun uzamsal olarak haritalanmasını mümkün kılar (Xu 2006). Bu indeksler, geleneksel indekslerin aksine, sürekli bir mekansal kapsama alanı sunar ve peyzaj ölçeğindeki heterojenliği ortaya çıkarır (Matthews, Lo, and Byrne 2015).

Su kalitesi indeksi (Water Quality Index - WQI), çok sayıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik su kalitesi parametresini, belirli bir su kütlesinin genel durumunu temsil eden tek bir sayısal değere (örneğin, 0-100 arası) dönüştüren bir araç olarak tanımlanır (Brown et al. 1972; Horton 1965). Temel amaç, karmaşık veri setlerini basitleştirmek, su kalitesindeki zamansal ve mekansal değişimleri izlemek ve karar vericiler ile kamuoyu için anlaşılır bir iletişim aracı sağlamaktır (Cude 2001). Klasik WQI'ların geliştirilmesi genellikle dört adımı içerir: (1) Uygun parametrelerin seçimi, (2) Her parametre için alt indeks eğrilerinin oluşturulması, (3) Parametrelere ağırlık atanması, (4) Ağırlıklandırılmış alt indekslerin toplamı ile nihai indeks değerinin hesaplanması (Lumb, Sharma, and Bibault 2011). Bu yaklaşım, başlangıçta nehir ve akarsu sağlığının değerlendirilmesi için geliştirilmiş olsa da, zamanla göller, rezervuarlar ve sulak alanlar için özelleştirilmiş versiyonları ortaya çıkmıştır (Kannel et al. 2007). Ancak, bu geleneksel WQI'ların büyük bir kısıtlılığı, hesaplamalarının tamamen yerinde ölçülen noktasal verilere dayanması ve bu nedenle geniş alanlarda sürekli haritalama sağlayamamasıdır (Kumar 2012). Uzaktan algılama teknolojisinin ilerlemesi, WQI kavramını mekansal bir boyuta taşıyarak, spektral verilerden türetilen parametre tahminlerini kullanan veya doğrudan spektral yansıma değerlerine dayalı indekslerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır (Suthar et al. 2010).

Uzaktan algılamaya dayalı su kalitesi indeksleri, genellikle belirli bir su kalitesi parametresini veya olgusunu (örn., su varlığı, alg biyokütlesi, bulanıklık) vurgulamak için seçilmiş iki veya daha fazla spektral bandın matematiksel kombinasyonlarıdır (Jensen 2015). Bu indeksler, tipik olarak normleştirilmiş fark formatında yapılandırılır, çünkü bu format, atmosferik ve aydınlanma koşullarındaki değişikliklerden kaynaklanan paraziti azaltmaya yardımcı olur (Huete 1988). Genel formül şu şekildedir: $\text{İndeks} = (\text{Band_A} - \text{Band_B}) / (\text{Band_A} + \text{Band_B})$. Burada, Band_A hedeflenen özelliğe yüksek yansıma gösteren bir dalga boyunu, Band_B ise düşük yansıma gösteren bir dalga boyunu temsil eder. Sonuçta elde edilen indeks değeri -1 ile +1 arasında değişir, bu da görsel yorumlamayı ve eşik değerlerle sınıflandırmayı kolaylaştırır (McFeeters 1996). Çizelge 2 de su kaynakları ve çevre izlemede kullanılan temel uzaktan algılama indekslerinin formülleri ve spektral özellikleri görülmektedir. Bu indekslerin temel avantajı, doğrudan uydu verilerinden hesaplanabilmeleri, böylece geleneksel örnekleme noktaları arasında tam bir mekansal süreklilik sağlayan haritalar üretebilmeleridir. Ancak, bunların çoğu ampiriktir ve belirli bir sensöre, su kütlesinin optik sınıfına ve yerel koşullara bağlıdır, dolayısıyla evrensel uygulanabilirlikleri sınırlı olabilir ve her zaman yerinde verilerle kalibrasyon ve doğrulama gerektirir (Odermatt et al. 2012).

Çizelge 2 Su Kaynakları ve Çevre İzlemede Kullanılan Temel Uzaktan Algılama İndeksleri: Formüller ve Spektral Özellikleri

İndeks Adı	Formül	Dalga Boyu / Spektral Bölge
NDVI (Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi)	$(NIR - RED) / (NIR + RED)$	RED: 620-690 nm (klorofil absorpsiyon bandı) NIR: 760-900 nm (hücre sel saçılım bölgesi)
NDWI (Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi)	$(GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$	GREEN: 520-600 nm (su geçirgenlik penceresi) NIR: 760-900 nm (su absorpsiyon bandı)
MNDWI (Geliştirilmiş NDWI)	$(GREEN - SWIR) / (GREEN + SWIR)$	GREEN: 520-600 nm SWIR: 1550-1750 nm (kuvvetli su absorpsiyonu)
NDCI (Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi)	$(RED_EDGE - RED) / (RED_EDGE + RED)$	RED: 660-680 nm (klorofil-a maksimum absorpsiyonu) RED_EDGE: 700-730 nm (floresans geçiş bandı)
Klorofil-a (İki-Bant Oranı Metodu)	$BLUE / GREEN$ veya NIR / RED_EDGE	BLUE: 440-490 nm (fikoeritrin) GREEN: 520-560 nm (fikosiyantin) NIR/RED_EDGE: 700-750 nm (klorofil floresansı)
Klorofil-a (Moses Metodu)	$Chl-a = a \times [(1/BLUE - 1/GREEN) \times RED] + b$	BLUE: 443-490 nm GREEN: 560 nm civarı RED: 660-680 nm (klorofil-a maksimum absorpsiyonu)
Klorofil-a En-semble	$\sum(a_i \times R_i) + b$ (çoklu regresyon)	Çoklu bantlar: 400-900 nm aralığı (tüm görünür ve NIR spektrumu)
TSI (Carlson Trofik Durum İndeksi)	$10 \times [6 - (\ln(SD) / \ln(2))]$ veya $10 \times [6 - ((\ln(48/Chl-a)) / \ln(2))]$	SD: 490 nm (diffüz azalma kat-sayısı) Chl-a: 440-665 nm (klorofil ölçüm bantları)
Trofik Seviye Kategorisi	$Chl-a \leq 2.6 \rightarrow$ Oligotrofik $2.6 < Chl-a \leq 7.3 \rightarrow$ Mezotrofik $7.3 < Chl-a \leq 55 \rightarrow$ Ötrofik $Chl-a > 55 \rightarrow$ Hiperötrofik	Chl-a: 440-665 nm (klorofil konsantrasyonu) SD: 490-580 nm (ışık penetrasyonu)
Secchi Diski Derinliği	$SD = K_d \times \ln((L_s - L_b) / L_{th})$	K_d: 490 nm (parlaklık ölçümü) L_s: 550-580 nm (su ışınlımı) L_b: 450-650 nm (arka plan radyansı)
TSS (Toplam Askıda Katı Madde)	$TSS = a \times (RED/NIR)^b$ veya $TSS = a \times R_{red} + b$	RED: 620-690 nm (sediment saçılımı) NIR: 760-900 nm (absorpsiyon düzeltilmesi) GREEN: 520-580 nm (alternatif bant)

Bulanıklık (NTU - Turbidity)	$Turb = c \times \exp(d \times R_{green})$ veya $Turb = a \times R_{red}^b$	GREEN: 520-580 nm (ışık saçılım optimizasyonu) RED: 620-690 nm (sediment konsantrasyonu)
FAI (Yüzer Alg İndeksi)	$NIR - [RED + (SWIR - RED) \times (\lambda_{nir} - \lambda_{red}) / (\lambda_{swir} - \lambda_{red})]$	RED: 660-680 nm (temel çizgi) NIR: 750-900 nm (alg yansıma pik) SWIR: 1240-2130 nm (su özellik referansı)

NIR: Near Infrared (Yakın Kızılötesi) - 750-900 nm, RED: Kırmızı görünür bölge - 620-690 nm, GREEN: Yeşil görünür bölge - 520-600 nm, BLUE: Mavi görünür bölge - 450-500 nm, SWIR: Short Wave Infrared (Kısa Dalga Kızılötesi) - 1500-1800 nm, RED_EDGE: Kırmızı-kenar geçiş bölgesi - 680-750 nm, ρ : Yansıma değeri (reflectance), λ : Dalga boyu (wavelength), SD: Secchi Disk derinliği, Chl-a: Klorofil-a konsantrasyonu, TSS: Total Suspended Solids (Toplam Askıda Katı Madde), CDOM: Colored Dissolved Organic Matter (Renkli Çözünmüş Organik Madde)

4.1 Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI)

NDVI, karasal ve sucul vejetasyonun biyofiziksel özelliklerini (yoğunluk, sağlık) değerlendirmek için kullanılan en temel ve yaygın spektral indekstir. Rouse vd. (1974) tarafından tanımlanmıştır. İndeks, bitkilerin fotosentez için kırmızı ışığı (660-680 nm) soğurması, ancak hücre yapıları nedeniyle yakın kızılötesi ışığı (770-900 nm) güçlü bir şekilde yansıtması prensibine dayanır. Bu nedenle, sağlıklı ve yoğun vejetasyon yüksek NDVI değerleri (>0.5) gösterirken, su kütleleri düşük veya negatif, çıplak toprak ise sıfıra yakın değerler verir. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 3'te görülmektedir.

Çizelge 3 NDVI sınıflandırması ve eşik değerleri (Rouse Jr et al. 1974)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (NDVI)	Max (NDVI)
1	Su	-1.00	-0.20
2	Çıplak Toprak / Kum	-0.20	0.00
3	Seyrek Vejetasyon	0.00	0.20
4	Orta Vejetasyon	0.20	0.40
5	Yoğun Vejetasyon	0.40	0.60
6	Çok Yoğun Vejetasyon	0.60	1.00

4.2. Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI)

McFeeters (1996) tarafından geliştirilen Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (NDWI), su kütlelerinin açık bir şekilde belirlenmesi

ve sulak alanların izlenmesi amacıyla tasarlanmıştır. İndeks, suyun spektral karakteristiğinden, özellikle yeşil ışık (520–600 nm) bandındaki nispeten yüksek yansıtması ile yakın-kızılötesi (NIR, 760–900 nm) bandındaki güçlü soğurması arasındaki kontrasttan yararlanır. Formül, $(\text{Yeşil} - \text{NIR}) / (\text{Yeşil} + \text{NIR})$ şeklindedir. Bu kombinasyon, suyu pozitif değerlerle (genellikle 0.0 ila 1.0 arası) vurgularken, bitki örtüsü ve kuru toprak gibi diğer yüzeyleri negatif veya sıfıra yakın değerlerle temsil eder. NDWI'nin temel mantığı, fotosentetik aktivite gösteren ve NIR'ı güçlü yansıtan bitkilerden ziyade, su kütlelerinin spektral imzasını optimize etmektir. İndeks, yüzey suyu haritalama, kuraklık izleme ve su kaynakları yönetimi çalışmalarında yaygın bir araç olarak kullanılır (McFeeters, 1996; Xu, 2006). Ancak, yüksek turbidite, yüzer vejetasyon veya kentsel yüzeylerin varlığında yanıltıcı sonuçlar üretebilir. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 4'te görülmektedir.

Çizelge 4 NDWI sınıflandırması ve eşik değerleri (McFeeters 1996)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (NDWI)	Max (NDWI)
1	Su (Çok Derin/Berrak)	0.50	1.00
2	Su (Orta Derinlik)	0.20	0.50
3	Sığ Su / Nemli Toprak / Sulak Alan	0.00	0.20
4	Bitki Örtüsü (Nemli) / Yaş Tarım Arzisi	-0.20	0.00
5	Bitki Örtüsü (Kuru) / Çıplak Toprak	-0.50	-0.20
6	Kentsel Yapılar / Kuru Toprak	-1.00	-0.50

4.3. Geliştirilmiş Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (MNDWI)

Xu (2006) tarafından geliştirilen MNDWI, özellikle kentsel ve kırsal ortamlarda su özelliklerinin çıkarılmasını iyileştirmeyi amaçlar. Orijinal NDWI'deki Yakın Kızılötesi (NIR) bandı, su ve kentsel yapıların (binalar, asfalt) benzer düşük yansıma değerlerine sahip olması nedeniyle karışıklığa yol açabilir. MNDWI, NIR yerine Orta Kızılötesi (SWIR1, 1570 nm civarı) bandını kullanır. Su, SWIR bandında çok güçlü soğurma gösterirken, kentsel alanlar ve toprak nispeten yüksek yansır. Bu, suyu karadan, özellikle de kentsel su kütlelerini çevrelerinden, çok daha net ayırt etmeyi sağlar. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 5'te görülmektedir.

Çizelge 5 MNDWI sınıflandırması ve eşik değerleri (Xu 2006)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (MNDWI)	Max (MNDWI)
1	Çıplak Toprak	-1.00	-0.50
2	Vejetasyon / Toprak	-0.50	-0.20
3	Nemli Toprak	-0.20	0.00
4	Sığ Su / Sulak Alan	0.00	0.20
5	Su	0.20	0.50
6	Derin / Berrak Su	0.50	1.00

4.4. Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi (NDCI)

NDCI, sucul sistemlerde klorofil-a varlığını tespit etmek için tasarlanmış spektral bir indekstir. Normalize Edilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI) mantığının suya uyarlanmasıdır. İndeks, klorofil-a'nın kırmızı ışığı (660-680 nm) güçlü bir şekilde soğurması, ancak yakın kızılötesi bölgede (700-720 nm) hücreli yapı ve floresans etkisiyle yansıtmanın artması prensibine dayanır (Mishra and Mishra 2012). Bu nedenle, yüksek klorofil konsantrasyonlarında NDCI değeri artar. Özellikle orta ve yüksek klorofil seviyelerinde diğer optik bileşenlerden daha az etkilenmesi beklenir. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 6'da görülmektedir.

Çizelge 6 NDCI sınıflandırması ve eşik değerleri (Mishra and Mishra 2012)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (NDCI)	Max (NDCI)
1	Su / Bulut	-1.00	-0.20
2	Çok Düşük Klorofil	-0.20	0.00
3	Düşük Klorofil	0.00	0.20
4	Orta Klorofil	0.20	0.40
5	Yüksek Klorofil	0.40	0.60
6	Çok Yüksek Klorofil	0.60	1.00

4.5. Klorofil-a (NDCI Metodu)

Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi (NDCI), klorofil-a'nın kırmızı bandın (665 nm civarı) yakınındaki güçlü absorpsiyonu ile kızılötesi bölgedeki (700-720 nm civarı) artan yansıması (floresans ve azalan absorpsiyon nedeniyle) arasındaki kontrasttan yararlanır. Mishra ve Mishra (2012) tarafından, özellikle bulanık ve üretken sular için geliştirilen bu

indeks, geleneksel iki-bantlı oranlara kıyasla çözünmüş organik madde ve askıda katı maddelerin etkilerine karşı daha dirençli olmasıyla öne çıkar. İkinci dereceden bir polinom regresyon modeli ile klorofil-a konsantrasyonuna dönüştürülür. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 7’de görülmektedir.

Çizelge 7. Klorofil-a NDCI sınıflandırması ve eşik değerleri (Mishra and Mishra 2012)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (µg/L)	Max (µg/L)
1	Oligotrofik	0.00	2.60
2	Mezotrofik	2.60	7.30
3	Ötrofik	7.30	20.00
4	Ötrofik (Yüksek)	20.00	56.00
5	Hiperötrofik	56.00	100.00
6	Hiperötrofik (Ekstrem)	100.00	200.00

4.6. Klorofil-a (İki-Bant Oranı)

Bu yöntem, klorofil-a’nın kırmızı banttaki (660-680 nm) yansıtmayı azaltması ile kızılötesi bandın (700-720 nm) yansıtmayı artırması arasındaki ilişkiye dayanır. Yaygın olarak kullanılan Kızılötesi/Kırmızı veya Kırmızı/Kızılötesi oranı, klorofil konsantrasyonu ile yüksek korelasyon gösterir. Gitelson ve diğ. (2008) tarafından önerilen formül, özellikle orta ila yüksek klorofil seviyelerine sahip içsu kütlelerinde etkili olan basit ve hesaplaması kolay bir doğrusal algoritma sağlar. Ancak, yüksek askıda katı madde varlığı bu ilişkiyi bozabilir. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 8’de görülmektedir.

Çizelge 8. Klorofil-a İki-Bant Oranı sınıflandırması ve eşik değerleri (Gitelson et al. 2008)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (µg/L)	Max (µg/L)
1	Oligotrofik	0.00	2.60
2	Mezotrofik	2.60	7.30
3	Ötrofik	7.30	20.00
4	Ötrofik (Yüksek)	20.00	56.00
5	Hiperötrofik	56.00	100.00
6	Hiperötrofik (Ekstrem)	100.00	200.00

4.7. Klorofil-a (Moses Metodu)

Moses ve diğ. (2012) tarafından geliştirilen bu yöntem, “kırmızı/yeşil hat yüksekliği” algoritması olarak bilinir ve temel olarak klorofil floresansı sinyalini tespit etmeye dayanır. Yöntem, klorofil-a'nın 681 nm civarında ürettiği karakteristik floresans pikinin, 665 nm (klorofil absorpsiyonu) ve 705 nm (referans) dalga boyları arasında çizilen bir taban çizgisinden olan yüksekliğini hesaplar. Bu yaklaşım, çözünmüş organik maddenin arka plan floresansından ve saçılmadan kaynaklanan etkileri büyük ölçüde ortadan kaldırarak, özellikle yüksek klorofil konsantrasyonlarında ve alg çiçeklenmelerinin tespitinde güçlü bir araç sunar. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 9'da görülmektedir.

Çizelge 9. Klorofil-a Moses/Yaklaşımı sınıflandırması ve eşik değerleri (Moses et al. 2012)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (µg/L)	Max (µg/L)
1	Oligotrofik	0.00	2.60
2	Mezotrofik	2.60	7.30
3	Ötrofik	7.30	20.00
4	Ötrofik (Yüksek)	20.00	56.00
5	Hiperötrofik	56.00	100.00

4.8. Klorofil-a Ensemble

Ensemble (Topluluk) metodu, tek bir algoritmanın belirsizliklerini ve önyargılarını azaltmak amacıyla birden fazla klorofil-a tespit algoritmasının çıktılarını birleştiren bir yaklaşımdır. Bu yöntem, farklı spektral ilişkilere dayanan NDCI, İki-Bant Oranı ve Moses metodu gibi algoritmaların ortalamasını alarak, optik açıdan karmaşık sularda (yüksek askıda katı madde veya çözünmüş organik madde varlığında) daha güvenilir ve sağlam bir klorofil-a konsantrasyonu tahmini sağlamayı hedefler (Vollenweider, 1982). Ensemble yöntemler, bireysel algoritmaların belirli koşullardaki zayıflıklarını dengeleyerek genel tahmin hatasını minimize eder ve trofik durum sınıflandırması için daha tutarlı bir temel oluşturur. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 10'da görülmektedir.

Çizgel 10. Klorofil-a Ensemble sınıflandırması ve eşik değerleri (Carlson 1977; Harris and Vollenweider 1982)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (µg/L)	Max (µg/L)
1	Oligotrofik (Çok Temiz)	0.00	2.60
2	Mezotrofik (Orta)	2.60	7.30
3	Ötrofik (Besince Zengin)	7.30	20.00
4	Ötrofik (Yüksek)	20.00	56.00
5	Hiperötrofik	56.00	100.00
6	Hiperötrofik (Ekstrem)	100.00	200.00

4.9. Carlson Trofik Durum İndeksi (Carlson Trophic State Index-TSI)

Carlson (1977) tarafından göllerin besin düzeylerini sınıflandırmak için geliştirilen bu indeks, sucul üretkenliğin temel göstergesi olan klorofil-a konsantrasyonunun logaritmik bir fonksiyonudur. CTSI, karmaşık limnolojik veriyi 0-100 aralığında standartlaştırılmış, tek bir sayısal değere indirger. Düşük değerler (örn., <40) oligotrofik (düşük üretken, berrak) suları, yüksek değerler (örn., >70) ise hiperötrofik (aşırı üretken, bulanık) suları ifade eder (Çizelge 11). İndeks, su kalitesi yönetiminde ve ötrofikasyonun uzun vadeli izlenmesinde yaygın bir karar destek aracıdır.

Çizelge 11. Carlson Trofik Durum İndeksi (TSI) sınıflandırması ve eşik değerleri (Carlson 1977)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (TSI)	Max (TSI)
1	Ultra-Oligotrofik	0.00	30.00
2	Oligotrofik (Temiz)	30.00	40.00
3	Mezotrofik	40.00	50.00
4	Ötrofik (Hafif)	50.00	60.00
5	Ötrofik	60.00	70.00
6	Hiperötrofik	70.00	80.00
7	Hiperötrofik (Ekstrem)	80.00	100.00

4.10. Trofik Seviye Kategorisi (Trophic Level Category-TLC)

Bu kategorik indeks, Carlson TSI gibi sayısal bir trofik indeks değerinin, yaygın kabul görmüş eşik değerler kullanılarak ayrıkt sınıflara (Oligotrofik, Mezotrofik, Ötrofik, Hiperötrofik) dönüştürülmüş halidir (Carlson, 1977). Sınıflandırmanın amacı, karmaşık sayısal veriyi daha sezgisel ve politika yapımcılar ile halkla iletişimde daha etkili olan basit

kalite sınıflarına indirgemektir (Çizelge 12). Her bir sınıf, su kütlesinin genel ekolojik durumu ve potansiyel kullanım kısıtlamaları hakkında hızlı bir fikir verir.

Çizelge 12. Trofik Seviye Kategorisi sınıflandırması ve eşik değerleri (Carlson 1977)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (Kategori)	Max (Kategori)
1	1 - Oligotrofik	0.50	1.50
2	2 - Mezotrofik	1.50	2.50
3	3 - Ötrofik	2.50	3.50
4	4 - Hiperötrofik	3.50	4.50

4.11. Secchi Diski Derinliği (Secchi Disc Depth-SDD)

Secchi disk derinliği, suyun ışığı geçirme kapasitesinin ve dolayısıyla berraklığının klasik bir ölçütüdür. Uzaktan algılama ile tahmini, genellikle kırmızı bandın (660-680 nm) su kolonundaki ışık penetrasyonu ve geri saçılma ile olan güçlü ilişkisine dayanır (Preisendorfer, 1986). Kutser ve diğ. (2005) gibi çalışmalar, özellikle kıyısız ve iç sularda, SDD ile kırmızı bandın yansıtması arasında güçlü logaritmik ilişkiler olduğunu göstermiştir. SDD, fitoplankton yoğunluğu ve askıda katı madde konsantrasyonu hakkında dolaylı bilgi veren önemli bir su kalitesi parametresidir. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 13'te görülmektedir.

Çizelge 13. Secchi Disk Derinliği (SDD) sınıflandırması ve eşik değerleri (Kutser et al. 2005; Preisendorfer 1986)

Sınıf ID	Sınıf Etiketi	Min (m)	Max (m)
1	Çok Düşük (Çok Bulanık)	0.00	0.50
2	Düşük (Bulanık)	0.50	1.00
3	Orta	1.00	2.00
4	İyi	2.00	3.00
5	Çok İyi	3.00	5.00
6	Mükemmel (Berrak)	5.00	10.00
7	Ultra Berrak	10.00	20.00

4.12. Toplam Askıda Katı Madde (TSS)

Açıklama: Toplam Askıda Katı Madde (TSS), su kolonundaki inorganik (kil, silt) ve organik (fitoplankton, detritus) partiküllerin toplam konsantrasyonunu ifade eder. Uzaktan algılama yöntemleri, özellikle görünür bölge, özellikle de kırmızı bandın (660-680 nm), partiküllerin neden olduğu geri saçılma ile olan yakın ilişkisinden faydalanır. Nechad ve diğ. (2010) tarafından geliştirilen yarı-analitik ve deneysel modeller, kırmızı

bandın yansıtmasını, partikül konsantrasyonu ve optik özelliklerine bağlayarak TSS'nin geniş bir aralıkta tahmin edilmesini sağlar. Sınıflandırma ve eşik değerleri çizelge 14'te görülmektedir.

Çizelge 14. Toplam Askıda Katı Madde (TSS) Konsantrasyonu sınıflandırması ve eşik değerleri (Nechad et al. 2010)

Sınıf ID	Sınıf Etiketleri	Min (mg/L)	Max (mg/L)
1	Çok Düşük (Temiz)	0.00	5.00
2	Düşük	5.00	15.00
3	Orta	15.00	30.00
4	Yüksek	30.00	50.00
5	Çok Yüksek	50.00	100.00
6	Aşırı Yüksek	100.00	200.00

4.13. Bulanıklık (Nephelometric Turbidity Units - NTU))

Açıklama: Bulanıklık, suyun ışığı saçma ve soğurma özelliğinin bir ölçüsü olup, genellikle Nephelometrik Bulanıklık Birimi (Nephelometric Turbidity Units - NTU) ile ifade edilir. Su kalitesi ve ekosistem sağlığı için kritik bir parametredir. Dogliotti ve diğ. (2015) tarafından önerilen ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kılavuzlarına atıfta bulunan bu algoritma, bulanıklığın, başta kırmızı (660-680 nm) olmak üzere, partiküllerin neden olduğu geri saçılma nedeniyle görünür bölge yansıtması ile doğrusal bir ilişki içinde olduğu prensibine dayanır. Yeşil bandın eklenmesi, farklı partikül tiplerinin spektral yanıtını daha iyi yakalamayı amaçlar. Çizelge 15'te sınıflandırma ve eşik değerleri görülmektedir.

Çizelge 15. Bulanıklık (Turbidity - NTU) sınıflandırması ve eşik değerleri (Dogliotti et al. 2015)

Sınıf ID	Sınıf Etiketleri	Min (NTU)	Max (NTU)
1	Çok Berrak	0.00	5.00
2	Berrak	5.00	10.00
3	Hafif Bulanık	10.00	20.00
4	Orta Bulanık	20.00	40.00
5	Bulanık	40.00	70.00
6	Çok Bulanık	70.00	100.00
7	Aşırı Bulanık	100.00	200.00

4.14. Yüzer Alg İndeksi (Floating Algae Index-FAI)

Açıklama: Yüzer Alg İndeksi (FAI), su yüzeyindeki yüzer alg (örn., siyanobakteri) matlarını ve yoğun çiçeklenmeleri tespit etmek için özel olarak geliştirilmiş bir indekstir (Hu, 2009). İndeks, alg varlığının hem kırmızı hem de yeşil bantlarda yansıtmayı artırması, ancak yakın kızılötesi bantta (NIR) çok daha fazla artırması prensibine dayanır. FAI, NIR yansıtmasından, kırmızı ve yeşil bantların ortalamasını (su için temel çizgiyi temsil eder) çıkararak hesaplanır. Bu, alg sinyalinin suyun temel spektral imzasından ayırarak, bulut gölgesi ve sunger etkilerine karşı daha dirençli bir alg tespiti sağlar (Qi et al. 2017). Çizelge 16'da sınıflandırma ve eşik değerleri görülmektedir.

Çizelge 16. Yüzer Alg İndeksi FAI) sınıflandırması ve eşik değerleri ((Hu 2009)

Sınıf ID	Sınıf Etiketleri	Min (FAI)	Max (FAI)
1	Su (Alg Yok)	-0.05	-0.01
2	Çok Az Alg	-0.01	0.00
3	Az Alg	0.00	0.01
4	Orta Alg	0.01	0.02
5	Yoğun Alg	0.02	0.05
6	Çok Yoğun (Çiçeklenme)	0.05	0.10

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uzaktan algılamaya dayalı su kalitesi indekslerinin peyzaj planlama ve sulak alan yönetimi disiplinlerine entegrasyonu, sürdürülebilir arazi kullanım kararları için devrim niteliğinde bir veri temeli sunmaktadır. Geleneksel noktasal izleme yöntemlerinin mekansal ve zamansal kısıtlamalarını aşan bu yaklaşım, su kütlelerinin yapısal bütünlüğü ve işlevsel dinamikleri hakkında sürekli, geniş ölçekli ve niceliksel bilgi sağlayarak, ekosistem tabanlı yönetim anlayışını operasyonel bir düzeye taşımaktadır. Sulak alanların biyolojik çeşitlilik koridoru, su arıtma altyapısı ve iklim düzenleyici rolü gibi peyzaj planlamadaki stratejik işlevleri düşünüldüğünde, bu alanların sağlık durumuna ilişkin güvenilir mekansal verilere olan ihtiyaç kaçınılmazdır. Bu kitap bölümü, teorik spektral prensiplerden pratik indeks hesaplamalarına uzanan sistematik bir çerçeve çizerek, araştırmacılar ve uygulayıcılar için kapsamlı bir metodolojik rehber oluşturmayı hedeflemiştir. Sunulan on dört temel indeks ve her birinin farklı uydu platformlarına özgü varyasyonları, su kalitesi izlemenin hedefe, bağlama ve sensör yeteneklerine göre özelleştirilmiş bir yaklaşım gerektirdiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Uydu tabanlı indekslerin en belirgin katkısı, peyzaj ölçeğinde mekansal süreklilik ve uzun vadeli zaman serisi analizi imkanı sağlamasıdır. Normalize Edilmiş Fark Klorofil İndeksi (NDCI) veya Geliştirilmiş Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi (MNDWI) gibi bir indeksin ürettiği harita, yalnızca örnekleme noktalarındaki değerleri değil, tüm su yüzeyi boyunca parametrelerin heterojen dağılımını, gradyanlarını ve yoğunluk oluşturan alanları görünür kılar. Bu yetenek, kirlilik kaynaklarının coğrafi olarak izlenmesi, kirlletici akımların yayılımının modellenmesi ve müdahale önceliklerinin mekansal olarak belirlenmesi gibi konularda geleneksel yöntemlerle kıyaslanamaz bir avantaj sunar. Landsat'ın 1970'lerden bu yana, Sentinel-2'nin ise yüksek çözünürlükte devam eden sistematik arşivleri, ötrofikasyon eğilimleri, mevsimsel kalıplar ve taşkın-kuraklık gibi ani şokların etkilerinin on yıllar bazında kantitatif olarak değerlendirilmesine olanak tanır. Böylece yönetim paradigması, statik "durum tespiti"nden, dinamik "süreç izleme" ve "adaptif yönetim" yaklaşımlarına doğru evrilir. Ancak, bu teknolojik potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi, beraberinde getirdiği bilimsel ve operasyonel zorlukların dürüstçe kabul edilmesi ve ele alınmasına bağlıdır. İndekslerin güvenilirliği, bir dizi hassas ön işlem adımının doğru uygulanmasına tabidir. Su kolonundan gelen son derece zayıf sinyal, atmosferik girişimden titizlikle arındırılmadığı sürece, tüm sonraki analizler anlamını yitirir. Daha da önemlisi, literatürde sunulan genel ampirik formüllerin (örneğin, belirli bir klorofil-a algoritması) doğrudan uygulanması, optik açıdan karmaşık içsu ve sulak alan sistemlerinde ciddi hatalara yol açabilir. Suyun optik özellikleri, çözünmüş organik madde yükü, askıda katı madde konsantrasyonu ve fitoplankton topluluk yapısı gibi faktörlere bağlı olarak büyük farklılıklar gösterir. Bu nedenle, herhangi bir indeks veya algoritmanın belirli bir su kütlesi veya bölge için, mutlaka eşzamanlı yerinde ölçümlerle kalibre edilmesi ve doğrulanması, metodolojinin önemli gereklilikleri arasındadır.

Sensör seçimi, izleme hedeflerine göre stratejik bir karardır. Landsat serisi, benzeri olmayan uzun tarihsel dönemi ile eğilim analizleri için vazgeçilmezdir. Sentinel-2 misyonu ise, 10 metrelik mekansal çözünürlüğü ve özellikle kırmızı-kenar bantları ile, su kalitesi izlemede bir dönüm noktası yaratmış; nehirler, kıyı bölgeleri ve küçük su kütlelerinde daha önce mümkün olmayan bir detay seviyesinde izleme yapmayı mümkün kılmıştır. MODIS ve Sentinel-3 OLCI gibi daha düşük çözünürlüklü ancak günlük kapsama alanına sahip sensörler ise, büyük göllerde ve kıyı sularında operasyonel izleme için idealdir. Akıllı bir izleme stratejisi, bu platformların tamamlayıcı güçlerinden yararlanarak hem tarihsel derinliği hem de güncel, yüksek çözünürlüklü görünürlüğü bir araya getirmektedir. Uzaktan algılama teknolojinin doğası gereği bazı sınırlılıkları da

mevcuttur. Optik sensörler, yalnızca suyun optik özelliklerini değiştiren parametrelere (klorofil-a, askıda katı madde, CDOM, yüzey sıcaklığı) duyarlıdır. Çözünmüş oksijen, besin tuzları ve ağır metaller gibi kimyasal parametreler ancak dolaylı yollarla, genellikle bölgeye özgü ve zamanla değişken istatistiksel ilişkilerle tahmin edilebilir. Ayrıca, sık sulak alanlarda su altı tabanından gelen yansıma, su kolonu sinyalinin maskeleyerek standart algoritmaların geçerliliğini zayıflatır. Pratikte ise bulut örtüsü, düzenli zaman serisi verisi elde etmenin önündeki en büyük engeldir.

Gelecek perspektifi, mevcut yöntemleri daha da güçlendirecek ve yeni olanaklar sunacak teknolojik eğilimlerle şekillenmektedir. Makine öğrenmesi ve yapay zeka algoritmaları, geleneksel ampirik indekslerin ötesine geçmektedir. Random Forest, Gradient Boosting veya derin öğrenme modelleri, ham spektral bantları ve türevlerini doğrudan kullanarak, çoklu su kalitesi parametrelerini daha yüksek doğrulukla ve optik karmaşıklığı daha iyi modelleyerek tahmin edebilir. Google Earth Engine gibi bulut bilişim platformları, bu tür büyük veri analizlerini erişilebilir kılmaktadır. Yakın gelecekte operasyonel hale gelecek PRISMA ve EnMAP gibi hiperspektral uydular, onlarca dar spektral bantla veri sağlayarak, farklı alg türlerinin, çözünmüş organik madde fraksiyonlarının ve belirli kirleticilerin ayırt edilmesine olanak tanıyacak, böylece su kalitesi izlemeyi niteliksel bir seviyeden kantitatif spektrokimyasal analiz seviyesine taşıyacaktır. Ayrıca, optik verilerin sentetik açıklık radar (SAR) verileri, LiDAR türevli batimetri ve İnternet Nesneleri (IoT) tabanlı akıllı şamandıra ağlarından gelen gerçek zamanlı verilerle entegrasyonu, su ekosistemlerinin “dijital ikizlerinin” oluşturulmasına ve karmaşık yönetim senaryolarının modellenmesine kapı aralayacaktır.

Bu teknolojik ilerlemelerin peyzaj planlama pratiğine etkin bir şekilde yansıtılabilmesi için somut adımlar atılmalıdır. Yerel yönetimler ve çevre ajansları, Landsat ve Sentinel-2 gibi ücretsiz veri kaynaklarını ve açık kaynak kodlu yazılımları kullanarak, su kütleleri için düzenli uzaktan algılama tabanlı izleme ve raporlama sistemleri kurmalıdır. Üretilen trofik durum haritaları, alg çiçeklenme risk analizleri ve su yüzeyi değişim haritaları, Çevresel Etki Değerlendirmeleri, imar planları ve hava yönetimi planları için vazgeçilmez mekansal girdiler olacaktır. Kritik olan, uzaktan algılamanın geleneksel yerinde izlemeyi ortadan kaldıran değil, onu güçlendiren bir araç olarak konumlandırılmasıdır. Optimal yaklaşım, uydu tabanlı geniş alan taraması, stratejik noktalarda bu verilerle senkronize edilmiş yerinde kalibrasyon ölçümleri ve seçilmiş istasyonlarda sürekli izlemenin bir arada kullanıldığı hibrit bir izleme ağıdır. Nihayetinde, bu teknolojilerden beklenen faydanın tam olarak elde edilebilmesi, disiplinlerarası diyalogun ve kapasite geliştirme gücüne bağlıdır. Peyzaj Mimarlığı’ndaki planlama çalışmaları ve su ile ilgili karar

alan yöneticilerin uzaktan algılama verilerini yorumlama becerisi geliştirilirken, uzaktan algılama uzmanlarının da planlama süreçlerinin sosyo-ekolojik bağlamını ve karar verme ihtiyaçlarını anlaması teşvik edilmelidir. Sulak alanların sağladığı hayati ekosistem hizmetlerini korumak ve gelecek nesillere aktarmak, onları anlama ve yönetme biçimimizde, uzaktan algılamanın sunduğu bu mekansal ve zamansal derinliği merkeze alan, kanıta dayalı, bütünleşik ve ileri görüşlü bir yaklaşımı benimsemekten geçmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbasi, T., and S. A. Abbasi. 2012. 'Water Quality Indices'.
- Amezaga, J. M., L. Santamaría, and A. J. Green. 2002. 'Biotic Wetland Connectivity—Supporting a New Approach for Wetland Policy'. *Acta Oecologica* 23(3):213–22.
- Boyd, J., and S. Banzhaf. 2007. 'What Are Ecosystem Services? The Need for Standardized Environmental Accounting Units'. *Ecological Economics* 63(2–3):616–26.
- Brettar, I., and M. G. Höfle. 2008. 'Molecular Assessment of Bacterial Pathogens — a Contribution to Drinking Water Safety'. *Current Opinion in Biotechnology* 19(3):274–80.
- Brewin, R. J., S. Sathyendranath, D. Müller, C. Brockmann, P. Y. Deschamps, E. Devred, and T. Platt. 2015. 'The Ocean Colour Climate Change Initiative: III. A Round-Robin Comparison on in-Water Bio-Optical Algorithms'. *Remote Sensing of Environment* 162:271–94.
- Brown, R. M., N. I. McClelland, R. A. Deininger, and R. G. Tozer. 1972. 'A Water Quality Index—Crashing the Psychological Barrier'. *Indicators of Environmental Quality* 1(1):173–82.
- Bukata, R. P., J. H. Jerome, K. Y. Kondratyev, and D. V. Pozdnyakov. 1995. *Optical Properties and Remote Sensing of Inland and Coastal Waters*. CRC Press.
- Caissie, Daniel. 2006. 'The Thermal Regime of Rivers: A Review'. *Freshwater Biology* 51(8):1389–1406.
- Carlson, R. E. 1977. 'A Trophic State Index for Lakes'. *Limnology and Oceanography* 22(2):361–69.
- Carpenter, S. R., E. H. Stanley, and M. J. Vander Zanden. 2011. 'State of the World's Freshwater Ecosystems: Physical, Chemical, and Biological Changes'. *Annual Review of Environment and Resources* 36:75–99.
- Chander, G., B. L. Markham, and D. L. Helder. 2009. 'Summary of Current Radiometric Calibration Coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors'. *Remote Sensing of Environment* 113(5):893–903.
- Chapman, D. V., ed. 1996. *Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. CRC Press.
- Craft, C., K. Krull, and S. Graham. 2007. 'Ecological Indicators of Nutrient Enrichment, Freshwater Wetlands, Midwestern United States (US)'. *Ecological Indicators* 7(4):733–50.
- Cude, C. G. 2001. 'Oregon Water Quality Index: A Tool for Evaluating Water Quality Management Effectiveness'. *Journal of the American Water Resources Association* 37(1):125–37.
- Davidson, N. C. 2014. 'How Much Wetland Has the World Lost? Long-Term and Recent Trends in Global Wetland Area'. *Marine and Freshwater Research* 65(10):934–41.

- Davies-Colley, RJ, and DG Smith. 2001. 'Turbidity Suspeni) Ed Sediment, and Water Clarity: A Review 1'. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 37(5):1085–1101.
- De Groot, Rudolf S., Brendan Fisher, Mike Christie, James Aronson, Leon Braat, Roy Haines-Young, John Gowdy, Edward Maltby, Aude Neuville, and Stephen Polasky. 2010. 'Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation'. Pp. 9–40 in *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Ecological and Economic Foundations*. Earthscan, Routledge.
- Dekker, A. G., R. J. Vos, and S. W. Peters. 2001. 'Comparison of Remote Sensing Data, Model Results and in Situ Data for Total Suspended Matter (TSM) in the Southern Frisian Lakes'. *Science of the Total Environment* 268(1–3):197–214.
- Dodds, Walter K. 2002. *Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications*. Elsevier.
- Dogliotti, Ana Inés, KG Ruddick, B. Nechad, David Doxaran, and Els Knaeps. 2015. 'A Single Algorithm to Retrieve Turbidity from Remotely-Sensed Data in All Coastal and Estuarine Waters'. *Remote Sensing of Environment* 156:157–68.
- Donlon, C., B. Berruti, A. Buongiorno, M. H. Ferreira, P. Féménias, J. Frerick, and R. Sciarra. 2012. 'The Global Monitoring for Environment and Security (GMES) Sentinel-3 Mission'. *Remote Sensing of Environment* 120:37–57. doi:10.1016/j.rse.2011.07.024.
- Drusch, M., U. Del Bello, S. Carlier, O. Colin, V. Fernandez, F. Gascon, and P. Bargellini. 2012. 'Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services'. *Remote Sensing of Environment* 120:25–36.
- ESA. 2015. *Sentinel-2 User Handbook*. European Space Agency. https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook.
- Gitelson, A. A. 1993. 'The Peak near 700 Nm on Radiance Spectra of Algae and Water: Relationships of Its Magnitude and Position with Chlorophyll Concentration'. *International Journal of Remote Sensing* 14(17):3367–73.
- Gitelson, Anatoly A., Giorgio Dall'Olmo, Wesley Moses, Donald C. Rundquist, Tadd Barrow, Thomas R. Fisher, Daniela Gurlin, and John Holz. 2008. 'A Simple Semi-Analytical Model for Remote Estimation of Chlorophyll-a in Turbid Waters: Validation'. *Remote Sensing of Environment* 112(9):3582–93.
- Gordon, H. R. 1997. 'Atmospheric Correction of Ocean Color Imagery in the Earth Observing System Era'. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 102(D14):17081–106.
- Gordon, H. R., and A. Y. Morel. 1983. *Remote Assessment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery: A Review*. Vol. 4. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies. Springer-Verlag.
- Gordon, N. D., T. A. McMahon, B. L. Finlayson, C. J. Gippel, and R. J. Nathan. 2004. *Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists*. John Wiley & Sons.

- Harris, Graham P., and Richard A. Vollenweider. 1982. 'Paleolimnological Evidence of Early Eutrophication in Lake Erie'. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 39(4):618–26.
- Horton, R. K. 1965. 'An Index Number System for Rating Water Quality'. *Journal of Water Pollution Control Federation* 37(3):300–306.
- Hu, C., Z. Chen, T. D. Clayton, P. Swarzenski, J. C. Brock, and F. E. Muller-Karger. 2004. 'Assessment of Estuarine Water-Quality Indicators Using MODIS Medium-Resolution Bands: Initial Results from Tampa Bay, FL'. *Remote Sensing of Environment* 93(3):423–41.
- Hu, Chuanmin. 2009. 'A Novel Ocean Color Index to Detect Floating Algae in the Global Oceans'. *Remote Sensing of Environment* 113(10):2118–29.
- Huete, A. R. 1988. 'A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)'. *Remote Sensing of Environment* 25(3):295–309.
- Jensen, J. R. 2015. *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. Pearson.
- Jongman, R. H., M. Külvik, and I. Kristiansen. 2004. 'European Ecological Networks and Greenways'. *Landscape and Urban Planning* 68(2–3):305–19.
- Kadlec, R. H., and S. D. Wallace. 2009. *Treatment Wetlands*. CRC Press.
- Kannel, P. R., S. Lee, Y. S. Lee, S. R. Kanel, and S. P. Khan. 2007. 'Application of Water Quality Indices and Dissolved Oxygen as Indicators for River Water Classification and Urban Impact Assessment'. *Environmental Monitoring and Assessment* 132(1–3):93–110.
- Karr, J. R. 1981. 'Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities'. *Fisheries* 6(6):21–27.
- Kay, J. E., S. K. Kampf, R. N. Handcock, K. A. Cherkauer, A. R. Gillespie, and S. J. Burges. 2005. 'Accuracy of Lake and Stream Temperatures Estimated from Thermal Infrared Images'. *Journal of the American Water Resources Association* 41(5):1161–75.
- Keddy, P. A. 2010. *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge University Press.
- Kirk, John TO. 1994. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. Cambridge university press.
- Kloiber, S. M., P. L. Brezonik, L. G. Olmanson, and M. E. Bauer. 2002. 'A Procedure for Regional Lake Water Clarity Assessment Using Landsat Multispectral Data'. *Remote Sensing of Environment* 80(2):303–10.
- Kumar, CP. 2012. 'Climate Change and Its Impact on Groundwater Resources'. *International Journal of Engineering and Science* 1(5):43–60.
- Kutser, Tiit, Donald C. Pierson, Kari Y. Kallio, Anu Reinart, and Sebastian Sobek. 2005. 'Mapping Lake CDOM by Satellite Remote Sensing'. *Remote Sensing of Environment* 94(4):535–40.
- Lumb, A., T. C. Sharma, and J. F. Bibeault. 2011. 'A Review of Genesis and Evolution of Water Quality Index (WQI) and Some Future Directions'. *Water Quality, Exposure and Health* 3(1):11–24.

- Mason, R. P. 2013. *Trace Metals in Aquatic Systems*. John Wiley & Sons.
- Matthews, M. W. 2011. 'A Current Review of Empirical Procedures of Remote Sensing in Inland and Near-Coastal Transitional Waters'. *International Journal of Remote Sensing* 32(21):6855–99.
- Matthews, Tony, Alex Y. Lo, and Jason A. Byrne. 2015. 'Reconceptualizing Green Infrastructure for Climate Change Adaptation: Barriers to Adoption and Drivers for Uptake by Spatial Planners'. *Landscape and Urban Planning* 138:155–63. doi:10.1016/j.landurbplan.2015.02.010.
- McFeeters, S. K. 1996. 'The Use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the Delineation of Open Water Features'. *International Journal of Remote Sensing* 17(7):1425–32.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. 'Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis'.
- Mishra, S., and D. R. Mishra. 2012. 'Normalized Difference Chlorophyll Index: A Novel Model for Remote Estimation of Chlorophyll-a Concentration in Turbid Productive Waters'. *Remote Sensing of Environment* 117:394–406.
- Mitsch, W. J., and J. G. Gosselink. 2015. *Wetlands*. John Wiley & Sons.
- Mobley, C. D. 1994. *Light and Water: Radiative Transfer in Natural Waters*. Academic Press.
- Moses, Wesley J., Anatoly A. Gitelson, Richard L. Perk, Daniela Gurin, Donald C. Rundquist, Bryan C. Leavitt, Tadd M. Barrow, and Paul Brakhage. 2012. 'Estimation of Chlorophyll-a Concentration in Turbid Productive Waters Using Airborne Hyperspectral Data'. *Water Research* 46(4):993–1004.
- Nechad, B., K. G. Ruddick, and Y. Park. 2010. 'Calibration and Validation of a Generic Multisensor Algorithm for Mapping of Total Suspended Matter in Turbid Waters'. *Remote Sensing of Environment* 114(4):854–66.
- Odermatt, D., A. Gitelson, V. E. Brando, and M. Schaepman. 2012. 'Review of Constituent Retrieval in Optically Deep and Complex Waters from Satellite Imagery'. *Remote Sensing of Environment* 118:116–26.
- Pahlevan, N., S. K. Chittimalli, S. V. Balasubramanian, and V. Vellucci. 2020. 'Sentinel-2/Landsat-8 Product Consistency and Implications for Monitoring Aquatic Systems'. *Remote Sensing of Environment* 247:111940.
- Palmer, S. C., T. Kutser, and P. D. Hunter. 2015. 'Remote Sensing of Inland Waters: Challenges, Progress and Future Directions'. *Remote Sensing of Environment* 157:1–8.
- Preisendorfer, Rudolph W. 1986. 'Secchi Disk Science: Visual Optics of Natural Waters 1'. *Limnology and Oceanography* 31(5):909–26.
- Qi, Lin, Chuanmin Hu, Mengqiu Wang, Shaoling Shang, and Cara Wilson. 2017. 'Floating Algae Blooms in the East China Sea'. *Geophysical Research Letters* 44(22):11–501.
- Rapport, D. J., R. Costanza, and A. J. McMichael. 1998. 'Assessing Ecosystem Health'. *Trends in Ecology & Evolution* 13(10):397–402.

- Reddy, K. R., and R. D. DeLaune. 2008. *Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications*. CRC Press.
- Richards, J. A. 2013. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Springer Science & Business Media.
- Rouse Jr, John W., R. Hect Haas, DW Deering, JA Schell, and James C. Harlan. 1974. *Monitoring the Vernal Advancement and Retrogradation (Green Wave Effect) of Natural Vegetation*.
- Smith, V. H., and D. W. Schindler. 2009. 'Eutrophication Science: Where Do We Go from Here?' *Trends in Ecology & Evolution* 24(4):201–7.
- Stevenson, R. J., Y. Pan, and H. Van Dam. 2010. 'Assessing Environmental Conditions in Rivers and Streams with Diatoms'. *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences* 57–85.
- Stumm, Werner, and James J. Morgan. 2013. *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. John Wiley & Sons.
- Suthar, S., J. Sharma, M. Chabukdhara, and A. K. Nema. 2010. 'Water Quality Assessment of River Hindon at Ghaziabad, India: Impact of Industrial and Urban Wastewater'. *Environmental Monitoring and Assessment* 165(1–4):103–12.
- Toming, K., T. Kutser, A. Laas, M. Sepp, B. Paavel, and T. Nöges. 2016. 'First Experiences in Mapping Lake Water Quality Parameters with Sentinel-2 MSI Imagery'. *Remote Sensing* 8(8):640.
- USGS. 2021. *Landsat 8-9 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Level 1 (L1) Data Format Control Book (DFCB)*. U.S. Geological Survey. <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-9-oli-tirs-collection-2-level-1-data-format-control-book>.
- Vörösmarty, C. J., P. B. McIntyre, M. O. Gessner, D. Dudgeon, A. Prusevich, P. Green, and P. M. Davies. 2010. 'Global Threats to Human Water Security and River Biodiversity'. *Nature* 467(7315):555–61.
- Wang, S., J. Li, B. Zhang, E. Spyarakos, A. N. Tyler, Q. Shen, and D. Peng. 2020. 'Trophic State Assessment of Global Inland Waters Using a MODIS-Derived Forel-Ule Index'. *Remote Sensing of Environment* 241:111615.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Gulf Professional Publishing.
- Wulder, M. A., T. R. Loveland, D. P. Roy, C. J. Crawford, J. G. Masek, C. E. Woodcock, and Z. Zhu. 2019a. 'Current Status of Landsat Program, Science, and Applications'. *Remote Sensing of Environment* 225:127–47.
- Wulder, M. A., T. R. Loveland, D. P. Roy, C. J. Crawford, J. G. Masek, C. E. Woodcock, and Z. Zhu. 2019b. 'Current Status of Landsat Program, Science, and Applications'. *Remote Sensing of Environment* 225:127–47.
- Xiong, X., J. Sun, W. Barnes, V. Salomonson, J. Esposito, H. Erives, and B. Guenther. 2005. 'Multiyear On-Orbit Calibration and Performance of Terra MODIS Reflective Solar Bands'. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 43(3):679–87. doi:10.1109/TGRS.2004.843365.

- Xu, H. 2006. 'Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery'. *International Journal of Remote Sensing* 27(14):3025–33.
- Zedler, J. B. 2000. 'Progress in Wetland Restoration Ecology'. *Trends in Ecology & Evolution* 15(10):402–7.

Bölüm 10

GEÇİRİMSİZ YÜZEYLERİN ZAMANSAL VE MEKANSAL DEĞİŞİMİNİN YAPAY ZEKA DESTEKLİ ESRI SENTINEL-2 ARAZİ ÖRTÜSÜ VERİLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: FETHİYE/MUĞLA ÖRNEĞİ

*Nihat KARAKUŞ¹, Selin YILMAZ²,
Emine KAHRAMAN³*

1 Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Serik Gülsün-Süleyman Güral Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, nkarakus@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6924-1879

2 Yüksek Lisans, Mimar, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, sellinylmz8@gmail.com, ORCID: 0009-0002-2293-1490

3 Öğr. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Serik Gülsün-Süleyman Güral Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, eminekahraman@akdeniz.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8738-8017

1. GİRİŞ

Nüfus artışı, ulaşım imkanlarının gelişmesi ve ekonomik dönüşümler son yıllarda kentsel alanların mekânsal olarak genişlemesini ve yayılmasını küresel ölçekte hızlandırmıştır (Seto vd., 2011; Yılmazsoy vd., 2021). Kentsel yayılma, kentlerin çevresindeki kırsal alanlara doğru yayılması ve düşük yoğunluklu, parçalı yerleşim desenlerinin oluşmasıyla karakterize edilen bir mekânsal süreçtir (Angel vd., 2011). Kentsel yayılma süreçleri, arazi kullanımı ve arazi örtüsü (AK/AÖ) dinamikleri üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler oluşturarak özellikle geçirimsiz yüzeylerin mekânsal yayılımını hızlandırmaktadır. Geçirimsiz yüzeyler ise binalar, yollar, otoparklar ve diğer yapay alanlar gibi suyun toprakla temasını engelleyen yüzeyleri ifade etmekte olup kentsel yayılmanın en somut mekânsal göstergeleri arasında yer almaktadır (Weng, 2012; Öztürk, 2023; Olgun vd., 2025).

Her ülkede farklılıklar göstermekle birlikte kentsel yayılma ile oluşan geçirimsiz yüzey artışının çok yönlü etkileri bulunmaktadır. Bu etkilerin başında, tarım alanları, ormanlar ve diğer doğal ekosistemler üzerindeki baskının artması, doğal alanların yerini geçirimsiz yüzeylere bırakması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve karbon depolama alanlarının azalması yer almaktadır (Seto vd., 2012; Korkut vd., 2016). Düşük yoğunluklu ve parçalı kentsel gelişme biçimleri, kentsel alanların yatay doğrultuda genişlemesine neden olarak elektrik, su, toplu taşıma, sanitasyon, atık yönetimi, güvenlik ve refah için kişi başına düşen kamu hizmetleri maliyetlerinin önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır (OECD, 2018). Bu bağlamda, kentsel yayılma ve genişleme süreçlerinin nedenlerinin belirlenmesi ile bu süreçlere bağlı mekânsal değişimlerin analiz edilmesi, sürdürülebilir kentsel planlama politikalarının geliştirilmesi açısından her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. (Angel vd., 2011; OECD, 2018).

Kentsel yayılmanın beraberinde getirdiği arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimleri son yıllarda uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak zamana bağlı olarak izlenebilmektedir (Oğuz & Zengin, 2011; Doygun vd., 2016; Ardahanlıoğlu vd., 2020; Çoşlu vd., 2021; Kahraman & Olgun, 2024). Bu teknikler ile üretilen değişim analizleri, arazi örtüsündeki değişimin, kentsel sınırların genişlemesinin, kentsel yeşil alanların ve doğal/yarı doğal alanların azalmasının ve yapılaşma yoğunluğundaki artışın nicel olarak ortaya konulmasına imkân sağlamaktadır (Onur vd., 2009; Karakuş vd., 2014; Aslan & Koc-San, 2020; Yılmaz vd., 2020; Çoşlu, 2025; Selim & Selim, 2025). Kentsel yayılma, yapılaşma yoğunluğu ve arazi örtüsü değişiminin izlenmesinde açık erişimli ve güncel mekânsal veri kaynaklarının kullanımı, güvenilir sonuçlara ulaşılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, ArcGIS Living Atlas of the World hem küresel hem de yerel ölçekte sunduğu arazi örtüsü

verileriyle mekansal değişim süreçlerinin analiz edilmesine imkân sağlamaktadır (Esri, 2024).

Turizm faaliyetlerinin yoğun olarak yaşandığı kentlerde, bölgenin orman dokusunun, su varlığının ve açık-yeşil alanlarının korunması kapsamında, kent planlaması ve kentsel arazi kullanımlarının belirlenmesinde ekolojik planlama yaklaşımlarının uygulanması ile sürdürülebilir koruma statülerinin sağlanması açısından arazi kullanım değişimlerinin izlenmesi ve bu süreçlerin karar alma mekanizmalarına entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır (Selim vd., 2015; Kahraman & Kaya, 2025). Akdeniz kıyı kuşağında yer alan Fethiye ilçesi, başta turizm olmak üzere tarım, hizmet ve göç dinamiklerinin etkisiyle hızlı bir kentsel büyüme ve mekansal dönüşüm süreci yaşamaktadır (Çınar vd., 2024). TÜİK (2025) verilerine göre, Fethiye ilçesinde 2017 yılında yapı kullanma izin belgesi alan bina sayısı 609 iken, bu sayı 2023 yılında 835'e yükselmiştir. Özellikle 2022 yılında, yıllık bazda yapı kullanma izin belgesi alan bina sayısı 999'a ulaşmıştır. Çalışmada, Muğla ili Fethiye ilçesindeki geçirimsiz yüzeylerin zamansal ve mekansal değişiminin yapay zekâ destekli arazi örtüsü verileri kullanılarak nicelleştirilmesi, değişimin analiz edilmesi ve elde edilen değişim sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. VERİ SETİ

Çalışmada Fethiye ilçesinde geçirimsiz yüzeylerin zamansal ve mekansal değişimini ortaya koymak amacıyla Esri Living Atlas of the World kapsamında sunulan küresel arazi örtüsü (Esri Sentinel-2 Land Cover) verileri kullanılmıştır. Arazi örtüsü verileri, Sentinel-2 uydu görüntülerine dayalı olarak üretilmiş olup 10 m mekansal çözünürlüğe sahiptir. Veri seti, makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı sınıflandırma algoritmaları kullanılarak küresel ölçekte oluşturulmuş olup 11 arazi örtüsü sınıfını içermektedir (Tablo 1) (Karra vd., 2021; Esri, 2024; Narin, 2024).

Tablo 1. Esri Sentinel 2 arazi örtüsü sınıfları (Karra vd., 2021; Esri, 2024; Narin, 2024)

Raster Kodu	Arazi Örtüsü		
	İngilizce	Türkçe	Açıklama
1	Water	Su Yüzeyleri	Suyun sürekli olarak bulunduğu bölgeler; göller, rezervuarlar, denizler, nehirler vb.
2	Trees	Ağaçlık Alanlar / Orman Alanları	Savanlar, çiftlikler, bataklıklar veya mangrovlar içindeki 15 m ya da daha uzun kalın bitki örtüsü kümeleri.

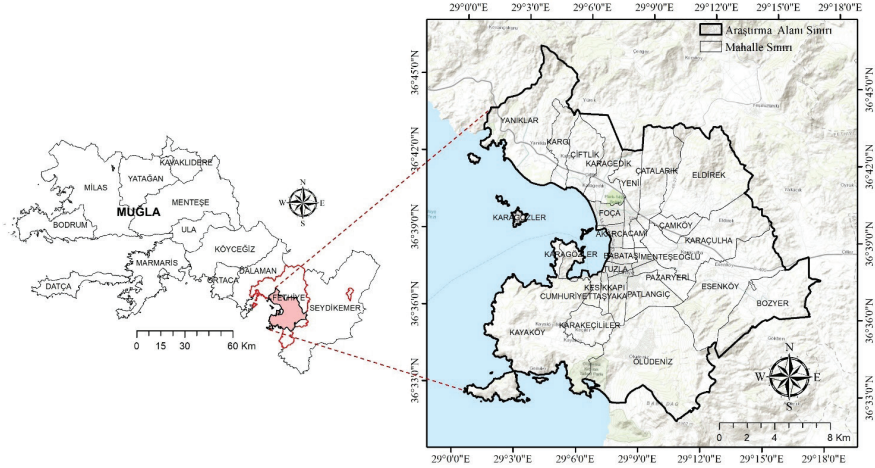
3	Grass	Çim, Çimenlik alan	Homojen çimenler ve çimenler ile kaplanmış insan eli değmemiş açık alanlar; yeşillik, bahçeler ve meralar ve açık savanlar.
4	Flooded Vegetation	Suyla Kaplı Bitki Örtüsü (Sulak Alan Bitkileri)	Yılın büyük bir kısmında su bulunan bitki örtüsü alanları; Pirinç tarlaları, mangrovlar ve diğer yoğun su altında bulunan bahçeler.
5	Crops	Tarım Alanları (Ekili Alanlar)	İnsanlar tarafından ekilip biçilen alanlar; mısır, buğday, soya gibi organize şekilde biçilen araziler.
6	Shrubs	Çalılık	Dikenli ve dikensiz çalıların ve çimen tutamlarının, küçük bitki demetleri veya tek tek bitkilerin bir karışımını içeren alanlar.
7	Built Area	Yapılaşmış Alanlar (Geçirimsiz Yüzeyler)	Yapı alanları; büyük yollar, park yapıları ve konutlar; evler, yoğun köyler/kasabalar/ şehirler, asfalt yollar ve beton.
8	Bare Ground	Çıplak Toprak / Bitki Örtüsü Alanlar	Tüm yıl boyunca bitki örtüsü olmayan kayalık veya çıplak topraklı alanlar; büyük kumlu alanlar, çöller ve kum tepeleri, madenler.
9	Snow/Ice	Kar ve Buz Örtüsü	Çoğunlukla dağlarda veya buzullarda kalıcı kar veya buz bulunan alanlar.
10	Clouds	Bulut Örtüsü	Arazi örtüsü bilgilerinde görülmeyen alanın bulut örtüsü.
11	Rangeland	Mera Alanları / Doğal Otlaklar	Doğal veya yarı doğal bitki örtüsüyle kaplı, çoğunlukla ot, çalı ve kısa boylu bitkilerin hâkim olduğu, tarımsal üretim (ekili tarım) veya yoğun yapılaşma faaliyetlerinin bulunmadığı alanlardır.

Çalışma kapsamında, 2017–2024 yılları arasına ait yıllık arazi örtüsü verileri Esri Sentinel-2 Land Cover Explorer “<https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/>” web sitesinden indirilmiştir. İndirilen Esri Sentinel-2 Land Cover verisinde yer alan “Built Area / Impervious Surface” sınıfı, ArcGIS ortamında filtrelenmiştir. “Built Area / Impervious Surface” sınıfı, kentsel yapılaşmayı ve altyapı unsurlarını temsil eden geçirimsiz yüzeylerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu sınıf; binalar, yollar, çatı kaplamaları, otoparklar ve diğer sert zeminleri kapsamakta olup kentsel yayılma ve arazi kullanım değişimlerinin izlenmesinde güvenilir bir gösterge olarak değerlendirilmektedir (Weng, 2012). Verilerin analizi öncesinde, çalışma alanı sınırları kullanılarak kırpma (clip) işlemi uygulanmış ve yalnızca Fethiye ilçe merkezi ile yakın çevresini kapsayacak şekilde alt veri setleri oluşturulmuştur. Ardından her yıl için geçirimsiz yüzey sınıfına ait piksellerin alanları hesaplanarak hektar cinsinden alan değerleri elde edilmiştir. Mahallelerin yıllara göre değişim analizinde de mekânsal istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Yıllar arası karşılaştırmalar hem mutlak alan değişimi hem de 2017 yılı referans alınarak hesaplanan yüzde de-

gişim oranları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3. ÇALIŞMA ALANI

Fethiye ilçesi, Türkiye'nin güneybatısında, Akdeniz kıyı bandında yer alan şehirlerden biri olan Muğla ilinin on üç ilçesinden biridir. Muğla ilinin güneydoğusunda konumlanan Fethiye ilçesinin doğusunda Seydikemer ilçesi, güneyinde Akdeniz, kuzeybatısında Dalaman ilçesi ve kuzeyinde Denizli ili yer almaktadır (Şekil 1). Fethiye ilçesi, idari olarak 41 mahalleden oluşmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2024 yılı verilerine göre Muğla ilinin toplam nüfusu 1081867, Fethiye ilçesinin

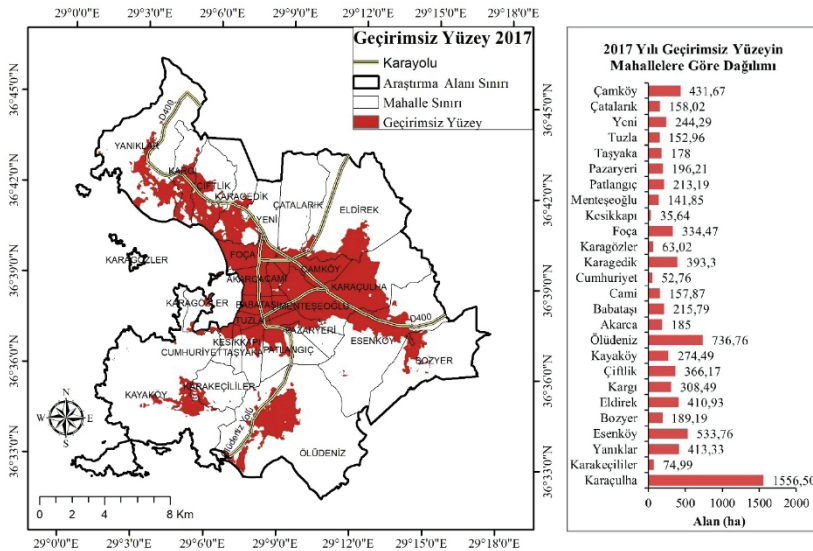


Şekil 1. *Araştırma alanı*

4. GEÇİRİMSİZ YÜZEYLER

Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2017 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 2’de verilmiştir. 2017 yılında Fethiye’de geçirimsiz yüzeylerin mekansal dağılımı, kıyı bandında kentin çekirdeğini oluşturan mevcut yerleşim alanlarında ve bu yerleşim alanlarını birbirine bağlayan ana ulaşım aksları boyunca yoğunlaşmaktadır. Özellikle, güneydoğu–kuzeybatı doğrultusunda uzanan D400 karayolu ve bu karayolundan kent merkezine ulaşımı sağlayan ana akslar kentsel gelişimin yönlendirilmesinde etkili olmuştur. D400 karayolu ve ana akslar üzerindeki mahallelerde geçirimsiz yüzeylerin karayolu etrafında kümelenmeler oluşturduğu ve geniş alanlara yayılım gösterdiği, buna karşın kıyı bandında kentin çekirdeğini oluşturan ilk yerleşim alanları olan mahallelerde ise geçirimsiz yüzeylerin daha sınırlı yayılım gösterdiği belirlenmiştir. 2017 yılına ait analizler sonucunda, Fethiye’de geçirimsiz yüzey alanının 8018,65 ha olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre, Fethiye ilçe merkezinde geçirimsiz yüzey alanı en

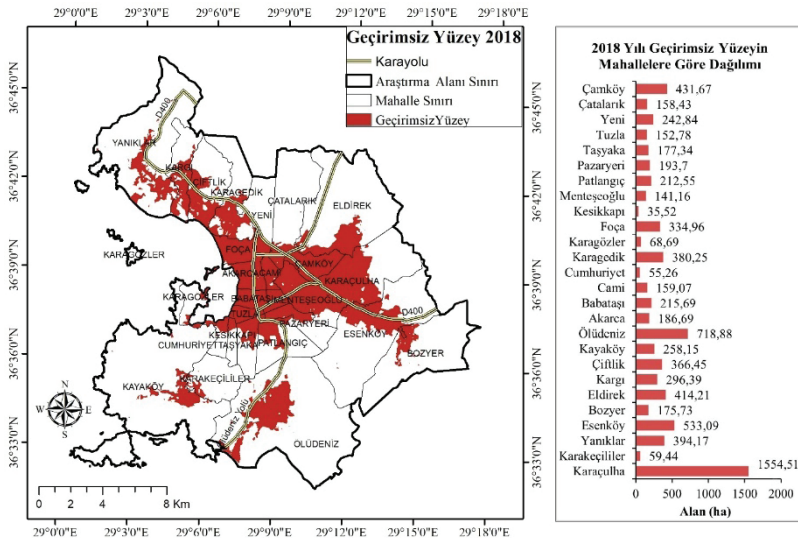
yüksek olan mahalle Karaçulha mahallesidir (1556,50 ha). Bu mahalleyi yüksek geçirimsiz yüzey alanına sahip olan Ölüdeniz (736,76 ha), Esenköy (533,76 ha), Çamköy (431,67 ha), Yanıklar (413,33 ha) ve Eldirek (410,93 ha) mahallelerinin takip ettiği belirlenmiştir. Karagedik (393,30 ha), Çiftlik (366,17 ha), Foça (334,47 ha), Kargı (308,49 ha), Kayaköy (274,49 ha), Yeni (244,29 ha), Babataşı (215,79 ha) ve Patlangıç (213,19 ha) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey alanı 200–400 ha arasında değişmektedir. Geçirimsiz yüzey alanı 200 ha'nın altında kalan mahalleler ise sırasıyla Pazaryeri (196,21 ha), Bozyer (189,19 ha), Akarca (185 ha), Taşyaka (178 ha), Çatalarık (158,02 ha), Cami (157,87 ha), Tuzla (152,96 ha), Menteşeoğlu (141,85 ha) ve Karakeçililer (74,99 ha) mahalleleri olarak tespit edilmiştir. Bunları Cumhuriyet (52,76 ha) ve Karagözler (63,02 ha) mahallelerinin takip ettiği ve en düşük geçirimsiz yüzey alanına sahip mahallenin Kesikkapı (35,64 ha) mahallesi olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. 2017 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2018 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 3'te verilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresinin 2018 yılına ait geçirimsiz yüzey haritasında, geçirimsiz yüzeylerin genel mekânsal örüntüsünün 2017 yılı ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği, D400 karayolu ve kent merkezine ulaşımı sağlayan ana akslar üzerindeki mahallelerde geçirimsiz yüzeylerin karayolu etrafında kümelenme eğilimini sürdürdüğü ve bu kümelenmenin mekânsal sürekliliğinin yer yer zayıfladığı, kıyı bandında kentin çekirdeğini oluşturan ve sınırlı yayılım gösteren mahallelerde ise geçirimsiz yüzeylerin düşük yoğunluklu

bir dağılım sergilemeye devam ettiği, kent çeperindeki mahallelerde ise geçirimsiz yüzey alanlarında arazi dönüşümlerinin olduğu ve bu dönüşümlere bağlı olarak geçirimsiz yüzey alanının bir önceki yıla göre azalış gösterdiği belirlenmiştir. 2018 yılına ait gerçekleştirilen analizler sonucunda, Fethiye kent merkezi ve çevresinde geçirimsiz yüzey alanının 2017 referans yılına göre %1,26 oranında azalarak 2018 yılında 7917,62 ha değerine gerilediği tespit edilmiştir. 2018 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre bu azalışın, özellikle kent çeperindeki Karakeçililer (%20,74) başta olmak üzere Bozyer (%7,11), Kayaköy (%5,95), Yanıklar (%4,64), Kargı (%3,92), Karagedik (%3,32) Ölüdeniz (%2,43) ve Pazaryeri (%1,28) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Yeni mahalle (%0,59), Menteşeoğlu (%0,49), Taşyaka (%0,37), Kesikkapı (%0,34), Patlangıç (%0,30), Karaçulha (%0,13), Esenköy (%0,13), Tuzla (%0,12) ve Babataşı (%0,05) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey alanlarındaki azalışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2018 yılının genel azalışına karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında artışların olduğu ve bu artışın Karagözler (%+9,00) ve Cumhuriyet (%+4,74) mahallerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Akarca (%0,91), Eldirek (%0,80), Cami (%0,76), Çatalarık (%0,26), Foça (%0,15) ve Çiftlik (%0,08) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey artışının sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir.

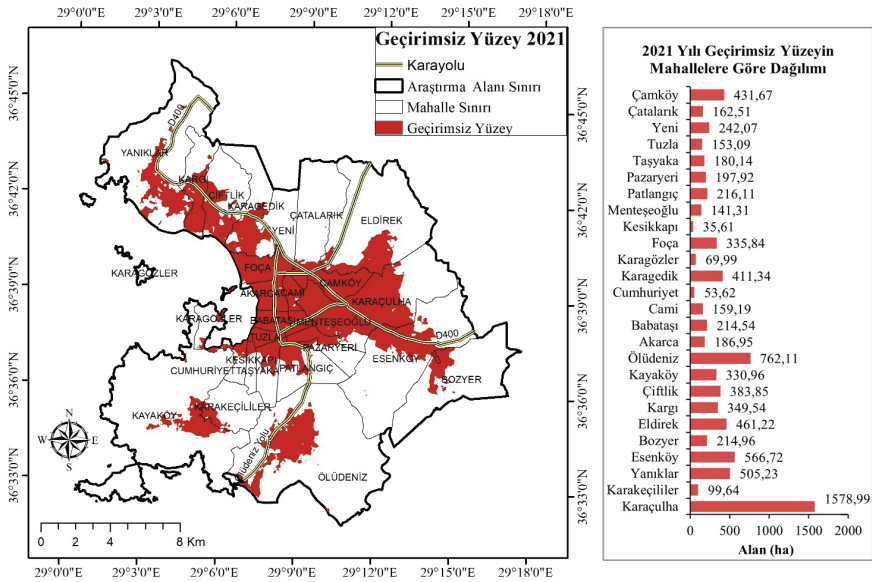


Şekil 3. 2018 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2019 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çev-

resinin 2019 yılına ait geçirimsiz yüzey haritasında, geçirimsiz yüzeylerin D400 karayolu ve kent merkezine ulaşımı sağlayan ana akslar üzerindeki mahallelerde kümelenme eğilimini sürdürdüğü ve bu kümelenmenin mekânsal olarak önceki yıllara göre genişlediği, kıyı bandında kentin çekirdeğini oluşturan mahallelerden biri olan Karagözler mahallesinde yüksek oranda bir artışın olduğu, diğer mahallelerde ise geçirimsiz yüzeylerin düşük yoğunluklu bir dağılım sergilemeye devam ettiği, özellikle bu yılda kıyı bandındaki turizm odaklı alanlarda ve kent çeperinde geçirimsiz yüzeylerin yoğunlaştığı ve bir önceki yıla kıyasla yeniden bir artış eğilimine başladığı belirlenmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresindeki geçirimsiz yüzey alanının 2017 referans yılına göre %1,91 oranında artış göstererek 2019 yılında 8171,44 ha değerine ulaştığı tespit edilmiştir. 2019 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre bu artışın, Kayaköy (%+10,98) başta olmak üzere Karagözler (%+10,52), Bozyer (%+10,13), Yanıklar (%+8,78), Kargı (%+5,72) Cumhuriyet (%+5,16), Eldirek (%+3,75), Esenköy (%+2,40), Çiftlik (%+1,95), Cami (%+1,86), Karakeçililer (%+1,47) ve Akarca (%+1,25) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Karaçulha (%+0,75), Karagedik (%+0,35), Çatalarık (%+0,33), Foça (%+0,09) ve Tuzla (%+0,04) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey alanlarındaki artışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2019 yılı genel artış eğilimine karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında azalışların olduğu ve bu azalışın Ölüdeniz (%-1,33) ve Pazaryeri (%-1,08) mahallerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Kesikkapı (%-0,62), Yeni mahalle (%-0,25), Patlangıç (%-0,16), Babataşı (%-0,09), Menteşeoğlu (%-0,06) ve Taşyaka (%-0,06) mahallelerinde ise sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Çamköy mahallesinin geçirimsiz yüzey alanında ise 2017 referans yılına göre herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.

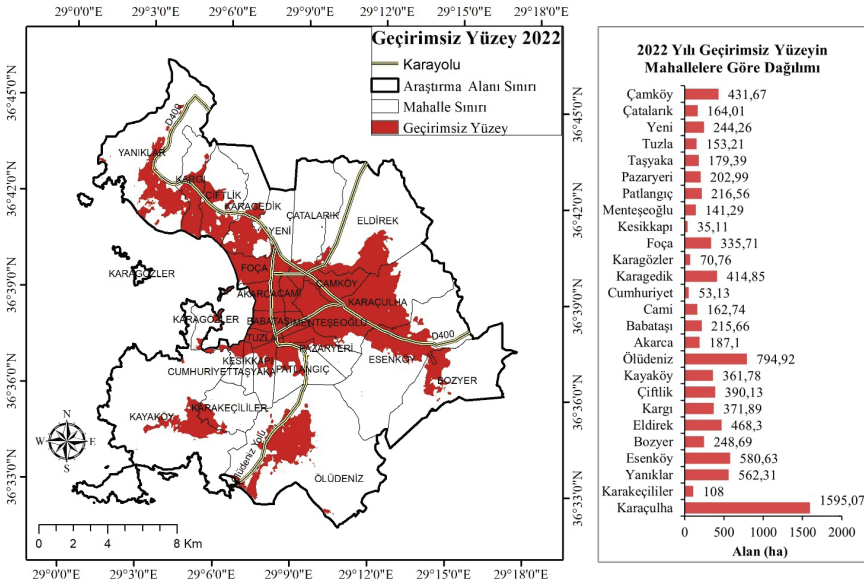
gözler (%+11,06), Esenköy (%+6,18), Çiftlik (%+4,83), Karagedik (%+4,59), Ölüdeniz (%+3,44), Çatalarık (%+2,84), Cumhuriyet (%+1,63), Patlangıç (%+1,37), Taşyaka (%+1,20) ve Akarca (%+1,05) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Pazaryeri (%+0,87), Cami (%+0,84), Karaçulha (%+0,51), Foça (%+0,41) ve Tuzla (%+0,08) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey alanlarındaki artışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2021 yılı genel artış eğilimine karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında azalışların olduğu ve bu azalışın Yeni mahalle (%-0,91), Babataşı (%-0,58) Menteşeoğlu (%-0,38) ve Kesikkapı (%-0,08) mahallelerinde sınırlı düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çamköy mahallesinin geçirimsiz yüzey alanında ise 2017 referans yılına göre herhangi bir değişikliği olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. 2021 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

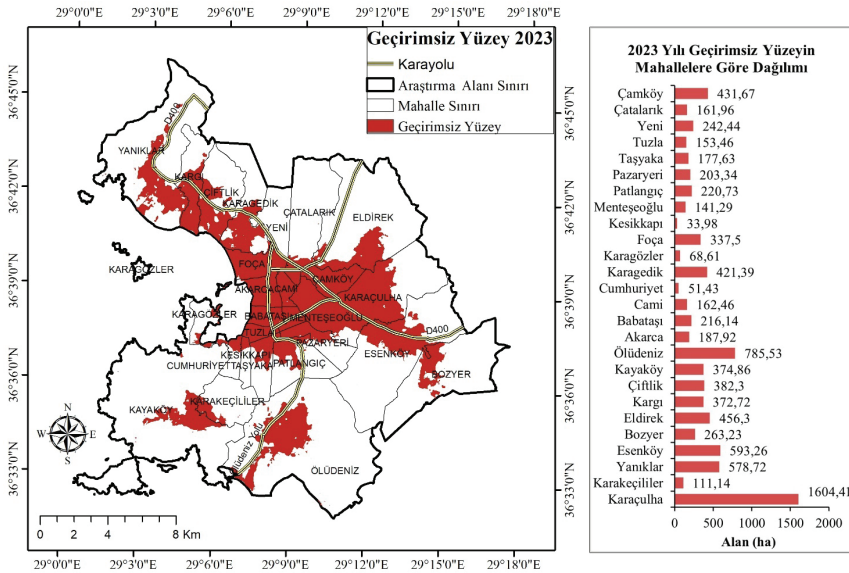
Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2022 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 7’de verilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresinin 2022 yılına ait geçirimsiz yüzey haritasında, bu yıl Fethiye’de, önceki yıllara göre yıllık artış hızının zirve yapmasıyla geçirimsiz yüzey yayılımı açısından önemli bir kırılma noktasının olduğu, D400 karayolu ve kent merkezine ulaşımı sağlayan ana akslar üzerindeki mahallelerde geçirimsiz yüzeyin mekânsal genişlemesinin devam ettiği, kent merkezindeki boşlukların geçirimsiz yüzeylerle dolduğu, kent çeperindeki mahallelerde de geçirimsiz yüzey ile mahalle çevresindeki geçirimsiz yüzey alanları

arasındaki boşlukların geçirimsiz yüzey ile dolduğu ve geçirimsiz yüzey açısından daha bütüncül bir mekânsal yapının oluştuğu, kentin çekirdeğini oluşturan ve sınırlı yayılım gösteren mahallelerde de geçirimsiz yüzey artışının olduğu ve önceki yıllara kıyasla geçirimsiz yüzey artış eğiliminin 2022 yılında en yüksek seviyede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresindeki geçirimsiz yüzey alanının 2017 referans yılına göre %8,37 oranında artış göstererek 2022 yılında 8690,16 ha değerine ulaştığı tespit edilmiştir. 2022 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre bu artışın, Karakeçililer (%+44,02) başta olmak üzere Yanıklar (%+36,04), Kayaköy (%+31,80), Bozyer (%+31,45), Kargı (%+20,55), Eldirek (%+13,96), Karagözler (%+12,28), Esenköy (%+8,78), Ölüdeniz (%+7,89), Çiftlik (%+6,54), Karagedik (%+5,48), Çatalarık (%+3,79), Pazaryeri (%+3,46), Cami (%+3,08), Patlangıç (%+1,58), Akarca (%+1,14) ve Karaçulha (%+1,02) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Taşyaka (%+0,78), Cumhuriyet (%+0,70), Foça (%+0,37) ve Tuzla (%+0,16) mahallelerinde ise bu artışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2022 yılı yüksek artış eğilimine karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında azalışların olduğu ve bu azalışın Kesikkapı (%-1,49) mahallesi başta olmak üzere Menteşeoğlu (%-0,39), Babataşı (%-0,06) ve Yeni (%-0,01) mahallede sınırlı düzeyde gerçekleştiği ve Çamköy mahallesinde değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 7. 2022 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

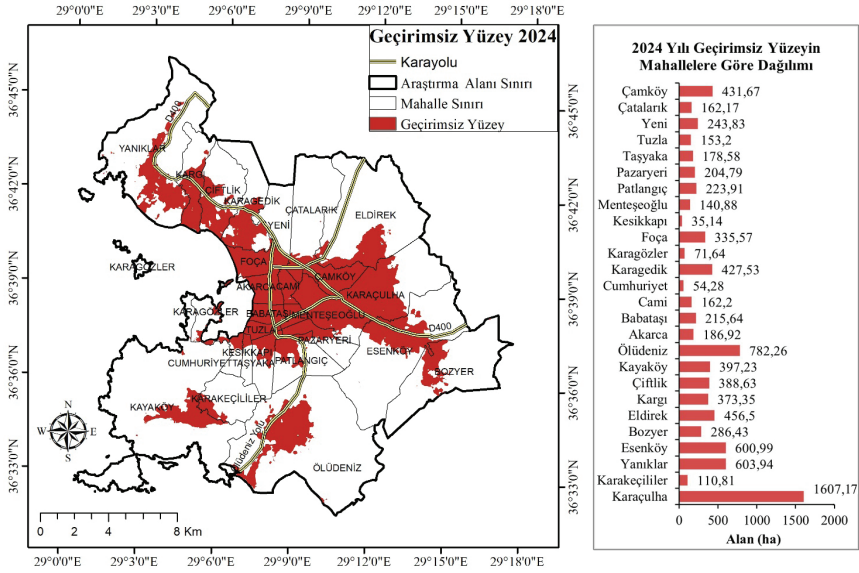
Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2023 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 8’de verilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresinin 2023 yılına ait geçirimsiz yüzey haritasında, bu yıl geçirimsiz yüzey alanlarında artış hızının 2022 yılına kıyasla yavaşladığı ve durağanlaştığı, geçirimsiz yüzeylerin kentsel çekirdek alanlardan çevre mahallelere doğru yayılım eğilimini sürdürdüğü ve bu yayılımın özellikle D400 karayolu ve kente erişimi sağlayan ana ulaşım aksları boyunca mekânsal süreklilik kazandığı, geçirimsiz yüzey genişlemesinin önceki yılın geçirimsiz yüzey sınırından itibaren boşluksuz bir şekilde devam ettiği, kent içi ve çeperindeki bazı mahallerde geçirimsiz yüzey içerisindeki boşlukların küçüldüğü ve bazı mahallelerde de bu boşlukların geçirimsiz yüzeyle kaplandığı, mahalle çeperinde parçalı yapıda olan geçirimsiz yüzeylerin ise genişlemeye devam ettiği tespit edilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresindeki geçirimsiz yüzey alanının 2017 referans yılına göre %8,93 oranında artış göstererek 2023 yılında 8734,42 ha değerine ulaştığı tespit edilmiştir. 2023 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre bu artışın, Karakeçililer (%+48,21) başta olmak üzere Yanıklar (%+40,01), Boz yer (%+39,14), Kayaköy (%+36,57), Kargı (%+20,82), Esenköy (%+11,15), Eldirek (%+11,04), Karagözler (%+8,87), Karagedik (%+7,14), Ölüdeniz (%+6,62), Çiftlik (%+4,41), Pazaryeri (%+3,63), Patlangıç (%+3,54), Cami (%+2,91), Çatalarık (%+2,49), Akarca (%+1,58) ve Foça (%+0,91) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Karaçulha (%+0,59), Tuzla (%+0,33) ve Babataşı (%+0,16) mahallelerinde ise geçirimsiz yüzey alanlarındaki artışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2023 yılı genel artış eğilimine karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında azalışların olduğu ve bu azalışın Kesikkapı (%-4,66) ve Cumhuriyet (%-2,52) mahalleleri başta olmak üzere Yeni mahalle (%-0,76), Menteşeoğlu (%-0,39) ve Taşyaka (%-0,21) mahallede sınırlı düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çamköy mahallesinde herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 8. 2023 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

Fethiye kent merkezi ve yakın çevresine ait 2024 yılı geçirimsiz yüzey dağılımını gösteren harita ile mahalleler bazında hesaplanan geçirimsiz yüzey alanları grafiği Şekil 9'da verilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresinin 2024 yılına ait geçirimsiz yüzey haritasında, bu yıl geçirimsiz yüzey alanlarında artış hızının bir önceki yıla kıyasla kısmen artış gösterdiği ve önceki yıllarda ortaya çıkan geçirimsiz yüzeylerin mekânsal örüntüsünün büyük ölçüde korunduğu, geçirimsiz yüzeylerin kentsel çekirdek alanlardan çevre mahallelere doğru yayılım eğilimini sürdürdüğü ve bu yayılımın özellikle D400 karayolu ve kente erişimi sağlayan doğu ve güneydoğu yönündeki ana ulaşım aksları boyunca mekânsal genişlemeye devam ettiği, kent çeperinde ve kıyı bandında geçirimsiz yüzeylerin parçalı bir şekilde alsasal olarak genişlediği, kent merkezinde yer alan ve yerleşim dokusu büyük ölçüde doyunluğa ulaşmış mahallelerde geçirimsiz yüzey artışının sınırlı kaldığı tespit edilmiştir. Fethiye kent merkezi ve çevresindeki geçirimsiz yüzey alanının 2017 referans yılına göre %10,18 oranında artış göstererek 2024 yılında 8835,26 ha değerine ulaştığı tespit edilmiştir. 2024 yılı geçirimsiz yüzey haritasının mekânsal istatistiksel verilerine göre bu artışın, Bozyer (%+51,40) başta olmak üzere Karakeçililer (%+47,77), Yanıklar (%+46,12), Kayaköy (%+44,72), Kargı (%+21,02), Karagözler (%+13,68), Esenköy (%+12,60), Eldirek (%+11,09), Karagedik (%+8,70), Ölüdeniz (%+6,18), Çiftlik (%+6,13), Patlangıç (%+5,03), Pazar-yeri (%+4,37), Cumhuriyet (%+2,88), Cami (%+2,74), Çatalarık (%+2,63) ve Akarca (%+1,04) mahallelerinde yüksek oranlarda gerçekleştiği, Foça (%+0,33), Taşyaka (%+0,33), Karaçulha (%+0,17) ve Tuzla (%+0,16) mahal-

lelerinde ise geçirimsiz yüzey alanlarındaki artışların daha sınırlı düzeylerde kaldığı saptanmıştır. 2024 yılı genel artış eğilimine karşın, bazı mahallelerde geçirimsiz yüzey alanlarında azalışların olduğu ve bu azalışın Kesikkapı (%-1,40) mahallesi başta olmak üzere Menteşeoğlu (%-0,68), Yeni mahalle (%-0,19) ve Babataşı (%-0,07) mahallelerinde sınırlı düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Çamköy mahallesinde herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 9. 2024 yılı geçirimsiz yüzey haritası ve mahallelere göre dağılım grafiği

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında Fethiye kent merkezi ve yakın çevresinde geçirimsiz yüzeylerin 2017–2024 yılları arasındaki zamansal ve mekânsal değişiminin yapay zekâ destekli Esri Sentinel-2 Arazi Örtüsü verileri kullanılarak analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgular, Fethiye’de kentsel gelişmenin yönü, hızı ve mekânsal örüntüsü hakkında önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Analiz sonuçlarına göre, Fethiye kent merkezi ve çevresinde geçirimsiz yüzey alanı 2017 yılında 8018,65 ha iken, 2024 yılında 8835,26 ha değerine ulaşmış ve sekiz yıllık süreçte yaklaşık %10,18 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Sekiz yıllık süreçte geçirimsiz yüzey değişiminin, yıllar arasında farklılaşan hızlarda seyrettiği, 2018 yılında sınırlı bir azalışın ardından 2019 yılından itibaren yeniden artış eğilimine girildiği ve özellikle 2020–2022 döneminde bu artışın hızlandığı ve geçirimsiz yüzeylerin genişlemesinin mekânsal süreklilik kazandığı tespit edilmiştir. 2023 yılında artış hızının yavaşladığı ve mevcut yapılaşma alanlarının çevresindeki boşlukları doldurarak genişlediği, 2024 yılında ise yeniden

sınırlı bir ivmelenmenin yaşandığı belirlenmiştir.

Mekansal analizler sonucunda elde edilen bulgular, Fethiye’de sekiz yıllık süreçte geçirimsiz yüzeylerin genel olarak artan bir eğilim sergilediğini, kentsel gelişimin geçirimsiz yüzey artışı üzerinden şekillendiğini ve bu artışın mekânsal olarak kentsel çekirdekten çeper mahallelere doğru yayılım gösterdiğini, artışın büyük ölçüde D400 karayolu ve kente erişimi sağlayan ana ulaşım aksları boyunca yoğunlaştığını ve ulaşım altyapısının kentsel büyüme üzerinde yönlendirici etkisinin olduğunu, kıyı bandında ve turizm odaklı alanlarda geçirimsiz yüzey artışının daha parçalı bir yapı sergilediği ve bu alanlarda mekânsal süreklilikten ziyade noktasal ve dağınık bir yayılımın olduğunu, kent çekirdeğini oluşturan ve yapılaşma açısından büyük ölçüde doygunluğa ulaşmış mahallelerde geçirimsiz yüzey artışının sınırlı kaldığını, ancak Bozyer, Karakeçililer, Yanıklar, Kayaköy ve Kargı gibi kent çeperindeki mahallelerde geçirimsiz yüzeylerin hem oransal hem de mekânsal olarak diğer mahallelerden daha fazla genişlediğini ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, bu çalışma yapay zekâ destekli arazi örtüsü verilerinin kullanımıyla Fethiye’de geçirimsiz yüzeylerin zamansal ve mekânsal dinamiklerini ortaya koymuş ve kentsel büyümenin zaman içerisindeki mekânsal yönelimlerini görünür kılmıştır. Elde edilen bulgular, gelecekte yapılacak kentsel planlama çalışmalarında geçirimsiz yüzey artışının sınırlandırılması, yeşil altyapının güçlendirilmesi ve ulaşım odaklı büyümenin çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi açısından önemli bir bilimsel zemin oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- Angel, S., Parent, J., Civco, D. L., Blei, A., & Potere, D. (2011). *Making room for a planet of cities*. Lincoln Institute of Land Policy & Cities Alliance. Erişim tarihi: 19/12/2025 Erişim adresi: <https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/making-room-for-a-planet-of-cities-full.pdf>
- Ardahanlioğlu, Z. R. (2023). Kayaköy-Hisarönü (Fethiye) ve Yakın Çevresinde Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü ile Arazi Yüzey Sıcaklığının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. *International Academic Social Resources Journal*, 8(54), 4013-4022.
- Ardahanlioğlu, Z. R., Selim, S., Karakuş, N., & Çınar, İ. (2020). GIS-based approach to determine suitable settlement areas compatible with the natural environment. *Journal of Environmental Science and Management*, 23, 71-82.
- Aslan, N., & Koc-San, D. (2020). Spatiotemporal land use change analysis and future urban growth simulation using remote sensing: A case study of Antalya, Turkey. *ISPRS Archives, XLIII-B3-2020*, 657-664.
- Çevre ve Şehircilik. (2025). Muğla İli, Fethiye İlçesi, Patlangıç Mahallesi, 3439 Ada 1 ve 2 Parsellere İlişkin 1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planı Değişikliği ve 1/1000 Ölçekli Uygulama İmar Planı Değişikliği Açıklama Raporu. Erişim tarihi: 19/12/2025 Erişim adresi: https://webdosya.csb.gov.tr/db/mugla/duyurular/mugla-ili--8230-89610-20240904094656.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Çınar, İ. (2015). Assessing the Correlation between Land Cover Conversion and Temporal Climate Change—A Pilot Study in Coastal Mediterranean City, Fethiye, Turkey. *Atmosphere*, 6, 1102-1118.
- Çınar, İ., Ardahanlioğlu, Z. R., & Toy, S. (2024). Land use/land cover changes in a Mediterranean summer tourism destination in Turkey: Fethiye-Göcek (Muğla Province) case study. *Sustainability*, 16(4), 1480.
- Çoşlu, M., Karakuş, N., Selim, S., & Sönmez, N.K., (2021). Evaluation of the Relationship Between Land Use and Land Surface Temperature in Manavgat Sub-Basin. Planning, Design and Management in Landscape Architecture, Altuntaş Arzu, Editor, IKSAD International Publishing House, pp.3-34.
- Çoşlu, M. (2025). Spatial Evaluation of Urban Green Space-Population Relationship Using Sentinel-2 Satellite Data and Object-Based Image Analysis: A Case Study Antalya. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 14(3), 202-217.
- Doygun, H., Atmaca, M., & Zengin, M. (2016). Kahramanmaraş'ta Kentleşme ve Yeşil Alan Varlığındaki Zamansal Değişimlerin İncelenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(4), 55-61.
- Esri. (2024). *ArcGIS Living Atlas of the World*. <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/living-atlas>

- Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Compactness versus sprawl: A review of recent evidence from the United States. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 413–432.
- Fethiye Kaymakamlığı. (2025). *Fethiye Kaymakamlığı Muhtarlıklar*. Erişim tarihi: 19/12/2025 Erişim adresi: <http://www.fethiye.gov.tr/mahalli-idareler>
- İlal, N. Ç. (2023). 2012-2022 Döneminde Muğla Turizminin Türkiye Ekonomisindeki Yeri Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Recreation and Tourism Research*, 10(3), 28-45.
- Kahraman, E., & Kaya, L. G. (2025). Kent Ekosistemlerinde Yapay Sulak Alanların Kullanımı. *Peyzaj Mimarlığı: Teori, Metodoloji ve Uygulama* içinde (15-32). Çelik, F. Ankara: Platanus Yayınları.
- Kahraman, E., & Olgun, R. (2024). Corine Arazi Örtüsüne Göre Yapay Bölgelerin Zamansal ve Mekânsal Gelişimi: Kemer İlçesi Kıyı Bandı Örneği. *Peyzaj Mimarlığı Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler* içinde (127-144). Güngör, S. Ankara: Serüven Yayınevi.
- Karakuş N., Selim S., Bozhöyük Ardahanlıoğlu Z. R., & Zengin M. (2014). Fethiye Kenti Açık ve Yeşil Alan Dağılımlarının Cbs Teknikleri ile Analizi. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi, Muğla, Türkiye, 4 - 06 Haziran 2014, (1)577-585.
- Karra, K., Kontgis, C., Statman-Weil, Z., Mazzariello, J. C., Mathis, M., & Brumby, S. P. (2021, July). Global land use/land cover with Sentinel 2 and deep learning. In *2021 IEEE international geoscience and remote sensing symposium IGARSS* (pp. 4704-4707). IEEE.
- Korkut, A., Gültürk, P., & Üstün Topal, T. (2016). Kentsel Peyzaj Yapılarında Zemin Geçirimsizliği Üzerine Bir Araştırma: Tekirdağ Örneği. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 412-422.
- Muğla Kültür ve Turizm. (2025). *Muğla İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü*. Erişim tarihi: 17/12/2025 Erişim adresi: <https://muqla.ktb.gov.tr/TR-270591/cografya-konum-iklim-ulasim.html>
- Narin, Ö. G. (2024). ESRI Land Cover ve Dynamic World arazi örtüsü verilerinin karşılaştırılması: Kıbrıs Adası örneği. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 11(1), 19-29.
- OECD. (2018). *Rethinking urban sprawl: Moving towards sustainable cities*. OECD Publishing.
- Oguz, H., & Zengin, M. (2011). Analyzing land use/land cover change using remote sensing data and landscape structure metrics: a case study of Erzurum, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 20(12), 3258-3269.
- Olgun, R., Karakuş, N., Selim, S., Yilmaz, T., Erdoğan, R., Aklıbaşında, M., Dönmez, B., Çakır, M., & Ardahanlıoğlu, Z. R. (2025). Impacts of landscape composition on land surface temperature in expanding desert cities: a case study in Arizona, USA. *Land*, 14(6), 1274. DOI: 10.3390/land14061274
- Onur, I., Maktav, D., Sarı, M. & Sönmez, N. K. (2009). Change detection of land cover and land use using remote sensing and GIS: a case study in Kemer, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 30(7), 1749–1757.

- Öztürk, D. (2023). Samsun-Atakum'da Kentsel Geçirimsiz Yüzey Alanlarının Sentinel-2 Uydu Görüntülerinden Spektral İndeksler Kullanılarak Belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Türk Coğrafya Bilimleri Dergisi*, 21(1), 49-76.
- Selim, C., Mutlu, S. S., & Selim, S. (2019). Kentsel Alanlarda Biyolojik Çeşitliliğin Sürdürülebilirliği ve Koruma Yaklaşımları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1), 38-45.
- Selim, S., & Selim, C. (2025). The role of spectral indices in identifying green spaces for urban and landscape planning: A remote sensing-based approach (Eds.), *The future of cities: Landscape, planning and design* içinde (1-24). Çakır & Gözlükaya. Ankara: Iksad Publishing House.
- Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., & Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *Plos One*, 6(8), e23777.
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyr, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.
- TÜİK (2025). *Yapı Kullanma İzin Belgesine Göre Bina Sayısı*. Erişim tarihi: 19/12/2025 Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=135&locale=tr>
- Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. *Remote sensing of Environment*, 117, 34-49.
- Yılmaz, F. C., Zengin, M., & Tekin Cure, C. (2020). Determination of ecologically sensitive areas in Denizli province using geographic information systems (GIS) and analytical hierarchy process (AHP). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(9), 589.
- Yılmazsoy, B. K., Kırkık Aydemir, K. P., & Akdemir, Ç. (2021). Tarihi Süreçte Salgın Hastalıklar ve Değişim: Covid-19 Sonrası Mimari ve Kent. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 8(66).

Bölüm 11

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE KARŞI DİRENÇLİ TARIM: PEYZAJ ÖLÇEĞİNDE ÇOK FONKSİYONLU YAKLAŞIMLAR

Demet DEMİROĞLU¹

¹ Prof.Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis, Türkiye. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3934-5319>, ddemiroglu@kilis.edu.tr, 0 542 311 15 76

1.GİRİŞ

Tarımsal peyzajlar, günümüzde yalnızca ürün elde edilen parseller bütünü olarak değil; biyofiziksel süreçlerin, habitat sürekliliğinin, kültürel değerlerin ve sosyo-ekonomik ilişkilerin kesiştiği çok katmanlı sosyal-ekolojik sistemler olarak ele alınmaktadır. Bu kavramsal dönüşüm, arazi kullanım desenlerinin, parsel ölçeği yönetim pratiklerinin ve agro-ekolojik uygulamaların peyzaj ölçeğinde bütüncül biçimde yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Haan, 2021; Liu vd., 202). Nitekim güncel çalışmalar, mozaik peyzaj yapısının, lineer peyzaj öğelerinin (örneğin ağaç şeritleri ve çalılık bantlar) ve habitat bağlantılılığının, ekosistem hizmetlerinin üretimi açısından belirleyici mekânsal bileşenler olduğunu ortaya koymaktadır (le Clech vd., 2024; Kaya & Uzun, 2019; Demiroğlu & Karadağ, 2015; Demiroğlu vd., 2018; Demiroğlu vd., 2019).

Bu bütüncül yaklaşım, tarımsal peyzajların yalnızca ekolojik işlevleri üzerinden değil, aynı zamanda iklimsel baskılar bağlamında da yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır. İklim değişikliği, tarımsal peyzajların işlevselliğini, dayanıklılığını ve üretim güvenliğini yeniden tanımlayan temel bir dışsal baskı unsuru olarak öne çıkmaktadır. IPCC'nin 2022 tarihli değerlendirmesi, sıcaklık artışları, yağış rejimindeki düzensizlikler ve aşırı iklim olaylarının tarımsal üretim ve kırsal geçim kaynakları üzerinde bölgesel ölçekte farklılaşan ancak belirgin etkiler yarattığını göstermektedir (IPCC, 2022). Türkiye'de yürütülen çalışmalar da iklim değişikliğinin tarımsal üretim, toprak süreçleri ve su kaynakları üzerindeki etkilerinin giderek belirginleştiğini ortaya koymaktadır (Dinç & Toğay, 2020). Bu etkiler; su kıtlığı, toprak erozyonu, zararlı ve hastalık dinamiklerinde değişim ile verimlilik dalgalanmaları şeklinde somutlaşmakta ve çiftlik ölçeğindeki teknik müdahalelerin ötesine geçen peyzaj ölçekli adaptasyon yaklaşımlarının gerekliliğine işaret etmektedir (Quandt vd., 2023; Karadağ vd., 2022).

Bu noktada ekosistem hizmetleri yaklaşımı, tarımsal peyzajların değerlendirilmesini tek boyutlu, üretim merkezli bir anlayıştan uzaklaştırarak çok fonksiyonlu bir çerçeveye taşımaktadır. Tarımsal peyzajlar bu kapsamda yalnızca tedarik hizmetleri (gıda, hammadde) üretmekle kalmamakta; aynı zamanda düzenleyici (karbon depolama, su rejiminin düzenlenmesi, erozyon kontrolü), destekleyici (tozlaşma, toprak sağlığı) ve kültürel hizmetleri eşzamanlı biçimde sunmaktadır (Liu vd., 2022; Nguyen, 2024; Demiroğlu & Karadağ, 2015; Cengiz & Demiroğlu, 2019). Türkiye'de kırsal ve tarımsal alanlar üzerine yapılan çalışmalar da, ekosistem hizmetlerinin planlama ve arazi yönetimi süreçlerine entegre edilmesinin sürdürülebilirlik açısından kritik bir gereklilik olduğunu vur-

gulamaktadır (Baylan, 2025; Kaya & Uzun, 2019; Cengiz & Demiroğlu, 2019).

Bu çerçevede peyzaj planlama literatürü, peyzaj fonksiyonlarının özellikle su, erozyon ve habitat süreçleri üzerinden analiz edilmesinin ve ekolojik hassasiyet değerlendirmelerinin arazi kullanım kararları için temel bir zemin oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Karadağ & Yıldız, 2013; Cengiz vd., 2017; Karadağ vd., 2019; Çetinkaya & Uzun, 2019; Karadağ & Şenik, 2019). Yapılan çalışmalar, lineer peyzaj öğelerinin bu hizmetleri güçlendirdiğini; parçalı habitat yapılarının ise polinasyon ve doğal düşman etkinliğini desteklediğini göstermektedir (le Clech vd., 2024; Haan, 2021). Dolayısıyla sürdürülebilir tarımsal peyzaj tasarımı, ekosistem hizmetleri arasındaki sinerjileri artıran ve ortaya çıkabilecek olası ödünleşimleri (trade-off) yöneten mekânsal tasarım kararlarına odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, Türkiye’de sürdürülebilir tarım ve agroekoloji literatüründe de tarımsal peyzajların uzun dönemli ekolojik dayanıklılığının sağlanması açısından temel bir çerçeve olarak ele alınmaktadır (Güneş & Karakaş, 2022). Tarım alanları yönetimi ve ilgili mevzuatın sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda değerlendirilmesi ise, tarımsal peyzaj planlaması ile koruma-kullanım kararları arasındaki doğrudan ilişkiye işaret etmektedir (Karadağ vd., 2022; Demiroğlu & Karadağ, 2025; Karadağ & Demiroğlu, 2025).

Bu bağlamda doğa-temelli çözümler (Nature-based Solutions — NbS) ve agroekolojik uygulamalar, hem iklim değişikliğine uyum hem de çok fonksiyonluluk hedeflerini bütünleştiren öncü yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Sistematik derlemeler; agroforestry, lineer bitki şeritleri, örtü bitkileri ve mozaik yönetim uygulamalarının su tutma kapasitesini artırdığını, toprak kaybını azalttığını ve biyolojik kontrol ile polinasyon hizmetlerini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Quandt vd., 2023; Nguyen, 2024). Bununla birlikte bu etkilerin bağlam bağımlı olduğu; ölçek, maliyet-zaman bileşenleri ve sosyo-ekonomik kabul düzeyi tarafından şekillendiği vurgulanmaktadır. Modelleme çalışmaları, peyzaj bileşenlerinin optimizasyonu yoluyla kısa dönemli verimlilik ile uzun dönemli ekolojik dayanıklılık arasında daha dengeli bir ilişki kurulabileceğini, ancak belirli koşullarda açık ödünleşimlerin ortaya çıkabileceğini göstermektedir (Bogatynoska vd., 2024).

Öte yandan politika ve uygulama düzlemi, çok fonksiyonluluğu desteklemeye yönelik araçların ölçeklendirilmesi konusunda çeşitli güçlükler barındırmaktadır. Ekosistem hizmetlerine dayalı ödeme sistemleri, peyzaj-sertifikasyon yaklaşımları ve peyzaj odaklı kırsal planlama araçları olumlu etkiler yaratabilse de, bu mekanizmaların etkinliği güçlü kurumsal altyapılar, katılımcı yönetim modelleri ve

teşviklerin adil dağılımına bağlıdır (FAO, 2023; le Clech vd., 2024). Bu nedenle tarımsal peyzaj planlaması, ekolojik verimliliğin yanı sıra sosyal adalet ve ekonomik uygulanabilirlik ilkelerini birlikte gözeten bütünlük bir perspektife ihtiyaç duymaktadır.

Bu bölümün amacı, ilgili akademik çalışmalar ile uluslararası raporları temel alarak; (i) tarımsal peyzaj kavramının dönüşümünü, (ii) iklim değişikliğinin tarımsal sistemlere etkilerini, (iii) ekosistem hizmetlerinin tarımsal bağlamdaki rollerini ve (iv) peyzaj ölçekli adaptif tasarım ve politika yaklaşımlarını sentezlemektir. Ayrıca bölüm, doğa-temelli ve çok fonksiyonlu peyzaj stratejilerinin uygulamaya dönük önerilerini ve araştırma-politika boşluklarını tartışmayı amaçlamaktadır.

2. Tarımsal Peyzaj: Kavram, Evrim ve Güncel Dinamikler

Tarımsal peyzajlar, yalnızca verim elde etmek amacıyla ekilmiş tarım alanları topluluğu olarak değil; insan-doğa etkileşiminin mekânsal, ekolojik ve toplumsal boyutlarda şekillendiği karmaşık sosyal-ekolojik sistemler olarak ele alınmaktadır. Bu peyzajlarda tarla, mera ve bahçelerin yanı sıra sınır hatları, su kanalları, ağaç şeritleri, çit ve çalılık bantlar gibi yapısal elemanlar; doğal ve yarı doğal habitatlar; su rejimi, toprak sağlığı ve habitat sürekliliği gibi ekolojik süreçler ile yerel toplulukların ekonomik, kültürel ve yönetsel pratikleri eşzamanlı olarak varlık göstermektedir. Bu bütüncül bakış açısı, tarımı yalnızca üretim bağlamında değil; ekosistem hizmetleri, biyolojik çeşitlilik, peyzaj dayanıklılığı ve çok-fonksiyonluluk çerçevesinde değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır (Jeanneret vd., 2021; Kaya & Uzun, 2019; Baylan, 2025; Karadağ & Demiroğlu, 2025).

Bu kavramsal çerçeve, tarımsal peyzajların mekânsal yapısının ekolojik işlevler üzerindeki belirleyici rolünü de görünür kılmaktadır. Güncel araştırmalar, tarımsal peyzajlardaki mozaik yapı, habitat heterojenliği ile tarım parselleri ve yarı doğal habitatlar arasındaki mekânsal düzenin, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri üretiminin temel belirleyicileri olduğunu ortaya koymaktadır. Meta-analizler, peyzaj karmaşıklığının — bileşim, konfigürasyon ve heterojenlik boyutlarıyla— artmasının; bitkilerden omurgasızlara, kuşlardan memelilere kadar çok sayıda taksonda tür zenginliği ve bolluğunu olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Estrada-Carmona vd., 2022; Petit & Landis, 2023). Türkiye’de peyzaj ekolojisi ve tarımsal peyzaj alanında yürütülen çalışmalar da, habitat bağlantılılığı ve lineer peyzaj öğelerinin ekosistem işlevlerini güçlendirdiğini vurgulamaktadır (Karadağ & Yıldız, 2013; Çetinkaya & Uzun, 2019; Demiroğlu & Karadağ, 2019).

Bu bulgular doğrultusunda tarımsal peyzaj tasarımı ve yönetimi, yalnızca ürün verimliliğini artırmaya odaklanan yaklaşımların ötesine geçerek; su ve toprak korunumu, habitat sürekliliği, biyolojik çeşitlilik ve toplumsal refahı birlikte gözeten çok işlevli bir anlayışı gerekli kılmaktadır. Bu yaklaşımın kuramsal temeli, agroekoloji ile peyzaj ekolojisinin kesişiminde tanımlanan “*peyzaj ölçeğinde agroekoloji*” kavramına dayanmaktadır. Söz konusu kavram, arazi kullanımının yalnızca üretim odaklı değil; ekosistem hizmetleri ve biyolojik etkileşimler merkezli biçimde planlanmasını ve tarımsal üretim ile ekolojik–toplumsal faydalar arasındaki olası ödünleşimlerin dengelenmesini hedeflemektedir (Jeanneret vd., 2021; Yeni & Teoman, 2023; Meier vd., 2024). Bu bağlamda tarımsal peyzajları geleneksel tarım modellerinden ayıran temel unsur, çiftlik ölçeğini aşan peyzaj ölçeğinde zaman–mekân heterojenliği ve çok işlevliktir (Karadağ, vd., 2022).

Buna karşın modern tarımın yoğunlaşması, birçok bölgede tarımsal peyzajların mozaik yapısını, habitat çeşitliliğini ve doğa–kültür dengesini zayıflatmıştır. Literatürde “peyzaj basitleştirme” olarak tanımlanan bu süreç; habitat parçalanması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve ekosistem hizmetlerinde azalma gibi sonuçlar doğurmaktadır (Sánchez vd., 2022; Habel vd., 2023). Türkiye literatüründe de tarım alanlarının genişlemesi, mera ve çayır alanlarının daralması ile lineer peyzaj öğelerinin kaybının, ekolojik süreçler üzerindeki olumsuz etkileri açık biçimde ortaya konmaktadır (Özcanlı & Yılmaz, 2024).

Bu yapısal dönüşümlerin tarihsel boyutu, 20. yüzyılın ortalarından itibaren yapılan çalışmalarla daha net biçimde izlenebilmektedir. Tarımsal peyzajlarda ölçek büyümesi, tarla alanlarının genişlemesi ve mera–çayır alanlarının daralması gibi süreçlerin yaygınlaştığı; tarihî hava fotoğrafları, arşiv haritaları, uydu görüntüleri ve çiftçi görüşlerinin birlikte kullanılmasıyla hem mekânsal hem de toplumsal boyutlarıyla ortaya konmaktadır (Mohr vd., 2024). Benzer metodolojik yaklaşımlar, Türkiye’de kırsal peyzaj değişimlerinin analizinde de önerilmektedir (Karadağ vd., 2022).

Bu tarihsel ve mekânsal çözümlemelerle birlikte, son yıllarda tarımsal peyzajların sosyal-ekolojik sistemler olarak ele alınması giderek yaygınlaşmıştır. Bu yaklaşım; tarla, mera, su kanalları, ağaç şeritleri ve yarı doğal habitatlar gibi yapısal bileşenleri, su ve toprak süreçleri ile ekosistem hizmetlerini ve bunlara bağlı sosyo-ekonomik pratikleri bütüncül biçimde değerlendirmektedir. Dolayısıyla tarımsal peyzaj planlaması, yalnızca birim alanda verimlilik hedefini değil; ekolojik dayanıklılık, biyolojik çeşitlilik, ekosistem hizmetlerinin sürekliliği ve sosyo-ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerini eş zamanlı olarak gözeten çok boyutlu bir çerçeveyi gerekli kılmaktadır (Karadağ, vd., 2022; Altieri vd., 2024).

Bu çerçevede peyzaj ölçeğinde planlama; ekolojik koridorların oluşturulması, mozaik yönetim yaklaşımları ve doğal habitatların tarımsal alanlara entegrasyonu gibi stratejiler aracılığıyla tarımsal peyzajların uzun dönemli dayanıklılığını artırmak açısından kritik bir rol üstlenmektedir (Jeanneret vd., 2021; Schirpke vd., 2023). Türkiye’de tarım alanları yönetimi ve ilgili mevzuatın sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda ele alınması da, bu bütüncül yaklaşımın kurumsal boyutunu oluşturmaktadır (Karadağ vd., 2022; Demiroğlu & Karadağ, 2025; Karadağ & Demiroğlu, 2025).

Vaka çalışmalarına dayalı güncel araştırmalar ise tarımsal peyzajların tarihsel dönüşümü ile ekosistem hizmetleri arasındaki ilişkileri somut örnekler üzerinden ortaya koymaktadır. Avrupa’daki yarı doğal çayır ve pastoral alanların korunması ve restorasyonuna odaklanan çalışmalar, geleneksel tarım–mera mozaiklerinin kaybının biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri üzerinde ciddi etkiler yarattığını göstermektedir (Gorris vd., 2025). Benzer şekilde Avrupa’da farklı tarımsal peyzajlarda yürütülen uzun dönemli analizler, tarla genişlemeleri ve peyzaj yapısındaki değişimlerin hem mekânsal hem de toplumsal sonuçlarını belgelemektedir (Mohr vd., 2024). Bunun yanı sıra tarımsal araziler ile fotovoltaik altyapının entegrasyonunu inceleyen çalışmalar, tarımsal peyzaj kavramının enerji politikalarıyla ilişkili olarak çok fonksiyonlu bir çerçevede yeniden ele alınabileceğini ortaya koymaktadır (Sirnik vd., 2024).

3. İklim Değişikliğinin Tarımsal Alanlara Etkisi

Son on yıllık gözlemler ile IPCC Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6), küresel ortalama yüzey sıcaklığının insan kaynaklı sera gazı emisyonları nedeniyle artmaya devam ettiğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Farklı sosyo-ekonomik gelişme ve emisyon yollarını temsil eden SSP–RCP senaryoları, 21. yüzyılın ortası ve sonuna doğru hem küresel hem de bölgesel ölçekte belirgin ısınma düzeylerine işaret etmektedir. Bu projeksiyonlar, yağış rejimleri, kuraklık sıklığı, sıcak hava dalgaları ve aşırı yağış olaylarında önemli bölgesel farklılaşmaların ortaya çıkacağını göstermektedir. Söz konusu eğilimler, tarımsal üretim sistemlerinin maruz kaldığı iklim risk profilini köklü biçimde dönüştürmektedir (IPCC, 2022). Türkiye ölçeğinde yapılan çalışmalar da sıcaklık artışı, yağış rejimi belirsizliği ve kuraklık sıklığındaki artışın tarımsal üretim üzerinde ciddi baskılar oluşturduğunu ortaya koymaktadır (ÇŞİDB, 2023; Selçuk & Gülümser, 2023; Karadağ & Demiroğlu, 2025).

Bu genel iklimsel çerçevede, sıcaklık ve yağış rejimindeki değişimlerin tarımsal üretim süreçleri üzerindeki doğrudan etkilerinin ayrıntılı biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Artan ortalama sıcaklıklar ve

daha sık görülen sıcak hava dalgaları, bitkisel fizyolojiyi doğrudan etkileyerek fotosentez, fenoloji, çiçeklenme ve tane dolumu gibi kritik gelişim süreçlerinde olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Güncel derleme ve meta-analiz çalışmaları, artan sıcaklıkların hem C3 hem de C4 bitkilerde verim üzerinde genel olarak negatif etki yarattığını ortaya koymaktadır (Hu vd., 2024). Atmosferik CO₂ konsantrasyonundaki artışın C3 bitkilerde kısmi bir “CO₂ gübreleme etkisi” sağlayabildiği bilinmekle birlikte, bu olumlu etkinin yüksek sıcaklık stresi, su kısıtı ve besin maddesi sınırlamaları altında büyük ölçüde zayıfladığı vurgulanmaktadır (Hu vd., 2024; Li vd., 2024).

Sıcaklık artışına eşlik eden yağış rejimi değişkenliği ise tarımsal sistemler üzerinde ek baskılar oluşturmaktadır. Kuraklık sürelerinin uzaması, yağışların mevsimselliğinin bozulması ve aşırı yağış olaylarının artması, tarımsal üretimde belirsizliği artıran başlıca dinamikler arasında yer almaktadır. Kuraklıklar bitkilerde su stresi yaratırken, yoğun yağışlar erozyon, suya doygunluk (waterlogging) ve besin maddesi kayıpları yoluyla verimde dalgalanmalara ve ürün kalitesinde düşüşe neden olmaktadır (Qiu vd., 2025). Türkiye’de yapılan araştırmalar da özellikle tahıllar ve endüstri bitkilerinde sıcaklık artışı ve kuraklık stresinin verim kayıplarını artırdığını göstermektedir (Bas & Killi, 2024). Yağış rejimlerindeki değişkenlik ise Türkiye’de kurak dönemlerin uzaması, yağışların mevsimselliğinin bozulması ve ani-aşırı yağışların artması şeklinde kendini göstermekte; bu durum erozyon, yüzey akışı ve ürün kayıplarını artırmaktadır (Kılıç, 2025).

İklim değişikliğinin etkileri, bitkisel üretimle sınırlı kalmayarak toprak, su ve biyolojik süreçler üzerinde de belirgin baskılar oluşturmaktadır. Artan sıcaklıklar ile kuraklık-sel döngülerinin sıklaşması, toprak organik karbon dinamiklerini, nem tutma kapasitesini ve mikrobiyal toplulukların yapısını etkilemektedir. Özellikle iklim kaynaklı aşırı olayların artışı, toprak organik maddesinde azalma ve mikrobiyal işlevlerde bozulma yoluyla uzun vadeli toprak verimliliğini tehdit etmektedir (Kpemoua vd., 2023). Su rejimlerindeki değişimler ise yüzey ve yeraltı suyu akışlarını, havza ölçeğinde besin maddesi taşınımını ve su kalitesini doğrudan etkilemektedir. Güncel çalışmalar, iklim değişikliğinin hidrokimyasal süreçleri hızlandırarak besin ve kirletici yüklerinde artış riskini yükselttiğini ortaya koymaktadır (Bieroza vd., 2024).

Buna ek olarak, artan sıcaklık ve nem koşulları birçok zararlı ve hastalık etmeninin yayılım alanını genişleterek tarımsal sistemler üzerindeki biyolojik baskıyı artırmaktadır (Hu vd., 2024). Türkiye’de de toprak bozulumu, erozyon ve organik madde kaybının iklim değişikliği ile birlikte hızlandığına dikkat çekilmektedir (Çelika vd., 2024). Su rejimlerindeki

değişimler, yüzey ve yeraltı sularının hem miktar hem de kalite açısından baskı altına girmesine neden olmakta; bu durum tarımsal sulama sistemlerinin sürdürülebilirliğini zorlaştırmaktadır. Peyzaj ölçeğinde yapılan değerlendirmeler, havza bazlı su yönetimi ve arazi kullanım kararlarının iklim değişikliğine uyum açısından kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır (Karadağ & Barış, 2012; Karadağ & Yıldız, 2013).

Bu çok boyutlu etkiler, iklim değişikliğine uyumun yalnızca çiftlik ölçeğinde ele alınmasının yetersiz kaldığını göstermektedir. İklim değişikliğinin tarımsal sistemler üzerindeki etkileri, mekânsal olarak tekil çiftliklerle sınırlı olmayıp; toprağın, su kaynaklarının ve habitat sürekliliğinin bozulduğu daha geniş sosyal-ekolojik peyzaj süreçleri aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Arazi kullanımı değişiklikleri, yağış rejimindeki belirsizlikler ve ekstrem iklim olaylarının artışı, tarımsal peyzajı bir bütün olarak etkilemekte; bu nedenle çiftlik ölçeğindeki bireysel uyum stratejileri, peyzaj ve havza ölçekli risklerle başa çıkmada yetersiz kalabilmektedir.

Bu bağlamda literatür, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin yalnızca üretim alanlarıyla sınırlı kalmayıp; entegre arazi kullanımı planlaması, su-havza yönetimi ve ekosistem hizmetlerine dayalı peyzaj mozaikleri gibi çok ölçekli yaklaşımlar çerçevesinde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır (Schönhart vd., 2016; Galan vd., 2022; Qiao vd., 2025). Bilimsel çalışmalar, tarımsal sistemlerin iklim baskılarına karşı dayanıklılığını artırmak için yalnızca çiftlik düzeyindeki teknik önlemlerin değil, aynı zamanda peyzaj ölçeğinde bütünleşik adaptasyon stratejilerinin benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Örneğin tarla merkezli uygulamalar yerine agro-ekolojik mozaiklere dayalı arazi desenleri ve yönetim uygulamaları, peyzajın su tutma kapasitesini artırmakta, toprak erozyonunu azaltmakta ve ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini desteklemektedir; bu durum çarpan etkisi yaratarak hem üretim güvenliğini hem de çevresel dayanıklılığı güçlendirmektedir (Karadağ vd., 2022; Qiao vd., 2025).

Bu çok ölçekli yaklaşımın planlama boyutunda ise senaryo tabanlı yöntemler öne çıkmaktadır. SSP-RCP gibi senaryo tabanlı yaklaşımlar, farklı adaptasyon stratejilerinin uzun vadede hangi koşullarda daha etkili olacağını değerlendirmek için güçlü analitik araçlar sunmaktadır. Bu yöntemler, çiftlik ölçeğindeki mikro uyum önlemleri ile peyzaj ölçeğindeki makro planlama gereksinimlerini birlikte modelleyerek, esnek ve bağlama duyarlı strateji kombinasyonlarının belirlenmesine katkı sağlamaktadır (Galan vd., 2022). Sonuç olarak, tarımsal sistemlerin iklim direnci yalnızca üretim tekniklerinin iyileştirilmesine değil; bütünleşik arazi kullanımı, ekosistem hizmetleri yönetimi ve su kaynaklarının sür-

dürülebilir planlamasına dayalı, peyzaj ölçeğinde kurgulanmış çok ölçekli bir adaptasyon çerçevesine bağlıdır.

4. Ekosistem Hizmetlerinin Tarımsal Bağlamdaki Önemi

Tarımsal sistemler, yalnızca gıda ve diğer ürünlerin üretildiği alanlar olmakla kalmayıp; aynı zamanda çok yönlü ekosistem hizmetleri sunan sosyal-ekolojik sistemler olarak işlev görmektedir. Bu hizmetler, tarımın sürdürülebilirliği, üretim verimliliği, çevresel dayanıklılık ve toplumsal refah açısından kritik bir öneme sahiptir (Liu vd., 2022). Ekosistem hizmetleri genel olarak tedarik (provisioning), düzenleyici (regulating), destekleyici (supporting) ve kültürel olmak üzere dört ana kategori altında sınıflandırılmakta olup, her bir hizmet türünün tarımsal bağlamda ayrı ancak birbirini tamamlayan roller üstlendiği kabul edilmektedir (Demi-roğlu & Karadağ, 2015; Liu vd., 2022; Yang & Cao, 2022).

Bu sınıflandırma içerisinde tedarik hizmetleri, tarımsal peyzajların en doğrudan ve görünür çıktılarıdır. Gıda, hammadde, lif ve biyoyakıt gibi ürünler yoluyla sağlanan bu hizmetler, insan beslenmesi ve ekonomik faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmezdir (Liu vd., 2022). Bununla birlikte, tarımsal sistemlerin değerlendirilmesinde yalnızca üretim miktarına odaklanması, uzun vadeli dayanıklılık ve işlevsellik açısından sınırlı bir bakış açısı sunmaktadır. Zira tedarik hizmetleri, destekleyici ve düzenleyici hizmetlerle birlikte işlevsel bir bütün oluşturarak tarımsal sistemlerin sürekliliğini mümkün kılmaktadır.

Bu bütünsel yapı içinde düzenleyici hizmetler, tarımsal peyzajların çevresel koşullarını dengelemede ve iklim değişikliği baskılarına uyum sağlamada belirleyici bir rol üstlenmektedir. Toprağın karbon depolama kapasitesi, hem küresel sera gazı dengesi hem de yerel toprak sağlığının korunması açısından temel bir düzenleyici hizmet olarak öne çıkmaktadır. Tarımsal arazi yönetimi uygulamaları, toprak karbon stoklarını artırarak karbon sekestrasyonunu desteklemekte; böylece iklim değişikliğinin etkilerinin hafifletilmesine ve toprak verimliliğinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Khuzama vd., 2025). Benzer biçimde ekosistemler, su rejimini düzenleyerek yağış ve akış dinamiklerinin etkilerini dengelemekte; erozyon kontrolü yoluyla hem su kalitesinin hem de toprak stabilitesinin korunmasına hizmet etmektedir (Khuzama vd., 2025). Bu düzenleyici mekanizmalar, tarımsal üretim sistemlerinin çevresel risklere karşı daha dirençli hale gelmesini sağlamaktadır.

Düzenleyici hizmetlerle birlikte destekleyici ve kültürel hizmetler, tarımsal sistemlerin ekolojik ve toplumsal temellerini oluşturan süreçleri kapsamaktadır. Tozlaşma, pek çok temel ürünün verimi ve kalitesi

açısından vazgeçilmez olup, hem tarımsal alanların hem de çevresindeki doğal habitatların korunmasıyla doğrudan ilişkilidir (Liu vd., 2022). Biyolojik çeşitlilik ise zararlı organizmaların doğal yollarla kontrolünü destekleyerek pest baskısını azaltmakta ve aynı zamanda tarımsal sistemler için önemli bir genetik rezerv oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, tarımsal peyzaj karakteri; yerel kimlik, estetik değer ve kültürel miras gibi unsurları kapsayan kültürel hizmetler aracılığıyla kırsal toplulukların sosyal sürdürülebilirliğine katkı sunmaktadır (Yang & Cao, 2022).

Bu ekosistem hizmetlerinin etkin biçimde sağlanması, tarımsal peyzajın mekânsal organizasyonu ile yakından ilişkilidir. Özellikle lineer peyzaj öğeleri (örneğin tarla kenarı şeritleri ve ekolojik koridorlar) ile mozaik peyzaj yapıları, tedarik, düzenleyici ve destekleyici hizmetlerin güçlenmesine katkı sağlamaktadır. Tarla sınırlarında yer alan çalılık ve çiçek şeritleri, polinatörler için uygun habitatlar oluşturarak tozlaşma hizmetini artırmakta; aynı zamanda erozyonu azaltarak toprağın fiziksel bütünlüğünü korumaktadır (le Clech vd., 2024). Mozaik peyzaj yapıları ise farklı habitat tiplerini bir arada barındırarak biyolojik çeşitlilik ve ekosistem fonksiyonları açısından daha yüksek hizmet üretim potansiyeli sunmaktadır (Liu vd., 2022). Bu tür yapısal çeşitlilik, ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini desteklerken, yoğun ve tekdüze tarımsal yönetimden kaynaklanan olumsuz etkilerin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır.

Bu nedenle tüm ekosistem hizmeti kategorilerinin birlikte ele alınması, çok-fonksiyonlu tarımsal peyzaj tasarımı ve uyum stratejilerinin geliştirilmesinde temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Sürdürülebilir tarım politikaları ve arazi planlama süreçlerinin, tedarik hizmetlerinin korunması ile düzenleyici, destekleyici ve kültürel hizmetlerin bütüncül biçimde entegrasyonunu hedefleyen ekosistem hizmetleri temelli çerçeveler üzerine inşa edilmesi gerekmektedir (Liu vd., 2022; Yang & Cao, 2022). Bu yaklaşım sayesinde tarımsal peyzajlar, yalnızca üretim alanları olarak değil; aynı zamanda çevresel ve toplumsal sürdürülebilirliği destekleyen çok işlevli sistemler olarak güçlendirilebilir.

5. İklim Değişikliği Bağlamında Tarımsal Peyzajların Adaptasyonu ve Peyzaj Ölçekli İklim Adaptasyonu Stratejileri

Doğa-temelli çözümler (Nature-based Solutions — NbS) ve agroekolojik yaklaşımlar, tarımsal peyzajların iklim değişikliği ile uyum sağlanmasında ve çoklu ekosistem hizmeti üretiminin sürdürülmesinde kritik stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Bu uygulamalar, üretim hedeflerini çevresel hizmetlerle bütünleştirerek çok işlevli peyzajların oluşturulmasına katkı sağlamakta; böylece hem üretkenlik hem de çevresel dayanık-

hıllık hedeflerine eş zamanlı olarak ulaşılabilirlerdir (Blanco-Canqui, 2024).

NbS kapsamında değerlendirilen agroforestry, yani ağaç-bitki entegre sistemleri, peyzaj ölçeğinde düzenleyici, destekleyici ve kültürel ekosistem hizmetlerinin eşzamanlı üretimine önemli katkılar sunmaktadır. Araştırmalar, agroforestry uygulamalarının karbon sekestrasyonu, biyolojik çeşitlilik artışı, erozyon kontrolü ve su rejiminin stabilizasyonu gibi hizmetleri güçlendirdiğini göstermektedir (Blanco-Canqui, 2024). Ağaçların varlığı, toprakta karbon birikimini artırırken mikroklimi düzenlemekte ve su infiltrasyonunu yükselterek su stresini azaltmaktadır. Bu süreçler, hem düzenleyici hem de destekleyici hizmetlerin sürekliliğini sağlamaktadır. Özellikle agroforestry bantlarının aşağı havza kesimlerinde konumlandırılması, sediment taşınımını yavaşlatmakta ve su kalitesini koruyarak üretim ile suya bağlı hizmetler arasındaki dengeyi güçlendirmektedir (Blanco-Canqui, 2024).

Agroekolojik uygulamalar arasında yer alan örtü bitkileri (cover crops) de çoklu ekosistem hizmetlerinin üretimine önemli katkılar sağlamaktadır. Örtü bitkileri, toprak organik madde içeriğini artırarak toprak sağlığı ve su tutma kapasitesi gibi düzenleyici hizmetleri güçlendirmektedir; aynı zamanda erozyonu ve besin maddesi yıkanmasını azaltarak peyzaj genelinde su rejimini iyileştirmektedir. Lamichhane (2022) tarafından yapılan değerlendirme, örtü bitkilerinin sürdürülebilir tarım sistemlerinde çoklu hizmet üretme kapasitesine sahip olduğunu ve bu kapasitenin özellikle farklı özelliklere sahip türlerin kombinasyonu ve uygun yönetim stratejileriyle optimize edilebileceğini ortaya koymaktadır. Bu heterojen uygulamalar, tarımsal üretim süreçlerini desteklerken karbon döngülerini de olumlu yönde etkileyerek iklim uyumuna katkı sağlamaktadır (Lamichhane, 2022).

Bu uygulamaları tamamlayan bir diğer önemli unsur, peyzajdaki lineer ve mozaik öğelerdir. Çiçek bantları ve çalılık tampon zonlar gibi yapısal elemanlar, NbS'nin peyzaj ölçeğinde uygulanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu öğeler, biyolojik çeşitliliği destekleyerek polinatörler ve doğal düşmanlar için habitat sürekliliği sağlamakta; böylece tozlaşma ve biyolojik kontrol gibi destekleyici hizmetlerin tarımsal peyzajda güçlenmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca bu ekolojik koridorlar, tür hareketliliğini artırarak peyzajın ekolojik bağlantısını ve hizmet üretim kapasitesini yükseltmektedir (Blanco-Canqui, 2024). Bunun sonucunda pest baskısı ve verim dalgalanmaları azalmakta; tarımsal sistemlerin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı artmaktadır.

Agroekolojik müdahalelerin, agroforestry ve örtü bitkileri gibi uygulamalarla birlikte ele alındığında biyolojik çeşitlilik üzerinde ölçülebilir olumlu etkiler yarattığı da görülmektedir. Bu müdahalelerin biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini meta-analiz yoluyla inceleyen güncel çalışmalar, agroekolojik geçişlerin hem biyoçeşitlilik artışı hem de iklim değişikliğinin hafifletilmesi açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle toprak karbon depolama ve nitroz oksit salımlarının azaltılması gibi hizmetlerde kayda değer kazanımlar elde edilmektedir (Blaix vd., 2025). Bu bulgular, agroekolojik yaklaşımların yalnızca üretim süreçlerini değil, aynı zamanda peyzaj ölçeğinde ekosistem hizmeti üretim mekanizmalarını da güçlendirdiğini ortaya koymaktadır.

Bu noktada tasarım ve planlama boyutu belirleyici hale gelmektedir. Agroekolojik ve NbS uygulamalarının mekânsal organizasyonu, bilinçli ve veri temelli biçimde kurgulanmalıdır. Örneğin agroforestry bantlarının konumlandırılması, peyzaj hidrolik modellemeleri ve toprak tipleriyle entegre biçimde planlanmalı; örtü bitkisi tür kompozisyonları ise fenolojik uyum ve hedeflenen ekosistem hizmetleri doğrultusunda optimize edilmelidir (Lamichhane, 2022; Blanco-Canqui, 2024). Bu tür peyzaj ölçekli planlama kararları, hem hizmet üretimini en üst düzeye çıkarmakta hem de tarımsal üretimin uzun vadeli sürdürülebilirliğini desteklemektedir.

Bu çerçevede NbS ve agroekolojik yaklaşımlar, iklim değişikliğine uyum stratejilerinin merkezinde konumlanmaktadır. Tarımsal peyzajların ekosistem hizmeti kapasitesini güçlendirirken üretim hedeflerini de sürdürülebilir kılan bu yaklaşımlar; karbon sekestrasyonu, su rejiminin düzenlenmesi, erozyon kontrolü, tozlaşma ve biyolojik kontrol gibi hizmetlerin sürekliliğini artırmayı; peyzaj dayanıklılığını yükseltmeyi ve uzun vadede üretkenliği korumayı hedeflemektedir (Liu vd., 2022; le Clech vd., 2024). Bu hedeflere ulaşılabilmesi, söz konusu uygulamaların mekânsal ve yönetsel entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır.

Agroforestry, saha şeritleri ve örtü bitkilerinin ekosistem hizmetlerine katkısı: Agroforestry, aynı arazi birimi üzerinde ağaç ve odunsu bitkiler ile tarımsal bitkiler ve/veya hayvansal üretimin bilinçli ve planlı biçimde bütünleştirilmesini ifade etmektedir. Bu bütünleşme, ağaç-tarla, ağaç-hayvan veya karma sistemler gibi farklı bileşenlerin iklim, toprak, su ve biyoçeşitlilik hizmetleri üzerinden hem ekonomik hem de ekolojik fayda üretmesi esasına dayanmaktadır (Nair, 1997; Blanco-Canqui, 2024). Agroforestry sistemleri, tarımsal üretimi doğa sistemlerinin işleyişiyle uyumlu hale getirerek hem üretim artışı hem de çevresel hizmet-

lerin sürekliliği açısından çok işlevli bir yapı sunmaktadır (Nair, 1997; Torralba vd., 2016).

Bu kapsamda agroforestry uygulamaları; ana tarım ürünleriyle birlikte odunsu türlerin aynı parselde yetiştirilmesi, ağaç-hayvan sistemleri, tarla sınırlarında çit ve rüzgâr kıran oluşturulması ile saha içi ağaç sıraları (alley cropping) gibi bileşenleri içermektedir (Nair, 1997; Torralba vd., 2016). Bu sistemlerin ekosistem hizmeti üretme kapasitesi, geleneksel monokültür tarım sistemlerine kıyasla belirgin biçimde daha yüksektir. Ağaç kök sistemleri toprakta karbon depolamayı artırmakta, su infiltrasyonunu iyileştirmekte ve erozyonu azaltmaktadır. Aynı zamanda ağaçların oluşturduğu mikroiklim, aşırı sıcaklık dalgalanmalarına karşı tampon işlevi görmektedir. Agroforestry koridorları ve saha kenarı ögeleri ise biyolojik çeşitliliği destekleyerek tozlaşma ve biyolojik kontrol hizmetlerini güçlendirmekte; bu durum hem üretimin sürdürülebilirliğine katkı sağlamakta hem de doğa ile uyumlu bir peyzaj modeli sunmaktadır (Torralba vd., 2016).

Sonuç olarak agroforestry uygulamaları, tarımsal peyzajlarda çevresel ve üretim odaklı hedefleri birlikte karşılayan çok işlevli sistemlerdir. Bu sistemler karbon depolama kapasitesini artırmakta, mikroiklimi düzenlemekte ve rüzgâr ile su erozyonunu azaltarak toprak koruma hizmetlerine doğrudan katkı sağlamaktadır (Xiao, 2022; Yang vd., 2024). Ağaçların derin kök sistemleri su infiltrasyonunu ve toprak yapısını iyileştirerek havza ölçeğinde su rejiminin stabilizasyonuna katkı sağlamakta; böylece hem kurak dönem dayanıklılığı artmakta hem de yüzey akışı ve sediment taşınımı azalmaktadır. Bu işlevler, agroforestry'nin iklim uyumuna doğrudan hizmet eden temel ekosistem hizmetleri olarak öne çıkmaktadır (Xiao, 2022).

Lineer peyzaj ögeleri—tarlalar arası çiçek şeritleri, ağaç hatları ve çalılık bantları—polinatörler ve doğal düşmanlar için habitat sağlayarak destekleyici (tozlaşma, doğal düşmanlar) ve düzenleyici (biyolojik kontrol) hizmetleri güçlendirmektedir (le Clech vd., 2024). Örtü bitkisi uygulamaları ise toprağın organik madde içeriğini, mikrobiyal aktivitesini ve su tutma kapasitesini artırarak hem üretkenliğe hem de düzenleyici ekosistem hizmetlerine katkı sunmaktadır. Meta-analizler, örtü bitkilerinin su ve toprak düzenleyici etkilerinin yanı sıra sonraki ürün verimleri üzerindeki olumlu etkilerini de ortaya koymaktadır (Shackelford vd., 2019; Van Eerd vd., 2023).

Agroforestry bantlarının mekânsal yerleşimi, tür seçimi, şerit genişliği ve bağlantı konfigürasyonu ile örtü bitkilerinin tür ve zamanlama stratejileri, peyzaj ölçeğinde hangi ekosistem hizmetlerinin hangi düzey-

de sağlanacağını belirlemektedir. Bu nedenle tasarımcıların agroforestry ve lineer öğeleri, peyzaj hidrojisi, toprak derinliği ve üretim haritalarıyla birlikte değerlendirmesi; hem üretimi koruyan hem de hizmet üretimini en üst düzeye çıkaran konfigürasyonlar geliştirmesi gerekmektedir (Liu vd., 2022; le Clech vd., 2024).

Su yönetimi, toprak koruma ve peyzaj ölçeğinde hizmet üretimi:

Havza temelli su yönetimi ve toprak koruma önlemleri—ıslak alan restorasyonu, set-aside alanlar, teraslama ve kontur uygulamaları—yüzey akışlarını ve sediment ile besin maddesi taşınımını azaltarak su kalitesi ve toprak sağlığına yönelik düzenleyici hizmetleri güçlendirmektedir (Van Eerd vd., 2023; Bieroza vd., 2024;). Özellikle iklimle ilişkili aşırı yağış ve kuraklık döngülerinde, peyzaj ölçeğinde su depolama ve infiltrasyon kapasitesinin artırılması kısa vadeli zararları azaltmakta, uzun vadede ise su temin güvenliğini desteklemektedir. Bu bağlamda su-havza analizlerinin temel planlama katmanları olarak ele alınması; hidrolojik modelleme çıktıları doğrultusunda agroforestry bantları, iyileştirilmiş tampon zonlar ve örtü bitkilerinin stratejik olarak konumlandırılması gerekmektedir. Böylece akış zirveleri yumuşatılmakta, sediment ve besin yükleri azaltılmakta ve tarımsal üretim ile su hizmetleri arasındaki ödünleşim ilişkileri dengelenmektedir (Bieroza vd., 2024).

Polinasyon, biyolojik kontrol ve peyzaj konfigürasyonu: Polinasyon ve doğal düşman temelli biyolojik kontrol hizmetleri, özellikle küçük ölçekli ve yüksek katma değerli ürün üretimi açısından yaşamsal öneme sahiptir. Peyzajda habitat sürekliliğinin sağlanması—çayırılar, çiçek bantları ve taşlı alan koridorları gibi yapısal elemanlar aracılığıyla—polinatör popülasyonlarının sürekliliğini desteklemekte ve bu durum doğrudan verim ve kalite artışına yansımaktadır (le Clech vd., 2024). Benzer biçimde, doğal düşman habitatlarının korunması pest patlamalarını sınırlamakta ve zararlı kontrolünde kimyasal girdilere olan bağımlılığı azaltarak düzenleyici çevresel faydaları güçlendirmektedir (Liu vd., 2022). Bu nedenle polinasyon ve biyolojik kontrol hedeflerinin, arazide minimum habitat genişlikleri ve bağlantı gereksinimleri dikkate alınarak planlanması; koridor yerleşimleri ve bitki bileşenlerinin çiçeklenme fenolojisiyle senkronize edilmesi gerekmektedir.

Modelleme, optimizasyon ve karar destek: Peyzaj ölçekli planlama, çoklu ekosistem hizmeti hedeflerinin aynı anda gözetilmesini gerektirdiğinden, optimizasyon ve karar destek araçlarına ihtiyaç duymaktadır. Çok amaçlı uzaysal optimizasyon yaklaşımları, üretim, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri arasındaki olası ödünleşim ve sinerjileri ortaya koyarak tasarım alternatiflerinin nicel olarak karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır (Wesemeyer vd., 2023). Bu araçlar, iklim projeksiyonlarıyla

desteklenen senaryo analizleri ve uzaktan algılama tabanlı arazi sınıflamaları ile birlikte kullanıldığında, hem hizmet üretimini artıran hem de üretkenliği koruyan peyzaj konfigürasyonları önermektedir. Bununla birlikte, modelleme çıktılarının paydaş katılımı, ekonomik değerlendirme ve hukuki uygunluk kriterleriyle birlikte ele alınması gerekmektedir. Ayrıca bu yaklaşımlar, adaptif yönetim çerçevesinde izleme göstergeleriyle (örneğin toprak organik karbonu, polinatör çeşitliliği ve akış rejimi değişkenleri) desteklenmelidir.

Yeşil altyapı, peyzaj hassasiyeti ve adaptasyon: Yeşil altyapı kavramı, NbS uygulamalarıyla doğrudan ilişkilidir ve peyzaj planlaması ile iklim adaptasyonunda doğal süreçlerin bütünleşik biçimde yönetilmesini hedeflemektedir. Tarımsal peyzajları da kapsayan yeşil altyapı sistemlerinin mekânsal planlama süreçleri içinde değerlendirilmesi, peyzaj yapısı ile ekosistem hizmetleri arasındaki bağlantıyı güçlendirmektedir (Çetinkaya&Uzun, 2014; Demiroğlu&Karadağ, 2015; Demiroğlu vd., 2019; Cengiz vd., 2017; Cengiz & Demiroğlu, 2019). Bu kapsamda peyzaj hassasiyet analizleri; erozyon riski, su infiltrasyonu ve habitat parçalanması gibi parametrelerin değerlendirilmesi yoluyla adaptasyon stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Karadağ & Yıldız, 2013; Karadağ & Şenik, 2019; Karadağ vd., 2019)

Sonuç olarak NbS ve agroekolojik uygulamalar, tarımsal peyzajların çoklu ekosistem hizmeti kapasitesini doğrudan güçlendirmektedir. Bu yaklaşımlar; düzenleyici (karbon, su, erozyon), destekleyici (tozlaşma, doğal düşmanlar) ve kültürel hizmetlere eş zamanlı katkı sağlamakta; peyzaj ölçekli su ve toprak planlaması ile iklim kaynaklı riskleri azaltarak ekosistem hizmetlerinin sürekliliğini desteklemektedir (Shackelford vd., 2019; Liu vd., 2022; Bierozza vd., 2024; le Clech vd., 2024;). Modelleme temelli tasarım yaklaşımlarının paydaş katılımı ve uyarlanabilir yönetimle birlikte ele alınması, uygulanabilir ve hizmet odaklı peyzaj düzenlemelerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Wesemeyer vd., 2023). Tüm bu bulgular, Türkiye’de toprak-su-bitki ilişkilerinin birlikte ele alınması gerektiğini vurgulayan peyzaj planlama literatürüyle de örtüşmekte; tarımsal peyzaj tasarımı ve planlamasını üretim odaklı bir çerçevenin ötesine taşıyarak ekosistem hizmetleri, iklim uyumu ve sosyo-ekonomik sürdürülebilirliği bütüncül biçimde ele alan bir yaklaşımı desteklemektedir.

6. İklim Değişikliği Bağlamında Tarımsal Peyzajların Adaptasyon Stratejilerinin Bölgesel ve Ulusal Politika Entegrasyonları ile Sınırlılık Faktörleri

NbS ve agroekolojik yaklaşımlar, tarımsal peyzajların iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırırken aynı zamanda çoklu ekosistem hizmetleri üretimini destekleyen stratejik araçlar olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu yaklaşımlar, tarımsal üretimi yalnızca verimlilik odaklı bir faaliyet olarak değil; karbon sekestrasyonu, toprak ve su düzenleme, biyolojik çeşitliliğin korunumu ve kırsal geçim kaynaklarının güçlendirilmesi gibi çevresel ve toplumsal hedeflerle bütünleşik bir sistem olarak ele almaktadır (Mbow vd., 2014). Bu çerçevede NbS ve agroekolojik uygulamaların bölgesel ve ulusal politika çerçevelerine entegrasyonu, sürdürülebilir tarımsal dönüşümün temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir.

Bu entegrasyon süreci, farklı coğrafi bağlamlarda değişen önceliklere bağlı olarak farklı biçimlerde şekillenmektedir. Afrika bağlamında agroforestry sistemleri, gıda güvenliği, iklim değişikliğine uyum ve kırsal yoksulluğun azaltılması hedefleri doğrultusunda ulusal tarım ve iklim politikalarına giderek daha fazla dâhil edilmektedir. Ağaç-tarla entegrasyonuna dayalı bu sistemler, toprak verimliliğini artırma, karbon depolama ve gelir çeşitlendirme gibi ekosistem hizmetleri sunarak iklim uyum stratejilerinin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Mbow vd., 2014).

Buna karşılık Avrupa’da NbS ve agroekolojik yaklaşımların politika entegrasyonu büyük ölçüde Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası (Common Agricultural Policy—CAP) çerçevesinde şekillenmektedir. CAP’ın kırsal kalkınma bileşenleri; silvoarable ve silvopastoral sistemler, tarla sınırı ağaçlandırmaları ve nehir kıyısı tampon bölgeleri gibi agroforestry uygulamalarını teşvik ederek tarımsal peyzajların ekosistem hizmeti üretim kapasitesinin artırılmasını hedeflemektedir (Mosquera-Losada vd., 2018; Climate-ADAPT, 2025). Bu destek mekanizmaları, agroekolojik uygulamaların yalnızca çevresel değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik hedefleriyle de uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır.

Politika entegrasyonunun bir diğer önemli boyutu ise uluslararası çevre ve iklim sözleşmeleriyle sağlanan uyumdur. Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi ve Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi gibi küresel çerçeveler, agroekolojik yaklaşımların tarımsal peyzajlara entegrasyonunu hem iklim uyumu hem de biyolojik çeşitlilik hedeflerine katkı sağlayan araçlar olarak tanımlamaktadır (Mosquera-Losada vd., 2018).

Bu küresel yönelimi destekleyen çok paydaşlı girişimler arasında yer alan Avrupa'daki Agroecology Partnership gibi araştırma ve uygulama ağları, bilimsel bilgi ile politika süreçleri arasında köprü kurarak agroekolojik uygulamaların politika gündemine daha etkin biçimde dâhil edilmesini teşvik etmektedir (Agroecology Partnership, 2024). Benzer biçimde Türkiye'de de yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri temelli planlama yaklaşımlarının politika belgelerine entegrasyonunun gerekliliği vurgulanmaktadır (Demiroğlu&Karadağ, 2015; Demiroğlu vd., 2019; Karadağ vd., 2022; Kaya &Uzun, 2019).

Bununla birlikte, NbS ve agroekolojik yaklaşımlar çoklu faydalar sunsa da, bu uygulamaların yaygınlaştırılmasında çeşitli sınırlılık faktörleri öne çıkmaktadır. Öncelikle, politika ve kurumsal destek mekanizmalarının yetersizliği önemli bir engel oluşturmaktadır. Avrupa örneğinde agroforestry uygulamalarının potansiyeli yüksek olmasına karşın, politika araçlarının karmaşıklığı ve teşviklerin farklı programlar arasında dağınık olması uygulamaların sahada hayata geçirilme hızını sınırlamaktadır (Mosquera-Losada vd., 2018; Climate-ADAPT, 2025).

Bu yapısal sınırlılıkları, sosyo-ekonomik ve kurumsal engeller tamamlamaktadır. Agroekolojik uygulamalar çoğu zaman uzun vadeli yatırım, teknik bilgi ve gelişmiş yönetim kapasitesi gerektirdiğinden, özellikle küçük ölçekli üreticiler açısından kısa vadeli ekonomik beklentilerle çelişebilmektedir. Eğitim, finansal teşvikler ve piyasa erişimi ile yeterince desteklenmeyen bağlamlarda, bu uygulamaların benimsenme düzeyi düşük kalabilmektedir (Mbow vd., 2014).

Bir diğer kritik sınırlılık, bilimsel bilginin politika belgelerine ve uygulama araçlarına yeterli ölçüde aktarılmamasıdır. İngiltere örneğinde yapılan analizler, agroforestry ve agroekolojiye ilişkin güçlü bilimsel kanıtların bulunmasına rağmen, bu bilgilerin ulusal politika belgelerine yeterince yansıtılmadığını ve bilim-politika etkileşiminde önemli boşluklar olduğunu ortaya koymaktadır (Venn & Burbi, 2023).

Bu sorunlara ek olarak, bölgesel heterojenlik tek tip politika çözümlerinin etkinliğini sınırlandırmaktadır. Agroekolojik yaklaşımlar; iklim, toprak ve sosyo-ekonomik koşullara duyarlı uygulamalar olduğundan, yerel bağlamı dikkate almayan politika tasarımları uygulamada başarısız olabilmektedir. Bu durum, esnek, katılımcı ve yerel uyarlamaya açık yönetim modellerinin gerekliliğini açık biçimde ortaya koymaktadır (Mbow vd., 2014; Venn & Burbi, 2023).

Bu çerçevede NbS ve agroekolojik yaklaşımların tarımsal peyzajlarda etkin biçimde uygulanabilmesi; uyumlu politika hedeflerinin oluşturulmasına, çok düzeyli yönetim yapılarının kurulmasına ve etkin iz-

leme-değerlendirme mekanizmalarının geliştirilmesine bağlıdır. Tarım, çevre ve kırsal kalkınma politikalarının bütünleşik biçimde ele alınması; ekosistem hizmeti temelli teşviklerin güçlendirilmesi ve bilim-politika etkileşiminin artırılması, bu yaklaşımların ölçeklenmesini mümkün kılmaktadır (Mosquera-Losada vd., 2018; Agroecology Partnership, 2024).

Sonuç olarak, agroekolojik yaklaşımlar ile doğa-temelli çözümlerin politika entegrasyonundaki başarısı; bilimsel kanıtların politika süreçlerine etkin biçimde aktarılmasına, bürokratik engellerin azaltılmasına ve yerel bağlamlara duyarlı, esnek politika çerçevelerinin geliştirilmesine bağlıdır. Bu koşullar sağlandığında, NbS ve agroekolojik uygulamalar sürdürülebilir tarımsal peyzaj dönüşümünde güçlü bir kaldıraç işlevi görebilecek potansiyele sahiptir.

SONUÇ

Bu çalışma, ekosistem hizmetleri ve çok fonksiyonluluk perspektifini merkeze alarak, tarımsal peyzajların iklim değişikliği bağlamında nasıl yeniden düşünülmesi ve tasarlanması gerektiğini bütüncül bir çerçevede ele almıştır. Bulgular ve literatür sentezi, tarımsal peyzajların yalnızca üretim alanları olarak değil; biyofiziksel süreçler, ekolojik ağlar ve sosyo-ekonomik dinamiklerin iç içe geçtiği karmaşık sosyal-ekolojik sistemler olarak değerlendirilmesinin artık bir tercih değil, yapısal bir zorunluluk olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bu zorunluluk, iklim değişikliğinin tarımsal sistemler üzerindeki çok boyutlu etkileriyle daha da belirgin hâle gelmektedir. Sıcaklık artışı, yağış rejimindeki belirsizlikler ve aşırı iklim olaylarının sıklığındaki artış, tarımsal üretim üzerinde baskı yaratmakta; ancak bu baskılar yalnızca verim kayıplarıyla sınırlı kalmayarak toprak, su ve biyolojik süreçler üzerinden peyzaj ölçeğinde kümülatif etkiler üretmektedir. Bu durum, çiftlik ölçeğinde izole teknik önlemlerin yetersiz kaldığını; iklim değişikliğine uyum stratejilerinin peyzaj ve havza ölçeklerinde, arazi kullanım desenleri ve ekosistem hizmetleri dikkate alınarak kurgulanması gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla uyum, tarımsal üretim tekniklerinin iyileştirilmesinin ötesine geçen; mekânsal planlama, arazi yönetimi ve ekosistem temelli yaklaşımları içeren çok ölçekli bir dönüşüm sürecini zorunlu kılmaktadır.

Bu dönüşüm sürecinin kavramsal ve analitik temelini ise ekosistem hizmetleri yaklaşımı oluşturmaktadır. Tarımsal peyzajların yalnızca tedarik hizmetleri üretmediği; aynı zamanda düzenleyici, destekleyici ve kültürel hizmetleri eşzamanlı olarak sağladığı ve bu hizmetler arasındaki sinerjilerin ve olası ödünleşimlerin (trade-off'ların) peyzajın mekânsal

yapısı ve yönetim biçimiyle doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Lineer peyzaj öğeleri, mozaik yapı, yarı doğal habitatlar ve habitat bağlantılılığı gibi mekânsal bileşenler, hem biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi hem de ekosistem hizmetlerinin sürekliliği açısından belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir tarımsal peyzaj tasarımı, tekil verim hedeflerinden ziyade çoklu hizmet üretimini dengeleyen ve uzun dönemli dayanıklılığı önceleyen bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır.

Bu bağlamda doğa-temelli çözümler ve agroekolojik uygulamalar, iklim değişikliğine uyum ile çok fonksiyonluluk hedeflerini bir arada gerçekleştirebilen öncü stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Agroforestry sistemleri, örtü bitkileri, çiçek ve çalı şeritleri, mozaik arazi yönetimi ile havza-temelli su ve toprak koruma önlemleri; karbon sekestrasyonu, su rejimi düzenleme, erozyon kontrolü, tozlaşma ve biyolojik kontrol gibi temel ekosistem hizmetlerini güçlendirirken tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini de desteklemektedir. Bununla birlikte, bu uygulamaların etkilerinin bağlama duyarlı olduğu; ölçek, mekânsal konfigürasyon, maliyet ve zaman boyutu ile sosyo-ekonomik kabul düzeyi tarafından belirlendiği unutulmamalıdır. Bu durum, tasarım ve planlama süreçlerinde modelleme, senaryo analizi ve karar-destek araçlarının, paydaş katılımı ve uyarlanabilir yönetim ilkeleriyle birlikte ele alınmasının önemini ortaya koymaktadır.

Tarımsal peyzajların bu bütüncül çerçevede ele alınması, aynı zamanda yeşil altyapı yaklaşımıyla güçlü bir kesişim alanı sunmaktadır. Tarımsal alanlar; ekolojik koridorlar, su tutma alanları, yarı doğal habitatlar ve üretim peyzajları aracılığıyla yeşil altyapı sistemlerinin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir. Yeşil altyapı planlarının bu alanları ekosistem hizmeti üretim kapasitesi yüksek mekânsal bileşenler olarak tanımlayan bir yaklaşımla hazırlanması; iklim değişikliğine uyum, biyolojik çeşitlilik korunumu ve kırsal dayanıklılık hedeflerini güçlendirmektedir. Bu nedenle yeşil altyapı planlarının mekânsal planlama süreçlerine entegre edilmesi, tarımsal peyzajların parçalı değil, işlevsel bir ağın parçası olarak ele alınmasını mümkün kılmaktadır.

Bu dönüşümde politika ve yönetim boyutu da belirleyici bir rol oynamaktadır. NbS ve agroekolojik yaklaşımların bölgesel ve ulusal politika çerçevelerine entegrasyonu, yalnızca çevresel hedeflerin değil; ekonomik uygulanabilirlik ve sosyal adalet ilkelerinin de birlikte gözetilmesini gerektirmektedir. Kurumsal kapasite eksiklikleri, teşvik mekanizmalarının parçalı yapısı ve bilim-politika etkileşimindeki kopukluklar, bu yaklaşımların ölçeklenmesinde öne çıkan temel sınırlılıklar arasındadır. Bu nedenle tarım, çevre ve mekânsal planlama politikalarının; ekosistem

hizmetleri temelli, katılımcı ve esnek yönetim modelleriyle bütünleştirilmesi kritik önemdedir.

Sonuç olarak, sürdürülebilir tarımsal peyzaj tasarımı ve iklim değişikliği adaptasyonu; üretim-odaklı dar bir çerçevenin ötesine geçerek ekosistem hizmetleri, çok fonksiyonluluk, yeşil altyapı ve peyzaj ölçeğinde planlama ilkelerini merkezine alan bütünleşik bir yaklaşımı gerektirmektedir. Bu yaklaşım, tarımsal peyzajları iklim risklerine karşı daha dayanıklı kılarken, uzun vadede ekolojik, ekonomik ve toplumsal sürdürülebilirliği birlikte güvence altına almaktadır. Gelecekteki araştırma ve uygulamaların; bağlama duyarlı tasarım stratejileri, ölçülebilir ekosistem hizmeti göstergeleri, yeşil altyapı-mekânsal plan entegrasyonu ve politika-uygulama etkileşimini güçlendiren çerçeveler üzerine odaklanması, tarımsal peyzajların iklim değişikliği karşısında dönüştürücü bir potansiyele kavuşmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Agroecology Partnership. (2024). *AGROECOLOGY Partnership second call for proposals*. TÜBİTAK.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., de Molina, M. G., & Rojas, A. S. (2024). Landscape agroecology: Methodologies and applications for the design of sustainable agroecosystems. *Land*, 13(11), 1746.
- Bas, S., & Killi, D. (2024). Effects of heat and drought stress on sustainable agriculture and future food security in Türkiye. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(6), 1093-1103.
- Baylan, E. (2025). Kırsal Peyzajların Kültürel Ekosistem Hizmetleri için Sağladığı Olanaklar: Kırsalın Sosyo-Kültürel Katkıları. *Kent Akademisi*, 18(2), 1137-1158.
- Bieroza, M. Z., Hallberg, L., Livsey, J., & Wynants, M. (2024). Climate change accelerates water and biogeochemical cycles in temperate agricultural catchments. *Science of the Total Environment*, 951, 175365.
- Blaix, C., Dumont, B., Bloor, J. M., Zagaria, C., Fleurance, G., Joly, F., & Huguenin-Elie, O. (2026). Agroecological interventions increase biodiversity and the potential for climate change mitigation in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 395, 109938.
- Blanco-Canqui, H. (2024). Assessing the potential of nature-based solutions for restoring soil ecosystem services in croplands. *Science of the Total Environment*, 921, 170854.
- Bogatinoska, B., Lansu, A., Hugé, J., Ali, M. H., Dekker, S. C., & Stoorvogel, J. (2024). Analysing landscape multi-functionality by integrated modelling. *Environmental Modelling & Software*, 179, 106116.
- Climate-ADAPT. (2025). *Agro-forestry and crop diversification*. European Climate Adaptation Platform.
- Çelika, A., Atum, A., & Kılıç, M. (2024). *Sürdürülebilir arazi kullanımı perspektifinde iklim değişikliği ve arazi bozulumu*. AGROZAL, 1(2), 98–113.
- ÇŞİDB (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı), 2023. İklim Değişikliğine Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030). Erişim adresi:** https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fine%20Uyum%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan_%202024-2030.pdf Erişim tarihi: 15.12.2025
- Çetinkaya, G., & Uzun, O. (2014). Peyzaj planlama. *Birsan Yayınevi, İstanbul*,
- Dinç, A. & Toğay, Y. (2025). İklim Değişikliği ve Tarımsal Kuraklığın Türkiye Tarımına Etkisi. *Euroasia Matematik, Mühendislik, Doğa ve Tıp Bilimleri Dergisi Medical Sciences*, 12(2), 387-396.
- Cengiz A. E. & Karadağ A. A., Demiroğlu, D. (2017). Importance of Landscape Planning for Sustainable Spaces. International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development, 1, 4-15.

- Cengiz A. E. & Demiroğlu, D. (2019). Integrating Ecosystem Services into Spatial Planing in New Approaches to Spatial Planning and Design - Planning, Design, Applications, Editör:Murat Özyavuz, Peter lang, , Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 639, ISBN 978-3-631-78274-3
- Demiroğlu, D. & Karadağ, A. A. (2015). Ecosystem Services Approach To Spatial Planning In Turkey. International Urban Studies Congress-Problems In Present-Day City, 1(1), 252-270.
- Demiroğlu, D., Karadağ, A. A., Cengiz, A. E. & Çoban A. (2018). Evaluation of Contribution of Green Infrastructure System to Urban Water Management. 2. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF'18), 422-431.
- Demiroğlu, D., Karadağ, A. A. & Cengiz, A. E. (2019). Türkiye’de yeşil alt yapı sisteminin uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirme. *Peyzaj*, 1(2), 12-21.
- Demiroğlu, D. & Karadağ, A. A. (2025). The legal vulnerability of agricultural areas: Türkiye example. 18. International Conference On Agriculture, Animal Science & Rural Development, 1(1), 1632-1644.
- Estrada-Carmona, N., Sánchez, A. C., Remans, R., & Jones, S. K. (2022). Complex agricultural landscapes host more biodiversity than simple ones: A global meta-analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(38), e2203385119.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2023). *The State of Food and Agriculture 2023*.
- FAO. <https://www.fao.org/publications/sofa/2023>
- Gorris, P., Bodin, Ö., Giral, D., Hass, A. L., Reitalu, T., Cabodevilla, X., ... & Westphal, C. (2025). Social-ecological perspective on European semi-natural grassland conservation and restoration: Key challenges and future pathways. *Biological Conservation*, 304, 111038.
- Galan, J., Galiana, F., Kotze, D. J., Lynch, K., Torreggiani, D., & Pedrol, B. (2023). Landscape adaptation to climate change: Local networks, social learning and co-creation processes for adaptive planning. *Global Environmental Change*, 78, 102627.
- Güneş, E., & Karakaş, T. (2022). Tarım ve gıda sistemlerinde sürdürülebilirlik yaklaşımları. *Journal of Academic Value Studies*, 8(3), 304-316.
- Habel, J. C., Schmitt, T., Ulrich, W., Gros, P., Salcher, B., & Teucher, M. (2023). Landscape homogenisation and simplified butterfly community structure go on par across Northern Austria. *Landscape Ecology*, 38(12), 3237-3248.
- Hu, T., Zhang, X., Khanal, S., Wilson, R., Leng, G., Toman, E. M., ... & Zhao, K. (2024). Climate change impacts on crop yields: A review of empirical findings, statistical crop models, and machine learning methods. *Environmental Modelling & Software*, 179, 106119.
- Jeanneret, P., Aviron, S., Alignier, A., Lavigne, C., Helfenstein, J., Herzog, F., ... & Petit, S. (2021). Agroecology landscapes. *Landscape Ecology*, 36(8), 2235-2257.

- Haan, N. L., Iuliano, B. G., Gratton, C., & Landis, D. A. (2021). Designing agricultural landscapes for arthropod-based ecosystem services in North America. In *Advances in ecological research* (Vol. 64, pp. 191-250). Academic Press.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability (Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report)*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Kaya, M. Y., & Uzun, O. (2019). Ekosistem hizmetleri ve mekânsal planlama ilişkisinin peyzaj planlama çerçevesinde değerlendirilmesi. *Düzce University Journal of Science and Technology*, 7(3), 2166-2193.
- Karadağ, A. A. & Barış, M. E. (2012). Kovada Gölü Alt Havza Yönetim Planının Gelistirilmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 8(1), 118-136.
- Karadağ, A. A. & Yıldız, K. (2013). Peyzaj fonksiyonlarının değerlendirilmesi: Hendek ilçesi örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 9(2), 45-59.
- Karadağ, A. A., Demiroğlu, D. & Cengiz A. E. (2019). Importance of Ecological Analysis in Spatial Planning. *International Congress on Agriculture and Forestry Research (AGRIFOR)*, 835-843.
- Karadağ, A. A. & Şenik, B. (2019). Landscape Sensitivity Analysis As An Ecological Key: The Case of Düzce Province. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17, 14277- 14296.
- Karadağ, A. A., Cengiz, A. E., & Demiroğlu, D. (2022). Türkiye’de tarım alanları yönetimine ilişkin mevzuatın sürdürülebilirlik açısından incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(1), 1-17.
- Karadağ, A. A. & Demiroğlu, D. (2025). An Assessment of The Potential Impacts of Turkey’s Climate Law on Agricultural Landscapes . 18. International Conference on Agriculture, Animal Science & Rural Development, 1(1), 1619-1631.
- Kiliç, M. (2025). Climate Change Impacts on Soil Erosion in the Ceyhan Basin Using the RUSLE Model under the SSP5-8.5 Scenario. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 9(3), 939-953.
- Khuzama, I. H., Eleonora, G., Gianluigi, B., Micol, M., Angela, R. F., Marco, B., & Simona, C. (2025). Enhancing ecosystem services by introducing multifunctional land use management in a semiarid pastoral system in Portugal. *Total Environment Advances*, 200138.
- Kpemoua, T. P., Leclerc, S., Barré, P., Houot, S., Pouteau, V., Plessis, C., & Chenu, C. (2023). Are carbon-storing soils more sensitive to climate change? A laboratory evaluation for agricultural temperate soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 183, 109043.
- Lamichhane, J. R., & Alletto, L. (2022). Ecosystem services of cover crops: a research roadmap. *Trends in Plant Science*, 27(8), 758-768.
- le Clech, S., van Bussel, L. G., Lof, M. E., de Knegt, B., Szentirmai, I., & Andersen, E. (2024). Effects of linear landscape elements on multiple ecosystem

- services in contrasting agricultural landscapes. *Ecosystem Services*, 67, 101616.
- Li, N., Zhao, Y., Han, J., Yang, Q., Liang, J., Liu, X., ... & Huang, Z. (2024). Impacts of future climate change on rice yield based on crop model simulation—A meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 949, 175038.
- Li, S., Pu, J., & Deng, X. (2025). Agricultural land use transition under multidimensional topographical gradients and its impact on ecosystem service interactions. *Journal of Integrative Agriculture*. 24 (8), 3222-3241
- Liu, Q., Sun, X., Wu, W., Liu, Z., Fang, G., & Yang, P. (2022). Agroecosystem services: A review of concepts, indicators, assessment methods and future research perspectives. *Ecological Indicators*, 142, 109218.
- Mbow, C., Van Noordwijk, M., Luedeling, E., Neufeldt, H., Minang, P. A., & Kowero, G. (2014). Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6, 61-67.
- Meier, E. S., Lüscher, G., Herzog, F., & Knop, E. (2024). Collaborative approaches at the landscape scale increase the benefits of agri-environmental measures for farmland biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 367, 108948
- Mohr, F., Pazur, R., Debonne, N., Dossche, R., Helfenstein, J., Hepner, S., ... & Bürgi, M. (2024). Exploring agricultural landscape change from the second half of the twentieth century onwards: combining aerial imagery with farmer perspectives. *Landscape Ecology*, 39(7), 120.
- Mosquera-Losada, M. R., Santiago-Freijanes, J. J., Rois-DíAz, M., Moreno, G., den Herder, M., Aldrey-Vázquez, J. A., ... & Rigueiro-Rodríguez, A. (2018). Agroforestry in Europe: A land management policy tool to combat climate change. *Land Use Policy*, 78, 603-613.
- Nair, P. K. R. (1997). Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry systems*, 38(1), 223-246.
- Nguyen, H. M., Ho, H. L., Babel, M. S., Tangdamrongsub, N., Himanshu, S. K., Hamel, P., & Park, E. (2024). Nature-based solutions for improving food security: A systematic global review. *Heliyon*, 10(16).
- Özcanlı, M., & Yılmaz, E. (2024). Türkiye’de arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi ve iklim değişimine olası etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (86), 7-24.).
- Petit, S., & Landis, D. A. (2023). Landscape-scale management for biodiversity and ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 347, 108370.
- Sánchez, A. C., Jones, S. K., Purvis, A., Estrada-Carmona, N., & De Palma, A. (2022). Landscape complexity and functional groups moderate the effect of diversified farming on biodiversity: a global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 332, 107933.

- Schirpke, U., Tasser, E., Borsky, S., Braun, M., Eitzinger, J., Gaube, V., ... & Thaler, T. (2023). Past and future impacts of land-use changes on ecosystem services in Austria. *Journal of Environmental Management*, 345, 118728.
- Schönhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M., & Schmid, E. (2016). Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, 145, 39-50.
- Shackelford, G. E., Kelsey, R., & Dicks, L. V. (2019). Effects of cover crops on multiple ecosystem services: Ten meta-analyses of data from arable farmland in California and the Mediterranean. *Land Use Policy*, 88, 104204.
- Selçuk, F., & Gülümser, A. A. (2023). İklim Değişikliği Etkisinde Türkiye’de Tarımsal Ürün Verimliliği: Bölgesel Bir Değerlendirme. *Bölgesel Kalkınma Dergisi*, 1(04), 425-451.
- Sirnik, I., Oudes, D., & Stremke, S. (2024). Agrivoltaics and landscape change: First evidence from built cases in the Netherlands. *Land Use Policy*, 140, 107099.
- Torralba, M., Fagerholm, N., Burgess, P. J., Moreno, G., & Plieninger, T. (2016). Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta- analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 230, 150-161.
- Qiao, J., Gao, Y., Lv, Z., Tang, Z., Xie, S., Cao, Q., & Sun, X. (2025). Proactive adaptation to climate change in landscape configuration and agricultural management optimization: A case study of agro-pastoral transitional zone in northern China. *Geography and Sustainability*, 100373.
- Quandt, A., Neufeldt, H., & Gorman, K. (2023). Climate change adaptation through agroforestry: opportunities and gaps. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 60, 101244.
- Wesemeyer, M., Kamp, J., Schmitz, T., Müller, D., & Lakes, T. (2023). Multi-objective spatial optimization to balance trade-offs between farmland bird diversity and potential agricultural net returns. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 345, 108316.
- Xiao, J., & Xiong, K. (2022). A review of agroforestry ecosystem services and its enlightenment on the ecosystem improvement of rocky desertification control. *Science of the Total Environment*, 852, 158538.
- Van Eerd, L. L., Chahal, I., Peng, Y., & Awrey, J. C. (2023). Influence of cover crops at the four spheres: A review of ecosystem services, potential barriers, and future directions for North America. *Science of the Total Environment*, 858, 159990.
- Venn, R., & Burbi, S. (2023). Agroforestry policy development in England: a question of knowledge transference. *Land Use Policy*, 134, 106936.
- Yang, L., & Cao, K. (2022). Cultural ecosystem services research progress and future prospects: A review. *Sustainability*, 14(19), 11845.

Yang, Y., Xiong, K., & Xiao, J. (2024). A review of agroforestry biodiversity-driven provision of ecosystem services and implications for karst desertification control. *Ecosystem Services*, 67, 101634.

Bölüm 12

KENT BAHÇELERİ VE SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Canan CENGİZ¹, Eda SOYSAL²

1 Prof. Dr., Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü. canancengiz@bartin.edu.tr

2 Yüksek Lisans Öğrencisi Bartın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD. Edasoyisal7417@gmail.com

Giriş

Avrupa’da sanayileşmenin 1700’lü yıllarda başlamasından günümüze kadar uzanan süreçte, sosyal, politik ve kentsel dönüşümler kıta genelinde eş zamanlı olarak ortaya çıkmamış ve aynı gelişim hızını izlememiştir. Bu durum, Avrupa genelinde belirgin bölgesel farklılıkların oluşmasına yol açmıştır. Ancak, farklı ülkelerde ortaya çıkan kent bahçeciliği hareketlerinin kökeni ve gelişim süreçleri büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Bu hareketler, savaşlar ve ekonomik krizler sonucunda uygulanan uzun süreli kemer sıkma politikaları sırasında yaşanan gıda kıtlıkları gibi ortak etkenlere dayanmakta; aynı zamanda hızlı kentsel büyümeye karşı geliştirilen bir tepki niteliği taşımaktadır (Keshavarz vd., 2016; Ribeiro vd., 2023; Kemeç, 2024).

Kent bahçeciliğinin tarihsel gelişimi incelendiğinde, birbirinden farklı dönemler öne çıkmaktadır. Birinci dönem, sanayileşme süreciyle birlikte kentleşme dalgasının hız kazandığı ve kent bahçeciliği uygulamalarında öncü sayılabilecek ülkelerin ortaya çıktığı sanayi çağına karşılık gelmektedir. İkinci dönem, İkinci Dünya Savaşı, Büyük Buhran ve bu sürecin hemen sonrasını kapsamaktadır. Yirminci yüzyılın ortalarına denk gelen bu evre, kent bahçeciliği hareketlerinin en yaygın ve yoğun biçimde uygulandığı dönemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Üçüncü dönem, Batı Avrupa’da savaş sonrası dönemde yıkıma uğrayan kentlerin yeniden inşası süreciyle birlikte, yaşam standartlarının yükselmesiyle eş zamanlı olarak gelişen kent bahçeciliği uygulamalarını kapsamaktadır. Dördüncü ve son dönem ise 1970’lerden günümüze uzanan süreçte, Sovyetler Birliği’nin dağılması ve 1990 yılında Almanya’nın yeniden birleşmesi sonrasında olgunlaşan ve yeniden ivme kazanan kent bahçeciliği hareketlerinin ön plana çıktığı dönemi ifade etmektedir (Kemeç, 2024).

Türkiye bağlamında değerlendirildiğinde, küresel gıda pazarına yönelik üretimden ziyade kentin kendi gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan Yedikule Bostanları, yerinde üretim anlayışıyla sürdürülebilir kentsel yaşam açısından önemli bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Kanbak, 2016). UNESCO Dünya Mirası Listesi’nde yer alan İstanbul’un Tarihi Alanları sınırları içerisinde bulunan ve yüzyıllar boyunca kentin sebze ve yeşillik ihtiyacını karşılayan bu bostanlar, günümüzde büyük ölçüde ortadan kalkmış durumdadır (Aykan ve Başyurt, 2019).

Günümüzde Yedikule Bostanları’nın yanı sıra, farklı niteliklere ve ölçeklere sahip çeşitli kent bahçeciliği projeleri de hayata geçirilmiştir. “Kadıköy Bostanları”, “Küçük Ölçekli Kent Bostanları” ve “Çankaya Mahalle Bostanı” bu uygulamalara örnek olarak gösterilebilir (Postane Bahçe, 2024). Kent içinde yenilebilir bitki üretimini, döngüsel yaklaşımları

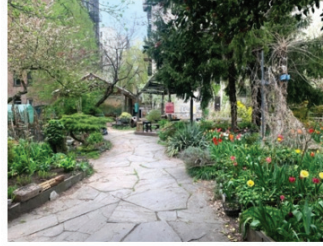
ve gıda adaletini odağına alan ekolojik kent bahçeciliği uygulamaları ise sosyal sürdürülebilirlik ekseninde öne çıkan önemli girişimler arasında yer almaktadır.

Kent Bahçeciliği Konusunda Önemli Tarihsel Örnekler:

- *Birinci ve İkinci Dünya Savaşı sırasında* Amerika, Kanada ve İngiltere gibi ülkelerde yaygınlaşan *Zafer Bahçeleri*, kent bahçeciliği uygulamalarının tarihçesinde önemli bir adımdır. Vatandaşların çabalarıyla yapılan bu bahçelerde amaç, gıda üretimi üzerindeki baskıyı azaltarak dolaylı yoldan savaşa destek olmaktır.
- *1970 yılları New-York, Green Guerillas*; kent bahçeciliğinin modern popülerleşmesinde önemli rol oynamıştır. Liz Christy Garden New York'taki, ilk resmi community garden olarak kabul edilmektedir.
- *1970 yılları sonrasında* Avrupa'da yeniden canlanma hareketleri ile kent bahçeciliği uygulamaları Sovyet sonrası dönemde yeniden yaygınlaşmıştır.
- *20.yy Victory Gardens*, II. Dünya Savaşı sırasında kentlerde yiyecek üretimini destekleyerek, döneminde önemli bir rol üstlenmiştir.
- *2000 sonrası dönemlerde* ise, sürdürülebilirlik odaklı kent bahçeleri, gıda güvenliği ve toplumsal fayda araştırmalarında artışlar gözlemlenmiştir (Şekil 1-5).



Şekil 1. New-York, Green Guerillas



Şekil 2. New York, Liz Christy Garden (Url-2, 2025)



Şekil 3. Victory Gardens (Url-3, 2025)



Şekil 4. Zafer Bahçeleri (Url-4, 2025)



Şekil 5. 20.yy kent bahçesi uygulama örneği (Url-5, 2025)

Zaman içerisinde kent bahçeciliği uygulamaları kamusal park tanım ve kavramı içerisinde gelişerek kentsel yeşil altyapının önemli bir bileşeni haline gelmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Kamusal parklar-zaman çizelgesi (Özdemir Şahin, 2023)

Kent bahçeciliğine ilişkin tanım ve kavramlar:

Kent bahçeciliği, kent içinde ve çevresinde yaşayan bireylerin ya da toplulukların, sebze, meyve, çiçek ve diğer bitkileri yetiştirdiği küçük ölçekli yeşil üretim alanlarını ifade eder. Bu uygulamalar sadece gıda üretimine odaklanmayıp aynı zamanda kent estetiği, sosyal etkileşim ve çevresel sürdürülebilirlik gibi çok boyutlu katkılar sağlamaktadır (Kemeç, 2024).

Kent bahçeciliği literatürde farklı şekillerde ele alınmaktadır. Önceki araştırmaların bazılarında “kent bahçeciliği” terimi yerine topluluk bahçeciliği (community gardening), kendin yap bahçeciliği (do it yourself gardening), gerilla bahçecilik (guerrilla gardening) gibi terimler kullanılmaktadır. Bu terimler anlamca yakın olmakla birlikte küçük farkları mevcuttur. Topluluk bahçeciliği, gönüllük esasına dayalı olarak gıda yetiştirmek için her yaştan ırktan, etnik kökenden ve sosyo-ekonomik statüden bireylerin yanı sıra engelli bireyleri de kapsayan alanlardır (Draper

ve Freedman, 2010). Kent bahçeciliği, bireysel balkon ve çatı bahçelerinden topluluk bahçelerine, “gerilla bahçeciliği” ve “kendin yap” bahçeciliği gibi kolektif üretim biçimlerine kadar geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Bu çeşitlilik, kent sakinlerinin kendi gıdalarını üretmelerine ve yeşil alan yaratmalarına olanak tanımaktadır (Kemeç, 2024). Yapılan bilimsel çalışmalar, kent bahçeciliğinin topluluk bağlarını güçlendirdiğini ve sosyal etkileşimi artırdığını vurgulayarak sosyal sürdürülebilirlikteki rolüne dikkat çekmektedir. Topluluk bahçeleri gibi ortaklaşa yönetilen alanlar, bireyler arasında işbirliği, bilgi paylaşımı ve kolektif üretim kültürünü teşvik eden sosyal mekânlara dönüşmektedir (Çerşil ve Kömez Dağlıoğlu, 2024).

Ghosh (2023)’e göre; kentsel tasarım modelleri ve yapılaşmış çevrede kentsel tarım ile kent bahçeciliğine yönelik yaklaşımlar, gıda odaklı kentselcilik modelleri olarak kullanılmak üzere kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Bu kavram, üretken peyzajın kent genelinde entegrasyonuna, kentsel plan ve mimari tasarım uygulamalarıyla bütünleşmesine daha fazla odaklanmakta ve çok disiplinli bir bakış açısını yansıtmaktadır (Karaelmas ve Cengiz, 2020; Karaelmas ve Cengiz, 2022). Bu nedenle farklı araştırmacılar çeşitli sınıflandırmalar geliştirmiştir. Bu çeşitlilik, kent bahçelerinin farklı amaçlarını ve tasarımlarını ön plana çıkarmaktadır (Karaelmas ve Cengiz 2024; Karaelmas ve Cengiz, 2025; Canoler, 2025)

Heynen (2011) ve Berman (1994)’e göre; 19. yy’da sanayi ve ekonomideki değişimler modern hareketin gelişmesinde önemli rol oynamış, 20. Yüzyılda ise modern hareket, sanat, düşünce ve mimari alanında tüm dünyayı etkileyen bir seviyeye gelmiştir (Şahin, 2023).

Tablo 1. Kent bahçeciliğine yönelik farklı tanımlar (Kemeç, 2024)

Yazar	Tanım
Ernwein, 2014	Toplumsal parçalanmaya çözüm olan ve belirli bir halkla birlikte ve belirli bir halk için hareket etmenin etkili bir yoludur.
Crouch ve Wiltshire, 2012	Yaratıcılığı ve aktiviteyi artıran, kimlik, yer duygusu ve belirli bir çevreye bağlılık sağlayan alanlardır.
Atkinson, 2007	Doğaya erişim gibi ölçülemeyenleri yeniden sunarak insan, kent hakkı ve çevre refahı için mücadele eden; mekanın kendi belirlediği üretimler için arenalar; topluluğun yeniden canlandırılması için odak noktalarıdır.
Holland, 2004	İnsanların kolektif, kamusal meseleleri kavramalarına ve organize olmalarına yardımcı olarak değişimin araçlarıdır.
SchramBijkerrk vd., 2018: 863	Kentlerde daha fazla park ve yeşil alan, organik, yerel olarak yetiştirilen ürünlerin tüketimi ve kişinin kendi yaşam ortamıyla daha yakın ilişki kurması yönündeki eğilimin bir parçasıdır.
Cérézuelle, 2003: 76	Özel alanın sağlamaştırılması yoluyla insanları kamusal alanda yer almaları için gayri resmi olarak eğitmektir.
Okvat, Zautra, 2011	Farklı ailelerden insanların, genellikle de kendi topraklarına erişimi sınırlı olan kent sakinlerinin yiyeceklerini yetiştirmek için kullanılan arazidir.
Camps-Calvet vd., 2016	Kentlerdeki boş alanlara daha geniş erişime izin vermek ve bu alanları teşvik etmek, insan refahını, sosyal entegrasyonu ve sağlıklı yaşam tarzlarını iyileştirmeyi amaçlayan kentsel politikalar için etkili, doğa temelli bir çözümdür.

Dünya’da Kent Bahçesi Örnekleri:

Kent bahçelerini tanımlayan temel özellikler ve tipolojileri sınıflandırdıktan sonra, bu özelliklerin dünya genelindeki somut örneklerde nasıl ortaya çıktığını incelemek önemlidir. Bu bahçeler, konum, yetiştirilen ürünler, organizasyon yapıları ve amaçları gibi çeşitli etmenler tarafından şekillendirilmekte olup, teorik kavramların pratikte nasıl uygulandığını somut biçimde göstermektedir. Farklı küresel bağlamlardan seçilen aşağıdaki örnekler, kent bahçelerinin şehir manzaralarına entegrasyonunun çeşitliliğini ve sürdürülebilirlik, gıda güvenliği, topluluk oluşturma ve kültürel koruma gibi alanlarda nasıl işlev gördüğünü ortaya koymaktadır (Canoler, 2025).

Tipolojiler arasında dikkat çekici bir benzerlik, topluluk veya kolektif bahçelerin öne çıkmasıdır. Bu bahçecilik uygulamaları, şehir sakinleri ile tarım arasındaki bağların yeniden kurulmasına katkıda bulunmaktadır. Kolektif bahçeler, şehir, doğa ve tarım arasında bir arayüz işlevi görmektedir. Avrupa genelinde “kolektif bahçecilik” terimi, topluluk bahçeleri ve ortak çaba ile yakından ilişkilendirilmektedir (Keshavarz vd., 2016).



Şekil 7. Fransa'daki 'Ecobox' Topluluk Bahçesi (Canoler, 2025)



Şekil 8. Almanya'daki 'Deutsches Kleingärtnermuseum' Tahsisli Bahçesi (Canoler, 2025)



Şekil 9. Chicago O'Hare Uluslararası Havalimanı'nda Dikey Tarım Uygulaması: Tower Garden (Canoler, 2025)



Şekil 10. Çatı Tarımı, Fresh & Local Flyover Farm ve Mumbai, Hindistan'daki Kentsel Tarım Girişimleri (Canoler, 2025)



Şekil 11. Ev Bahçeleri, Brøndby Haveby'nin Yuvarlak Evleri, Danimarka (Canoler, 2025)

Kent Bahçeciliğinin Yararları

Kent bahçeleri, uygulama ve çalışma imkânı sağlayarak mesleki faaliyetlerin gerçekleştirilmesine ve iş fırsatlarının oluşmasına olanak tanır. Yerel gıda üretimi yoluyla dışa bağımlılığı azaltırlar. Ayrıca, bulundukları çevrenin değerini de artırırılar (Cengiz ve Boz, 2020). Bellows vd (2008)'e göre; Kent bahçeleri, aşağıda belirtilen başlıklarda önemli faydalar sağlamaktadır (Cengiz ve Boz, 2020). Bu faydalar toplumsal yapılarda sosyal sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli parametreler olarak da değerlendirilmektedir.

Ekonomi;

- İstihdam sağlama
- Mesleki faaliyetlerin sunulması
- Yerel gıda üretimi
- Mülk değerinin artması

Sağlık;

- Fiziksel sağlık
- Psikolojik sağlık
- Duygusal sağlık

Sosyal ve Çevresel;

- Sosyal uyuma teşvik
- Sosyal ilişkilerin geliştirilmesi
- Dinlenme ve boş zaman değerlendirme imkanları
- Mahallelerin güzelleştirilmesi
- Çevre bilinci oluşturulması
- Ekosistem hizmetlerinin sağlanması

Kent Bahçelerinin Sınıflandırılması

• Ev Bahçeleri (Home Garden)

Ev bahçeleri, bireysel konutların bahçelerinde veya çevresinde yapılan tarım ve bahçecilik faaliyetlerini kapsar. Genellikle sebze, meyve ve süs bitkileri yetiştirilmektedir. Bu bahçeler, ailelerin gıda ihtiyacını karşıla-

malarına, doğayla etkileşimde bulunmalarına ve estetik değer yaratmalarına imkân tanır (Bellows vd., 2008).



Şekil 11. Danimarka'daki Brøndby Haveby'deki ev bahçeleri (Url-6, 2025)

- **Topluluk ve Kolektif Bahçeler (Community/Collective Gardens)**

Topluluk veya kolektif bahçeler, birden fazla kişinin ortak olarak kullandığı alanlardır. Sosyal ilişkileri güçlendirme, topluluk bilinci oluşturma ve eğitim amaçlı etkinlikler için önemli bir platform sunar (Kesha-varz vd., 2016). En temel şekilde topluluk bahçesi, sebze, meyve ve/veya çiçek yetiştirmek için kullanılabilen herhangi bir açık alandır. Halktan insanlar genellikle bu alanları yönetir ve geliştirir, ancak toplum dışındaki kuruluşlar da bunları organize edebilir. Bahçecilik basit bir hobi gibi görünebilir, ancak kentte yaşayan insanları bir araya getirerek bahçeyi planlamak, yetiştirmek ve bakımını yapmak dikkatli planlama ve organizasyon gerektirir. Sosyal etkileşimi, birlikte hareket etmeyi, kültürel aktarımı ve fayda sağlamayı odağına yerleştiren bu uygulama alanları, sosyal sürdürülebilirlik açısından önemli proaktif alanlardır (Şekil 12).



Şekil 12. *Community Garden* örneği (Url-7, 2025)

- **Kent Çiftlikleri**

Kent merkezlerinde boş arazilerin dönüştürülmesi ile oluşturulan kent çiftliklerinin oluşturulmasında gönüllü bir dernek öncü olmuştur. Yetiştirilen ürünler açılan çiftlik stantlarında satılmakta, geliştirilen bir paylaşım programı aracılığı ile ailelere dağıtılmakta, yerel gıda depolarına bağışlanmakta, ya da çiftlikte çalışan gençlerin ürünleri evlerine götürebilmelerine olanak tanınmaktadır (Şekil 13). Çiftliğin kuruluş amacı boş arazileri canlı kentsel çiftliklere dönüştürmek, sağlıklı, uygun fiyatlı ürünlere erişimi iyileştirmek ve gençleri çiftlikte eğiterek yeni nesil yeşil liderleri yetiştirmektir (Kayasü ve Durmaz, 2021; Red Hook Farms, 2021). Wolcott Street Farm, New York, Brooklyn’de kent merkezi ve deniz arasında kalan boş arazilerin dönüştürülmesi ile oluşturulan önemli bir kent çiftliği örneğidir (Kayasü ve Durmaz, 2021).



Şekil 13. *Wolcott Street Farm – Brooklyn, New York* (Kayasü ve Durmaz, 2021; Red Hook Farms, 2021)

- **Tahsisli Bahçeler (Allotment Gardens)**

Tahsisli bahçeler, yerel yönetimler veya özel kurumlar tarafından bireylere veya gruplara belirli sürelerle tahsis edilen, küçük parseller hâlinde düzenlenen bahçelerdir. Bu bahçeler, küçük ölçekli tarım yapılmasını, topluluk paylaşımını ve yerel gıda üretimini teşvik eder (Drescher, 2005).



Şekil 14. *Deutsches Kleingärtnermuseum, Almanya (Url-8, 2025)*

- **Dikey ve Çatı Bahçeleri**

Dikey ve çatı bahçeleri, sınırlı alanlarda maksimum üretim sağlamak amacıyla geliştirilmiş sistemlerdir. Bu uygulamalar, alan verimliliğini artırmak ve şehir içinde sürdürülebilir gıda temini sağlamak amacıyla kullanılır (Cabral vd., 2017).



Şekil 15. *Chicago O'Hare Havalimanı'ndaki Tower Garden (Url-9, 2025)*



Şekil 16. Mumbai'deki çatı tarımı projeleri (Url-10, 2025)

- **Tematik ve Yenilikçi Bahçeler**

Tematik ve yenilikçi bahçeler, eğitsel, ekolojik veya kültürel amaçlarla tasarlanmış özel kent bahçeleridir. Bu bahçeler, öğrencilerin eğitimine katkı sağlamak, ekolojik farkındalık oluşturmak ve kültürel değerleri korumak için kullanılmaktadır (Cabral vd., 2017).



Şekil 17. Singapur'daki Sky Greens (Url-11, 2025).

- **Sosyal Sürdürülebilirlik Bağlamında Kent Bahçeciliği**

Sosyal sürdürülebilirlik, kent yaşamında bireylerin refah, eşitlik, katılım, sosyal bağlar ve dayanışma gibi sosyal boyutlarda uzun vadeli ve dengeli gelişimi hedefleyen bir sürdürülebilirlik boyutudur. Kent bahçeciliği, yalnızca gıda üretmekle kalmaz; aynı zamanda toplumda sosyal bağları güçlendiren, katılımı teşvik eden ve toplumsal ilişkileri geliştiren bir sosyal sürdürülebilirlik aracı olarak değerlendirilmektedir. Kent bahçeciliği uygulamaları, bireylerin ortak alanlarda bir araya gelerek üretim yapmalarına ve topluluk içinde etkileşime girmelerine olanak tanır; bu durum sosyal sermayeyi artırır ve toplumsal dayanışmayı güçlendirir. Örneğin kent bahçeleri, mahalle sakinleri arasında karşılıklı yardımlaşma, bilgi paylaşımı ve kolektif karar alma süreçleri ile güçlü sosyal ağlar oluşturur, bu da sosyal sürdürülebilirliğe doğrudan katkı sağlar (Kemeç, 2024).

Akademik araştırmalar, kent bahçeciliğinin sosyal sürdürülebilirlik üzerinde önemli roller üstlendiğini ortaya koymaktadır. Kent bahçeleri; *topluluk bilinci*, *ortak sorumluluk* ve *sosyal katılım* gibi kavramlar etrafında birleşir. Topluluk bahçeleri gibi ortak kullanılan yeşil alanlar, farklı demografik gruplardan bireyler arasında etkileşimi teşvik eder ve toplumsal ayrışmayı azaltmaya yardımcı olur. Bu tür uygulamalar, özellikle COVID-19 sonrası dönemde insanların sosyal etkileşim ihtiyacının arttığı kentlerde, sosyal üretken alanlar hâline gelmiştir (Erişen, 2022).

Sosyal sürdürülebilirlik, bireylerin yaşam kalitesini artırmayı, toplumsal eşitliği sağlamayı, sosyal ilişkileri güçlendirmeyi ve toplumun uzun vadede uyum içinde varlığını sürdürmesini amaçlayan sürdürülebilirlik boyutudur. Bu kavram; sosyal adalet, katılım, dayanışma, aidiyet duygusu ve toplumsal refah gibi unsurları kapsamaktadır. Kentlerde sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması, yalnızca fiziksel ve çevresel düzenlemelerle değil, aynı zamanda toplumsal etkileşimi destekleyen mekânsal ve sosyal uygulamalarla mümkün olmaktadır (Erişen, 2022).

Kent bahçeciliği, sosyal sürdürülebilirliğin kent ölçeğinde hayata geçirilmesini destekleyen önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Kent bahçeleri, bireylerin ortak bir amaç doğrultusunda bir araya gelerek üretim yapmalarına olanak tanıyan kolektif alanlardır. Bu alanlar, kentliler arasında sosyal bağların güçlenmesini, karşılıklı güvenin artmasını ve sosyal sermayenin gelişmesini sağlamaktadır. Özellikle topluluk bahçeleri, farklı yaş, kültür ve sosyoekonomik gruplardan bireyleri bir araya getirerek toplumsal bütünleşmeye katkı sunmaktadır (Kemeç, 2024).

Tablo 2. *Kent bahçeleri ve sürdürülebilirlik boyutları (Erişen, 2022 ve Kemeç 2024'den oluşturulmuştur).*

Sürdürülebilirlik Boyutu	Kent Bahçeciliğine Katkısı	Açıklama
Çevresel Sürdürülebilirlik	Ekosistem hizmetleri, biyoçeşitlilik, mikroklima düzenlemesi	Kent bahçeleri yeşil alan miktarını artırarak hava kalitesini iyileştirir, ısı adası etkisini azaltır ve kent ekosistemlerinin sürekliliğine katkı sağlar.
Ekonomik Sürdürülebilirlik	Yerel gıda üretimi, maliyetlerin azalması, istihdam	Kent bahçeleri hane halkının gıda harcamalarını azaltır, yerel üretimi destekler ve küçük ölçekli istihdam olanakları yaratır.
Sosyal Sürdürülebilirlik	Sosyal bağlar, katılım, aidiyet, topluluk oluşumu	Topluluk bahçeleri bireyler arası etkileşimi artırır, sosyal sermayeyi güçlendirir ve toplumsal dayanışmayı destekler.

Sonuç

Bu çalışmada kent bahçeleri, sosyal sürdürülebilirlik perspektifiyle ele alınmış; toplumsal bütünleşme, gıda güvenliği, çevresel farkındalık ve kentlilerin yaşam kalitesi üzerindeki etkileri açısından kavramsal çerçeveye yer verilmiştir. Kent bahçelerinin yalnızca kentsel yeşil alan üretimiyle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda sosyal ilişkileri güçlendiren, katılımcı yönetim pratiklerini teşvik eden ve toplumsal katılımı destekleyen önemli araçlar olduğu ortaya koyulmuştur.

Kent bahçeciliği uygulamaları, farklı sosyo-ekonomik ve kültürel grupları bir araya getirerek sosyal sürdürülebilirliğin gelişimine katkı sağlamakta; dayanışma, aidiyet ve ortak üretim kültürünü güçlendirmektedir. Bununla birlikte, yerel gıda üretimini desteklemesi sayesinde gıda güvenliği ve gıda adaleti konularına somut bir zemin sunmaktadır. Özellikle pandemi ve iklim krizi gibi küresel belirsizlikler bağlamında, kent bahçelerinin toplumsal dayanıklılığı artıran bir mekânsal ve sosyal pratik olduğu görülmüştür. Ancak kent bahçeciliğinin sosyal sürdürülebilirliğe katkısının kalıcı olabilmesi, bu uygulamaların yerel yönetim politikalarına entegre edilmesine, kapsayıcı planlama yaklaşımlarının benimsenmesine ve uzun vadeli yönetim modellerinin geliştirilmesine bağlıdır. Aksi takdirde, mekânsal eşitsizlikler ve mülkiyet sorunları bu potansiyeli sınırlayabilmektedir.

Sonuç olarak, kent bahçeciliği sosyal sürdürülebilirliği destekleyen çok boyutlu bir kentsel pratik olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, kent bahçelerinin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal politika,

kentsel planlama ve yerel kalkınma stratejilerinin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınması, sürdürülebilir kentlerin inşasında önemli bir adım olacaktır.

Kaynaklar

1. Alkan, A. (2005). Yerel yönetimler ve cinsiyet: kadınların kentte görünmez varlığı: Ankara araştırması.
2. Aykan, B. ve Başıyurt, İ. (2019). Yeşil Alan'dan Geleneğe: Somut/Somut Olmayan Kültürel Miras Dikotomisi, Kültürel Peyzaj ve Yedikule Bostancılığını Dünya Mirası Olarak Korumak. *Planlama*, 29(3), 271-287.
3. Bacon, N., Cochrane, D., Woodcraft, S. ve Brown, J. (2012). Creating strong communities: how to measure the social sustainability of new housing developments. *The Berkeley Group: London, UK*, 38.
4. Baytekin, E. (2022). *Sosyal sürdürülebilirlik ve şehir hakkı bağlamında Ankara ili kamusal yeşil alan erişilebilirliğinin ampirik analizi*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı.
5. Becker, S. L. ve von der Wall, G. (2018). Tracing regime influence on urban community gardening: How resource dependence causes barriers to garden longer term sustainability. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35, 82-90.
6. Bellows, A. C., Brown, K. ve Smit, J. (2003). *Health benefits of urban agriculture* (pp. 1-2). Venice, CA: Community Food Security Coalition.
7. Boz, A. Ö. ve Cengiz, C. (2020). Urban gardening as a smart environment application. In S. Demirarslan (Ed.), *Theory and research in architecture, planning and design II*. Gece Kitaplığı.
8. Cabral, L., Keim, J., Engelmann, R., Kraemer, R. ve Siebert, R. (2017). Urban gardening: Impacts on social and environmental outcomes. *Sustainability*, 9(10), 1800.
9. Canoler, C. (2025). *Greening urban spaces: Exploring the benefits and challenges of urban gardens in Eskişehir*. Master's thesis, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, Kentsel Tasarım Bilim Dalı.
10. Çerşil, A. ve Dağlıoğlu, E. K. (2024). Urban Gardening as Food Commons: METU Garden. *İdealkent*, 16(43), 415-432.
11. Drescher, A. W. (2005). The German Allotment Gardens: History, Social Function, and Current Issues.
12. Durusoy, E. ve Cihanger, D. (2016). Historic Landscape vs. Urban Commodity?: The Case of Yedikule Urban Gardens, İstanbul. *Megaron*, 11(1).
13. Gough, M. Z. ve Accordino, J. (2013). Public gardens as sustainable community development partners: Motivations, perceived benefits, and challenges. *Urban Affairs Review*, 49(6), 851-887.
14. Hacıoğlu, G. (2020). *A Study on Social Sustainability in Urban Green Spaces: The Case of İnciraltı City Forest* (Master's thesis, Izmir Institute of Technology (Turkey)).

15. Ishak, N., Abdullah, R., Mohd Rosli, N. S., Majid, H. A., Halim, N. S. A. A. ve Ariffin, F. (2022). Challenges of urban garden initiatives for food security in Kuala Lumpur, Malaysia. *Quaestiones Geographicae*, 41(4), 57-72.
16. Kanbak, A. (2016). İstanbul Yedikule bostanları: Bir yerinden üretim pratiği. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(1), 166-180.
17. Karaelmas, D. ve Cengiz, B. (2020). *Kentsel Sürdürülebilirlik Bağlamında Yenilebilir Peyzajlar*. In S. Demirarslan (Ed.), *Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Teori ve Araştırmalar II*. Gece Kitaplığı.
18. Karaelmas, D. ve Cengiz, B. (2022). Sürdürülebilir peyzajlar açısından kentsel tarımda topluluk bahçeleri. In Ö. Felek Seval (Ed.), *Mimarlık Planlama ve Tasarım Alanında Uluslararası Araştırmalar*. Serüven Yayınevi.
19. Karaelmas, D. ve Cengiz, B. (2024). Green infrastructure, urban agriculture and edible landscape applications in sustainable cities. In Ö. Demirel, E. Düzgüneş (Ed.), *Landscape research IV*. Livre de Lyon.
20. Karaelmas, D. ve Cengiz, B. (2025). Edible Gardens on Sustainable University Campuses. *GSI Journals Serie A: Advancements in Tourism Recreation and Sports Sciences*, 8(2), 698-718.
21. Kaya, İ. A. ve Görgün, E. K. (2021). Kent bahçeciliğinin olanakları ve olanaksızlıkları. *Yeniden Akdeniz Bülteni: Ekoloji Sayısı*, (2), 37-43. İzmir Büyükşehir Belediyesi Akdeniz Akademisi.
22. Kayasü, S. ve Durmaz, B. (2021). Türkiye’de Kentsel Tarımın Yapısal ve Oluşumsal Çerçevesi. *İdealkent*, 12(34), 1358-1389.
23. Kemeç, A. (2024). Kent Bahçeciliği: Sürdürülebilir Kent Perspektifinden Değerlendirme. *Memleket Siyaset Yönetim*, 19(42), 279-298.
24. Keshavarz, N. (2016). Community gardening and collective gardening practices in Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19, 136-145.
25. Kim, B. F., Poulsen, M. N., Margulies, J. D., Dix, K. L., Palmer, A. M. ve Nachman, K. E. (2014). Urban community gardeners’ knowledge and perceptions of soil contaminant risks. *PloS one*, 9(2), e87913.
26. Montgomery, J. (1998). Making a city: Urbanity, vitality and urban design. *Journal of urban design*, 3(1), 93-116.
27. Neo, H. ve Chua, C. Y. (2017). Beyond inclusion and exclusion: Community gardens as spaces of responsibility. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(3), 666-681.
28. Özdemir Şahin, H. (2024). *Sürdürülebilir kent parkları için yönetim stratejileri*. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı.
29. Postane Bahçe (2024), “Postane Bahçe”, <https://postane.co/mezanlar/bahce>, (11.01.2024).
30. Ribeiro, A., Madureira, L. ve Carvalho, R. (2023). Evidence on how urban gardens help citizens and cities to enhance sustainable development. Review and bibliometric analysis. *Landscape and Urban Planning*, 236, 104766.

31. Sharman, L. (2010). The future of urban community gardens: Issues, barriers and solutions for councils and community. In *Community Garden Conference* (p. 41).
32. Şataf, C. ve Taşdelen, S. (2019). Türkiye’de sosyal belediyecilik faaliyetleri çerçevesinde Antalya Büyükşehir Belediyesi örneği. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-23.
33. **URL 1 (2025).** <https://www.amnh.org/learn-teach/curriculum-collections/biodiversity-crisis/the-green-guerillas> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
34. **URL 2 (2025).** <https://www.boweryboyshistory.com/2023/08/liz-christy-and-the-secret-gardens-of-the-east-village.html> (Erişim tarihi: 22.12.2025)
35. **URL 3 (2025).** <https://www.6sqft.com/new-yorks-1940s-victory-gardens-yielded-a-whopping-200-million-pounds-of-produce/> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
36. **URL 4 (2025).** <https://www.tumturkiyeeksin.com/blog/daha-saglikli-bir-yasam-icin/9/kent-bahceciligi> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
37. **URL 5 (2025).** https://www.urbanallotments.eu/02__FS_final_tr3e7d.pdf (Erişim tarihi: 25.12.2025)
38. **URL 6 (2025).** <https://rotka.org/danimarkanin-cember-bahceleri-gercek-olamayacak-kadar-mukemmel-gorunuyor/> (Erişim tarihi: 25.12.2025)
39. **URL 7 (2025).** <https://unsplash.com/photos/happy-young-and-old-farmers-working-with-garden-tools-outdoors-at-a-community-farm-jSYDNAw-PIE> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
40. **URL 8 (2025).** <https://bildlexikon-leipzig.de/leipziger-kultur/deutsches-kleingartnermuseum-schrebergaerten-in-leipzig/> (Erişim tarihi: 24.12.2025)
41. **URL 9 (2025).** <https://viviennemackie.wordpress.com/2012/01/04/ohares-urban-garden/> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
42. **URL 10 (2025).** <https://www.ekoyapidergisi.org/asya-nin-en-buyuk-cati-ciftligi> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
43. **URL 11 (2025).** <https://www.nytimes.com/2013/07/14/travel/green-acres-by-singapores-skyscrapers.html> (Erişim tarihi: 20.12.2025)
44. Yücel, G. F. ve Yıldızcı, A. C. (2010). Kent parkları ile ilgili kalite kriterlerinin oluşturulması. *İTÜDERGİSİ/a*, 5(2).

Bölüm 13

EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN MEKÂNSAL DİNAMİKLERİ: ARZ-TALEP DENGESİ VE EKOLOJİK SİSTEMİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ¹

Ecrin KAR², Aybike Ayfer KARADAĞ³

1 Bu çalışma, Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Prof. Dr. Aybike Ayfer KARADAĞ danışmanlığında yürütülen “Deprem Odağında Mekansal Planlama ve Yönetmel Kararların Ekosistem Hizmetlerine Etkilerinin Değerlendirilmesi: Düzce Örneği” başlıklı yüksek lisans tezinin bir bölümünün geliştirilmesiyle üretilmiştir.

2 Şehir Plancısı, ecrinkar@hotmail.com

ORCID NO: 0000-0001-8420-3822

3 Prof. Dr., Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Konuralp Yerleşkesi, Düzce

ORCID ID: 0000-0002-7726-8756

ayferkaradag@duzce.edu.tr

1.GİRİŞ

İnsan refahının ve küresel ekonomik sistemlerin sürdürülebilirliği, biyosferin karmaşık işleyiş süreçlerinden kaynaklanan madde ve enerji akışlarına olan mutlak bağımlılığın üzerine inşa edilmiştir. Modern bilimsel paradigma, doğayı yalnızca statik bir kaynak deposu veya pasif bir arka plan olarak gören geleneksel yaklaşımların aksine; ekosistemleri, toplumsal gelişimin varlık temeli olan ve stratejik bir arayüz işlevi gören dinamik bir “Doğal Sermaye” olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda ekosistem hizmetleri, doğal sistemlerin biyofiziksel yapıları ile sosyo-ekonomik sistemlerin ihtiyaçları arasında hem etkileşimleri hem de bu sistemlerin karşılıklı bağımlılıklarını yöneten hayati bir köprüdür.

Buna karşın literatürdeki klasik eğilim, ekosistem hizmetlerini çoğunlukla “burada ve şimdi” perspektifiyle; yani hizmetin üretildiği yer ile tüketildiği zaman diliminin mekânsal ve zamansal olarak çakıştığı dar bir çerçevede ele almaktadır. Oysa günümüzde iklim değişikliğinin sınır aşan etkileri ve ekolojik borçlanma süreçleri, bu hizmetlerin kapsamını mevcut idari ve fiziksel sınırların ötesine taşımayı zorunlu kılmaktadır. Artık hizmetlerin sadece yerel ölçekteki mevcut nesillere sunduğu faydaları değil, “burada olmayan ve şimdiye ait olmayan” boyutlarını; yani küresel toplumun gelecekteki bekasını ve nesiller arası adaleti de içerecek şekilde projelendirilmesi gerekmektedir (Örneğin; bir sulak alanın bugün korunmasının, on yıllar sonraki karbon dengesi ve bölgesel iklim direnci üzerindeki kümülatif etkisi). Bu vizyoner yaklaşım, ekosistemi basit bir hizmet sağlayıcı olmaktan çıkarıp, ekonomik ve finansal analizler için vazgeçilmez bir metrik sunan “Kritik Ekolojik Varlık” statüsüne yükseltmektedir.

Söz konusu hizmetlerin mekânsal tezahürleri; tedarik edici, düzenleyici, kültürel ve destekleyici fonksiyonların bütünselliği içinde gerçekleşir. Bu hizmet akışlarının sürekliliği, ekosistemin içsel kapasitesini temsil eden “arz” ile beşeri sistemlerin değişken ihtiyaçlarını yansıtan “talep” arasındaki hassas dengeye dayalıdır. Ancak kontrolsüz kentleşme, kirlilik ve habitat fragmentasyonu gibi yoğun antropojenik baskılar, bu dengeyi bozarak ekolojik sistemleri geri dönüşü olmayan “kırılma noktalarına” ve fonksiyonel iflas eşiğine sürüklemektedir. Sistem bu kritik eşiği aştığında, ortaya çıkan ekosistem hizmeti kaybı sadece bir kaynak eksikliği değil, yapay sermaye ve teknolojik araçlarla tam olarak ikame edilmesi mümkün olmayan doğal bir yaşam destek sisteminin çöküşüdür.

Bu çalışma, ekosistem hizmetlerini mekânsal planlama disiplininin merkezine yerleştirerek, arz-talep dengesini yalnızca bir parsel ölçeğinde değil, havza bütünlüğünde ve gelecek projeksiyonlarını kapsayan bir

“güvenlik sınırı” olarak kurgulamayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çalışma; öncelikle ekosistem hizmetlerinin kavramsal evrimini ve sınıflandırma biçimlerini irdelemekte, ardından “Kademeli Akış Modeli” üzerinden arz-talep dinamiklerini mekânsal bir düzleme oturtarak, ekosistem akışlarının korunmasını toplumsal refahı ve kentsel dirençliliği güvence altına alan stratejik bir idari zorunluluk olarak teorize etmektedir.

2. EKOSİSTEM HİZMETLERİ: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE SINIFLANDIRMA

2.1. Ekosistem Hizmetleri Kavramı

Ekosistem hizmetlerine yönelik düşünsel temellerin antik döneme kadar uzandığı görülmektedir. M.Ö. 400’lü yıllarda Platon, orman varlığındaki azalmanın toprak erozyonuna ve doğal kaynakların kaybına yol açtığını savunarak konuya dair ilk fikirsel temelleri atmıştır (Daily, 1997). Kavramın modern literatürdeki gelişimi ise, 1865’te biyoçeşitlilik ile sistem işlevlerini ilişkilendiren Marsh (1865)’in çalışmaları ve 1949’da Leopold tarafından geliştirilen “toprak etiği” yaklaşımıyla ivme kazanmıştır (Mooney ve Ehrlich, 1997; Albayrak, 2012; Braat ve De Groot, 2012).

“Ekosistem” terimi bilimsel bir olgu olarak ilk kez 1935 yılında Tansley tarafından tanımlanmış, ardından Sukachev ve Dylis (1964) aynı yapıyı “Biogeocoenose” terimiyle ifade etmiştir (Tansley, 1935; Franklin, 1969). Biyolojik bir perspektifle ekosistem; canlı bir topluluğun (biyosfer) ve bu topluluğun yaşam alanını oluşturan cansız çevrenin (ekotop) oluşturduğu biyosferik bir bütünlük olarak kabul edilir (Çepel, 2014; Şahin, 2013; Uğur, 2021). Bu bağlamda her ekosistem, devasa bir sistem olan biyosferin analiz edilmesini sağlayan işlevsel bir kesittir (Çepel, 2014).

Ekosistemler; bitki, hayvan, insan ve mikroorganizmaların hem birbirleriyle hem de fiziksel çevreleriyle sürekli bir etkileşim içerisinde bulunduğu çok boyutlu alanlardır (Berkes, Kışlalıoğlu vd., 1998; Bormann ve Likens, 1969; Çoban ve Yücel, 2018; Odum, 1969; Zhao, vd., 2023). Belirli ve değişmez sınırları bulunmayan bu yapılar, çevreleriyle sürekli madde ve enerji alışverişi yapan “açık sistem” özelliği gösterirler (Çepel, 2014; Kaya ve Uzun, 2019). Enerji akışı, besin döngüleri, maddelerin taşınımı ve ayrışması gibi temel olaylar, ekosistem süreçlerinin özünü oluşturur (Albayrak, 2012). Bir ekosistemin bütüncül analizi; zamansal ve mekânsal boyutlar ile sistemin yapısal ve işlevsel bileşenleri üzerinden gerçekleştirilmektedir (Evrendilek, 2004).

Ekosistem hizmetleri kavramı 1980’li yıllarda Ehrlich ve Ehrlich (1981) ile literatüre yerleşmiş olsa da, bu gelişimin arkasında Westman (1977)

tarafından ortaya atılan “doğal hizmetler” kavramı yatmaktadır. Daily (1997) ise bu hizmetleri, insan yaşamının devamı için doğal sistemlerin yürüttüğü süreçler olarak tanımlayarak bilimsel zemini güçlendirmiştir.

Literatürdeki temel tanımlamalar şu şekilde çeşitlenmektedir:

- İnsanların doğrudan istifade edebildiği kaynaklar (Boyd ve Banzhaf, 2007).
- Ekosistem fonksiyonlarından elde edilen doğrudan/dolaylı yararlar ve ekolojik-ekonomik tabanlı doğal sermaye¹ (Costanza vd., 1997; Costanza vd., 2014).
- Toplumsal refahı artıran ekosistem sunumları (De Groot vd., 1992).
- Refah üretimi için kullanılan aktif veya pasif ekosistem durumları (Fisher vd., 2009).
- Albayrak (2012): İnsan refahı için sistemin sunduğu ürün, işlev ve süreçlerin toplamı.

Beşerî faaliyetlerin ekosistem işleyişini sekteye uğratması, ciddi ekolojik sorunları beraberinde getirmiştir (Çoban ve Yücel, 2018). Odum ve Barrett (1971), kentsel gelişimlerin küresel dengeyi bozmasını “biyosferdeki parazitik etki” olarak nitelendirmişlerdir. Bu sorunlara çözüm üretmek amacıyla uluslararası ölçekte şu stratejik adımlar atılmıştır:

- Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi: Doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılmasındaki riskleri vurgulayarak hizmetlerin politikalara entegre edilmesini önermiştir (MA, 2003 ve MA, 2010).
- Biyolojik çeşitlilik kaybının ekonomik maliyetini gündeme taşımıştır (TEEB, 2010).
- Biyoçeşitlilik ve hizmet kaybını önlemeye yönelik 30 temel eylem planı kurgulamıştır (OECD, 2023).
- Bilim ve politika arasında köprü kurarak sürdürülebilirliği hedeflemiştir (Maes, vd., 2011; IPBES, 2013).

Güncel çalışmalar, ekosistem hizmetlerinin yapısal ve işlevsel özelliklerini çözümleyerek insan refahına sağladığı katkıları sistematize etmiştir

¹ Bu çalışmada kullanılan “doğal sermaye” terimi, ekonomik bir kavramdan ziyade ekolojik bir sınırı temsil etmektedir. Doğayı pazarlanabilir bir kaynak olarak gören piyasa odaklı anlayışın aksine bu yaklaşım; ekonomiyi doğanın bir parçası olarak kabul eder. Buradaki temel amaç, doğayı ticarileştirmek değil, gezegenin aşılması gereken yaşam destek kapasitesini ve biyofiziksel sınırlarını vurgulamaktır

(Burkhard, vd., 2012; Burkhard vd., 2012; Maes, vd., 2016). Bu çerçevede ekosistem hizmetleri, doğal çevre sermayesi ile sosyal sermaye arasında bir köprü vazifesi gören ve kaynak tedarikinde kritik bir “arayüz” işlevi üstlenen mekanizmalar olarak tanımlanmaktadır (Costanza vd., 2014; Potschin ve Haines-Young, 2016).

Ekosistem hizmetleri, bir ağaç kovuğu gibi mikro habitatlardan geniş havza sistemlerine kadar değişken mekânsal ölçeklerde tezahür eden (Yeang, 2012; MA, 2005); toplumların refah düzeyine doğrudan veya dolaylı katkılar sunan doğal süreçlerin bütünüdür (MA, 2003). Ancak literatürdeki egemen antroposentrik (insan merkezli) perspektif, ekosistemlere yönelik yaklaşımlarda köklü bir paradoksu beraberinde getirmektedir. Bu durum, kısa vadeli ekonomik kazanımların maksimize edilmesi ile uzun erimli ekolojik dengelerin korunması arasında yapısal bir gerilime yol açmaktadır (Kaya, 2019).

Ekosistem kavramının tarihsel evrimi ve literatürdeki kuramsal tanımları bütüncül bir yaklaşımla ele alındığında; doğanın, edilgen bir “manzara” algısından sıyrılarak insanın varoluşunu sürdürebilmesi için yönetmek, korumak ve uyumlanmak zorunda olduğu dinamik ve karmaşık bir sistem şeklinde yeniden formüle edildiği görülmektedir. Bu kavramsal dönüşüm neticesinde doğa; insan topluluklarının ayrılmaz bir parçası olduğu, her müdahaleyle dengesi yeniden kurgulanan işlevsel ve canlı bir organizasyon niteliği kazanmıştır.

Ekosistem hizmetleri düşüncesinin kökenleri antik döneme (Platon) kadar uzansa da, modern literatürdeki gelişimini biyoçeşitlilik ile sistem fonksiyonlarının entegrasyonuna borçludur. Günümüzde bu hizmetler, doğal sermaye ile toplumsal refah arasında stratejik bir “arayüz” olarak tanımlanmaktadır. Mevcut sınıflandırma sistemleri (MA, TEEB, CICES), ekosistem çıktılarını ölçülebilir ve haritalandırılabilir birer veri setine dönüştürerek politika yapım süreçlerine dahil etmektedir.

2.2. Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

İnsan faaliyetleri ile ekosistemlerin sunduğu hizmet kapasitesi arasında doğrudan bir korelasyon bulunmaktadır. İnsanların ekosistem kullanım düzeyleri, sistemin sunabileceği toplam ürün ve fayda kapasitesini şekillendirmektedir (Costanza vd., 2014). Bu karmaşık yapının etkin yönetimi için hizmetlerin; ölçülebilir, haritalanabilir ve değer biçilebilir nicelikte (mekânsal karakter, ölçek, fayda türü vb.) sınıflandırılması bir gereklilik haline gelmiştir (Erdoğan, 2020; Ruskule vd., 2018).

Ekosistem hizmetlerinin sınıflandırılmasına yönelik öncü adımlar Costanza vd. (1997) ve Daily vd. (2009) tarafından atılmış; bu yaklaşım-

lar 2005 yılında Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MA) raporuyla standartlaşmıştır. MA raporu, hizmetleri dört ana kategoride ele almaktadır: tedarik edici (kaynak sağlayan), düzenleyici, destekleyici ve kültürel (MA, 2005; Egoh vd., 2012).

Bu temel yapıya ek olarak geliştirilen iki önemli sistem şunlardır:

- Biyolojik çeşitlilik kaybının ekonomik boyutuna odaklanarak, MA yapısına benzer şekilde 22 farklı hizmeti dört ana çerçevede gruplandırmıştır (TEEB, 2010).
- Yaşayan organizmalar ile abiyotik süreçlerin kombinasyonuna odaklanarak daha teknik bir hiyerarşi oluşturmuştur (CICES, 2013).

Hizmet kategorilerine göre ekosistem hizmetleri dört sınıfa ayrılabilir. Bunlar;

- a. Kaynak Sağlayan (Tedarik Edici) Hizmetler: Doğal çevreden doğrudan elde edilen ürün ve fonksiyonları ifade eder (Pamukçu, 2015; Çiçekalan vd., 2023). Bunlar aşağıda verilmiştir;
 - Gıda ve Hammadde: Tarımsal ürünler, hayvancılık, ormancılık faaliyetlerinden elde edilen kereste, lif ve biyolojik materyaller bu kapsamdadır. Bu hizmetlerin sürekliliği, koruma-kullanma dengesinin kalitesine bağlıdır (FAO, 2011; MA, 2005).
 - Su ve Enerji: Tatlı su kaynakları içme ve endüstriyel kullanım için doğrudan tedarik edilirken; fosil yakıtlar gibi enerji kaynakları ekosistem üzerinde baskı oluşturmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA, 2023), iklim krizini sınırlandırmak adına karbon emisyonlarının azaltılması ve yenilenebilir kaynaklara geçişin kritikliğini vurgulamaktadır.
- b. Düzenleyici Hizmetler: Doğal süreçlerin işleyişi sonucunda dolaylı olarak sağlanan faydalardır (Çiçekalan vd., 2023). Bunlar aşağıda verilmiştir;
 - Su ve Hava Kalitesi: Orman ekosistemleri, suyun arıtılması ve hava kirliliğine neden olan partiküllerin tutulmasında hayati rol oynar (Fiquepron vd., 2013; Nowak Hirabayashi vd., 2014. Arazi kullanım kararları, hidrolojik süreçleri ve hava kalitesini doğrudan etkilemektedir.
 - Erozyon Kontrolü ve İklim Düzenleme: Bitki örtüsü, toprağın taşınmasını engelleyerek sediment kirliliğini ve çölleşmeyi önler

(Nowak vd, 2022). Karbon tutma kapasitesi yüksek olan “karbon ormanları”, kentsel ısı adalarını minimize ederek mikroklima etkisi oluşturur (Başkent, 2022; Pamukçu, 2015).

- Tozlaşma: Arılar ve diğer polen taşıyıcılar aracılığıyla gerçekleşen bu süreç, biyoçeşitlilik ve gıda güvenliğinin temel taşıdır (Porto vd., 2020).
- c. Destekleyici Hizmetler: Diğer tüm hizmetlerin varlığı için temel teşkil eden yapı taşlarıdır. Su ve karbon döngüsü, fotosentez (birincil üretim) ve toprak oluşumu gibi süreçler, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini mümkün kılan temel dinamiklerdir (Felipe-Lucia ve Comín, 2015; Sandhu vd., 2010).
- d. Kültürel Hizmetler: İnsanların ekosistemlerden elde ettiği manevi, estetik, rekreasyonel ve bilişsel kazanımlardır. Bu kazanımlar manevi fayda ve toplumsal etki şeklinde iki gruba ayrılabilir (MA, 2005).
- Manevi Faydalar: Doğa deneyimi; ilham, kültürel miras, ekoturizm ve manzara gibi faydalar sunar. Soyut yapıları nedeniyle haritalandırılması zor olsa da, bu hizmetlerin kaybı toplumsal bellek, aidiyet duygusu ve psikolojik refah üzerinde onarılamaz etkiler yaratır (Adams ve Adger, 2013; Milcu, vd., 2013).
- Toplumsal Etki: Kentsel yoğunluktan kaçışta kritik rol oynayan doğal alanlar, mekânsal kimliği ve kültürel sürekliliği besler (Boulund ve Hunhammar, 1999).

2.3. Ekosistem Hizmetlerinin Önemi

Ekosistem hizmetleri; antropojenik müdahaleler, küresel iklim kızı ve doğal afetler karşısında çevresel dengenin muhafaza edilmesinde hayati bir işlev üstlenmektedir. Bu hizmetlerin sunduğu katkılar temel olarak; ekolojik denge, ekonomik kalkınma ve sürdürülebilirlik eksenlerinde değerlendirilmektedir (Duan vd., 2021).

a) Ekolojik denge ve sistemsel sürdürülebilirlik: Ekosistem hizmetleri, doğal süreçler ile yapılı çevre arasında bir köprü vazifesi görerek her iki sistemin devamlılığı için elzem olan kaynakları sağlar.

- İklim ve hava kalitesi düzenleme: Okyanuslar, sulak alanlar, orman ekosistemleri, vd. karbon tutma kapasiteleri sayesinde atmosferik emisyonları dengeler. Ayrıca hava kirliliğine neden olan partikül ve kimyasalları filtreleyerek hava kalitesini iyileştirir (Mackey vd, 2008; Khatiwala vd., 2013; Demiroğlu vd., 2021; De-

miroğlu ve Karadağ, 2021; Sala vd., 2021; Demiroğlu ve Karadağ, 2025).

- Mikroklima ve termal konfor: Bitki örtüsü çeşitliliği, yüzey sıcaklıklarını optimal düzeyde tutarak kentsel ısı adası etkisini hafifletir ve mikroklima etkisi yaratır (Shiflett vd., 2017, Karakuş, vd, 2019).
- Afet risk yönetimi: Orman alanları, hidrolojik döngüdeki su tutma kapasiteleriyle sel riskini, kök sistemleriyle ise erozyonu minimize eder (Müller vd., 2020; Demiroğlu ve Karadağ, 2024).
- Biyoçeşitlilik: Biyoçeşitlilik içindeki belirli türler, “arılar” gibi polen taşıyıcılar, küresel gıda ve hammadde üretiminin %63’ünü doğrudan etkileyerek yaşamın devamlılığında kritik bir rol üstlenir (Pamukçu, 2015; Kuvancı, 2022).

b) Ekonomik değer ve doğal sermaye gücü: Ekosistemlerin sağladığı faydaların iktisadi değeri, doğal alanların niceliği ve fonksiyonelliği ile doğrudan ilişkilidir (Krieger, 2001). Küresel ölçekte ekosistem hizmetlerinin yıllık ekonomik büyüklüğü 16-54 trilyon dolar olarak öngörülmektedir (Çiçekalan vd., 2023).

- Maliyet tasarrufu ve kayıplar: Yapılan araştırmalar, ekolojik fonksiyon kaybının devasa maliyetler doğurduğunu göstermektedir. Örneğin, tropikal ormanların karbon depolama yeteneğini yitirmesi 3,7 trilyon dolarlık bir kayba karşılık gelmektedir (Panayotou ve Ashton, 1992).
- Yerel örnekler: Şikago’da ağaç örtüsündeki %10’luk bir artışın soğutma giderlerinde yıllık 50-90 dolar tasarruf sağladığı; Boston’da ise bir sulak alanın taşkın kontrolü yoluyla yıllık 17 milyon dolarlık koruma sağladığını saptanmıştır (Bolund ve Hunhammar, 1999; De Groot, 1992).
- Ekonomik bağımlılık: 1997-2011 yılları arasında ekosistem tahribatına bağlı küresel ekonomik kayıp yıllık 4,3-20,2 trilyon dolar seviyesine ulaşmıştır (Costanza vd., 2014). Bu veriler, toplumsal refahın ve ulusal kalkınmanın ekolojik sermayeye ne denli bağımlı olduğunu ekonomik parametrelerle ortaya koymaktadır (Çiçekalan vd., 2023).

c) Sürdürülebilir planlama: Güncel literatür, ekosistem hizmetlerinin kent ve peyzaj planlama süreçlerine entegrasyonunu sürdürülebilirlik hedefleri için temel bir koşul olarak görmektedir (Mascarenhas vd., 2014; Qiu vd., 2022).

- Planlama Zorunluluğu: Hızlı kentleşme ve artan nüfus baskısı, doğal alanların yönetiminde ekosistem odaklı yaklaşımları zorunlu kılmaktadır (United Nations, 1987; Nilsson vd., 2014). Planlama disiplini; yaşam kalitesinin artırılması, kentsel direncin sağlanması (Demiroğlu ve Karadağ, 2023) ve ekonomik maliyetlerin optimizasyonu için bu hizmetleri birer girdi olarak kullanılmalıdır (Hansen vd., 2015; Gómez-Baggethun ve Barton, 2013).
- Uluslararası Standartlar: Avrupa Peyzaj Sözleşmesi gibi yasal düzenlemeler, ekosistem hizmetlerinin arazi kullanım kararlarına dahil edilmesini stratejik bir yükümlülük olarak tanımlar (European Landscape Convention, 2000; Lerouge vd., 2017). Şeffaf bir planlama süreci, çevresel korumayı güçlendirirken temel ihtiyaçların sürdürülebilir yönetimini garanti altına alır (Demiroğlu vd., 2014; Albert vd., 2016; Langemeyer vd., 2016).

Ekosistemlerin biyofiziksel temelinden toplumsal refahın inşasına uzanan süreci analiz etmek amacıyla Haines-Young ve Potschin (2010, 2018) tarafından geliştirilen “Kademeli Akış Modeli” (The Cascade Model), doğa ile insan arasındaki etkileşimi sistematik bir çerçeveye oturtur. Bu model, ekolojik süreçler ile beşerî kazanımlar arasındaki ilişkinin doğrusal olmayan karakterini vurgularken; ekosistem hizmetlerini nihai bir sonuçtan ziyade, beş temel basamaktan oluşan bir değer zinciri olarak tanımlar:

- Biyofiziksel yapı ve süreçler: Sistemdeki temel biyolojik ve fiziksel bileşenlerin (örneğin bitki örtüsü veya toprak katmanı) mevcudiyetini temsil eder.
- Fonksiyonel kapasite: Bu yapıların dinamik etkileşimi sonucu ortaya çıkan işlevsel potansiyeldir (örneğin bir sulak alanın su arıtma kapasitesi).
- Hizmet sunumu: Ekosistem fonksiyonlarının insan kullanımına hazır hale gelen doğrudan çıktılardır (örneğin temiz su veya karbon depolama).
- Beşerî fayda: Bu hizmetlerin insan yaşam kalitesi, güvenliği ve sağlığı üzerinde yarattığı somut iyileşmelerdir.
- Değer takdiri: Elde edilen faydanın toplumsal, etik veya ekonomik perspektiflerle (parasal veya manevi olarak) anlaşılandırılmasıdır.

Haines-Young ve Potschin tarafından geliştirilen “Kademeli Akış Modeli”, ekolojik sistemlerin ham çıktılarının beşerî faydaya dönüşme süre-

cini sistematize eder. Bu model; biyofiziksel yapıdan başlayarak fonksiyonel kapasiteye, oradan da toplumsal değer takdirine uzanan doğrusal olmayan bir değer zinciri sunar. Bu perspektif, doğanın arz ettiği potansiyelin ancak toplumsal bir taleple eşleştiğinde “hizmet” niteliği kazandığını ortaya koyar (Haines-Young ve Potschin, 2010; 2018).

3. EKOSİSTEM HİZMETLERİ ARZ, TALEP VE DENGİ İLİŞKİSİ

Toplumların gereksinim duyduğu mal, hizmet ve işlevsel faydaların temel kaynağı ekosistemlerdir; bu bağlamda ekosistemler sunucu (arz), toplumlar ise bu hizmetlerin alıcısı (talep) konumundadır. Bu ilişkinin doğasını kavramak için iktisadi kökenli arz ve talep kavramlarının terminolojik altyapısını incelemek önem arz etmektedir.

Etimolojik olarak Arapça kökenli olan arz kavramı; sunma, takdim etme veya ortaya koyma manasına gelirken; talep kelimesi istek, arzu ve isteme eylemlerini karşılamaktadır (TDK Türkçe Sözlük, 2024; Etimoloji Sözlük, 2024). Sözlük tanımları ekseninde bir değerlendirme yapıldığında;

- Talep: Bireylerin veya toplumların, refahlarını maksimize edeceklerine inandıkları belirli ürün veya hizmetlere yönelik duydukları gereksinimi ve yönelimi ifade eder.
- Arz: Mevcut talebi karşılamak amacıyla maddi ya da manevi katma değer üreten mal ve hizmetlerin piyasaya ya da kullanıma sunulmasıdır (Cambridge Dictionary, 2024).

Ekosistem hizmetleri bağlamında bu iki kavram, doğal varlıkların kapasitesi ile insan refahı arasındaki etkileşimin temel belirleyicisi olarak işlev görmektedir.

3.1. Ekosistem Hizmetleri Arzı (Kapasite)

Ekolojik perspektiften ekosistem hizmet arzı; bir ekosistemin doğal işleyişi sonucunda üretebildiği, farklı mekânsal ölçeklerde insan refahına katkı sunan hizmetlerin niteliksel ve niceliksel potansiyelini temsil eder (Martínez-Harms ve Balvanera, 2012). Kavramsal olarak arz, bu hizmetlerin fiili kullanım düzeyinden bağımsız olarak, ekosistemlerin belirli bir hizmeti sunabilme noktasındaki içsel kapasitesini ifade eder (Burkhard vd., 2012; Vallecillo vd., 2019). Bir başka deyişle arz; doğanın kendiliğinden veya sürdürülebilir yönetim stratejileriyle insanlığa sunduğu potansiyel katkıların bütünüdür (Costanza, 2008).

Burkhard, Kandziora, Hou ve Müller, (2014) tarafından yapılan tanımlamaya göre ekosistem hizmet arzı, bu hizmetlerin kaynağı olan be-

lirli mekânsal birimler üzerinden somutlaşmaktadır. Bu bağlamda doğal varlıklar ve sundukları hizmet eşleşmeleri şu örneklerle açıklanabilir:

- Orman Ekosistemleri: Karbon tutma kapasiteleri aracılığıyla iklim düzenleme fonksiyonunu yerine getirir.
- Sulak Alanlar: Su filtreleme yetenekleriyle su kalitesinin korunmasına hizmet eder.
- Akarsu ve Havza Sistemleri: Balık üretimiyle gıda tedarikine, nehir varlığıyla ise doğrudan tatlı su teminine katkı sağlar.
- Biyolojik Etkileşimler: Arılar gibi polen taşıyıcıların tozlaşma süreci, tarımsal verimliliğin temel arz mekanizmasını oluşturur.

Genel olarak arz potansiyeli, doğrudan ekosistemin yapısal özelliklerine ve biyofiziksel işleyiş dinamiklerine bağlıdır (Korkmaz, 2002; Syrbe ve Walz, 2012). Ancak ekosistemlerin yeryüzündeki dağılımı heterojen bir yapı sergilemekte olup; beşerî müdahaleler ve arazi kullanımındaki değişimler, ekosistemlerin sunduğu bu ürün ve faydaların miktarında veya niteliğinde köklü dönüşümlere yol açabilmektedir (Helian vd., 2011; Anderson ve O'Farrel, 2012).

3.2. Ekosistem Hizmetleri Talebi (İhtiyaç ve Tüketim)

Ekosistem hizmetlerine yönelik talep, genel bir tanımla; belirli bir mekânsal düzlemde ve zaman diliminde tüketilen veya istifade edilen ekosistem ürün, hizmet ve faydalarının bütünüdür (Burkhard vd., 2012). Kavramsal açıdan talep, insan topluluklarının belirli bir ekosistem fonksiyonuna duyduğu gereksinimi, beklentiye veya arzu edilen fayda düzeyini temsil etmektedir (Fisher vd., 2009; Burkhard vd., 2012; Wolff vd., 2015).

Bu gereksinimler, toplumsal ihtiyaçlara göre farklı kategorilerde somutlaşmaktadır:

- Hava kalitesi ve iklim düzenleme: Kentsel alanlarda yaşayan bireylerin temiz hava ve termal konfor ihtiyacı.
- Tedarik ve destek hizmetleri: Tarımsal sahalarda tozlaşmaya ve verimli toprağa duyulan gıda üretim ihtiyacı.
- Düzenleyici hizmetler: Sel riski taşıyan havzalarda, doğal su tutma kapasitesine olan su akış kontrolü gereksinimi.

- Kültürel hizmetler: Rekreatif faaliyetler, estetik değerler ve doğa ile etkileşim kurma arzusu (Burkhard vd., 2012; Villamagna vd., 2013).

Literatürde ekosistem hizmet talebi temelde iki perspektifte ele alınmaktadır (Schröter vd., 2014; Villamagna vd., 2013). İlk yaklaşım, talebi bir hizmetin fiili kullanımı veya tüketimiyle sınırlandırırken (Burkhard vd., 2012); ikinci yaklaşım talebi sosyal, ekonomik ve demografik değişkenlere bağlı bir gereksinim olarak tanımlar. Bu çerçevede sosyo-ekonomik yapı, hem güncel kullanım pratiklerini hem de doğal sermayenin gelecek nesillere aktarılmasındaki korumacı tutumları doğrudan etkiler.

Ekosistemlerin işlevselliğini sürdürebilmesi için duyulan hizmet ihtiyacı; kentleşme, endüstriyel baskılar veya çevresel felaketler sonucunda tahrip olan sistemlerin onarımı için de hayatidir. Bu bağlamda talep, sadece tüketim odaklı değil; ekosistemlerin restorasyonu, biyoçeşitliliğin muhafazası ve sürdürülebilir arazi kullanımı gibi unsurları içeren bir geri besleme mekanizması olarak işlev görür (MA, 2005; Foley vd., 2005). Örneğin, taşkın kontrol hizmetleri toplum güvenliğini sağlamak amacıyla talep edilirken, kültürel hizmetler bireyin ruhsal ve estetik gelişimine katkı sunduğu için önem taşır (Casado-Arzuaga vd., 2013).

Demografik dönüşümler ve nüfus artışı, ekosistem hizmetlerine yönelik tüketim kalıplarını kökten değiştirmektedir. Ekonomik refahın artmasıyla birlikte, gıda ve su gibi temel hayati gereksinimlerin ötesinde; peyzaj kalitesi ve ekoturizm gibi yaşam standartlarını yükselten hizmetlere yönelik taleplerde belirgin bir çeşitlenme gözlemlenmektedir (Nelson vd., 2006).

Sonuç olarak; MA (2001), TEEB (2010) ve CICES (2013) gibi yaygın kavramsal çerçevelerde “talep” olgusu çoğu zaman net bir terminolojiyle tanımlanmamıştır. Bu teorik boşluk nedeniyle araştırmacılar, talebi doğrudan ölçmek yerine ekosistem hizmetlerinin tüketim miktarı veya arz kapasitesi gibi ikincil göstergeleri dolaylı ölçüm araçları olarak kullanmaktadır (Boithias vd., 2014; Kroll vd., 2012; Locatelli vd., 2014).

3.3. Ekosistem Arz ve Talep İlişkisi, Denge ve Mekansal Akışlar

Ekosistem hizmetlerinin arz ve talep bileşenleri arasındaki dinamik etkileşim, literatürde “ekosistem hizmet akışları” (ecosystem service flows) kavramı üzerinden açıklanmaktadır. Bu akışlar, biyofiziksel yapıların sunduğu potansiyel kaynaklar (arz) ile toplumların veya kentsel birimlerin fiilen istifade ettiği faydalar (talep) arasında fonksiyonel bir köprü işlevi görmektedir (Bagstad vd., 2013; Villamagna vd., 2013; Schröter vd., 2014).

Syrbe ve Walz (2012) ile Ok (2003) tarafından vurgulandığı üzere; ormanlar, sulak alanlar ve meralar gibi biyofiziksel döngülerin sürekliliğini sağlayan ekosistemler “arz kaynakları” (service providing units) olarak nitelendirilirken; bu kaynaklara bağımlı toplumsal yerleşimler “talep merkezleri” olarak tanımlanmaktadır. Hizmetlerin arz bölgelerinden talep odaklarına doğru yönelmesiyle somutlaşan bu mekânsal akış, ekosistem yönetiminin temel uygulama zemini.

Etkin bir yönetim stratejisi, hizmeti üreten alanlar ile tüketen sahalardan arasındaki mekânsal kopukluğun giderilmesine ve bu akış mekanizmalarının optimize edilmesine bağlıdır (Cengiz vd., 2019; Karadağ vd., 2019). Bu süreçte mekânsal planlama disiplini; arz kaynaklarını sadece pasif koruma bölgeleri olarak değil, kentsel alanların hava kalitesini ve mikroklimasını doğrudan regüle eden “aktif hizmet aktörleri” olarak sürece dahil etmelidir. Dolayısıyla, bütüncül bir planlama yaklaşımı idari sınırların ötesine geçerek, “arz alanından talep alanına akan” hizmet zincirinin tamamını koruma altına alan havza ölçekli bir arz-talep zinciri kurgulanmalıdır.

Ekosistem yönetiminin nihai hedefi, üretici kaynakların arz kapasitesi ile tüketici birimlerin talebi arasında “denge değerine” ulaşmaktır (Zhao vd., 2023; Zhang vd., 2023). Arz ve talep arasındaki etkileşim, sistemin sürdürülebilirliği hakkında üç farklı senaryo sunar:

- Talep > Arz (Ekolojik Borç): Ekosistemin sunduğu hizmetlerin kapasitesini aşan bir kullanım söz konusudur. Bu durum, sistemin baskı altında olduğunu ve tükenme riskiyle karşı karşıya kaldığını gösterir (Costanza vd., 2007).
- Arz > Talep (Potansiyel Fazlası): Ekosistem hizmeti mevcuttur ancak toplumsal sistem tarafından henüz fark edilmemiş veya efektif bir kullanım alanına dahil edilmemiştir.
- Arz = Talep (Sürdürülebilir Denge): Hizmet sunumu, talep edilen düzeyle örtüşmektedir; bu, sistemin dengede ve sürdürülebilir olduğunun göstergesidir (Burkhard, 2015; Dworczyk ve Burkhard, 2021).

Sosyal ve ekolojik sistemler, birbirini karşılıklı olarak dönüştüren organik bir bağ içerisinde (Ok, 2003). İnsan müdahalesiyle şekillenen arazi kullanım biçimleri, taleplerin hızla artmasına yol açarken; artan bu baskılar biyoçeşitlilik kaybı, doğal habitatların daralması ve küresel iklim değişikliği gibi riskleri tetiklemektedir (Burkhard, 2012; Karakuş vd., 2019). Bu durum, ekosistem hizmetlerinin artık talepler tarafından

agresif bir biçimde yönlendirildiğini (demand-driven) kanıtlamaktadır (Bennett vd., 2015; Fischer ve Eastwood, 2016).

Arz ve talep arasındaki denge ilişkisi, mekânsal birimlerin (arazi örtüsünün) niteliğine göre şekillenir. “Arz kaynakları” (ormanlar, sulak alanlar) hizmeti üretirken; “talep merkezleri” (şehirler, sanayi bölgeleri) bu hizmetleri tüketir (Syrbe ve Walz, 2012; Ok, 2003).

Ekosistem hizmetlerinin etkin yönetimi, yerel ölçekte arz-talep eşitsizliklerinin giderilmesine bağlıdır. Yapılı çevrelerin genişlemesi, doğal alanlar üzerindeki baskıyı artırarak talebin arzı aşmasına ve sistemin bozulmasına neden olur (Zhang vd., 2023). Bu süreçte ekosistemler ve sosyal sistemler çift yönlü bir etkileşim içindedir: İnsan müdahalesi doğal alanları değiştirirken, bu değişimler tekrar iklim değişikliği ve afet riski olarak sosyal sisteme geri döner (Burkhard, 2012; Bennett vd., 2015).

Sonuç olarak, sürdürülebilir bir refah seviyesi için planlama süreçlerinde “Arz=Talep” eşitliğinin korunması; bozulan ekosistemlerin onarılması ve kentsel taleplerin doğal kapasiteyle uyumlu hale getirilmesi kritik bir zorunluluktur.

4. SONUÇ

Doğa, insanlığın ekonomik ve sosyal faaliyetleri için yalnızca pasif bir dekor değil; toplumsal varoluşun fiziksel sınırlarını çizen ve ikamesi mümkün olmayan dinamik bir yaşam destek sistemidir. Bu çalışma, ekosistem hizmetlerini geleneksel birer çevresel veri olmaktan çıkarıp, kentsel dirençliliğin ve insan refahının temel taşı olan stratejik bir “Doğal Sermaye” olarak yeniden konumlandırmıştır. Modern çağın getirdiği antropojenik baskılar karşısında doğanın sunduğu kapasite ile toplumun bitmek bilmeyen talepleri arasındaki denge, artık sadece bir ekoloji sorunu değil; mekânsal planlamanın en kritik güvenlik parametresidir. Bu perspektif ışığında, çalışmanın sunduğu bulgular; ekosistem akışlarını korumanın bir tercih değil, kentsel geleceğimizi güvence altına alan idari bir zorunluluk olduğunu kanıtlamaktadır.

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi gibi uluslararası yasal düzenlemeler, ekosistem hizmetlerinin arazi kullanım kararlarına dahil edilmesini stratejik bir yükümlülük ve standart olarak tanımlamaktadır. Planlama disiplini; yaşam kalitesinin artırılması, kentsel direncin tesisi ve ekonomik maliyetlerin optimizasyonu için bu hizmetleri temel girdi olarak kullanmalıdır (Karadağ, vd., 2013; Karadağ ve Demiroğlu, 2015; Cengiz, Karadağ ve Demiroğlu, 2017). Şeffaf ve uluslararası normlarla uyumlu bir planlama süreci, çevresel korumayı güçlendirirken temel toplumsal ihtiyaçların

sürdürülebilir yönetimini garanti altına alan idari bir kalkan görevi üstlenir.

“Arzın talebi karşılayamaması durumunun risk göstergesi olduğu” ifadesi, dengenin bir “güvenlik sınırı” olduğunu gösterir. Buradaki denge, ekosistemin antropojenik baskıları (kirlilik, iklim değişikliği) absorbe edebilme kapasitesidir. Denge bozulduğunda sadece bir hizmet eksikliği yaşanmaz; aynı zamanda ekosistem “kırılma noktasına” sürüklenir. Bu bağlamda denge, ekolojik sistemlerin çöküşünü engelleyen bir tampon mekanizmasıdır (Costanza vd., 2007; Burkhard, 2012; Ok, 2003).

Arazi kullanımı detayları (şehirlerin talep merkezi, ormanların arz kaynağı olması), dengenin mekânsal olarak nadiren kurulduğunu kanıtlar. Bu durum, “denge yerel değil, havza ölçeğinde veya küresel düzeyde aranmalıdır” çıkarımını sağlamaktadır. Örneğin, bir kentin (talep merkezi) hava kalitesini dengeleyen şey, o kentin dışındaki orman alanlarıdır (arz kaynağı). Dolayısıyla yönetsel denge, sadece bir parsel bakarak değil, “arz alanından talep alanına akan” hizmet zincirinin tamamı korunarak sağlanabilir (Syrbe ve Walz, 2012; Bagstad vd., 2013; Serna-Chavez vd., 2014).

Geleneksel görüşte arzın talebi belirlediği düşünülürken, aslında taleplerin arz potansiyelini dikte etmektedir. Kentleşme ve endüstriyel büyüme gibi sosyal sistemler, doğanın neyi üreteceğini (örneğin gıda için tarım alanı) ve ne kadar tüketileceğini zorlamaktadır. Bu “talep odaklı” yapı, dengeyi sürdürülebilir bir çizgiden çıkarıp, ekosistemi sürekli bir “onarım/restorasyon” moduna sokmaktadır (Bennett vd., 2015; MA, 2005; Fischer ve Eastwood, 2016).

Ekolojik sürdürülebilirliğin temel argümanı, hayati ekosistem hizmetlerinin yapay yöntemlerle tam olarak ikame edilemeyeceği gerçeğine dayanır. Modern teknoloji; enerji üretimi veya barınma gibi tedarik edici ihtiyaçlara çözümler sunabilse de; fotosentez, biyogeokimyasal döngüler ve biyoçeşitlilik gibi destekleyici hizmetlerin sunduğu karmaşık biyofiziksel yapıyı taklit etmekte yetersiz kalmaktadır (De Groot, 2010; Zhang vd., 2023). Bu bağlamda Kritik Doğal Sermaye (KDS); insan yapımı hiçbir sermaye türüyle yer değiştirmesi mümkün olmayan, biyosferin işleyişi için elzem olan doğa parçalarını ifade eder (Ekins vd., 2003; Brand, 2009). Geri Dönülemezlik (Irreversibility): Finansal sermaye kaybedildiğinde yeniden üretilebilir, ancak bir sulak alanın biyoçeşitlilik işlevi veya bir mercan resifinin koruma kalkanı yok olduğunda, teknoloji bu karmaşıklığı yeniden inşa edemez. Beşerî, finansal veya üretilmiş sermaye türleri literatürde birbirinin alternatifi olarak görülebilirken, KDS bu genellemenin dışındadır. KDS, basit bir ekonomik girdi olmanın öte-

sinde, insan varoluşunun fiziksel sınırlarını belirleyen bir yaşam destek sistemidir. Kritik Doğal Sermaye'nin kaybı, yalnızca ekonomik bir maliyet artışı değil, ekosistemin bütünüyle “fonksiyonel iflası” anlamına gelir. Bu nedenle kadim ormanlar, kritik su havzaları ve endemik habitatlar gibi alanlar için geleneksel “fayda-maliyet analizi” geçerli bir yöntem değildir; çünkü bu alanlar insan refahının temel ön koşuludur (pre-condition) (Costanza vd., 2014). Kritik eşiklerin aşılması, yapay sermaye ile giderilemeyecek kalıcı bir refah kaybına yol açtığından, “kullan-at” yaklaşımından “mutlak koruma” ve “uyumlu yönetim” modeline geçilmesi bilimsel bir zorunluluktur.

“Arz>talep” durumunda hizmetin fark edilmemesi veya etkili kullanılamaması vurgusu, algılanan denge ile gerçek denge arasındaki farka işaret etmektedir. Toplumların eğitim ve refah düzeyi arttıkça, daha önce talep etmedikleri (fark etmedikleri) estetik ve rekreasyonel hizmetleri talep etmeye başladıkları görülür. Bu da şu çıkarımı sağlar: Ekosistem dengesi statik değildir; toplum geliştikçe denge noktası sürekli yukarıya (daha fazla hizmet ihtiyacına) doğru kayar (Nelson vd., 2006; Casado-Arzuaga vd., 2013).

Denge, sadece kaynakların miktarıyla ilgili değil, doğal varlıkların (arz) toplumsal ihtiyaçlar (talep) tarafından sömürülmeden yönetilme sanatıdır. Denge bozulduğunda ortaya çıkan “maliyetler”, aslında doğanın sunduğu ücretsiz hizmetlerin, pahalı mühendislik çözümleriyle değiştirilme bedelidir (Daily vd., 2009; Dworczyk ve Burkhard, 2021; Çiçekalan vd., 2023).

Bu çalışma, ekosistem hizmetlerinin insan refahı ve ekonomik sürdürülebilirlik için stratejik bir “Doğal Sermaye” olduğunu ortaya koymuştur. Kademeli Akış Modeli ekseninde yapılan analizler; ekolojik arz ile toplumsal talep arasındaki dengenin mekânsal planlama kararlarıyla şekillendiğini ve bu sürecin her aşamasında yönetsel müdahalenin mümkün olduğunu kanıtlamaktadır. Ekosistem hizmetlerinin planlama süreçlerine bir “idari kalkan” olarak entegre edilmesi, kentlerin fonksiyonel dirençliliğini güvence altına alacaktır. Bu bağlamda, planlama disiplini ekosistem akışlarını toplumsal refahın aşılmasından kaçınması gereken bir “güvenlik sınırı” olarak kabul etmeli ve bu eşikleri stratejik ajandasının merkezine taşımalıdır. Elde edilen bulgular doğrultusunda şu temel sonuçlara ulaşılmıştır:

- Ekolojik Borç Riski ve Kapasite Kısıtı: Talebin arzı aştığı durumlarda oluşan ekolojik borç, sistemi geri dönüşü olmayan “kırılma noktalarına” sürüklemektedir. Bu riskin yönetilmesi için ekosis-

temlerin fonksiyonel kapasitesi, planlama kararlarında bir üst limit (kısıt) olarak tanımlanmalıdır.

- Mekânsal Akışların Havza Ölçekli Yönetimi: Hizmetin üretildiği arz kaynakları ile tüketildiği talep merkezleri arasındaki mekânsal kopukluk, idari sınırları aşan havza ölçekli planlama yaklaşımlarıyla giderilmelidir.
- Bütüncül ve Nesiller Arası Perspektif: “Burada olmayan ve şimdiye ait olmayan” uyarınca; planlama kararları yalnızca bugünün ekonomik kazanımlarını değil, nesiller arası adaleti ve küresel iklim dirençliliğini de gözetmek zorundadır.

KAYNAKLAR

- Adams, H., ve Adger, W. N. (2013). The contribution of ecosystem services to place utility as a determinant of migration decision-making. *Environmental Research Letters*, 8(1), 015006. <http://10.1088/1748-9326/8/1/015006>
- Albayrak, İ. (2012). “Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul-Ömerli havzası örneğinde uygulanabilirliği”. [Doktora Tezi], İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. YÖK Ulusal Tez Merkezi
- Albert, C., Galler, C., Hermes, J., Neuendorf, F., Von Haaren, C., ve Lovett, A. (2016). Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES-in-Planning framework. *Ecological Indicators*, 61, 100-113. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.029>
- Anderson, P. M., ve O’Farrell, P. J. (2012). An ecological view of the history of the City of Cape Town. *Ecology and Society*, 17(3). 28. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04970-170328>
- Bagstad K., Johnson G., Voigt B., ve Villa F. (2013). Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services. *Ecosystem Services*, 4: 117-125. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.012>
- Başkent, E. (2022). Orman ekosistemlerinde karbon dinamiğinin temel bileşenleri ve planlamadaki yeri. *ArtGRID-Journal of Architecture Engineering and Fine Arts*, 4(1), 1-15.
- Bennett, E., Cramer, W., Begossi A., Cundill, G., Díaz, S., Egoh B., Geijzenoord I, Krug C,...ve Woodward, G. (2015). Linking biodiversity, ecosystem services, and human well-being: three challenges for designing research for sustainability. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14: 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.03.007>
- Berkes, F., Kışlalıoğlu, M., Folke, C., ve Gadgil, M. (1998). Minireviews: exploring the basic ecological unit: ecosystem-like concepts in traditional societies. *Ecosystems*, 1, 409-415.
- Boithias, L., Acuña, V., Vergoñós, L., Ziv, G., Marcé, R., ve Sabater, S. (2014). Assessment of the water supply: demand ratios in a Mediterranean basin under different global change scenarios and mitigation alternatives. *Science of the Total Environment*, 470, 567-577.
- Bolund, P., ve Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, 29(2), 293-301.
- Bormann, F.H., & Likens, G.E., (1969). The watershedecosystem concept and studies of nutrient cycles. G. M. Van Dyne (Ed.), *The Ecosystem Concept in Natural Resource Management*, In (1. Pressed pp. 49-75), Academic Press: London.
- Boyd, J., ve Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics*, 63(2-3), 616-626.

- Braat, L. C., ve De Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem services*, 1(1), 4-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.011>
- Brand, F. (2009). Critical natural capital revisited: Ecological resilience and sustainable development. *Ecological Economics*, 68(3), 605–612. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.013>
- United Nations (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development, Our Common Future*. <https://www.are.admin.ch/en/1987-brundtland-report>
- Burkhard, B., De Groot, R., Costanza, R., Seppelt, R., Jørgensen, S. E., ve Potschin, M. (2012). Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21, 1-6. 2 <https://doi:10.1016/j.ecolind.2012.03.008>
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., ve Müller, F. (2014). Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landscape online*, 34-34. <http://dx.doi.org/10.3097/LO.201434>
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., ve Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological indicators*, 21, 17-29. <http://10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Burkhard, B., Müller, A., Müller, F., Grescho, V., Anh, Q., Arida, G., ... ve Settele, J. (2015). Land cover-based ecosystem service assessment of irrigated rice cropping systems in southeast Asia—An explorative study. *Ecosystem Services*, 14(76-87). <http://dx.doi.org/10.1016/j>
- Cambridge Dictionary (2024). demand, supply <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/supply-and-demand>
- Casado-Arzuaga, I., Madariaga, I., ve Onaindia, M. (2013). Perception, demand and user contribution to ecosystem services in the Bilbao Metropolitan Greenbelt. *Journal of environmental management*, 129 (33-43).<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.059>
- Cengiz, A. E., Karadağ, A. A., & Demiroğlu, D. (2017, 21-24 September). Importance of landscape planning for sustainable spaces. [Konferans Sunumu] *International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development*, 1, 4-15. September 21-24, Isparta, Türkiye.
- Cengiz, A. E., Karadağ, A. A., & Demiroğlu, D. (2019). Contribution of landscape character analysis to sustainable urban planning: Gaziantep case/Turkey [Özet bildir]. *International U.A.B.-B.EN.A Workshop on Environmental Engineering and Sustainable Development*, 1(1), 19. (7. Edition) (pp.19). Alba Iulia, Romania
- CICES, (The Common International Classification of Ecosystem Services, Entegre Çevresel ve Ekonomik Muhasebe için Ortak Uluslararası Ekosistem Hizmetleri Sınıflandırması) (2013), <https://cices.eu/>
- Costanza, R., Fisher, B., Mulder, K., Liu, S., ve Christopher, T. (2007). Biodiversity and ecosystem services: A multi-scale empirical study of the relationship

- between species richness and net primary production. *Ecological economics*, 61(2-3), 478-491. <https://www.researchgate.net/publication/222549425>
- Costanza, R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological conservation*, 141(2), 350-352. <http://10.1016/j.biocon.2007.12.020>
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... ve Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. <https://mro.massey.ac.nz/server/api/core/bitstreams/a0824244-9123-4339-a47f-629b41c3ab62/content>
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S., ve Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.00>
- Çepel, N. (2014). Ekosistem kavramı, ekosistem analizleri ve bir ekosistem analizi modelinin geliştirilmesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 26(1), 34-59.
- Çiçekalan, B., Özgün, H., ve Öztürk, İ. (2023). Ekosistem Hizmetlerinin Sağladığı Doğal Sermaye. *Çevre İklim ve Sürdürülebilirlik*, 24(1), 7-16. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/itucis/article/1181165>
- Çoban, A. ve Yücel, M. (2018). Kent planlamasında ekosistem hizmetlerinin rolü. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(2), 444-454. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/451870>
- Daily, G. R. (1997). *Valuing and safeguarding Earth's life support systems. In Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington, D.C.: Island Press, 365-374
- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Mooney, H. A., Pejchar, L., ... & Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21-28. <http://doi:10.1890/080025>
- De Groot, R. S. (1992). *Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making*. Amsterdam: Wolters-Noordhoff BV.
- De Groot, R. S. (2010). Ecosystem services: The statistics. In T. Koellner (Ed.), *Ecosystem services and global trade of natural resources: Ecology, economics and policies*. (1. Pressed) Routledge.
- Demiroğlu, D. & Karadağ, A. A. (2015, 16-17 April). *Ecosystem services approach to spatial planning in Turkey* [Bildiri]. I. International Urban Studies Congress-Problems in Present-Day City, 1(1), 153-168. Eskişehir, Türkiye.
- Demiroğlu, D. & Karadağ, A. A. (2021, 2-3 December). *Evaluation of urban planning basics of climate change strategy in Turkey* [Bildiri]. CEDESU

- 2021 2nd International City and Ecology Congress, 1(1), 32-48. Trabzon, Türkiye.
- Demiroğlu, D., & Karadağ, A. A. (2023, 14-15 September). *Urban sustainability indicators and open-green space* [Bildiri]. III. International Architectural Sciences and Applications Symposium, 1(1), 1012-1026. Naples, İtalya. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10032598>
- Demiroğlu, D., & Karadağ, A. A. (2024, 13-14 December). *Disaster-resilient cities and open green spaces* [Bildiri]. 3rd International Conference on Sustainable Cities and Urban Landscapes, 1(1), 868-880. Girne, K.K.T.C. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14555062>
- Demiroğlu, D., & Karadağ, A. A. (2025, 29-31 October). *Urban open-green spaces within the framework of Türkiye's climate law*. V. International Architectural Sciences Congress (IArcSC2025), 1(1). Antalya, Türkiye. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17937655>
- Demiroğlu, D., Cengiz, A. E., & Karadağ, A. A. (2017, 21-24 September). *The role of open-green spaces in the ensuring of social sustainability* [Bildiri]. International Congress of the New Approaches and Technologies for Sustainable Development, 1, 212-222. Isparta, Türkiye.
- Demiroğlu, D., Karakuş, C. B., & Karadağ, A. A. (2022, 26-27 Kasım). *İklim değişikliğine dirençli kentler ve Türkiye* [Bildiri]. 8. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, 1(1), 879-894. İstanbul, Türkiye.
- Demiroğlu, D., Pekin, T. U., Karadağ, A. A., & Cengiz, A. E. (2014). Ecology-based contemporary urbanism approaches. R. Efe, T. T. Onay, I. Sharuho, & E. Atasoy (Ed.), *Urban and urbanization* (1. baskı, ss. 780-792). St. Kliment Ohridski University Press. ISBN: 978-954-07-3772-0
- Duan, Y., Di, B., Ustin, S. L., Xu, C., Xie, Q., Wu, S., ... ve Zhang, R. (2021). Changes in ecosystem services in a montane landscape impacted by major earthquakes: A case study in Wenchuan earthquake-affected area, China. *Ecological Indicators*, 126, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107683>
- Dworczyk, C., ve Burkhard, B. (2021). Conceptualising the demand for ecosystem services—an adapted spatial-structural approach. *One Ecosystem*, 520. <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e65966>
- Egoh, B., Drakou, E. G., Dunbar, M. B., Maes, J., ve Willemen, L. (2012). *Indicators for mapping ecosystem services: a review* (p. 111). Ispra, Italy: European Commission, Joint Research Centre (JRC).
- Ehrlich, P., ve Ehrlich, A. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species*. (pp. 72-98) Random House, New York,
- Ekins, P., Simon, S., Deutsch, L., Folke, C., & De Groot, R. (2003). A framework for the practical application of the concepts of critical natural capital and strong sustainability. *Ecological Economics*, 44(2-3), 165–185. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00272-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00272-0)
- Erdoğan, B. U. (2020). Ekosistem Hizmetleri Kavramının Havza Ölçeğinde Değerlendirilerek Planlamaya Entegrasyonu. *Düzce Üniversitesi Orman*

- Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 16(2), 196-216. <http://dergipark.gov.tr/journal/256/workflow/active> ISSN 2148-7855 (online), ISSN 2148-7871
- European Landscape Convention, (2000) (Erişim Tarihi 26.12.2025) <https://rm.coe.int/16802f80c6>
- Evrendilek, F. (2004). *Ekolojik sistemlerin analizi, yönetimi ve modellenmesi*. 1.Baskı, bölüm1, ss.15. İstanbul, Türkiye: Papatya Yayıncılık.
- FAO, (2011). Payments for Ecosystem Services and Food Security, Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 978-92-5-106796-3.
- Felipe-Lucia, M. R., ve Comín, F. A. (2015). Ecosystem services–biodiversity relationships depend on land use type in floodplain agroecosystems. *Land Use Policy*, 46(201-210). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.02.003>
- Fiquepron, J., Garcia, S., ve Stenger, A. (2013). Land use impact on water quality: Valuing forest services in terms of the water supply sector. *Journal of environmental management*, 126, 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.002>
- Fischer, A., ve Eastwood, A. (2016). Coproduction of ecosystem services as human–nature interactions—An analytical framework. *Land use policy*, 52, 41-50. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.004>
- Fisher, B., Turner, R. K., ve Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68(3), 643-653. <https://hdl.handle.net/10419/80264>
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... ve Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574. <https://10.1126/science.1111772>
- Franklin, J. F. (1969). Fundamentals of Forest Biogeocoenology. *Forest Science*, 15(3), 254. <https://doi.org/10.1093/forestscience/15.3.254>
- Gómez-Baggethun, E., ve Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In D. G. Raffaelli & C. L. J. Frid (Eds.), *Ecosystem Ecology: A New Synthesis* (pp. 110–139). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511750458.007>
- Haines-Young, R., & Potschin-Young, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: Guidance on the application of the revised structure*. Fabis Working Papers, 5, 1–53. Fabis Consulting: Nottingham. iv, 2
- Hansen, R., Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Rall, E., Kabisch, N., Kaczorowska, A., ... & Pauleit, S. (2015). The uptake of the ecosystem services concept in planning discourses of European and American cities. *Ecosystem Services*, 12, 228-246. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.11.013>
- Helian, L., Shilong, W., Guanglei, J., & Ling, Z. (2011). Changes in land use and ecosystem service values in Jinan, China. *Energy Procedia*, 5, 1109-1115. <https://10.1016/j.egypro.2011.03.195>

- IEA, (International Energy Agency, Uluslararası Enerji Ajansı), (2023). <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>
- IPBES, Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, (2013). Report of the First Session of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany. <https://www.ipbes.net/document-library-catalogue/ipbes112>
- Karadağ, A. A., Demiroğlu, D., & Cengiz, A. E. (2019, 8-10 April). *Importance of ecological analysis in spatial planning* [Bildiri]. International Congress on Agriculture and Forestry Research (AGRIFOR), 835-843. Marmaris, Türkiye.
- Karadağ, A. A., Demiroğlu, D., Cengi, A.E., Pekin Timur, U. (2013, 2-4 Mayıs). *Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin Türkiye'deki Mekansal Planlama Sürecine Etkisi* [Bildiri]. Ekoloji 2013 Sempozyumu, 1, 119, Tekirdağ, Türkiye.
- Karakuş, C. B., Demiroğlu, D., & Karadağ, A. A. (2019, 14-15 November). *Evaluation of land cover change and meteorological data in terms of sustainable agriculture in Kilis/Turkey* [Bildiri]. 1st International Symposium on Climate Change and Sustainable Agriculture, 1(1). Antalya, Türkiye.
- Kaya, M., ve Uzun, O. (2020). Düzce İli Arazi Örtüsü/Alan Kullanımının Zamansal/Mekansal Değişimi ve Ekosistem Hizmetleri. In *10th International Ecology Symposium. 26-28 November, 2020* Bursa Technical University. Bursa, Turkey.
- Kaya, M. (2019). 'Peyzaj Planlamada Ekosistem Hizmetleri Yaklaşımı: Düzce İli Örneği' (563134), [Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi], YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Khatriwala, S., Tanhua, T., Mikaloff Fletcher, S., Gerber, M., Doney, S. C., Graven, H. D., ... ve Sabine, C. L. (2013). Global ocean storage of anthropogenic carbon. *Biogeosciences*, 10(4), 2169-2191. <https://bg.copernicus.org/articles/10/2169/2013/bg-9-8931-2012.pdf>
- Korkmaz, M. (2002). Ormanlık alanlar ve orman ekolojisi üzerine bir değerlendirme. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (003), 99-106. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/450532>
- Krieger, D. J. (2001). *Economic value of forest ecosystem services: a review*. Washington D.C., UK: The Wilderness Society.
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., & Fohrer, N., (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand dynamics. *Land use policy* 29, 521–535. doi:10.1016/j.landusepol.2011.07.008
- Kuvancı, A., (2022). Polinasyon (Tozlaşma), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Enstitü Yayın No: AAEM/43, Ordu: Olay Offset. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Belgeler/kitapc%C4%B1klar/kitapc%C4%B1k%202022%20yeni/polinasyon2022-2.pdf>

- Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S., ve Elmqvist, T. (2016). Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA). *Environmental Science ve Policy*, 62, 45-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.013>
- Lerouge, F., Gulinck, H., ve Vranken, L. (2017). Valuing ecosystem services to explore scenarios for adaptive spatial planning. *Ecological Indicators*, 81, 30-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.018>
- Leopold, A. (1949). *Bir kum yöresi almanağı*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları. 260
- Locatelli, B., Imbach, P., ve Wunder, S. (2014). Synergies and trade-offs between ecosystem services in Costa Rica. *Environmental Conservation*, 41(1), 27-36. <http://doi:10.1017/S0376892913000234>
- MA, *Millennium ecosystem assessment* (2001). (Vol. 2). Washington, DC, USA: Millennium Ecosystem Assessment. <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- MA, *Millennium ecosystem assessment*, (2003) Ecosystems and Human Well-Being Current state and trends, Findings of the Condition and Trends Working Group, (Vol. 1). Washington, DC, USA: Millennium Ecosystem Assessment. <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- MA, Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems And Human Well-Being: Wetlands And Water Synthesis*. Washington, DC.: World Resources Institute, (ss. 1-65) <https://www.rivm.nl/bibliotheek/digitaaldepot/MAgeneralsynthesis.pdf>
- MA, Millennium ecosystem assessment (2010). Sub-Global Arab Millenium Ecosystem Assessment. <https://www.yumpu.com/en/document/read/51547991/millennium-ecosystem-assessment>
- Mackey, B., Keith, H., L Berry, S., ve B Lindenmayer, D. (2008). *Green carbon: the role of natural forests in carbon storage*. Australia: The Australian National University Press
- Maes, J., Crossman, N. D., ve Burkhard, B. (2016). *Mapping ecosystem services. In Routledge handbook of ecosystem services*. Sofia: Pensoft,
- Maes, J., Paracchini, M.L., ve Zulian, G. (2011). *A European Assessment of the Provision of Ecosystem Services: Towards an Atlas of Ecosystem Services*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, doi:10.2788/63557, ss. 81.,
- Martínez-Harms, M. J., & Balvanera, P. (2012). Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2), 17-25. <https://doi.org/10.1080/21513732.2012.663792>
- Marsh, G. P. (1865). *Man and nature*. London: University of Washington Press.
- Mascarenhas, A., Ramos, T. B., Haase, D., ve Santos, R. (2014). Integration of ecosystem services in spatial planning: a survey on regional planners'

- views. *Landscape ecology*, 29, 1287-1300. <http://10.1007/s10980-014-0012-4>
- Milcu, A. I., Hanspach, J., Abson, D., ve Fischer, J. (2013). Cultural ecosystem services: a literature review and prospects for future research. *Ecology and society*, 18(3). <https://10.5751/ES-05790-180344>
- Mooney, H. A., ve Ehrlich, P. R., (1997). Ecosystem services: a fragmentary history. DeFries Daily, G. E. (eds.) *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington D.C.: Island Press, (ss.11-19).
- Müller, A., Olschewski, R., Unterberger, C., ve Knoke, T. (2020). The valuation of forest ecosystem services as a tool for management planning—A choice experiment. *Journal of environmental management*, 271, 111008. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111008>
- Nelson, G. C., Bennett, E., Berhe, A. A., Cassman, K., DeFries, R., Dietz, T., ... ve Zurek, M. (2006). Anthropogenic drivers of ecosystem change: an overview. *Ecology and Society*, 11(2). <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1364&context=agronomyfacpub>
- Nilsson, K., Nielsen, T. S., Aalbers, C., Bell, S., Boitier, B., Chery, J. P., ... ve Zasada, I. (2014). Strategies for sustainable urban development and urban-rural linkages. *European Journal of Spatial Development*. <https://hal.science/hal-01528698/document>
- Nowak, D. J., Greenfield, E. J., ve Ellis, A. (2022). Assessing urban forest threats across the conterminous United States. *Journal of Forestry*, 120(6), 676-692. <https://doi.org/10.1093/jofore/fvac019>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., ve Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental pollution*, 193, 119-129. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>
- Odum, E., Barret, G. W., 1971. *Fundamentals of Ecology*. Cengage Learning Publishing. Philadelphia: Saunders.
- Odum, E. P. (1969). The Strategy of Ecosystem Development: An understanding of ecological succession provides a basis for resolving man's conflict with nature. *Science*, 164(3877), 262-270. <https://yanglm2008.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/05/odum-1969.pdf>
- OECD (2023), A Decade of Development Finance for Biodiversity, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e6c182aa-en>.
- Ok, K. (2003, 19-20 Mart). *Orman kaynaklarının planlanmasında sosyal değerlendirme ve katılım* [Bildiri]. II. Ulusal Ormancılık Kongresi 19-20 Mart 2003, Sayfa 58-73, Ankara, Türkiye.
- Pamukçu, P. (2015). *'Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu'*. [Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü], İstanbul, YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Panayotou, T. ve Ashton, P.S., (1992). *Not by timber alone: economics and ecology for sustaining tropical forests*. Washington, DC: Island Press.
- Porto, R. G., De Almeida, R. F., Cruz-Neto, O., Tabarelli, M., Viana, B. F., Peres, C. A., ve Lopes, A. V. (2020). Pollination ecosystem services: A

- comprehensive review of economic values, research funding and policy actions. *Food Security*, 12(6), 1425-1442. <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01043-w>
- Potschin, M., ve Haines-Young, R. (2016). *Defining and measuring ecosystem services*. In *Routledge handbook of ecosystem services* (Chapter 3. pp. 25-44). London: Routledge.
- Qiu, J., Yu, D., ve Huang, T. (2022). Influential paths of ecosystem services on human well-being in the context of the sustainable development goals. *Science of The Total Environment*, 852, 158443. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158443>
- Ruskule, A., Vinogradovs, I., ve Pecina, M. V. (2018). The Guidebook on “*The Introduction to the Ecosystem Service Framework and its Application in Integrated Planning*”. University of Latvia, Faculty of Geography and Earth Science: Riga, Latvia.
- Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D., Cabral, R. B., Atwood, T. B., Auber, A., ... & Lubchenco, J. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature*, 592(7854), 397-402. <http://doi:10.1016/j.ecocom.2010.04.006>
- Sandhu, H. S., Wratten, S. D., ve Cullen, R. (2010). The role of supporting ecosystem services in conventional and organic arable farmland. *Ecological Complexity*, 7(3), 302-310.
- Schröter, M., Barton, D. N., Remme, R. P., ve Hein, L. (2014). Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological Indicators*, 36, 539-551. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.09.018>
- Serna-Chavez, H. M., Schulp, C. J. E., Van Bodegom, P. M., Bouten, W., Verburg, P. H., ve Davidson, M. D. (2014). A quantitative framework for assessing spatial flows of ecosystem services. *Ecological Indicators*, 39, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.024>
- Shiflett, S. A., Liang, L. L., Crum, S. M., Feyisa, G. L., Wang, J., ve Jenerette, G. D. (2017). Variation in the urban vegetation, surface temperature, air temperature nexus. *Science of the Total Environment*, 579, 495-505. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.069>
- Sukachev, V.N. and Dylis, N.V. (eds.) (1964) *Fundamentals of Forest Biogeocoenology*, 574pp. Moscow: Nauka (Science).
- Syrbe, R. U., ve Walz, U. (2012). Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological indicators*, 21, 80-88. <http://10.1016/j.ecolind.2012.02.013>
- Şahin, Ş. (2013, 25-26 Kasım). *Ekolojik Planlama* [Bildiri]. Uluslararası Türk Dünyası Çevre Sorunları Sempozyumu, (ss. 19-41), Eskişehir, Türkiye.
- Tansley, A. G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, 16(3), 284-307. <https://doi.org/10.2307/1930070>
- TDK (Türk Dil Kurumu) Türkçe Sözlük, (2025). arz, talep, <https://sozluk.gov.tr/>

- TEEB. (2010). The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Earthscan. <https://teebweb.org/publications/teeb-for/research-and-academia/>
- Uğur, A. (2021). Antroposen: İklim Krizi mi Yoksa Uygarlık Krizi mi?. *Reflektif Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(3), 557-579. <http://10.47613/reflektif.2021.46>
- Vallecillo, S., La Notte, A., Zulian, G., Ferrini, S., & Maes, J. (2019). Ecosystem services accounts: Valuing the actual flow of nature-based recreation from ecosystems to people. *Ecological Modelling*, 392, 196-211. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.09.023>
- Villamagna, A. M., Angermeier, P. L., ve Bennett, E. M. (2013). Capacity, pressure, demand, and flow: A conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecological complexity*, 15, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.07.004>
- Westman, W. E. (1977). How Much Are Nature's Services Worth? Measuring the social benefits of ecosystem functioning is both controversial and illuminating. *Science*, 197(4307), 960-964. <https://www.jstor.org/stable/1744285>
- Wolff, S., Schulp, C. J. E., ve Verburg, P. H. (2015). Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives. *Ecological Indicators*, 55, 159-171. https://research.vu.nl/ws/portalfiles/portal/54710128/ECOLIND_4484R1.pdf
- Yeang, K., (2012). *Ekotasarım: Ekolojik Tasarım Rehberi*. (Çev.) S. Eryıldız & D. Eryıldız. İstanbul: Bilnet Matbaacılık Biltur Basım Yayın ve Hizmet A.Ş.
- Zhang, F., Xu, N., Wang, C., Guo, M., ve Kumar, P. (2023). Multi-scale coupling analysis of urbanization and ecosystem services supply-demand budget in the Beijing-Tianjin-Hebei region, China. *Journal of Geographical Sciences*, 33(2), 340-356. <https://doi.org/10.1007/s11442-023-2085-y>
- Zhao, H., Li, C., & Gao, M. (2023). Investigation of the Relationship between Supply and Demand of Ecosystem Services and the Influencing Factors in Resource-Based Cities in China. *Sustainability*, 15(9), 7397. <https://doi.org/10.3390/su15097397>

Bölüm 14

SEYDİKEMER'İN KORUNAN ALANLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA¹

Ceyda KAYALI², Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU³

¹ Bu çalışma, Doç. Dr. Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU danışmanlığında, Ceyda KAYALI tarafından hazırlanan “Seydikemer ilçesindeki korunan alanların koruma statüleri kapsamında incelenmesi” isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

² Ceyda KAYALI, Seydikemer Belediyesi, (0009-0002-6400-4580)

³ Doç. Dr. Zeynep R. ARDAHANLIOĞLU (0000-0002-5571-1008), Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye A.S.M.K. Meslek Yüksekokulu, Muğla, Türkiye

1.GİRİŞ

İklim değişikliği, doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi ve küreselleşme sürecinde yanlış uygulanan ekonomik, sosyal ve politik süreçler, günümüzde çevre sorunlarının ve ekolojik tahribatın artmasına neden olmaktadır (Bakır, 2019; Kahraman ve Olgun, 2024). Bu tahribatın önlenmesi için doğal kaynakların korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve korunan alanların bilimsel planlamalarla yönetilmesi gerekmektedir (Dudley, 2013; Karakuş ve Kahraman, 2025). Biyolojik çeşitliliğin ve ekosistemlerin korunmasında en etkili yaklaşımlardan biri, doğal alanların farklı koruma statüleriyle güvence altına alınması ve ulusal-uluslararası koruma stratejilerinin oluşturulmasıdır. IUCN, korunan alanları biyolojik çeşitliliği ve doğal kaynakları korumak amacıyla yasal veya etkili yönetim araçlarıyla yönetilen kara ve/veya denizel alanlar olarak tanımlamakta ve ekolojik döngünün sürekliliğine yönelik stratejiler geliştirmektedir (Koç, 2015).

Koruma kavramı, doğal, kültürel ve biyolojik değerlerin gelecek nesillere aktarılmasını amaçlayan önlemler bütünüdür ifade etmekte olup sürdürülebilir kalkınma anlayışıyla doğrudan ilişkilidir (Gül vd., 2010; Farina, 2000; Baykal, 2006; Ulun, 2008). Bu anlayış, kaynakların koruma-kullanma dengesi gözetilerek yönetilmesini hedefler. Modern doğa koruma bilinci özellikle 1960'lı ve 1970'li yıllardan itibaren gelişmiş, UNEP gibi uluslararası kuruluşların kurulmasıyla birlikte çevre koruma politikaları küresel ölçekte güç kazanmıştır (Yücel ve Babuş, 2005). Korunan alanların etkinliği ise alanın koruma statüsüne uygun olarak hazırlanan yönetim planları ve yasal uygulamalarla biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğinin sağlanmasına bağlıdır.

Doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir yönetimi, günümüzde ekolojik dengenin sağlanması ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığı açısından büyük önem taşımaktadır. Artan nüfus baskısı, plansız arazi kullanımı, turizm faaliyetleri ve iklim değişikliği gibi faktörler, doğal alanlar üzerindeki tehditleri her geçen gün artırmaktadır. Bu bağlamda, farklı koruma statüleri ile güvence altına alınan alanlar, ekosistemlerin korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Küresel ölçekte artan çevresel sorunlar, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir yönetimini zorunlu hâle getirmiştir. Bu nedenle, doğal ve kültürel değerlerin korunmasına yönelik olarak geliştirilen korunan alan politikaları, günümüz çevre yönetiminin temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir (Dudley, 2013).

Doğal kaynaklar üzerindeki baskının artması, iklim değişikliği, nüfus artışı ve plansız arazi kullanımı gibi nedenler, koruma statülerinin

önemini her geçen gün artırmaktadır. Koruma statüleri yalnızca doğal alanların sınırlandırılması anlamına gelmemekte; aynı zamanda koruma-kullanma dengesi gözetilerek sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda planlama yapılmasını da hedeflemektedir (Gül vd., 2010; Dudley, 2013). Koruma statüsü, doğal, kültürel ve tarihi değerlerin korunması, sürdürülebilirliğinin sağlanması ve gelecek kuşaklara aktarılması amacıyla belirli alanlara verilen hukuki ve yönetsel tanımlamaları ifade etmektedir. Bu statüler, alanların sahip olduğu ekolojik, biyolojik, jeolojik, peyzaj ve kültürel özelliklere göre belirlenmekte; alan kullanım biçimleri, müdahale düzeyleri ve yönetim ilkeleri bu çerçevede şekillenmektedir.

1.1. Uluslararası Düzeyde Koruma Statüleri

Uluslararası düzeyde korunan alanların tanımlanması ve sınıflandırılmasına yönelik en yaygın sistem, Dünya Doğa Koruma Birliği (IUCN) tarafından geliştirilmiştir. IUCN'e göre korunan alanlar; "biyolojik çeşitliliğin, ekosistem hizmetlerinin ve kültürel değerlerin korunması amacıyla özel olarak ayrılmış ve etkin biçimde yönetilen kara ve/veya deniz alanlarıdır" (IUCN, 2013). IUCN, korunan alanları yönetim amaçlarına göre altı ana kategori altında sınıflandırmaktadır:

- Kategori Ia: Mutlak Doğa Rezervleri
- Kategori Ib: Yabanıl Alanlar
- Kategori II: Milli Parklar
- Kategori III: Tabiat Anıtları
- Kategori IV: Habitat/Tür Yönetim Alanları
- Kategori V: Korunan Peyzajlar/Kıyı Alanları
- Kategori VI: Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanıldığı Korunan Alanlar

Bu sınıflandırma, koruma alanlarının yalnızca biyolojik değerlerine değil, aynı zamanda yönetim yaklaşımlarına ve insan-doğa etkileşimine de odaklanmaktadır. Günümüzde birçok ülke, ulusal koruma mevzuatını oluştururken veya güncellerken IUCN kategorilerini referans almaktadır

1.2. Türkiye’de Koruma Statülerinin Yasal Çerçevesi

Türkiye’de korunan alanlar, farklı kamu kurumlarının yetki ve sorumluluk alanları içerisinde, çeşitli kanun ve yönetmeliklere dayanılarak ilan edilmektedir. Bu durum, ülkede çok sayıda ve farklı nitelikte koruma statüsünün oluşmasına neden olmuştur. Koruma statüleri ile ilgili başlıca yasal düzenlemeler:

- 2873 sayılı Milli Parklar Kanunu
- 6831 sayılı Orman Kanunu
- 2872 sayılı Çevre Kanunu
- 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu
- 4915 sayılı Kara Avcılığı Kanunu’dur.

Bu mevzuatlar kapsamında milli parklar, tabiat parkları, tabiatı koruma alanları, tabiat anıtları, yaban hayatı geliştirme sahaları, sulak alanlar, özel çevre koruma bölgeleri, doğal sit ve arkeolojik sit alanları gibi çok sayıda koruma statüsü tanımlanmıştır. Bazı alanlar ise sahip oldukları çok yönlü değerler nedeniyle birden fazla koruma statüsüne aynı anda sahiptir (Atmaca, 2006; Koç ve Soykan, 2020).

Koruma statülerinin bir diğeri ise sit alanlarıdır. Doğal sit alanları, ekolojik, jeolojik ve peyzaj özellikleri bakımından korunması gerekli alanlar olarak tanımlanmaktadır. Türkiye’de doğal sit alanları, güncel mevzuat çerçevesinde, Kesin Korunacak Hassas Alanlar, Nitelikli Doğal Koruma Alanları ve Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanları olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, alanların korunma önceliklerini ve kullanım koşullarını belirlemekte; özellikle insan faaliyetlerinin sınırlandırılması ya da kontrollü olarak sürdürülmesine olanak tanımaktadır. Böylece, doğal alanların tamamen dışlanması yerine, sürdürülebilir kullanım anlayışı ön plana çıkarılmaktadır. Bu yaklaşım, geçmişte uygulanan katı koruma anlayışından farklı olarak, alanların ekolojik hassasiyetine göre değişen koruma düzeyleri öngörmektedir. Böylece, hem doğal değerlerin korunması hem de yerel halkın sosyal ve ekonomik gereksinimlerinin gözetilmesi hedeflenmektedir (Zal vd., 2006).

2. Seydikemer İlçesinin Korunan Alanları

Muğla iline bağlı Seydikemer ilçesi; sahip olduğu coğrafi konum, zengin biyolojik çeşitlilik, sulak alanlar, dağlık ve ormanlık alanlar ile tarihi ve kültürel mirası bir arada barındıran nadir yerleşim alanlarından biridir. İlçe sınırları içerisinde hem ulusal hem de uluslararası düzeyde koru-

ma statüsüne sahip çok sayıda alan bulunmakta olup, bu durum Seydikemer'i bölgesel ölçekte önemli bir doğa koruma alanı hâline getirmektedir. İlçe sınırları içerisinde yer alan Saklıkent Milli Parkı, Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi, Girdev Gölü Sulak Alanı, çeşitli doğal sit alanları ile arkeolojik ve tarihi sit alanları, bölgenin koruma statüleri açısından yüksek bir çeşitliliğe sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 1). Bu alanlar, yalnızca ekolojik ve biyolojik değerleriyle değil, aynı zamanda turizm, rekreasyon ve kültürel miras açısından da önemli potansiyeller barındırmaktadır. Ancak bu potansiyelin sürdürülebilir biçimde değerlendirilebilmesi, mevcut koruma statülerinin doğru anlaşılması ve etkin yönetim planlarının uygulanmasına bağlıdır.

Çizelge 1. Seydikemer'in Korunan Alan Potansiyeli

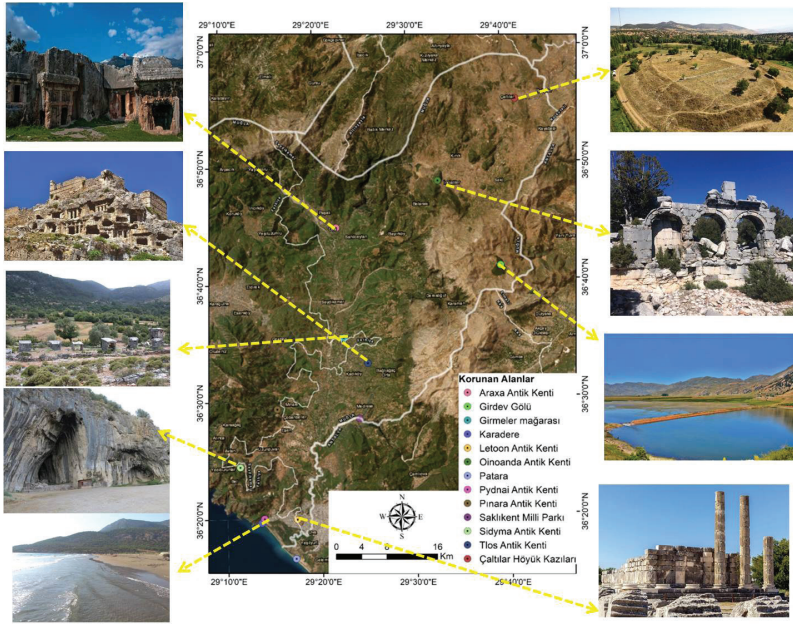
Korunan Alan Adı	Koruma Statüsü	Dayandığı Mevzuat / Uluslararası Statü	Koruma Amacı	Açıklama
Saklıkent Milli Parkı	Milli Park	2873 sayılı Milli Parklar Kanunu	Doğal peyzaj, kanyon ekosistemi ve rekreasyonel değerlerin korunması	06.06.1996 tarihinde milli park ilan edilmiştir; ilçe sınırları içinde önemli bir turizm ve ekosistem alanıdır.
Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi (Seydikemer sınırları)	Özel Çevre Koruma Bölgesi (ÖÇK)	2872 sayılı Çevre Kanunu	Hassas ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin korunması	Denizel-kıyusal ekosistemler ile doğal ve kültürel değerler birlikte korunmaktadır.
Girdev Gölü	Sulak Alan / Önemli Doğa Alanı	Ramsar Sözleşmesi kriterleri, Çevre Kanunu	Sulak alan ekosisteminin ve biyolojik çeşitliliğin korunması	30.12.2022 tarihinde koruma altına alınmış, Seydikemer'in tek gölüdür.
Girmeler Mahallesi Alanları	Nitelikli Doğal Koruma Alanı / Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı	2863 sayılı Kanun	Doğal yapının korunması ve kontrollü kullanım	29.09.2023 tarihinde tescillenmiştir.
Girmeler Kaplıcaları	I. ve III. Derece Arkeolojik Sit Alanı	2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu	Arkeolojik ve kültürel mirasın korunması	Termal kaynaklar ve arkeolojik kalıntılar birlikte korunmaktadır.

Patara – Karadere Alanı	Kesin Korunacak Hassas Alan / Nitelikli Doğal Koruma Alanı	2863 sayılı Kanun	Doğal ekosistemlerin mutlak korunması	Yaklaşık 198 ha alan kesin korunacak alan olarak önerilmiştir.
Tlos Antik Kenti	UNESCO Dünya Mirası Geçici Listesi / Arkeolojik Sit	UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi	Evrensel kültürel mirasın korunması	Antik Likya kentlerinden biridir.
Letoon Antik Kenti	UNESCO Dünya Mirası Alanı	UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi	Kültürel mirasın korunması	1988 yılından beri Dünya Mirası Listesi’ndedir
Pınara Antik Kenti	UNESCO Dünya Mirası Alanı	UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi	Tarihi ve arkeolojik değerlerin korunması	Likya uygarlığının önemli merkezlerindendir.
Pyndai, Araxa, Oinanda, Sidyama Antik Kentleri	Arkeolojik Sit Alanı	2863 sayılı Kanun	Tarihi ve kültürel mirasın korunması	İlçe genelinde dağınık halde bulunan antik yerleşimlerdir.
Çaltılar Höyükleri	Arkeolojik Sit Alanı	2863 sayılı Kanun	Arkeolojik kalıntıların korunması	Tarih öncesi yerleşim izleri barındırmaktadır.

Seydikemer, Akdeniz ve Ege bölgeleri arasında geçiş zonunda yer almakta olup farklı iklim, topografya ve ekosistem özelliklerini bir arada barındırmaktadır. İlçe sınırları içerisinde dağlık alanlar, kanyonlar, deltalar, sulak alanlar ve kıyı ekosistemleri bulunmakta; bu çeşitlilik, koruma altına alınan alanların sayısını ve niteliğini artırmaktadır. Korunan alanların büyük bir bölümü; biyolojik çeşitliliğin korunması, hassas ekosistemlerin sürdürülebilirliği ve kültürel mirasın yaşatılması amacıyla farklı mevzuatlar çerçevesinde tescillenmiştir. Seydikemer’deki korunan alanlar; milli park, özel çevre koruma bölgesi, sulak alan, doğal sit, arkeolojik sit ve UNESCO Dünya Mirası alanları gibi çok katmanlı bir yapıya sahiptir.

Seydikemer ilçesinde farklı koruma statüleri ile korunan alanlar; 06.06.1996 yılında Milli park olarak tescil edilen Saklıkent Milli Parkı, Seydikemer sınırları içerisinde kalan Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi, Muğla’nın Seydikemer ilçesinde bulunan tek göl özelliğine sahip olan ve 30.12.2022 tarihinde koruma altına alınan 4041 ha büyüklükteki Girdev Gölü sulak alanı ve Önemli Doğa Alanı, “Nitelikli Doğal Koruma

Alanı ve Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı” Olarak 29.09.2023 yılında tescil edilen Girmeler Mahallesi, 28.05.2014 tarihinde ilan edilen Girmeler mahallesi Girmeler Kaplıcaları I ve III Derece Arkeolojik Sit alanları, Yaklaşık 88 ha alan 1. Derece Doğal Sit Alanından Nitelikli Doğal Koruma Alanına dönüştürülen ve yaklaşık 198 ha alan sit sınırları içine alınarak Kesin Korunacak Hassas Alan olarak önerilen Patara ve Karadere, 6 Şubat 2009 tarihi itibarıyla UNESCO’nun Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme kapsamında “Dünya Mirası Geçici Listesine” eklenen Tlos Antik Kenti, 09.12.1988 tarih ve 484 sıra numarasıyla UNESCO Dünya Mirası Listesi’nde yer alan Letoon antik kenti, UNESCO Dünya Mirası listesine giren Pınara antik kenti, Antik kent olarak korunan Pyndai, Araxa, Oinoada ve Sidyma antik kentleri Çaltılar Mahallesi Höyük kazı alanlarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Seydikemer’de bulunan korunan alanlar

2.1. Saklıkent Milli Parkı

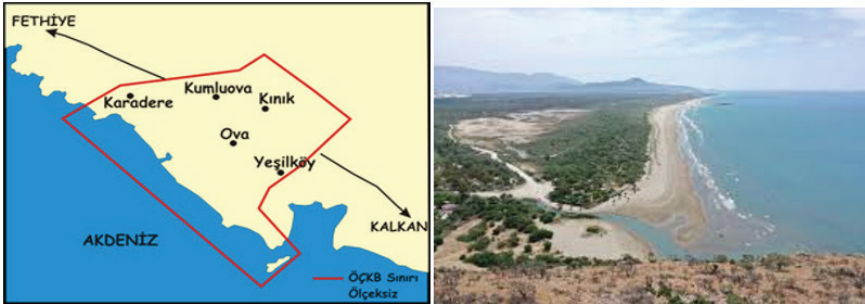
Saklıkent Milli Parkı, 06.06.1996 tarihinde milli park olarak ilan edilmiş olup, Seydikemer ilçesinin en önemli doğal alanlarından biridir. Derin kanyon yapısı, dik kaya duvarları, akarsu sistemi ve zengin bitki örtüsü ile öne çıkan alan; hem ekolojik hem de rekreasyonel açıdan büyük önem taşımaktadır (Anonim, 2025). Saklıkent Kanyonu, bölgedeki endemik türler için önemli bir habitat sunarken, kontrollü ziyaretçi kullanımı ile doğa turizmine de katkı sağlamaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Saklıkent Milli Parkı

2.2. Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi

Seydikemer sınırları içerisinde yer alan Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi, kıyı ekosistemleri, kumullar, sulak alanlar ve tarihi değerleri ile çok yönlü bir koruma alanıdır. Deniz kaplumbağalarının (Caretta caretta) üreme alanlarını da kapsayan bölge, biyolojik çeşitlilik açısından uluslararası öneme sahiptir (Anonim, 2025). Aynı zamanda antik Patara kenti ile doğal ve kültürel mirasın birlikte korunmasını gerektiren nadir alanlardan biridir (Şekil 3).



Şekil 3. Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi

2.3. Girdev Gölü Sulak Alanı ve Önemli Doğa Alanı

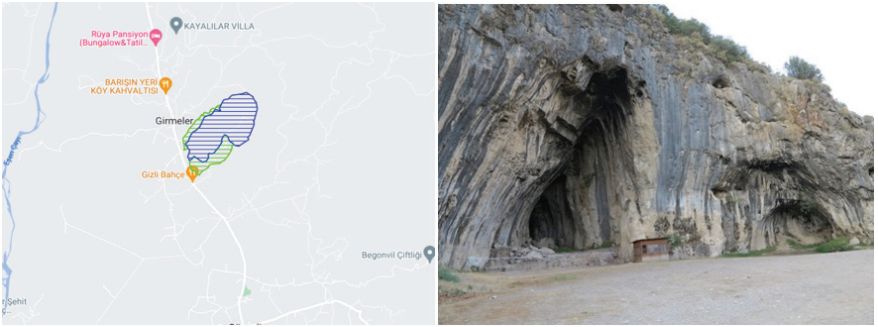
Seydikemer ilçesindeki tek göl olma özelliğine sahip Girdev Gölü, 30.12.2022 tarihinde koruma altına alınmıştır. Yaklaşık 4041 hektarlık alanı kapsayan göl ve çevresi; sucul ekosistemler, kuş türleri ve flora çeşitliliği açısından önemli bir sulak alan niteliğindedir (Anonim, 2025). Girdev Gölü, özellikle göçmen kuşlar için barınma ve beslenme alanı sağlaması nedeniyle bölgesel ölçekte ekolojik bir değere sahiptir (Şekil 4).



Şekil 4. Girdev Gölü Sulak Alanı

2.4. Girmeler Mahallesi Korunan Alanları

Girmeler Mahallesi, 29.09.2023 tarihinde “Nitelikli Doğal Koruma Alanı” ve “Sürdürülebilir Koruma ve Kontrollü Kullanım Alanı” statüleri ile tescillenmiştir. Bölge, doğal peyzaj özelliklerinin yanı sıra arkeolojik sit alanlarını da bünyesinde barındırmaktadır (Anonim, 2025). Girmeler Kaplıcaları I. ve III. derece arkeolojik sit alanları, doğal ve kültürel değerlerin birlikte korunmasını gerektiren önemli alanlardandır (Şekil 5).



Şekil 5. Girmeler Mahallesi ve Kaplıcaları

2.5. Patara–Karadere Doğal Sit Alanları

Patara ve Karadere çevresinde bulunan alanlar, daha önce 1. derece doğal sit statüsünde iken güncellenen koruma yaklaşımları doğrultusun-

da “Nitelikli Doğal Koruma Alanı” ve “Kesin Korunacak Hassas Alan” olarak değerlendirilmiştir. Bu alanlar, özellikle kıyı ekosistemleri ve doğal peyzaj bütünlüğü açısından korunması gereken hassas alanlar arasında yer almaktadır.

2.6. Tlos Antik Kenti

UNESCO Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme, evrensel değere sahip kültürel ve doğal varlıkların belirlenmesi, korunması ve gelecek kuşaklara aktarılmasını amaçlamakta; bu kapsamda uygun nitelik taşıyan alanlar için envanterler oluşturularak geçici ve kalıcı listeler hazırlanmaktadır (UNESCO, 1972). Türkiye’nin güneybatısında, Muğla ili Seydikemer ilçesine bağlı Yakaköy sınırları içerisinde yer alan Tlos Antik Kenti, bu kapsamda değerlendirilmesi gereken önemli arkeolojik alanlardan biridir. Yaklaşık 500 metre yüksekliğindeki sarp kayalıklar üzerine kurulan kent, doğal topografyası ile savunma ve görsel hâkimiyet açısından avantaj sağlamaktadır. Akropol çevresinde yer alan sur duvarları ve anıtsal kent girişi, kentin mimari ve estetik değerini ortaya koymaktadır (Anonim, 2025). Kentte Likya, Roma ve Bizans dönemlerine ait mimari kalıntıların bir arada bulunması, Tlos’un çok katmanlı tarihsel gelişimini yansıtmaktadır (Şekil 6). Bu çok dönemli yapılaşma, Tlos Antik Kenti’nin arkeolojik ve kültürel önemini artırmakta ve UNESCO Dünya Mirası kriterleri açısından yüksek potansiyel taşıdığını göstermektedir (Anonim, 2025).



Şekil 6. Tlos Antik Kenti

2.7. Letoon Antik Kenti

Letoon Antik kenti, Antik Çağ’da Likya Bölgesi sınırları içerisinde yer alan Letoon Antik Kenti, Muğla ili Seydikemer ilçesine bağlı Kumluova Mahallesi sınırlarında, Fethiye–Kaş kara yolunun 65. kilometresinde konumlanmaktadır. M.Ö. 7. yüzyıla tarihlenen buluntulara sahip olan Letoon, Likya uygarlığının en önemli dini merkezlerinden biri olarak kabul

edilmektedir. Antik kentin öne çıkan yapıları, Leto, Apollon ve Artemis'e adanmış tapınaklardan oluşmaktadır (Şekil 7). Batı kesimde yer alan Leto Tapınağı'nda, M.Ö. 4. yüzyıla tarihlenen ve Grekçe, Aramice ile Likçe dillerinde yazılmış üç dilli kitabe bulunması, kentin tarihsel ve kültürel önemini artırmaktadır (Anonim, 2023c). Letoon Antik Kenti, 09.12.1988 tarihli ve 484 kayıt numarasıyla UNESCO Dünya Miras Listesi'ne dâhil edilmiş olup, aynı zamanda Likya Yolu güzergâhında bulunması nedeniyle turizm açısından önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2025).



Şekil 7. Letoon Antik Kenti

2.8. Pınara Antik Kenti

Pınara Antik Kenti, Muğla ili Seydikemer ilçesi Minare Mahallesi sınırları içerisinde, Fethiye'ye yaklaşık 40 km, Seydikemer'e 27,5 km mesafede ve Fethiye-Kaş kara yolunun batısında yer almaktadır. Lidya dönemine uzanan yerleşim izleri taşıyan kent, Xanthos Antik Kenti ile tarihsel ve mekânsal ilişkiler göstermektedir. Pınara'da hamam, tiyatro, agora, odeon, kaya mezarları ve iki ayrı akropol tespit edilmiştir (Şekil 8). Yukarı akropolde sarp kayalıklara oyulmuş çok sayıda kaya mezarı dikkat çekerken, aşağı akropolde kamusal yapılar ve sur duvarı ile desteklenen bir seyir terası bulunmaktadır. Antik kaynaklara göre, Pınara'nın Xanthos nüfusunun artması sonucu kurulan yeni bir yerleşim olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2025).



Şekil 8. Pınara Antik Kenti

2.9. Pyndai Antik Kenti

Seydikemer ilçesinde Patara Kumsalı'nın batısında, Karadere Mahallesi'nin üst kesiminde yer alan antik bir Likya kentidir. Askerî üs olarak kullanıldığı bilinen kent, günümüze ulaşan kale surları, 11 dikdörtgen kule ve savunma amaçlı siperleriyle dikkat çekmektedir. Ulaşımı zor bir konumda bulunan alandan Patara Plajı manzarası görülmektedir (Anonim, 2025). Kentte kilise kalıntıları bulunmakta olup, alan makilik ve zeytinliklerle kaplıdır. Antik kentte bugüne kadar herhangi bir arkeolojik kazı yapılmamıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Pyndai Antik Kenti

2.10. Araxa Antik Kenti

Fethiye'ye yaklaşık 40 km uzaklıkta, Xanthos Çayı'nın kaynak bölgesinde yer almaktadır. Lykia, Phrygia ve Pisidia sınırlarında bulunan kent, Lykia kentlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Şekil 10). Kuruluş tarihi bilinmeyen Araxa'da yazıt ve anıtlara dair sınırlı bilgi bulunmaktadır. Günümüze ulaşan kalıntılar oldukça az olup, kale izleri, kaya mezarı ve Lykia tipi lahitler görülebilmektedir (Cangül, 2021).



Şekil 10. Araxa Antik Kenti

2.11. Oinoanda Antik Kenti

Oinoanda Antik Kenti, Muğla ili Seydikemer ilçesine bağlı Yayla Ceylan Mahallesi İncealiler Mevki'inde, yüksek bir tepe üzerinde konumlanmaktadır. Kentteki en erken arkeolojik buluntular MÖ 3. yüzyıla tarihlenmekte olup, özellikle MS 2. yüzyılda önemli bir gelişim süreci yaşamıştır. Roma dönemine ait Augustus Dönemi'ne tarihlenen Dor düzenindeki tapınak, hamam yapıları, sütunlu avlu ve su kemerleri kentin öne çıkan mimari unsurlarıdır (Şekil 11). Erken Bizans dönemine ait kilise kalıntıları ve tepe kesimlerinde yer alan mezarlık alanları, yerleşimin Bizans döneminde de süreklilik gösterdiğini ortaya koymaktadır (Anonim, 2025). Ayrıca doğusunda yer alan ve Kalkolitik Dönem'e tarihlenen Eceler Höyüğü, bölgenin daha erken dönemlerdeki yerleşim izlerine işaret etmektedir.



Şekil 11. Oinoanda Antik Kenti

2.12. Sidyma Antik Kenti

Sidyma Antik Kenti, Muğla ili Seydikemer ilçesine bağlı Dodurga Köyü sınırları içerisinde yer almakta olup, Roma ve Bizans dönemlerinde önemli bir yerleşim merkezi olarak gelişmiştir. Yazıtlar ve sikkeler, kentin MÖ 1. yüzyıla kadar uzanan bir geçmişe sahip olduğunu göstermektedir (Anonim, 2025). Kentte akropol, tiyatro, sütunlu alanlar, Artemis Tapınağı ile Lykia mezar ve anıtları gibi mimari kalıntılar bulunmaktadır. Özellikle Roma İmparatoru Claudius Dönemi'ne tarihlenen yapılar, Sidyma'nın Roma dönemindeki gelişimini ortaya koymaktadır (Şekil 12).



Şekil 12. Sidyma Antik Kenti

2.13. Çaltılar Höyüğü

Çaltılar Höyüğü, yerleşim alanlarının tarihsel süreçte yıkılıp yeniden inşa edilmesiyle oluşan ve arkeolojik kalıntıların birikmesi sonucu meydana gelen höyük tipine örnek teşkil etmektedir. Muğla ili Seydikemer ilçesine bağlı Çaltılar Mahallesi'nde, deniz seviyesinden yaklaşık 1250 m yükseklikte yer alan höyük, yaklaşık 3 hektarlık bir alanı kapsamaktadır ve Eşen Çayı'nın yukarı havzasında konumlanmaktadır (Anonim, 2025). Alan, Kalkolitik Dönem'den Arkaik Dönem'e kadar uzanan geniş bir kronolojik süreklilik göstermektedir. Geç Tunç Çağı'na ait küp mezarlar höyüğün kuzeydoğu eteğinde, Arkaik Dönem'e tarihlenen bir yapı kalıntısı ile taş döşeli yol ise höyüğün tepe kesiminin kuzeyinde tespit edilmiştir. Çaltılar Höyüğü'nde sistematik arkeolojik kazılar 2021 yılından itibaren sürdürülmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Çaltılar Höyüğü

3. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Türkiye, coğrafi konumu ve ekolojik çeşitliliği sayesinde çok sayıda farklı ekosistemi bünyesinde barındırmakta; bu durum, ülkede farklı koruma statülerine sahip çok sayıda alanın ilan edilmesini gerekli kılmak-

tadır. Muğla ili ve ilçeleri, sahip oldukları doğal peyzaj özellikleri, biyolojik çeşitlilik ve kültürel miras unsurları ile bu açıdan öne çıkmaktadır. Muğla ilinin önemli ilçelerinden biri olan Seydikemer, hem doğal hem de kültürel korunan alanların yoğunlaştığı bir bölge konumundadır.

Koruma statüleri, doğal ve kültürel mirasın korunmasında temel bir araç olmanın yanı sıra, mekânsal planlama ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının da ayrılmaz bir parçasıdır. Seydikemer örneğinde görüldüğü üzere, farklı koruma statülerinin bir arada bulunması, doğru yönetildiği takdirde bölge için önemli bir avantaj oluşturmaktadır. Bu kapsamda, koruma statülerinin yalnızca yasal bir sınırlama olarak değil, doğal ve kültürel değerlerin sürdürülebilir yönetimini sağlayan stratejik bir unsur olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Seydikemer ilçesi, sahip olduğu çok sayıda ve farklı nitelikteki korunan alan ile bölgesel ölçekte önemli bir doğa ve kültür koruma alanı niteliği taşımaktadır. Milli park, özel çevre koruma bölgesi, sulak alan, doğal sit ve arkeolojik sit statüleri; ilçede çok katmanlı bir koruma yapısının oluşmasına neden olmuştur.

Bu alanların sürdürülebilir şekilde korunabilmesi için; bilimsel temelli yönetim planlarının hazırlanması, yerel halkın sürece dâhil edilmesi ve koruma-kullanma dengesinin gözetilmesi gerekmektedir. Seydikemer örneği, doğal ve kültürel mirasın birlikte ele alındığı bütüncül koruma yaklaşımlarının önemini ortaya koymaktadır. İlçede bulunan korunan alanların etkin bir şekilde korunabilmesi için; koruma-kullanma dengesi gözetilerek hazırlanan yönetim planlarının uygulanması, yerel halkın bilinçlendirilmesi ve katılımcı yönetim modellerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Seydikemer örneği, doğal ve kültürel değerlerin birlikte korunabileceği sürdürülebilir planlama yaklaşımlarına önemli bir örnek teşkil etmektedir. Bu çok katmanlı koruma yapısı, Seydikemer'i hem biyolojik çeşitlilik hem de kültürel miras açısından önemli bir konuma taşımaktadır. Ancak farklı kurumların yetki alanlarının çakışması, yönetim süreçlerinde karmaşıklığa neden olabilmektedir. Bu nedenle, koruma statülerinin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması ve etkin yönetim planlarıyla desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Akesen, A. (1997). Doğa koruma ve milli parklar. Ankara: Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, 2025. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Muğla İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <https://mugla.ktb.gov.tr/#>.
- Atmaca, S. (2006). Türkiye’de korunan alanlar ve yönetim sorunları. Doğa Koruma ve Milli Parklar Dergisi, 2(1), 45–58.
- Bakır, K. (2019). Türkiye’de korunan alan politikalarının değerlendirilmesi. Çevre ve Planlama Dergisi, 7(2), 113–129.
- Baykal, H. (2006). *Acarlar Langozu (Sakarya) Örneğinde Korunan Alanlarda Eğitim ve Bilinçlendirme Araçlarının Genel Özelliklerinin Saptanması*. Ankara: Fen Bilimler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bozyiğit, R. (2015). Seydikemer ilçesinin beşeri ve ekonomik coğrafyası. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 4(1), 67–89.
- Dudley, N. (2013). Guidelines for applying protected area management categories. IUCN, Gland.
- Farina, A. 2000. Landscape ecology in action. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Gül, A. ve Kuş Şahin, C. (2010). Ülkemizdeki Doğal Sit Alanlarının Mevcut Durumu Analizi (Bodrum Yarımadası Örneği). III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, (s. 1564-1674). Artvin. Hacettepe Üniversitesi. (2024). Hacettepe Üniversitesi web sitesi: <https://avesis.hacettepe.edu.tr/aysegula/yayinlar?themeId=1>.
- Gül, A., Örucü, K., & Karaca, M. (2010). Doğal alanların korunması ve sürdürülebilir kullanımı. Peyzaj Araştırmaları Dergisi, 2(1), 1–12.
- Günel, V. (2022). Saklıkent Milli Parkı’nda rekreasyonel taşıma kapasitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- IUCN (2013). Protected areas categories system. Gland: IUCN.
- Kahraman, E., & Olgun, R. (2024). Corine Arazi Örtüsüne Göre Yapay Bölgelerin Zamansal Ve Mekânsal Gelişimi: Kemer İlçesi Kıyı Bandı Örneği. S. Güngör (Ed.), *Peyzaj Mimarlığı Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler* içinde (ss. 127-144). Serüven Yayınevi Ankara. ISBN 978-625-5955-47-0.
- Karakuş, N., & Kahraman, E. (2025). Uzaktan Algılama Verileriyle Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsünün Arazi Yüzey Sıcaklığı Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi: Antalya İli Konyaaltı İlçesi Örneği. Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg., 10(6), 1062-1069. <https://doi.org/10.35229/jaes.1804293>
- Koç, A. (2015). Muğla ilinde korunan alanların koruma statüleri açısından değerlendirilmesi. Doğa ve Peyzaj Çalışmaları, 4(2), 67–82.
- Koç, A., & Soykan, A. (2020). Türkiye’de korunan alanların tarihsel gelişimi ve güncel durumu. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 6(1), 25–44.
- Satılmış, S. (2015). Patara Özel Çevre Koruma Bölgesi yönetim planı üzerine bir değerlendirme. Turizm ve Çevre Dergisi, 6(2), 91–105.

- Ulun A., 2008. Alata Birinci Derece Sit Alanında Alan Kullanım Kararlarının Saptanması. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara.
- Yücel, M., ve Babuş D. (2005). Doğa Korumanın Tarihçesi ve Türkiye’deki Gelişmeler, *Doğu Akdeniz Orm. Araş. Müdürlüğü (DOA) Dergisi (Journal of DOA)*, Sayı: 11 S: 151 –175.
- Zal, N., vd. (2006). Sürdürülebilir kalkınma ve korunan alan yönetimi. *Çevre Bilimleri Dergisi*, 9(3), 211–224.
- Zengin, M. (2007). Doğal sit alanlarının korunmasında karşılaşılan sorunlar. *Planlama*, 3, 23-34.

Bölüm 15

KENTSEL LİD TASARIMI: TİPOLOJİLER, ENTEGRASYON İLKELERİ VE UYGULAMA ÇERÇEVESİ

Bülent DENİZ¹, Çiğdem Kılıçaslan DENİZ²

1 Prof. Dr., (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3516-0480>)

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

2 Prof. Dr., (ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4467-3739>)

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

1. Giriş: Kentsel Ölçekte LID Tasarımının Önemi

Geleneksel gri altyapı sistemleri (grey infrastructure), kentsel alanlarda yağmur suyunu mümkün olan en kısa sürede yüzeyden uzaklaştırmayı ve kapalı drenaj ağlarıyla alıcı ortamlara iletmeyi hedefleyen kapasite odaklı çözümler üzerine kuruludur. Ancak kentsel alanlarda artan yapı yoğunluğu ve geçirimsiz yüzey oranları, bu yaklaşımın doğal su döngüsünü kesintiye uğratarak yüzey akışlarının hızlanmasına, taşkın risklerinin artmasına ve alıcı ortamlarda su kalitesinin bozulmasına yol açtığını ortaya koymaktadır. Bu süreç, yalnızca hidrolik bir sorun üretmemekte; aynı zamanda kentsel ekosistemlerin işleyişini zayıflatan, mikro iklim koşullarını olumsuz etkileyen ve kamusal mekânların çevresel performansını düşüren çok boyutlu bir dönüşümü beraberinde getirmektedir. Nitekim kapasite artırımı yoluyla sorunlara yanıt vermeyi amaçlayan gri altyapı yaklaşımının, akış rejimlerini daha da keskinleştirerek uzun vadede ekolojik ve mekânsal sürdürülebilirlik açısından yetersiz kaldığı giderek daha açık biçimde ortaya konmaktadır (Walsh et al., 2005).

Bu bağlamda düşük etkili gelişim (Low Impact Development – LID) yaklaşımı, gri altyapının kapasite artırımına dayalı ve akışı hızlandıran mantığının aksine, yağmur suyunu hızla uzaklaştırılması gereken bir atık olarak değil; kentsel peyzaj içinde yönetilmesi, tutulması ve dönüştürülmesi gereken temel bir tasarım girdisi olarak ele alan bütüncül bir paradigma sunmaktadır. LID'in temel hedefi, doğal hidrolojik süreçleri mümkün olduğunca yerinde (in situ) taklit ederek yüzey akışını azaltmak, infiltrasyonu ve evapotranspirasyonu artırmak ve böylece kentsel alanlarda suya bağlı ekosistem hizmetlerinin yeniden üretilmesini sağlamaktır. Bu yönüyle LID, yalnızca taşkın kontrolüne odaklanan teknik bir yağmur suyu yönetim yaklaşımı değil; hidrolojik işleyişi, ekolojik süreçleri ve kentsel mekân kurgusunu birlikte ele alan, tasarım-temelli bir çerçeve olarak tanımlanmaktadır (Dietz, 2007).

Kentsel ölçekte LID tasarımı, bu nedenle mühendislik temelli bir yağmur suyu yönetim yaklaşımının ötesine geçerek, peyzaj mimarlığı ve kentsel tasarım disiplinlerinin doğrudan müdahil olduğu bir alan hâline gelmiştir. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve lineer drenaj sistemleri gibi LID tipolojileri, parsel ölçeğinden sokak ve mahalle ölçeğine uzanan bir mekânsal ağ içinde ele alındığında, yalnızca hidrolojik performansı değil; mekânsal sürekliliği, ekolojik bağlantırlığı ve kamusal alan kalitesini de birlikte dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşım, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin kentsel peyzaj içinde bütünleşik bir omurga olarak ele alınmasını gerekli kılmakta ve LID'i kentsel tasarımın stratejik bir bileşeni hâline getirmektedir (Fletcher et al., 2015).

Bu kitap bölümü, LID'in kentsel ölçekte etkin ve tekrarlanabilir biçimde uygulanabilmesinin, tipoloji temelli tasarım kararları ve bu tipolojilerin kentsel dokuya entegrasyon ilkeleri üzerinden mümkün olduğu varsayımından hareket etmektedir. Bölümde, LID tasarım yaklaşımının kavramsal çerçevesi kısaca ortaya konmakta; başlıca LID tipolojileri tasarım, performans ve bakım boyutlarıyla birlikte ele alınmakta ve bu tipolojilerin çok ölçekli kentsel peyzaj sistemi içinde nasıl bütünleştirilebileceğine ilişkin uygulamaya dönük bir çerçeve sunulmaktadır. Böylece LID, yalnızca yağmur suyu yönetimine yönelik teknik bir çözüm değil, kentsel peyzajın ekolojik ve mekânsal niteliğini yeniden kurgulayan bütüncül bir tasarım yaklaşımı olarak konumlandırılmaktadır.

2. LID Tasarım Yaklaşımının Kavramsal Çerçevesi

Kentsel ölçekte LID tasarımının etkinliği, tekil uygulamaların performansından ziyade, bu uygulamaların hangi kavramsal ilkeler doğrultusunda kurgulandığıyla doğrudan ilişkilidir. LID, doğal hidrolojik süreçleri taklit etmeyi amaçlayan bir yaklaşım olmakla birlikte, bu amacın mekânda karşılık bulabilmesi; hidrolik işleyiş, ekolojik işlevler ve kentsel mekân kurgusunun birlikte ele alınmasını gerektirir. Bu nedenle LID tasarım yaklaşımı, yalnızca “nerede hangi eleman uygulanmalı?” sorusuna değil, “bu elemanlar kentsel peyzaj içinde nasıl bir sistem oluşturur?” sorusuna yanıt arayan kavramsal bir çerçeveye dayanır (Fletcher et al., 2015).

Bu bölümde LID tasarımının kavramsal omurgasını oluşturan üç temel ilke öne çıkarılmaktadır: bağlantırlık (connectivity), çok işlevlilik (multi-functionality) ve mekânsal süreklilik (spatial continuity). Bu ilkeler, LID tipolojilerinin yalnızca teknik performansını değil, kentsel ölçekte anlamlı ve tekrarlanabilir bir tasarım dili oluşturmalarını sağlayan belirleyici unsurlar olarak ele alınmaktadır.

Bağlantırlık (connectivity), LID elemanlarının yalnızca fiziksel yakınlıkları üzerinden değil; hidrolik akışlar, ekolojik süreçler ve mekânsal ilişkiler aracılığıyla kentsel ağlar içindeki etkileşim düzeyini ifade eden temel bir kavramsal çerçevedir. Bu bağlamda bağlantırlık, tekil LID bileşenlerinin kendi sınırları içinde gösterdikleri performanstan ziyade, bu bileşenlerin daha geniş drenaj sistemleri, yeşil altyapı ağları ve alıcı ortamlarla kurdukları ilişkiler üzerinden anlam kazanmaktadır.

Kentsel alanlarda LID uygulamalarının başarısız olduğu birçok örnek, bu elemanların parsel ya da sokak ölçeğinde izole çözümler olarak ele alınmasından kaynaklanmaktadır. Oysa LID birimleri, parsel ölçeğinde dahi tasarlanırsa, üst ölçekli drenaj hatları, yüzey akış güzergâhları, ye-

şil koridorlar ve alıcı ortamlarla ilişkili biçimde ele alındığında, yalnızca yerel değil, sistem düzeyinde bir davranış üretme potansiyeline sahiptir. Bu tür ilişkiyel kurgular, yüzey akışının ani ve yoğun deşarjlar yerine, kademeli olarak dağıtılmasını ve farklı mekânsal bileşenler arasında paylaşılmasını mümkün kılmaktadır.

Bağlanırlık ilkesinin gözetildiği LID sistemlerinde, hidrolik süreçler ile ekolojik süreçler birbirinden bağımsız değil; karşılıklı olarak etkileşen ve birbirini güçlendiren bileşenler hâline gelmektedir. Yüzey akışının farklı LID elemanları arasında aktarılması, yalnızca taşkın riskini azaltmakla kalmamakta; aynı zamanda bitkisel ve toprak temelli süreçlerin mekân içinde süreklilik göstermesine olanak tanımaktadır. Bu durum, ekolojik işlevlerin tekil noktalarda yoğunlaşması yerine, kentsel peyzaj boyunca yayılı biçimde üretilmesini sağlamaktadır.

Nitekim kentsel hidrolojide gözlenen yapısal bozulmaların önemli bir bölümü, doğal akış yollarının kesintiye uğraması ve hidrolik-ekolojik ağ ilişkilerinin zayıflamasıyla doğrudan ilişkilidir (Walsh et al., 2005). Bu bağlamda bağlanırlık, LID tasarımında tekil eleman performansından ziyade, elemanlar arası ilişkilerin ve üst ölçekli hidrolik-ekolojik bağların belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bağlanırlık ilkesi, LID uygulamalarının kentsel ölçekte etkili, tutarlı ve sürdürülebilir olabilmesi için temel bir kavramsal dayanak sunmaktadır.

Çok işlevlilik (multi-functionality), LID tasarımının yalnızca yağmur suyu miktarını ve kalitesini düzenlemeye odaklanan dar bir mühendislik çerçevesinden çıkarılarak, kentsel peyzajın ekolojik, mikroiklimsel ve mekânsal performansını eşzamanlı olarak iyileştiren bütüncül bir yaklaşım hâline gelmesini ifade eder. Bu bağlamda LID elemanları, infiltrasyon ve geçici depolama gibi temel hidrolojik işlevlerin ötesinde; kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, yerel biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi, mikrohabitat oluşumu ve kamusal açık alanların çevresel ve algısal niteliğinin güçlendirilmesi gibi birden fazla yan etki üretme potansiyeline sahiptir.

Çok işlevlilik, LID uygulamalarını tek bir performans göstergesi üzerinden değerlendirmek yerine, farklı ölçeklerde ve farklı süreçler üzerinden eşzamanlı katkılar üreten sistemler olarak ele almayı gerektirir. Bu yaklaşımda, hidrolojik verimlilik ile ekolojik süreçler ve mekânsal kullanım arasında zorunlu bir karşıtlık olmadığı; aksine, bu bileşenlerin bilinçli bir tasarım kurgusu içinde birbirini destekleyebileceği varsayımı temel alınmaktadır. Dolayısıyla çok işlevlilik, LID tasarımında ek bir “katma değer” değil, sistemin kentsel ölçekte anlamlı ve sürdürülebilir bir etki üretebilmesinin yapısal bir koşulu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çerçevede çok işlevlilik ilkesi, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin kentsel peyzaj içinde yalnızca çevresel sorunlara yanıt veren teknik çözümler olarak değil; ekosistem hizmetleri üretimini, mekânsal kaliteyi ve kentsel yaşam deneyimini birlikte şekillendiren stratejik bileşenler olarak ele alınmasını mümkün kılmaktadır (Benedict & McMahon, 2006).

Mekânsal süreklilik (spatial continuity), LID uygulamalarının kentsel peyzaj içinde birbirinden kopuk müdahaleler yerine, kesintisiz bir mavi-yeşil altyapı sistemi oluşturacak biçimde örgütlenmesini ifade eder. Tekil uygulamalar belirli ölçeklerde ölçülebilir hidrolojik faydalar üretebilse de, kentsel ölçekte kalıcı ve yaygın bir etki yaratabilmek için bu uygulamaların mekânsal olarak birbirini izleyen, tamamlayan ve güçlendiren bir yapı içinde ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda süreklilik, yalnızca fiziksel bir bitişiklik durumu değil; hidrolik, ekolojik ve mekânsal süreçlerin birlikte ve kesintisiz biçimde işlenmesini mümkün kılan ilişkisel bir tasarım özelliği olarak ortaya çıkmaktadır.

Mekânsal süreklilik ilkesinin gözetildiği LID sistemlerinde, yüzey akışları ani ve yüksek enerjili deşarjlar yerine, kademeli olarak yönlendirilen ve farklı mekânsal bileşenler arasında paylaştırılan bir akış rejimi içinde ilerlemektedir. Benzer biçimde, bitkisel ve ekolojik bileşenler arasındaki süreklilik, mikrohabitatların parçalanmasını azaltarak ekolojik süreçlerin mekân içinde devamlılık göstermesine olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, LID'i parça-bazlı ve yerel etkilerle sınırlı müdahaleler olmaktan çıkararak, kentsel ölçekte işleyen bir sistem düzeyine taşımaktadır.

Süreç temelli hidrolojiyi (process-based hydrology) esas alan bu bakış açısı, yağmur suyunun yalnızca “nerede tutulduğu” ile değil, kentsel peyzaj içinde hangi güzergâhlar üzerinden, hangi hızlarda ve hangi mekânsal eşiklerden geçerek ilerlediği ile de ilgilenmektedir. Bu nedenle mekânsal süreklilik, LID tasarımında ikincil bir düzenleme ilkesi değil; hidrolojik performansın, ekolojik bağlantılılığın ve mekânsal bütünlüğün eşzamanlı olarak üretilmesinin temel dayanaklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Dietz, 2007).

Bu üç kavramsal ilke birlikte ele alındığında, LID tasarımının yalnızca teknik standartlara dayanan bir uygulama alanı olmadığı; kentsel peyzajın ekolojik ve mekânsal yapısını yeniden kurgulayan bütüncül bir yaklaşım sunduğu görülmektedir. İzleyen bölümde ele alınacak LID tasarım tipolojileri, bu kavramsal çerçeve doğrultusunda değerlendirilmekte ve her bir tipolojinin kentsel ölçekte nasıl anlamlı bir bütünün parçası hâline gelebileceği ortaya konmaktadır.

3. LID Tasarım Tipolojileri

LID yaklaşımının kentsel ölçekte uygulanabilirliği, soyut ilkelerin somut mekânsal çözümlere nasıl dönüştürüldüğüyle doğrudan ilişkilidir. Bu dönüşüm, LID tasarım tipolojileri aracılığıyla gerçekleşmekte; her bir tipoloji, belirli hidrolojik süreçlere yanıt verirken aynı zamanda kentsel mekânın fiziksel, ekolojik ve işlevsel özellikleriyle etkileşim kurmaktadır. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve lineer drenaj sistemleri, kentsel alanlarda en yaygın kullanılan ve farklı ölçeklerde uygulanabilen temel LID tipolojileri olarak öne çıkmaktadır.

Bu bölümde ele alınan tipolojiler, yalnızca teknik çözümler olarak değil, kentsel peyzajın bütüncül tasarımının bileşenleri olarak değerlendirilmiştir. Her bir tipoloji; hidrolojik işleyişi, mekânsal kurgusu, bitkisel ve yapısal bileşenleri ile bakım gereksinimleri birlikte ele alınarak incelenmekte; tipolojiye özgü tasarım kararlarının kentsel dokuya entegrasyonu ön plana çıkarılmaktadır. Böylece LID tasarım tipolojileri, tekil uygulamalar olmaktan çıkarılarak, bağlantırlık, çok işlevlilik ve mekânsal süreklilik ilkeleri doğrultusunda kentsel ölçekte anlamlı bir sistemin parçaları hâline getirilmektedir.

Bu çerçeve doğrultusunda izleyen alt bölümlerde, her bir LID tipolojisi tipolojiye özgü kritik tasarım farkları üzerinden ele alınmakta ve uygulamaya dönük net bir tasarım mantığı ortaya konmaktadır.

3.1. Yağmur Bahçeleri (Bioretention)

Yağmur bahçeleri (bioretention systems), LID yaklaşımının kentsel ölçekte en esnek ve en yaygın kullanılan tipolojilerinden biridir. Temel amaçları, yüzey akışını kaynağa yakın bir noktada tutarak yağmur suyunu geçici olarak depolamak, kirleticileri filtrelemek ve suyun doğal hidrolojik süreçler yoluyla toprağa sızmasını sağlamaktır. Bu yönüyle yağmur bahçeleri, yalnızca bir drenaj elemanı değil, kentsel peyzaj içinde hidrolojik, ekolojik ve mekânsal işlevleri bir arada üreten çok katmanlı tasarım bileşenleri olarak değerlendirilmelidir (Davis et al., 2009).

Teknik bileşenler, yağmur bahçelerinin performansını belirleyen temel unsurlardır. Tipik bir yağmur bahçesi; yüzeyde suyu tutan sığ bir çökertme alanı, filtrasyon işlevi gören büyüme ortamı (engineered soil media), drenaj katmanı ve aşırı yağış koşulları için tasarlanmış taşma (overflow/by-pass) yapısından oluşur. Bu katmanlı yapı, suyun kontrol-lü biçimde tutulmasını ve kademeli olarak sızdırılmasını mümkün kılar. Tasarımda en kritik detaylardan biri, taşkın kotunun doğru belirlenmesi ve sistemin uygunluk durumunda çevre alanlara zarar vermeden fazla suyu güvenli biçimde iletebilmesidir (Hunt, Jarrett, Smith, & Sharkey,

2006). Taşkın taşma kotu, komşu kotlardan yerel yönetmelik ve teknik rehberlere bağlı olarak belirlenen güvenli bir mesafe aşağıda konumlandırılmalı ve fazla akış, tanımlı ve güvenli bir kaçış rotası üzerinden bir üst ölçek drenaj sistemine yönlendirilmelidir.

Hidrolojik işleyiş, yağmur bahçelerinin LID sistemi içindeki temel rolünü ve etkinliğini belirleyen ana süreçtir. Bu sistemler, özellikle yağışın başlangıç evresinde (“ilk yağış” – first flush) yüzeylerden taşınan askıda katı maddeler (TSS), ağır metaller ve besin tuzları gibi kirleticilerin tutulmasında yüksek bir arıtma potansiyeline sahiptir. İlk yağış sırasında kirletici konsantrasyonlarının daha yüksek olması, yağmur bahçelerini kentsel yağmur suyu yönetiminde kritik bir ara yüz hâline getirmektedir.

Yağmur bahçelerinin hidrolik performansı, geçici depolama hacmi, toprak-filtrasyon ortamının infiltrasyon kapasitesi ve boşalma süresi (drain-down time) arasındaki dengenin doğru kurulmasına bağlıdır. Bu üç bileşen arasındaki ilişki, hem pik akışların geciktirilmesini hem de suyun yeterli süre sistem içinde tutulmasını sağlayarak taşkın azaltımı ve su kalitesi iyileştirme hedeflerini birlikte desteklemektedir. Depolama hacminin yetersiz olduğu durumlarda taşkın riski artarken, infiltrasyon kapasitesinin düşük olduğu koşullarda ise sistemin hidrolik etkinliği ve arıtma performansı önemli ölçüde düşmektedir.

Toprak geçirgenliğinin düşük olduğu alanlarda veya doğal zemin özelliklerinin infiltrasyonu sınırladığı kentsel bağlamlarda, drenaj katmanı ve kontrollü çıkış (underdrain–outlet) yapıları sistemin işlevselliğini korumak açısından belirleyici hâle gelmektedir. Bu tür koşullarda, yağmur bahçelerinin doğrudan sızdırmaya dayalı sistemler olarak ele alınması, doygunluk süresinin uzamasına ve istenmeyen yüzey birikimlerine yol açabilmektedir. Bu nedenle yağmur bahçesi tasarımı, standart kesitlere dayalı şematik çözümler yerine, saha özgü yağış rejimi, zemin özellikleri ve yeraltı suyu seviyesi gibi hidrolojik parametrelere dayalı olarak kalibre edilmelidir (Dietz & Clausen, 2005).

Düşük geçirgenliğe sahip zeminlerde veya yüksek yeraltı suyu seviyesinin bulunduğu alanlarda, yağmur bahçelerinin sızdırmaz tabanlı (lined bioretention) olarak tasarlanması, sistem performansının güvence altına alınmasında etkili bir yaklaşım sunmaktadır. Bu tür sistemlerde, infiltrasyon kontrollü biçimde sınırlandırılmakta; depolanan suyun boşalımı ise underdrain ve kontrollü çıkış yapıları aracılığıyla yönetilmektedir. Böylece yağmur bahçeleri, doğal sızdırma kapasitesinin kısıtlı olduğu kentsel koşullarda dahi, LID yaklaşımının taşkın azaltımı ve su kalitesi iyileştirme hedeflerine katkı sunmaya devam edebilmektedir.

Toprak-bitki ilişkileri, yağmur bahçelerinin hem hidrolojik hem de ekolojik performansını belirleyen en kritik bileşenlerden biridir. Bu sistemlerde kullanılan filtrasyon ortamının dane dağılımı, organik madde oranı ve hidrolik iletkenliği; yağmur suyunun sistem içinde tutulma süresini, sızma hızını ve kirletici giderim etkinliğini doğrudan etkilemektedir. İnce fraksiyonların aşırı baskın olduğu karışımlar infiltrasyonu sınırlandırarak yüzey birikimlerine yol açabilirken, aşırı kaba dokulu ortamlar ise yeterli filtrasyon ve biyokimyasal arıtma süreçlerinin gerçekleşmesini engelleyebilmektedir. Bu nedenle filtrasyon ortamı, hem hidrolik iletkenlik hem de kirletici tutma kapasitesi açısından dengeli bir yapı sunacak biçimde kurgulanmalıdır.

Bitkisel bileşenler ise yağmur bahçelerinin yalnızca görsel veya peyzaj değeri taşıyan unsurları değil; hidrolojik ve ekolojik süreçlere doğrudan müdahil olan aktif sistem elemanlarıdır. Bitki kökleri, toprak yapısını gevşeterek makro-gözenek oluşumunu teşvik etmekte, infiltrasyon kapasitesini artırmakta ve suyun toprak profili içinde daha homojen biçimde dağılmasını sağlamaktadır. Ayrıca kök bölgesinde gerçekleşen biyolojik ve biyokimyasal süreçler, özellikle besin tuzları ve çözünmüş kirleticilerin tutulmasında ve dönüştürülmesinde önemli rol oynamaktadır.

Bitki seçiminde, estetik kaygıların ötesine geçilerek yerel türlerin kullanımı, değişken nem ve geçici su basması koşullarına tolerans, kök derinliği ve kök mimarisi gibi işlevsel özellikler dikkate alınmalıdır. Derin ve yoğun kök sistemine sahip türler, hem infiltrasyonu desteklemekte hem de sistemin uzun vadeli hidrolik stabilitesine katkı sağlamaktadır. Buna karşılık, yüzeysel kök yapısına sahip veya su stresine duyarlı türler, yağmur bahçelerinin değişken hidrolik rejimi altında performans kaybına yol açabilmektedir.

Uygun bitki-toprak eşleşmesi, yağmur bahçelerinin performansını yalnızca kısa vadede artırmakla kalmamakta; aynı zamanda bakım gereksinimlerini azaltarak sistemin uzun vadeli işlevselliğini ve dirençliliğini desteklemektedir. Yerel iklim ve zemin koşullarına uyumlu türlerin kullanımı, yeniden dikim ihtiyacını azaltmakta, sediment birikimine bağlı tıkanma riskini sınırlamakta ve yağmur bahçelerinin kentsel peyzaj içinde sürdürülebilir biçimde varlığını sürdürmesine olanak tanımaktadır (Roy-Poirier, Champagne, & Filion, 2010).

Bakım ve işletme süreçleri, yağmur bahçelerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği açısından tasarım kararları kadar belirleyici bir rol üstlenmektedir. Yağmur bahçeleri, kentsel yüzeylerden gelen akışları bilinçli olarak sistem içine alan yapılar oldukları için, zaman içerisinde askıda katı maddelerin ve sedimentin birikmesine doğal olarak açıktır. Bu biri-

kim, özellikle giriş noktalarında tıkanmalara yol açarak sistemin etkin depolama hacmini azaltmakta ve hidrolik performansın kademeli olarak düşmesine neden olabilmektedir.

Sediment birikimine bağlı bu performans kaybı, yalnızca taşkın azaltım kapasitesini etkilememekte; aynı zamanda filtrasyon ortamının doygunluk süresini uzatarak infiltrasyon ve arıtma süreçlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle yağmur bahçelerinin işleyişi, ilk kurulum aşamasındaki tasarım özelliklerinden ziyade, zaman içinde nasıl işletildiği ve bakım süreçlerinin ne ölçüde sürdürülebilir biçimde yönetildiğiyle doğrudan ilişkilidir. Bakımın ihmal edildiği durumlarda, yağmur bahçeleri kısa sürede yüzeysel su birikimlerine, bitkisel streslere ve nihayetinde işlev kaybına açık hâle gelmektedir.

Bu çerçevede giriş noktalarının sediment yükünü azaltacak biçimde kurgulanması, tortu tutucu elemanların varlığı ve bitkisel örtünün düzenli olarak izlenmesi, yağmur bahçelerinin performans sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir. Bitkisel bakım döngüleri, yalnızca estetik kaygılarla değil; ölü bitki dokusunun uzaklaştırılması, kök bölgesinin hava-su dengesinin korunması ve filtrasyon ortamının tıkanmasının önlenmesi gibi işlevsel gerekçelerle ele alınmalıdır.

Bakım erişiminin tasarım aşamasında dikkate alınmadığı durumlarda, yağmur bahçelerinin işletme maliyetleri artmakta ve bakım müdahaleleri gecikmekte; bu da sistemin beklenen hidrolojik ve ekolojik performansı göstermesini önemli ölçüde sınırlamaktadır. Bu nedenle bakım ve işletme, yağmur bahçelerinin uygulama sonrasında devreye giren ikincil süreçler değil; tasarımın ayrılmaz bir bileşeni olarak değerlendirilmelidir (Davis et al., 2012).

Bu çerçevede yağmur bahçeleri, doğru tasarlandığında ve kentsel bağlamla uyumlu biçimde konumlandırıldığında, yalnızca yağmur suyu yönetimine katkı sağlayan teknik çözümler olmaktan çıkarak, kentsel peyzajın ekolojik ve mekânsal kalitesini artıran stratejik LID bileşenleri hâline gelmektedir. İzleyen tipolojiler, bu yaklaşımın farklı mekânsal ve işlevsel koşullar altında nasıl çeşitlendiğini ortaya koymaktadır.

3.2. Geçirgen Yüzeyler

Geçirgen yüzeyler (permeable pavements), kentsel alanlarda geniş alanlara yayılabilen sert zeminlerin hidrolojik etkilerini azaltmayı amaçlayan temel LID tipolojilerinden biridir. Bu sistemler, yağmur suyunun yüzeyden hızla uzaklaştırılması yerine, kaplama ve alt temel katmanları boyunca süzülerek depolanmasını ve kontrollü biçimde yer altına iletilmesini hedefler. Otoparklar, yaya yolları, düşük trafikli sokaklar ve ka-

musal açık alanlar gibi yüksek geçirimsizlik potansiyeline sahip mekânlarda, geçirgen yüzeyler kentsel akış rejimini yumuşatan stratejik tasarım araçları olarak öne çıkmaktadır (Pratt, 1999).

Malzeme seçimi ve yapısal özellikler, geçirgen yüzeylerin hidrolojik ve mekânsal performansını belirleyen ilk ve en kritik tasarım katmanını oluşturmaktadır. Geçirgen yüzey sistemleri, yağmur suyunun yüzeyden hızla uzaklaştırılması yerine, kaplama malzemesi ve alt temel katmanları boyunca süzülerek depolanmasına ve gecikmeli olarak iletilmesine olanak tanıyan özel bir yapısal kurguya sahiptir. Bu nedenle kullanılan malzemenin fiziksel özellikleri, sistemin hem başlangıç performansını hem de uzun vadeli işlevselliğini doğrudan etkilemektedir.

Literatürde en yaygın kullanılan geçirgen yüzey sistemleri; geçirgen beton (pervious concrete), gözenekli asfalt (porous asphalt) ve derz aralıklı kilitli beton kaplamalar (permeable interlocking concrete pavers) olarak sınıflandırılmaktadır. Bu sistemler, yüzey geçirgenliği, yük taşıma kapasitesi, yapısal rijitlik ve bakım gereksinimleri açısından birbirinden farklı avantajlar ve sınırlılıklar sunmaktadır. Örneğin geçirgen beton ve gözenekli asfalt sistemleri yüksek yüzey geçirgenliği sağlayabilmekle birlikte, ağır taşıt yükleri altında yapısal dayanım ve yüzey bozulmaları açısından daha dikkatli bir tasarım ve bakım gerektirmektedir. Derz aralıklı kilitli beton kaplamalar ise modüler yapıları sayesinde bakım ve onarım açısından esneklik sunarken, derz dolgu malzemelerinin zamanla tıkanmasına bağlı performans kayıplarına daha açık olabilmektedir.

Bu farklılıklar, geçirgen yüzey tasarımında tek tip bir çözümün kentsel bağlamın tüm gereksinimlerini karşılamasının mümkün olmadığını göstermektedir. Kaplama türünün seçimi, yalnızca hidrolik performans hedefleri üzerinden değil; beklenen trafik yükü, kullanım yoğunluğu, bakım erişimi ve mekânın kamusal kullanım karakteri birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır. Aksi takdirde, başlangıçta yüksek performans sunan sistemler, kısa sürede yapısal hasarlar veya tıkanmaya bağlı işlev kayıpları nedeniyle beklenen katkıyı sağlayamamaktadır (Sansalone & Teng, 2004).

Alt temel (subbase) tasarımı, geçirgen yüzeylerin düşük etkili gelişim (LID) yaklaşımı içindeki işlevini belirleyen en kritik yapısal ve hidrolojik unsurlardan biridir. Geçirgen kaplamaların altındaki açık granüler malzemelerden oluşan bu katman, yağmur suyunun yalnızca yüzeyden geçmesine izin vermekle kalmayıp, aynı zamanda geçici bir depolama hacmi sağlayarak yüzey akışlarının pik değerlerini düşüren bir tampon görevi üstlenmektedir. Bu özellik, geçirgen yüzeyleri basit bir kaplama çözümünden çıkararak, aktif bir yağmur suyu yönetim bileşeni hâline getirmektedir.

Alt temel katmanının kalınlığı, dane gradasyonu ve boşluk oranı, sistemin depolama kapasitesini ve suyun alt katmanlara iletim hızını doğrudan etkilemektedir. Bu parametrelerin belirlenmesinde beklenen yağış şiddeti, tasarım yağışı (design storm), yağış süresi ve yerel toprak geçirgenliği gibi hidrolojik değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yetersiz kalınlığa sahip alt temel katmanları, depolama hacminin hızla dolmasına ve yüzey akışının yeniden oluşmasına neden olurken; uygun biçimde tasarlanmış alt temeller, suyun kademeli olarak sızmasına veya kontrollü biçimde boşalmasına olanak tanımaktadır.

Yerel zemin koşulları, alt temel tasarımında belirleyici bir diğer faktördür. Yüksek yer altı suyu seviyesine (groundwater table) sahip alanlarda veya doğal infiltrasyon kapasitesinin düşük olduğu zeminlerde, alt temelin doğrudan sızdırmaya dayalı bir sistem olarak çalışması hidrolojik ve çevresel riskler doğurabilmektedir. Bu tür bağlamlarda drenaj katmanları, underdrain sistemleri ve kontrollü çıkış yapıları, geçirgen yüzeylerin güvenli ve öngörülebilir biçimde işlemesi açısından zorunlu hâle gelmektedir. Bu çözümler, geçirgen yüzeylerin infiltrasyon temelli LID ilkeleriyle çelişmek yerine, bağlama uyarlanmış bir performans sürekliliği sağlamaktadır (Brown & Borst, 2014).

Dolayısıyla alt temel tasarımı, yalnızca yapısal dayanım veya drenaj kapasitesi üzerinden değil; kentsel bağlam, zemin özellikleri ve hedeflenen hidrolojik performans birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir. Bu bütüncül yaklaşım, geçirgen yüzeylerin kısa vadeli performansının ötesinde, uzun vadeli işlevselliğini ve LID sistemleri içindeki etkin rolünü güvence altına almaktadır.

Hidrolojik performans, geçirgen yüzeylerin uzun vadeli işlevselliğini belirleyen dinamik bir süreçtir. Başlangıçta yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip olan bu sistemler, zamanla yüzey boşluklarının tortu ile dolması sonucu tıkanma (clogging) riskiyle karşı karşıya kalabilir. Bu durum, sistemin etkinliğini kademeli olarak azaltır ve yüzey akışının yeniden oluşmasına neden olur. Bu nedenle geçirgen yüzeyler, “bakımsız çalışabilen” sistemler olarak değil, düzenli izleme ve bakım gerektiren aktif LID bileşenleri olarak ele alınmalıdır (Drake, Bradford, & Van Seters, 2013). Kentli kullanıcı (visitor-sourced) kaynaklı partikül yükleri ve estetik kaliteyi bozan kirleticilerin yüzeylere taşınımı, tıkanma (clogging) dinamiklerini hızlandırarak bakım periyotlarının tasarım aşamasında öngörülmesini zorunlu kılar (Göktaş, 2021).

Kentsel bağlam ve bakım ilişkisi, geçirgen yüzey tasarımında sıklıkla ikincil görülen; ancak sistem performansını doğrudan ve uzun vadede belirleyen temel bir boyut olarak ele alınmalıdır. Geçirgen yüzeyler,

yağmur suyunu yüzeyden alt katmanlara yönlendiren yapıları nedeniyle, yalnızca yağış karakteristiklerine değil; aynı zamanda içinde bulundukları kentsel ortamın kullanım biçimlerine, kirletici yüklerine ve bakım olanaklarına yüksek düzeyde duyarlıdır.

Ağır taşıt trafiğine maruz kalan ana arterler, yoğun lastik aşınması ve yakıt kaynaklı kirleticilerin biriktiği alanlar ile endüstriyel kullanımların hâkim olduğu bölgeler, yüksek partikül ve sediment yükleri nedeniyle geçirgen yüzey sistemleri için önemli performans riskleri barındırmaktadır. Bu tür bağlamlarda yüzey boşluklarının hızla tıkanması, sistemin kısa sürede geçirimsiz bir kaplama gibi davranmasına ve LID hedeflerinin ortadan kalkmasına yol açabilmektedir. Benzer biçimde, yoğun toprak taşınımının gerçekleştiği eğimli alanlar veya yapım faaliyetlerinin sürdüğü kentsel çevreler de geçirgen yüzey uygulamaları açısından sınırlayıcı koşullar oluşturmaktadır.

Buna karşılık, düşük hızlı trafik alanları, otoparklar, yaya yolları, meydanlar ve rekreasyon odaklı kamusal açık alanlar, geçirgen yüzeylerin hidrolojik ve mekânsal potansiyelinin en etkin biçimde ortaya konabildiği bağlamlar olarak öne çıkmaktadır. Bu tür alanlarda yüzey yükleri daha öngörülebilir olup, bakım müdahaleleri daha kolay planlanabilmekte ve geçirgen yüzeyler kentsel mekân kalitesine doğrudan katkı sunabilmektedir.

Bakım uygulamaları, geçirgen yüzeylerin uzun vadeli işlevselliği açısından isteğe bağlı müdahaleler değil; sistemin performans sürekliliğini sağlayan zorunlu süreçlerdir. Vakumlu süpürme, derz dolgu malzemelerinin yenilenmesi ve yüzey temizliği gibi bakım işlemlerinin tasarım aşamasında öngörülmediği durumlarda, geçirgen yüzeyler kısa sürede hidrolik etkinliğini yitirmekte ve beklenen yağmur suyu yönetim katkısını sağlayamamaktadır. Bu durum, geçirgen yüzeylerin başarısının yalnızca malzeme ve yapı özelliklerine değil; bakım erişimi, işletme kapasitesi ve yönetsel süreklilik gibi bağlamsal faktörlere de bağlı olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2021).

Bu çerçevede geçirgen yüzeyler, doğru bağlamda ve uygun bakım stratejileriyle ele alındığında, kentsel geçirimsizlik oranlarını azaltan ve yağmur suyu yönetimini yüzey ölçeğinde yeniden kurgulayan etkili LID bileşenleri hâline gelmektedir. Ancak bu tipolojinin başarısı, malzeme seçimi kadar, alt temel tasarımı, bakım erişimi ve kentsel kullanım senaryolarının bütüncül biçimde değerlendirilmesine bağlıdır.

3.3. Lineer Drenaj Sistemleri

Lineer drenaj sistemleri (swales, bioswales ve yağmur suyu hendekleri), kentsel alanlarda yüzey akışını doğrusal hatlar boyunca yönlendiren ve kademeli olarak azaltan LID tipolojileridir. Bu sistemler, özellikle yol kesitleri, otopark kenarları ve kamusal açık alan sınırlarında, geniş yüzeylerden gelen akışı toplayarak hem taşkın riskini azaltmakta hem de kirlletici giderimi sağlayan ekolojik süreçleri devreye sokmaktadır. Lineer karakterleri sayesinde, LID uygulamalarının kentsel ölçekte bağlanırlık ve süreklilik ilkeleri doğrultusunda örgütlenmesinde stratejik bir rol üstlenirler (Fletcher et al., 2015).

Sistem tipleri ve teknik bileşenler, lineer drenaj sistemlerinin tasarım esnekliğini belirleyen temel unsurlardır. Swale ve bioswale sistemleri; bitkilendirilmiş taban, geçirgen dolgu katmanları ve kontrollü eğimlerle tanımlanırken, bordür kesintili taşıma elemanları ve yağmur suyu hendekleri bu sistemlerin farklı kentsel bağlamlara uyarlanmasını sağlar. Kesit geometrisi (trapez, yarıçaplı veya sığ V-kesit), taban geçirgenliği ve bitkilendirme düzeni, sistemin hem hidrolik kapasitesini hem de bakım gereksinimlerini doğrudan etkiler. Tasarımda amaç, akış hızını düşürerek suyun sistem içinde daha uzun süre tutulmasını sağlamaktır (Prince George's County, 2007).

Hidrolojik işleyiş, lineer drenaj sistemlerinin performansını belirleyen temel süreçtir ve bu sistemlerin kentsel ölçekte etkinliği, akışın nasıl yönlendirildiği ve ne ölçüde yavaşlatıldığıyla doğrudan ilişkilidir. Lineer drenaj elemanlarında boyuna eğim, kesit geometrisi ve pürüzlülük katsayıları, akış hızını, hidrolik bekletme süresini ve sistemin enerji sönümleme kapasitesini belirleyen başlıca parametrelerdir. Bu değişkenlerin birlikte ele alınması, yüzey akışının ani ve yüksek enerjili bir deşarj yerine, kontrollü ve düşük enerjili bir akış rejimi içinde ilerlemesini mümkün kılmaktadır.

Lineer drenaj sistemleri, özellikle düşük ve orta şiddetteki yağışlarda yüzey akışını etkin biçimde kontrol ederek suyun sistem içinde daha uzun süre tutulmasını sağlar. Bu süreçte akış hızının düşürülmesi, askıda katı maddelerin çökmesine, kirlleticilerin tutulmasına ve bitkisel-toprak temelli süreçlerin devreye girmesine olanak tanır. Ancak bu sistemlerin hidrolik kapasitesi, aşırı yağış koşullarında sınırlı kalabilmekte; bu nedenle by-pass hatları ve tanımlı taşkın güzergâhları, sistemin güvenli ve öngörülebilir biçimde çalışması açısından zorunlu hâle gelmektedir. Aksi takdirde, lineer drenaj elemanları aşırı yüklenerek çevre alanlarda taşkın ve erozyon risklerini artırabilmektedir.

Klasik hidrolik yaklaşımlar, özellikle Manning eşitliği gibi akış hızını ve hidrolik kapasiteyi tanımlayan yöntemler, lineer drenaj sistemlerinin boyutlandırılmasında hâlen geçerliliğini korumaktadır. Bununla birlikte LID bağlamında bu yaklaşımlar, yalnızca maksimum debiyi güvenle iletmeye odaklanan bir mühendislik perspektifiyle değil; akış süresini uzatan, enerjiyi sönmleyen ve ekolojik süreçleri destekleyen bir tasarım mantığı ile birlikte ele alınmaktadır. Bu bütünlük yaklaşım, lineer drenaj sistemlerinin yalnızca suyu taşıyan elemanlar olmaktan çıkarak, kentsel peyzaj içinde çok işlevli LID bileşenleri olarak çalışmasını mümkün kılmaktadır (Ahiablame, Engel, & Chaubey, 2012).

Kirletici giderimi ve bitkisel dizilim, lineer drenaj sistemlerini diğer LID tipolojilerinden ayıran ve bu sistemlere özgü ekolojik bir performans alanı tanımlayan temel boyutlardan biridir. Lineer drenaj elemanlarında yüzey akışının kontrollü biçimde yavaşlatılması, askıda katı maddelerin (Total Suspended Solids – TSS) çökmesine ve bu partiküllere bağlı ağır metallerin sistem içinde tutulmasına olanak tanımaktadır. Akış hızındaki bu düşüş, yalnızca hidrolik bir avantaj yaratmamakta; aynı zamanda kirleticilerin bitkisel kök bölgesi ve toprak matrisiyle temas süresini artırarak arıtma süreçlerini desteklemektedir.

Bitkisel kök bölgesinde gerçekleşen fiziksel filtrasyon, biyolojik alım ve mikrobiyal dönüşüm süreçleri, özellikle besin tuzlarının (azot ve fosfor formları) tutulmasında ve taşınımının sınırlandırılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu süreçler, lineer drenaj sistemlerini yalnızca yüzey akışını yönlendiren pasif elemanlar olmaktan çıkararak, kentsel peyzaj içinde aktif arıtma zonları hâline getirmektedir. Ancak bu potansiyelin ortaya çıkabilmesi, bitkisel bileşenlerin rastlantısal değil, bilinçli bir dizilim ve tür seçimiyle ele alınmasına bağlıdır.

Bitki seçimi ve yerleşimi, estetik veya görsel peyzaj değeri üzerinden değil; kök yoğunluğu, kök derinliği, taşkın ve geçici doyumluk koşullarına tolerans, büyüme hızı ve bakım gereksinimleri gibi işlevsel kriterler üzerinden değerlendirilmelidir. Yoğun ve iyi gelişmiş kök sistemine sahip türler, toprak stabilitesini artırarak erozyon riskini azaltmakta ve filtrasyon ortamının yapısal bütünlüğünü desteklemektedir. Buna karşılık, zayıf kök yapısına sahip veya yüksek bakım gerektiren türler, sistemin uzun vadeli performansı açısından risk oluşturmaktadır.

Uygun bitkisel dizilim, lineer drenaj sistemlerinin hem hidrolojik performansını hem de uzun vadeli morfolojik ve ekolojik stabilitesini artırmaktadır. Bitkisel örtünün akış rejimiyle uyumlu biçimde kurgulanması, sistemin zaman içinde bozulmasını ve sediment birikimine bağlı işlev kayıplarını sınırlamakta; böylece lineer drenaj elemanlarının kentsel öl-

çekte güvenilir ve sürdürülebilir LID bileşenleri olarak çalışmasına olanak tanımaktadır (Barrett, 2005).

Kentsel entegrasyon ve bakım, lineer drenaj sistemlerinin uzun vadeli başarısını belirleyen son ve tamamlayıcı boyut olarak öne çıkmaktadır. Bu sistemler çoğunlukla yol, otopark ve yaya mekânlarının kesişim noktalarında konumlandıkları için, yalnızca hidrolik performansları üzerinden değil; kamusal mekân kullanımı, güvenlik ve erişilebilirlik gibi çok sayıda mekânsal ve toplumsal kriterle birlikte değerlendirilmelidir. Bu bağlamda lineer drenaj elemanları, kentsel peyzaj içinde teknik altyapı unsurları olmanın ötesinde, günlük kullanım pratikleriyle sürekli temas hâlinde olan açık mekân bileşenleri olarak ele alınmalıdır.

Erişilebilirlik (universal design) ve yaya güvenliği, lineer drenaj sistemlerinin kentsel dokuya entegrasyonunda temel belirleyiciler arasında yer almaktadır. Yaya geçişlerinin kesintiye uğramaması, düşme ve takılma risklerinin önlenmesi, görsel ve fiziksel engellerin minimize edilmesi, bu sistemlerin kamusal alanda kabul edilebilir ve kullanılabilir olmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bakım ekiplerinin sisteme güvenli ve kolay biçimde erişebilmesi, işletme süreçlerinin sürekliliği açısından kritik bir tasarım girdisi olarak ortaya çıkmaktadır.

Bakım uygulamaları, lineer drenaj sistemlerinin performans sürekliliğini sağlayan tamamlayıcı değil, kurucu süreçlerdir. Düzenli tortu temizliği, bitkisel formun kontrol altında tutulması ve giriş noktalarının korunması, sistemin hidrolik kapasitesini ve ekolojik işlevlerini zaman içinde koruyabilmesi açısından zorunludur. Bu müdahalelerin geciktiği veya ihmal edildiği durumlarda, sediment birikimi ve bitkisel aşırı gelişim, akış kesitini daraltarak sistemin taşıma kapasitesini hızla düşürebilmektedir.

Bu nedenle kentsel entegrasyon ve bakım, lineer drenaj sistemlerinin uygulama sonrasında ele alınan ikincil aşamalar olarak değil; tasarım sürecinin başından itibaren performansı belirleyen yapısal bileşenler olarak değerlendirilmelidir. Tasarım aşamasında bu gereksinimlerin göz ardı edilmesi, lineer drenaj sistemlerinin kısa sürede hidrolik etkinliğini yitirmesine ve beklenen LID katkısını sağlayamamasına yol açmaktadır (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2021).

Bu çerçevede lineer drenaj sistemleri, kentsel peyzaj içinde yalnızca akışı yönlendiren elemanlar değil, LID tipolojileri arasında mekânsal sürekliliği sağlayan omurga bileşenler olarak değerlendirilmelidir. Doğru kesit, uygun eğim ve bağlama duyarlı bitkisel tasarım ile ele alındıklarında, bu sistemler kentsel ölçekte bütünleşik bir LID ağının kurulmasına olanak tanımaktadır.

Kentsel ölçekte LID tipolojilerinin çevresel performansı, yalnızca yüzey akışını azaltma kapasiteleriyle değil, farklı kirletici türlerini giderme etkinlikleriyle de değerlendirilmelidir. Yağmur bahçeleri, askıda katı maddeler (TSS) ve besin tuzları (özellikle toplam azot ve fosfor) açısından yüksek giderim potansiyeline sahip olup, bitki-toprak etkileşimi sayesinde ağır metallerin tutulmasında da etkili sistemlerdir. Geçirgen yüzeyler, özellikle TSS gideriminde orta düzeyde bir performans sunarken, besin tuzları ve çözünmüş kirleticiler açısından tasarım ve bakım koşullarına daha duyarlıdır. Lineer drenaj sistemleri ise akış hızının düşürülmesi ve tortu çökmesi yoluyla TSS ve partikül bağlı ağır metallerin gideriminde etkili olmakla birlikte, besin tuzları açısından daha sınırlı bir performans sergileyebilmektedir. Bu farklılıklar, LID tipolojilerinin kentsel bağlamda tek başına değil, tamamlayıcı biçimde ve hedeflenen kirletici türlerine duyarlı olarak birlikte kurgulanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

LID tasarım tipolojileri, tekil uygulamalar olarak değil, parsel-sokak-mahalle ölçekleri arasında kademeli olarak örgütlenen bir tasarım akışının bileşenleri olarak değerlendirilmelidir. Yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler, yüzey akışını parsel ölçeğinde tutan ve geciktiren ilk temas noktalarını oluştururken; lineer drenaj sistemleri bu akışları sokak ve mahalle ölçeğinde yönlendiren ve bütünleştiren omurga elemanlar olarak işlev görür. Bu hiyerarşik kurgu içinde, her tipolojinin kontrollü taşma (by-pass) ilkeleriyle bir üst ölçek sisteme bağlanması, aşırı yağış koşullarında taşkın riskinin güvenli biçimde yönetilmesini sağlar. Aynı zamanda bakım erişiminin parselden sokağa kadar kesintisiz biçimde planlanması, LID sistemlerinin uzun vadeli performansının korunması açısından temel bir tasarım ölçütü olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tipolojiler arası ilişki, yalnızca hidrolik kapasite üzerinden değil, mekânsal bağlantı, taşkın senaryoları ve bakım sürekliliği birlikte düşünülerek kurulmalıdır. İzleyen bölüm, bu tasarım akışının kentsel doku içinde farklı ölçeklerde nasıl bütünleştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

4. Kentsel Dokuya Entegrasyon: Çok Ölçekli Bir Yaklaşım

LID tasarım tipolojilerinin kentsel ölçekte kalıcı ve tekrarlanabilir etki yaratabilmesi, bu bileşenlerin tekil uygulamalar olarak değil, çok ölçekli bir kentsel doku içinde ilişkisel bir sistem olarak ele alınmasına bağlıdır. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve lineer drenaj sistemleri, yalnızca kendi parsel veya uygulama alanlarında değil, daha geniş hidrolik ve ekolojik ağlar içinde konumlandıklarında anlamlı bir performans üretmektedir. Bu nedenle kentsel ölçekte LID entegrasyonu, parselden başlayarak sokak, mahalle ve kent ölçeğine uzanan hiyerarşik bir mekânsal kurgu gerektirir (Fletcher et al., 2015).

Parsel ölçeğinde entegrasyon, LID sistemlerinin kentsel su döngüsüyle kurduğu ilk ve en kritik temas düzeyini oluşturmaktadır. Çatı, avlu, otopark ve açık alanlardan kaynaklanan yüzey akışının mümkün olduğunca parsel sınırları içinde tutulması, geciktirilmesi ve işlenmesi, LID yaklaşımının temel dayanaklarından biridir. Bu ölçekte yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler, yüzey akışını doğrudan sokak altyapısına iletmek yerine, akışı zamansal olarak yavaşlatan ve hidrolik yükü azaltan ara tamponlar olarak işlev görmektedir. Ancak parsel ölçeğinde tasarlanan bu tür LID elemanlarının, üst ölçek drenaj sistemlerinden tamamen kopuk biçimde ele alınması, akışın sürekliliğini bozarak kentsel ölçekte beklenen hidrolojik ve ekolojik performansı zayıflatabilmektedir. Bu nedenle parsel içi LID çözümleri, aşırı yağış ve taşkın koşullarında devreye giren kontrollü taşma ve yönlendirme mekanizmaları aracılığıyla sokak ölçeğindeki drenaj ve mavi-yeşil altyapı sistemleriyle ilişkilendirilmelidir. Böyle bir kurgu, hem parsel ölçeğinde yerinde yönetim ilkesini korumakta hem de yüzey akışının kentsel ölçekte güvenli ve öngörülebilir biçimde aktarılmasını sağlayarak LID sistemlerinin bütüncül performansını güçlendirmektedir (Dietz, 2007).

Sokak ve mahalle ölçeğinde entegrasyon, LID tipolojilerinin doğrusal ve ağ yapılı ilişkiler kurarak kentsel ölçekte işlevsel hâle geldiği kritik aşamayı temsil etmektedir. Bu ölçekte lineer drenaj sistemleri, yol kesitleri boyunca konumlanan yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeylerle birlikte çalışarak yüzey akışını kademeli biçimde yönlendiren ve dağıtan bir mekânsal ağ oluşturmaktadır. Amaç, yağmur suyunu tekil noktalarda toplayan yüksek enerjili drenaj çözümleri yerine, akışı zamansal ve mekânsal olarak yayarak düşük enerjili ve dirençli bir drenaj sistemi kurmaktır. Sokak ölçeğinde süreklilik göstermeyen veya kesintiye uğrayan LID düzenlemeleri, özellikle yoğun yağış koşullarında akışın belirli noktalarda yoğunlaşmasına ve hidrolik darboğazların oluşmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle LID elemanlarının yerleşimi, yaya geçişleri, kavşaklar, açık alan bağlantıları ve kamusal mekân kullanımlarıyla birlikte ele alınmalı; güvenlik, erişilebilirlik (universal design) ve kullanıcı etkileşimi tasarımın ayrılmaz bileşenleri olarak değerlendirilmelidir. Özellikle kamusal açık alanlarda rekreasyonel kullanımın yoğunluğu ve mekânsal dağılımı, LID bileşenlerinin fiziksel dayanıklılığı ve uzun vadeli işlevselliği üzerinde belirleyici bir baskı oluşturmaktadır. Taşıma kapasitesinin aşıldığı durumlarda ortaya çıkan mekânsal aşınma ve kullanım çatışmaları, doğa temelli altyapı çözümlerinin kentsel dokuya entegrasyonunda kritik eşikler yaratmakta; bu da LID sistemlerinin yalnızca hidrolik değil, aynı zamanda mekânsal ve yönetsel bir ağ olarak ele alınmasını zorunlu kılmaktadır (Benedict & McMahon, 2006; Özmekik & Göktuğ Tendü Hilal, 2023).

Mekânsal süreklilik, kentsel ölçekte LID entegrasyonunun en kritik bileşenidir. LID sistemleri, yalnızca hidrolik akışları değil, aynı zamanda ekolojik süreçleri de taşıyan mavi-yeşil altyapı ağlarının parçası olarak ele alınmalıdır. Parça-bazlı ve kopuk uygulamalar, kısa vadede olumlu sonuçlar üretebilse de, uzun vadede kentsel peyzajın bütüncül işleyişine sınırlı katkı sağlar. Süreklilik ilkesinin gözetildiği tasarımlarda ise LID elemanları, habitat bağlantıları, mikroiklim düzenleyici alanlar ve kamusal mekânlar arasında çok işlevli bir omurga oluşturur. Bu yaklaşım, LID’i teknik bir müdahale olmaktan çıkararak, kentsel peyzajın taşıyıcı ekolojik-mekânsal sistemi hâline getirir (Ahern, 2011).

Bu çok ölçekli entegrasyon yaklaşımı, LID tasarımının başarısını yalnızca bireysel tipolojilerin performansına değil, bu tipolojilerin kentsel doku içindeki konumlanışına ve birbirleriyle kurdukları ilişkilere bağlamaktadır. Böylece LID, kentsel alanlarda yağmur suyu yönetiminin ötesine geçerek, ekolojik süreklilik, mekânsal kalite ve kentsel dayanıklılık hedeflerini birlikte destekleyen bütünlük bir tasarım stratejisi olarak ele alınmaktadır (Shen et al., 2022).

Performans izleme, LID tasarımının uygulama sonrasında devreye giren bağımsız bir değerlendirme adımı değil, tasarım sürecinin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmalıdır. Kentsel ölçekte entegre edilen LID sistemlerinin hidrolik ve ekolojik etkinliği; depolama kapasitesi, boşalma süresi, infiltrasyon oranları ve tıkanma eğilimleri gibi göstergeler üzerinden izlenebilir olmalıdır. Bu göstergelerin tasarım aşamasında tanımlanması, parselden mahalle ölçeğine uzanan LID ağlarının hem performansının karşılaştırılmasına hem de bakım ve uyarılma kararlarının nesnel verilere dayandırılmasına olanak tanır. Bu bağlamda performans izleme, entegrasyonun sürdürülebilirliğini sağlayan tamamlayıcı bir araç değil, entegrasyonu mümkün kılan yapısal bir tasarım bileşeni olarak değerlendirilmelidir.

Kentsel bağlamın fiziksel ve yönetsel kısıtları, LID tasarımının her koşulda aynı biçimde uygulanmasını mümkün kılmamaktadır. Kentsel alanlarda arazi kullanımı deseni, yapı yoğunluğu ve mekânsal saçaklanma biçimleri; yüzey akışının oluşumu, kirletici taşınımı ve LID bileşenlerinin performansı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle LID uygulamalarının başarısı, yalnızca tekil tipolojilerin teknik özelliklerine değil, içinde yer aldıkları mekânsal dokunun bütüncül olarak analiz edilmesine ve kararların bu analizler üzerinden üretilmesine bağlıdır (Özmekik, Ersoy Tonyaloğlu & Göktuğ Tendü Hilal, 2022).

Kentsel bağlamın fiziksel ve yapısal özellikleri, LID uygulamalarının her koşulda aynı biçimde hayata geçirilmesini sınırlandırabilmektedir.

Tarihi dokular, yoğun altyapı ağırları ve arkeolojik katmanlar, derin kazı gerektiren infiltrasyon temelli çözümleri önemli ölçüde kısıtlarken; ağır trafik yüküne sahip ana arterler ve lojistik akslar, geçirgen yüzey uygulamaları açısından yapısal dayanım ve güvenlik riskleri barındırmaktadır. Benzer biçimde, yüksek yeraltı suyu seviyesine (groundwater table – GWT) sahip alanlarda veya doyumluğa yakın zemin koşullarında doğrudan sızdırmaya dayalı sistemler, hem hidrolojik performans kayıplarına hem de kirleticilerin yeraltı suyu ortamlarına taşınması gibi çevresel sorunlara yol açabilmektedir. Bu tür bağlamsal kısıtlar, LID uygulamalarının salt teknik yeterlilik üzerinden değil, içinde yer aldıkları kentsel dokunun fiziksel, tarihsel ve hidrojeolojik özellikleriyle birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Ancak bu tür kısıtlı bağlamlar, LID yaklaşımının terk edilmesini değil; tasarım stratejilerinin bağlama uyarlanmasını gerekli kılmaktadır. İnfiltrasyonun sınırlı olduğu koşullarda sızdırmaz tabanlı yağmur bahçeleri (lined bioretention), underdrain sistemleri ve gecikmeli deşarj (detention–controlled release) çözümleri, yağmur suyunun yerinde tutulması ve kontrollü biçimde yönlendirilmesi yoluyla LID'in taşkın azaltımı ve su kalitesi iyileştirme hedeflerini sürdürmeye olanak tanımaktadır. Bu tür uyarlamalar, yağmur suyunun mutlaka toprağa sızdırılmasını değil; kentsel sistem içinde zamansal olarak geciktirilmesini, mekânsal olarak yönlendirilmesini ve güvenli biçimde yönetilmesini esas almaktadır. Dolayısıyla LID, katı bir uygulama seti değil; farklı kentsel bağlamlara uyarlanabilen esnek ve bağlama duyarlı bir tasarım yaklaşımı olarak ele alındığında, kentsel ölçekte uygulanabilirliğini ve etkinliğini önemli ölçüde artırmaktadır.

Son yıllarda düşük etkili gelişim (Low Impact Development – LID) yaklaşımları, doğa temelli çözümler (Nature-Based Solutions – NBS) ve mavi-yeşil altyapı (Blue-Green Infrastructure – BGI) çerçeveleriyle birlikte ele alınarak, daha geniş bir kentsel direnç (urban resilience) ve iklim uyumu (climate adaptation) paradigması içinde yeniden konumlandırılmaktadır. Bu bütünsel yaklaşım, kentsel alanlarda yağmur suyu yönetimini tekil bir altyapı problemi olarak değil; iklim değişikliği kaynaklı aşırı hava olayları, ekosistem bozulmaları ve yaşam kalitesine ilişkin baskılarla birlikte ele alınması gereken çok boyutlu bir tasarım ve planlama meselesi olarak değerlendirmektedir. Güncel literatür, LID uygulamalarının yalnızca yüzey akışını azaltmaya odaklanan teknik müdahaleler olmadığını; aynı zamanda kentsel ekosistemlerin işleyişini destekleyen, mikroklimi düzenleyen ve ekosistem hizmetleri üreten mavi-yeşil altyapı sistemlerinin ayrılmaz bileşenleri olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda LID, NBS ve BGI yaklaşımları arasında kurulan eşgüdüm, farklı ölçeklerde geliştirilen müdahalelerin birbirini besleyen bir sistem hâline gelmesini mümkün kılmaktadır. Parsel ölçeğinde tasarlanan yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve benzeri LID elemanları; sokak ve mahalle ölçeğinde yeşil koridorlar, lineer drenaj sistemleri ve kamusal açık alan ağlarıyla ilişkilendirildiğinde, kentsel ölçekte daha bütüncül, dirençli ve uyurlanabilir mavi-yeşil altyapı sistemleri ortaya çıkmaktadır. Bu çok ölçekli ve ilişkisel kurgu, LID'i tekil uygulamaların toplamı olmaktan çıkararak, iklim uyumunu, ekolojik sürekliliği ve kentsel yaşam kalitesini birlikte destekleyen stratejik bir tasarım yaklaşımı olarak konumlandırmaktadır.

5. Sonuç: Tasarımdan Uygulamaya LID

Bu kitap bölümünde ele alınan tasarım yaklaşımı, düşük etkili gelişim (LID) uygulamalarının kentsel ölçekte başarısının, tekil teknik çözümlerden ziyade bütüncül ve bağlama duyarlı tasarım kararlarına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve lineer drenaj sistemleri, kendi başlarına etkili hidrolojik bileşenler olmakla birlikte, asıl potansiyellerini kentsel doku içinde birbirleriyle ilişkilendirildiklerinde ve çok ölçekli bir sistem mantığıyla ele alındıklarında ortaya koymaktadır. Bu durum, LID'i yalnızca yağmur suyu yönetimine yönelik bir mühendislik aracı olmaktan çıkararak, kentsel peyzaj tasarımının stratejik bir bileşeni hâline getirmektedir.

Bölüm boyunca benimsenen tipoloji-temelli yaklaşım, düşük etkili gelişim (LID) tasarımının yalnızca kuramsal ilkeler düzeyinde kalan bir çerçeve olmadığını; bu ilkelerin somut mekânsal çözümlere nasıl dönüştürülebileceğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve lineer drenaj sistemleri gibi farklı LID tipolojileri, yalnızca biçimsel ya da teknik özellikleri üzerinden değil; her birinin taşıdığı hidrolojik işleyiş, toprak-bitki etkileşimi ve bakım-işletme gereksinimleri birlikte ele alınarak değerlendirilmiştir. Bu bütüncül ele alış, LID tasarımında teknik bileşenlerin, ekolojik süreçlerin ve mekânsal kararların birbirinden bağımsız olarak ele alınamayacağını; aksine tasarım sürecinin her aşamasında eşzamanlı ve ilişkisel biçimde düşünülmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çerçeve, LID uygulamalarında sıkça gözlenen performans kayıplarının ve işlevsel başarısızlıkların önemli bir bölümünün, kullanılan tipolojinin “yanlış” olmasından değil; tasarım, uygulama ve işletme süreçleri arasındaki kopukluklardan kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Teknik olarak doğru kabul edilen çözümler, bağlamdan kopuk biçimde uygulandığında veya bakım-işletme boyutu tasarım sürecine dâhil edil-

mediğinde, beklenen hidrolojik ve ekolojik katkıyı sağlayamamaktadır. Dolayısıyla tipoloji-temelli yaklaşım, LID'in başarısını tekil eleman performansından ziyade, bu elemanların tasarım süreci içinde nasıl kurgulandığına ve birbirleriyle nasıl ilişkilendirildiğine bağlayan açıklayıcı bir çerçeve sunmaktadır.

Kentsel dokuya entegrasyonun çok ölçekli bir perspektifle ele alınması, bu bölümün temel katkılarından birini oluşturmaktadır. Parsel ölçeğinde başlayan tasarım kararlarının, sokak ve mahalle ölçeğinde süreklilik kazanması; hidrolik akışların, ekolojik süreçlerin ve kamusal mekânların birlikte kurgulanması, LID'in kentsel ölçekte kalıcı etki yaratabilmesinin ön koşulu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda LID tasarımı, yalnızca “nerede uygulanmalı?” sorusuna değil, “nasıl bağlanmalı ve nasıl süreklilik kazanmalı?” sorularına da yanıt üreten bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir.

Bu bölümün ortaya koyduğu çerçeve, LID uygulamalarının başarısının tekil teknik çözümlerden ziyade, çok ölçekli ve ilişkisel bir tasarım mantığına dayandığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Buna göre LID elemanlarının, yalnızca uygulandıkları alan içinde değil, mutlaka daha üst ölçekli hidrolik ve ekolojik sistemlerle ilişki kuracak biçimde ele alınması gerekmektedir. Parsel ölçeğinde tasarlanan yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve benzeri bileşenler, sokak ve mahalle ölçeğindeki drenaj ve mavi-yeşil altyapı ağlarından kopuk biçimde ele alındığında, kentsel ölçekte beklenen performansı üretememektedir. Bu nedenle tasarım sürecinin, hidrolojik katmanlar, bitkisel yapı ve bakım erişimi gibi bileşenleri birbirinden bağımsız değil; eşzamanlı ve bütüncül bir kurgu içinde değerlendirmesi temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu bütüncül yaklaşım, parsel ölçeğinde alınan tasarım kararlarının, sokak ve mahalle ölçeğindeki akış hiyerarşisiyle uyumlu olmasını ve yüzey akışının kentsel ölçekte güvenli, öngörülebilir ve süreklilik gösteren bir sistem içinde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Aynı zamanda performans izleme ve bakım süreçleri, uygulama sonrasında devreye giren ikincil aşamalar olarak değil; tasarımın başından itibaren sistemin işleyişini belirleyen ayrılmaz bileşenler olarak ele alınmalıdır. Malzeme ve bitki seçiminin yerel iklim koşulları, toprak özellikleri ve kirlilik yükleriyle uyumlu biçimde yapılması ise hem hidrolojik hem de ekolojik performansın sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede LID, önceden tanımlanmış sabit çözümler bütünü değil; bağlama duyarlı, uyarlanabilir ve süreç temelli bir tasarım yaklaşımı olarak değerlendirildiğinde, kentsel ölçekte kalıcı ve tekrarlanabilir sonuçlar üretebilmektedir.

Sonuç olarak bu makale, LID'i teknik bir yağmur suyu yönetim çözümü-
nün ötesine taşıyarak, kentsel peyzajın ekolojik, mekânsal ve işlevsel
niteliğini birlikte dönüştüren bir tasarım yaklaşımı olarak konumlandır-
maktadır. Tipoloji temelli ve çok ölçekli entegrasyona dayalı bu yaklaşım,
LID'in farklı kentsel bağlamlarda tutarlı, tekrarlanabilir ve uygulanabilir
çözümler üretmesine olanak tanımakta; araştırmacılar, tasarımcılar ve
uygulayıcılar için ortak bir tasarım dili sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Ahiablame, L. M., Engel, B. A., & Chaubey, I. (2012). Effectiveness of low impact development practices: Literature review and suggestions for future research. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(7), 4253–4273. <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1189-2>
- Ahern, J. (2011). From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 341–343. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.02.021>
- Barrett, M. E. (2005). Performance comparison of structural stormwater best management practices. *Water Environment Research*, 77(1), 78–86. <https://doi.org/10.2175/106143005X41691>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.
- Brown, R. A., & Borst, M. (2014). Evaluation of surface infiltration rates of permeable pavement systems. *Journal of Environmental Engineering*, 140(10), 04014025. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000858](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000858)
- Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G., & Clar, M. (2009). Bioretention technology: Overview of current practice and future needs. *Journal of Environmental Engineering*, 135(3), 109–117. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2009\)135:3\(109\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109))
- Davis, A. P., Traver, R. G., Hunt, W. F., Lee, R., Brown, R. A., & Olszewski, J. M. (2012). Hydrologic performance of bioretention storm-water control measures. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17(5), 604–614. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000467](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000467)
- Dietz, M. E. (2007). Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 186(1–4), 351–363. <https://doi.org/10.1007/s11270-007-9484-z>
- Dietz, M. E., & Clausen, J. C. (2005). A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment. *Water, Air, & Soil Pollution*, 167(1–4), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s11270-005-8266-8>
- Drake, J., Bradford, A., & Van Seters, T. (2013). Performance of permeable pavement systems: A review of field studies. *Water Quality Research Journal of Canada*, 48(3), 203–222. <https://doi.org/10.2166/wqrjc.2013.015>
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., & Viklander, M. (2015). SUDS, LID, BMPs and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- Göktuğ, T. H. (2021). Visitor-sourced pollution and esthetic quality in the coastal national parks: Sample of Dilek Peninsula–Büyük Menderes Delta National Park, Turkey. *Coastal Management*, 49(2), 183–200. <https://doi.org/10.1080/08920753.2021.1875391>
- Hunt, W. F., Jarrett, A. R., Smith, J. T., & Sharkey, L. J. (2006). Evaluating bioretention hydrology and nutrient removal at three field sites in North

- Carolina. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 132(6), 600–608. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2006\)132:6\(600\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2006)132:6(600))
- Özmekik, İ., & Göktuğ, T. H. (2023). Salda Gölü Tabiat Parkı'nın rekreasyonel taşıma kapasitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 83–89.
- Özmekik, İ., Ersoy Tonyaloğlu, E., & Göktuğ, T. H. (2022). Kent atlası verilerinden kentsel saçaklanmanın belirlenmesi: Samsun ili örneği. *Turkish Journal of Landscape Research*, 5(2), 102–111.
- Pratt, C. J. (1999). Permeable pavements for stormwater quality enhancement. *Water Science and Technology*, 39(5), 1–8. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00109-9](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00109-9)
- Prince George's County. (2007). *Low-impact development design strategies: An integrated design approach*. Department of Environmental Resources.
- Roy-Poirier, A., Champagne, P., & Filion, Y. (2010). Review of bioretention system research and design: Past, present, and future. *Journal of Environmental Engineering*, 136(9), 878–889. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0000237](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000237)
- Sansalone, J. J., & Teng, Z. (2004). In situ partial exfiltration of rainfall runoff. II: Particle separation. *Journal of Environmental Engineering*, 130(9), 1062–1072. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2004\)130:9\(1062\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2004)130:9(1062))
- Shen, Y., O'Donnell, E., Rahman, A., & Morsy, M. (2022). Performance and modelling of nature-based solutions and LID practices under climate change: A review. *Journal of Hydrology*, 607, 127471. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127471>
- U.S. Environmental Protection Agency. (2021). *Storm Water Management Model (SWMM) user's manual (Version 5.2)*. U.S. EPA.
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M., & Morgan, R. P. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3), 706–723. <https://doi.org/10.1899/04-028.1>

Bölüm 16

KORUNAN PLAHLARDA REKREASYONEL TAŞIMA KAPASİTESİ VE ZONLAMA YAKLAŞIMI: ÇIRALI PLAHI ÖRNEĞİ

Tendü Hilal GÖKTUĞ¹

1 Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı
Bölümü,

tgoktug@adu.edu.tr ,ORCID: 0000-0001-7544-9943

1. Giriş

Korunan alanlar, biyolojik çeşitliliğin korunması, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve doğal-kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılması açısından kritik öneme sahip mekânlardır. Bununla birlikte, özellikle kıyı ve plaj ekosistemleri, sahip oldukları rekreasyonel çekicilik nedeniyle yoğun ziyaretçi baskısına maruz kalmakta; bu durum koruma hedefleri ile rekreasyonel kullanım talepleri arasında bir gerilim ortaya çıkarmaktadır (Goodhead, 2013). **Söz konusu gerilim, korunan alan yönetiminde “koruma-kullanma dengesi”nin nasıl sağlanacağına ilişkin kuramsal ve uygulamaya dönük tartışmaların temelini oluşturmaktadır** (Göktuğ, & Kurkut, 2016).

Bu bağlamda rekreasyonel taşıma kapasitesi kavramı, doğal alanların sürdürülebilir yönetimine yönelik geliştirilen en köklü ve yaygın kuramsal yaklaşımlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Taşıma kapasitesi, ilk olarak ekolojik literatürde bir ekosistemin bozulmadan sürdürebileceği popülasyon büyüklüğünü tanımlamak amacıyla kullanılmış; zamanla rekreasyon ve turizm planlaması alanına uyarlanarak çok boyutlu bir kavram hâline gelmiştir (Wagar, 1964; Shelby & Heberlein, 1986). Güncel yaklaşımlarda rekreasyonel taşıma kapasitesi, yalnızca fiziksel alan büyüklüğüne dayalı nicel bir eşik olarak değil; ekolojik, sosyal, algısal ve yönetsel boyutları içeren bütüncül bir planlama aracı olarak ele alınmaktadır (Manning, 2010; Newsome vd., 2012).

Plajlar ve kıyı alanları söz konusu olduğunda, rekreasyonel taşıma kapasitesi kavramı daha da karmaşık bir yapı kazanmaktadır. Kumul sistemleri, kıyı bitki örtüsü, hassas fauna türleri ve dinamik morfolojik süreçler, bu alanların ekolojik dayanıklılığını sınırlandıran temel unsurlar arasında yer almaktadır (Ribeiro vd., 2011; Silva, vd., 2007). The sustainable carrying capacity as a tool for environmental beach management. *Journal of Coastal Research*, 1411-1414.. Uluslararası literatürde yapılan çalışmalar, plajlarda gözlenen ekolojik bozulmaların çoğu zaman ziyaretçi sayısının mutlak büyüklüğünden ziyade, rekreasyonel kullanımın belirli alanlarda yoğunlaşması, uygunsuz kullanım biçimleri ve yetersiz yönetim kapasitesi ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Silva, 2002; Schlacher vd., 2007; Zacarias vd., 2011).

Rekreasyonel taşıma kapasitesinin kuramsal gelişiminde önemli bir kırılma noktası, Cifuentes (1992) tarafından geliştirilen Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK), Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK) ve Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK) yaklaşımıdır. Bu çerçeve, alanın fiziksel özelliklerinden kaynaklanan sınırları, iklimsel ve çevresel kısıtlayıcıları ve yönetim kapasitesini birbirinden ayırarak değerlendirmekte; böylece taşıma kapa-

sitesini statik bir eşik olmaktan çıkarıp, yönetime duyarlı dinamik bir kavram hâline getirmektedir. Özellikle ETK kavramı, altyapı, üstyapı, personel yeterliliği, denetim ve yönlendirme mekanizmalarının rekreasyonel baskının alana yansımadaki belirleyici rolünü açık biçimde ortaya koymaktadır (Eagles vd., 2002).

Son yıllarda rekreasyonel taşıma kapasitesi tartışmaları, zonlama temelli planlama yaklaşımları ile daha da bütünleşmiştir. Bu yaklaşım, korunan alanların ekolojik hassasiyetlerine göre farklı kullanım zonlarına ayrılmasını ve rekreasyonel faaliyetlerin bu zonlar çerçevesinde yönlendirilmesini öngörmektedir. Akdeniz havzası, Güney Amerika ve Avustralya kıyılarında gerçekleştirilen çok sayıda çalışma, taşıma kapasitesi analizlerinin zonlama kararlarıyla birlikte ele alınmasının, hem rekreasyonel kullanımın kontrol altına alınmasında hem de hassas kıyı ekosistemlerinin korunmasında etkili bir yönetim stratejisi sunduğunu göstermektedir (Williams & Micallef, 2009; Pranzini & Williams, 2019).

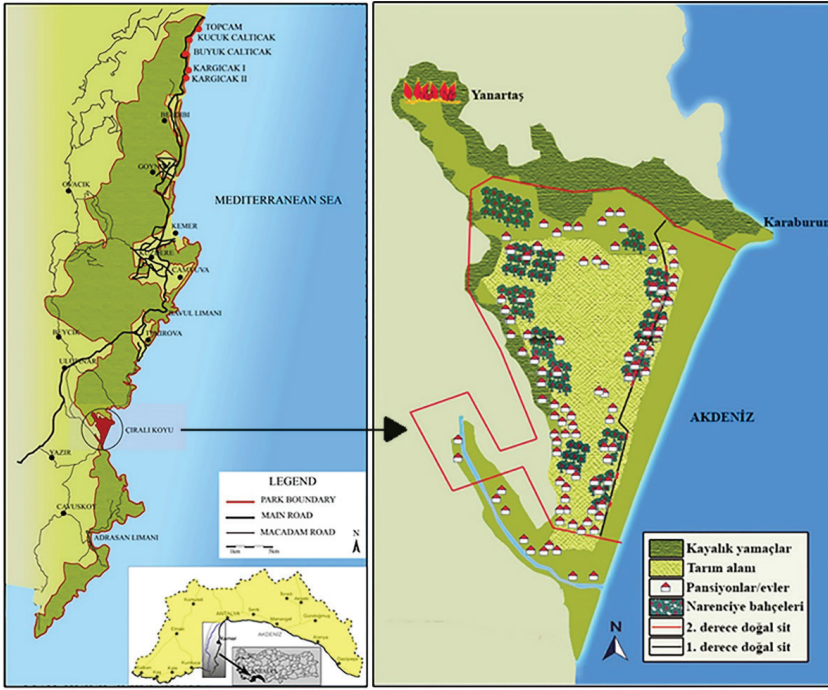
Türkiye kıyıları, özellikle Akdeniz kuşağında yer alan milli parklar ve özel çevre koruma bölgeleri, yüksek biyolojik çeşitlilikleri ve yoğun turizm baskısı nedeniyle bu kuramsal tartışmaların uygulamaya aktarılması açısından önemli bir potansiyel barındırmaktadır.

Bu çalışma, Beydağları Sahil Milli Parkı sınırları içerisinde yer alan Çıralı Plajı örneğinde, rekreasyonel taşıma kapasitesini FTK, GTK ve ETK boyutlarıyla değerlendirmeyi ve elde edilen sonuçları zonlama temelli yönetim önerileriyle ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın temel hedefi; Çıralı Plajı'nda mevcut rekreasyonel kullanımın ekolojik sınırlarını ortaya koymak, yönetim kapasitesinin taşıma kapasitesi üzerindeki belirleyici rolünü analiz etmek ve korunan alanlarda sürdürülebilir plaj yönetimine yönelik bilimsel temelli bir karar destek çerçevesi geliştirmektir. Bu yönüyle çalışma, rekreasyonel taşıma kapasitesini yalnızca sayısal bir sınır değil, korunan alan planlama ve yönetiminde stratejik bir araç olarak ele alarak literatüre özgün bir katkı sunmaktadır.

2. Materyal Ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma Alanının Konumu ve Genel Özellikleri: Çalışma alanı, Antalya ili, Kemer ilçesi sınırları içerisinde yer alan ve Beydağları Sahil Milli Parkı'nın güney kesiminde bulunan Çıralı Koyu Plajıdır. Çıralı, Akdeniz kıyı kuşağında yer almakta olup, doğuda Olympos Antik Kenti, batıda Tekirova yerleşimi ve kuzeyde Beydağları kütlesi ile çevrilidir. Alan, hem doğal hem de kültürel peyzaj değerlerinin bir arada bulunduğu, Türkiye'nin önemli kıyı koruma alanlarından biridir.



Şekil 1. Çıralı Koyu'nun konumu

Çıralı Koyu yaklaşık 3,2 km uzunluğunda doğal bir kumsala sahip olup, kumul sistemleri, denizel ekosistemler ve kıyı ardı doğal bitki örtüsü ile karakterizedir. Alan, *Caretta caretta* deniz kaplumbağalarının önemli yuvalama alanlarından biri olması nedeniyle ulusal ve uluslararası ölçekte biyolojik açıdan yüksek hassasiyet taşımaktadır. Bunun yanı sıra kum zambağı (*Pancratium maritimum*) gibi nadir ve hassas kumul bitkileri de kıyı şeridi boyunca yayılış göstermektedir.

Çıralı, Beydağları Sahil Milli Parkı sınırları içerisinde yer alması nedeniyle milli park statüsüne sahip olup ayrıca I. Derede doğal sit olarak korunmaktadır. Buna karşın, alanda hem günübirlik rekreasyonel kullanımlar (deniz-güneş banyosu, piknik, tekne turları) hem de konaklamaya dayalı turizm faaliyetleri (pansiyon, bungalov, kamp alanları) yoğun biçimde sürdürülmektedir. Bu durum, özellikle yaz aylarında alanda rekreasyonel baskının artmasına ve doğal kaynaklar üzerinde fiziksel

2.2. Yöntem

Çalışmada, Çıralı Plaj alanının rekreasyonel taşıma kapasitesinin belirlenmesine yönelik olarak nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıl-

dığı çok aşamalı bir yaklaşım benimsenmiştir. Yöntemsel süreç; mevcut durum tespiti (arazi çalışmaları ve mekânsal analizler) ve rekreasyonel taşıma kapasitesi hesaplamalarını içermektedir.

Mevcut Durum Tespiti: Çıralı plajındaki rekreasyonel kullanım özelliklerinin, mekânsal dağılımı ve çevresel baskı unsurları araştırılmıştır. Bu kapsamda;

Alan genelinde ziyaretçi giriş-çıkışlarını izleyen bir kayıt sisteminin bulunmaması nedeniyle, günlük ziyaretçi sayılarının doğrudan ölçümü mümkün olmamıştır. Bu kapsamda, Çıralı Koyu'nda faaliyet gösteren konaklama işletmelerine ait ruhsat ve kapasite bilgileri Kemer Belediyesi Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Resmî kayıtlarda yatak kapasitesi bilgisi bulunmayan işletmeler için araştırmacılar tarafından doğrudan işletme sahipleriyle iletişime geçilmiş ve eksik veriler tamamlanmıştır.

Plaj alanının ekolojik hassasiyetlerinin ve rekreasyonel kullanımın mekânsal dağılımının ortaya konulabilmesi amacıyla sistematik arazi gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu gözlemler sırasında kıyı şeridi boyunca, deniz kaplumbağalarının yuvalama alanları, kumul vejetasyonu, rekreasyonel kullanımın yoğunlaştığı kesimler, yaya ve araç kaynaklı fiziksel bozulmalar ile yapılaşma biçimleri yerinde incelenmiş ve görsel materyallerle belgelenmiştir. Arazi çalışmaları, rekreasyonel baskının en yüksek olduğu yaz sezonunda yürütülmüş; özellikle plajın farklı kesimleri arasındaki kullanım farklılıklarının belirlenmesine odaklanılmıştır.

Kumul alanlarda tespit edilen yaya ve araç izleri, arazi çalışmaları sırasında konumsal olarak kaydedilmiş; bu izlerin sürekliliği ve yayılımı, güncel uydu görüntüleri aracılığıyla da incelenerek arazi verileriyle karşılaştırılmıştır. Bu yöntemle, kumul ekosistemi üzerinde oluşan fiziksel baskının mekânsal dağılımı değerlendirilmiştir.

Elde edilen tüm veriler, Çıralı Plajı'ndaki rekreasyonel kullanımın mekânsal özelliklerini ve çevresel baskı unsurlarını bütüncül bir çerçevede ortaya koymak amacıyla analiz edilmiş; bu analizler, çalışmanın ilerleyen aşamalarında gerçekleştirilen rekreasyonel taşıma kapasitesi hesaplamaları ve yönetim-zonlama önerileri için temel veri setini oluşturmuştur.

Korunan Alanlarda Taşıma Kapasitesi Tahmin Yöntemi: Bu yöntemle göre büyüklüğü belirli olan bir rekreasyon alanına, belirli bir zaman aralığında rekreasyonel faaliyetin çeşidine göre “fiziksel” olarak sığabilecek ziyaretçi sayısı da belirlidir. Ancak, rekreasyon alanlarında çeşitli fiziksel, ekolojik veya iklimsel faktörler ziyaretleri kısıtlamaktadır.

Bu faktörlerden dolayı “gerçekte” alanın ziyaretçi kapasitesi düşmektedir. Ayrıca eleman yetersizliği, hizmet tesislerindeki yetersizlik veya güvenlik yetersizliği gibi yönetim kaynaklı problemler ise alandaki tüm ziyaretçilere “etkin” bir hizmetin verilmesini kısıtlamaktadır. Bu durumda da alanın ziyaretçi kapasitesi düşmektedir. Bu mantık çerçevesinde yöntemde üç rekreasyonel taşıma kapasitesi düzeyi tanımlanmaktadır. Bunlar, “Fiziksel Taşıma Kapasitesi”, “Gerçek Taşıma Kapasitesi” ve “Etkin Taşıma Kapasitesi” dir. ((Cifuentes, 1992):

“*Fiziksel Taşıma Kapasitesi*” (FTK): Büyüklüğü belirli olan bir rekreasyon alanına, belirli bir zaman aralığında rekreasyonel faaliyetin çeşidine göre “fiziksel” olarak sığabilecek maksimum ziyaretçi sayısını ifade etmekte olup şu formülle hesaplanmaktadır:

$$FTK=A \times Z/a \times Rf$$

Bu formülde;

FTK: Fiziksel Taşıma Kapasitesi

A: Alan (Ziyaretçilerin kullanımı için mevcut alan veya patika)

Z/a: Ziyaretçi/alan (Ziyaretçi başına düşen alan veya patika uzunluğu)

Rf = *gs/zs*: Rotasyon faktörü= Bir alanın günlük açık olduğu süre/ Bir ziyaretin ortalama süresi

“*Gerçek Taşıma Kapasitesi*” (GTK): Rekreasyonu kısıtlayan veya tamamen engelleyen faktörlerin matematiksel olarak FTK’dan çıkarılması ile elde edilen maksimum ziyaretçi sayısını ifade etmektedir. Rekreasyon alanlarında çeşitli fiziksel, ekolojik veya iklimsel faktörler ziyaretleri kısıtlamaktadır. Örnek olarak, %20’den fazla eğimli parkurlarda ziyaretler daha az eğimli parkurlara oranla daha fazla çaba gerektirmektedir. Bu sebeple eğimi fazla olan parkurların tercih edilme oranları düşmektedir. Aynı zamanda fazla eğimli alanlar daha fazla erozyon riski taşıdığından dolayı yoğun kullanımlar, vejetasyon kaybına ve toprağın sıkışmasına neden olarak erozyonun oluşmasına veya hızlanmasına neden olabilmektedir. Bu sebeple eğim fiziksel ve ekolojik olarak ziyaretçi sayısını kısıtlayan bir faktördür. Bir diğer örnek ise iklimsel faktörlerdir. Deniz ve güneş banyosu için uygun olan aylar özellikle yaz ve kısmen bahar ayları iken kış ayları bu rekreasyon faaliyetini engelleyen bir faktör niteliğindedir.

GTK şu formülle ifade edilir:

$$GTK = FTK - Fd1 - Fd2 - \dots - Fdn$$

Bu formülde;

GTK: Gerçek Taşıma Kapasitesi

FTK: Fiziksel Taşıma Kapasitesi

Fd: Her bir faktör için hesaplanan düzeltme değeri olup aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$Fd = Fs / Ft \times 100$$

Bu formülde;

Fd: Faktörün düzeltme değeri

Fs: Faktörün sınırlayıcı değeri

Ft: Faktörün toplam değeri

“*Etkin Taşıma Kapasitesi*” (ETK): Etkin taşıma kapasitesi, yönetimce sağlanan mevcut koşullar kapsamında korunan bir alanda planlanan aktivitelerin sürdürülebilmesi yönünde izin verilebilecek maksimum ziyaretçi sayısını ifade etmektedir.

$$ETK = GTK \times YK$$

Bu formülde;

ETK: Etkin Taşıma Kapasitesi

GTK: Gerçek Taşıma Kapasitesi

YK: (Yönetim Kapasitesi)

Formülde YK'nın en büyük değeri 1'e eşit olup, YK yönetimce sağlanan mevcut koşulların toplamını ifade etmektedir. Bu koşullar, altyapı, üstyapı ve tesisler, yönetim kadrosu, eleman sayısı, eleman niteliği, fonlar, mevzuat vb. birçok değişkenden oluşmaktadır. Bu sebeplerle yönetim kapasitesinin tahmin edilmesi oldukça güçtür.

Bu çalışmada ETK hesaplarında, ölçülebilir nitelikte ve direk olarak rekreasyon kalitesi ile ilişkili olan altyapı, üstyapı ve tesisler ve personel olmak üzere 3 değişken YK hesaplarında kullanılmıştır. YK aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$YK = \frac{(\text{Mecut Altyapı} + \text{Mecut Üstyapı ve Tesisler} + \text{Mecut Personel})}{12 (\text{değişkenlerin alabileceği toplam maksimum puan-ideal durum})}$$

Altyapı tesislerinin (katı atık yönetimi, temiz içme suyu kaynakları, atık su yöntemi, elektrik vb.) yeterliliği, üstyapı ve tesislerinin (piknik

üniteleri, wc, duş ve soyunma kabinleri, çeşme, kafe vb) miktarı, konumu, bakım durumu ve kullanılabilirliği, mevcut personelin ise alan yönetimi ve ziyaretçi yönetimi bakımından aktif olma durumuna göre 5'li likert ölçek (0= hiç yok ve 4= çok yeterli) kullanılarak değerlendirilmiştir. Alan gözlemleri ve yöneticiler ile görüşmeler neticesinde projedeki tüm araştırmacılar tarafından değerlendirmeler yapılmıştır.

3.Bulgular

3.1. Mevcut Durum

Çıralı Koyu'nda alan girişlerinde herhangi bir kayıt ya da kontrol mekanizmasının bulunmaması nedeniyle, günlük ve yıllık ziyaretçi sayılarının doğrudan belirlenmesi mümkün değildir. Bu nedenle çalışma kapsamında, mevcut ziyaretçi kapasitesinin tahmin edilmesine yönelik dolaylı bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu doğrultuda, Çıralı Koyu'nda faaliyet gösteren konaklama işletmelerine ait kapasite bilgileri Kemer Belediyesi Ruhsat ve Denetim Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Resmî kayıtlarda yatak kapasitesi bilgisi bulunmayan işletmeler araştırmacılar tarafından tek tek aranarak işletme sahipleri ile görüşülmüş ve eksik veriler tamamlanmıştır.

Elde edilen verilere göre, Çıralı Koyu'nda faaliyet gösteren 107 adet ruhsatlı konaklama işletmesinin toplam yatak kapasitesi 6.671 olarak belirlenmiştir. Bu kapasitenin büyük bir bölümünü pansiyon ve bungalow türü tesisler oluşturmaktadır (Tablo 1). Bununla birlikte, alanda sayıları sınırlı olmakla birlikte ruhsatsız olarak faaliyet gösteren pansiyonların da bulunduğu tespit edilmiştir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde, Çıralı Koyu'ndaki konaklama işletmelerinin toplam günlük ziyaretçi kapasitesinin yaklaşık 7.500 ziyaretçi/gün düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 1. Çıralı Koyu'ndaki işletmelerin yatak kapasiteleri

İşletme Türü	Adet	Yatak Kapasitesi
Pansiyon-Bungalow	87	5247
Otel-Apart Otel	18	924
Çadırli Kamping	3	500
Toplam	107	6671

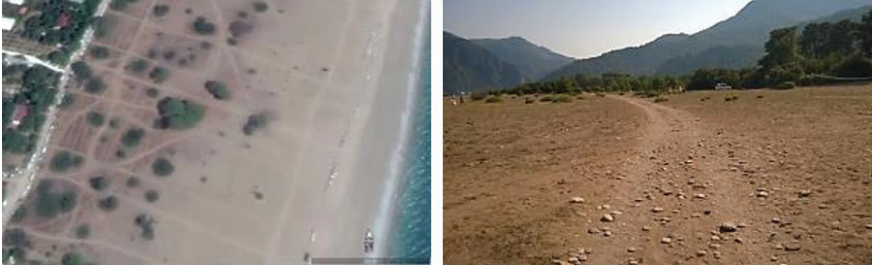
Gerçekleştirilen arazi gözlemleri, Çıralı Plajı'nın rekreasyonel kullanım açısından homojen bir dağılım göstermediğini ortaya koymuştur. Özellikle yaz aylarında, yaklaşık 3,1 km uzunluğundaki kıyı şeridinin

belirli bölümlerinde yoğunlaşan bir kullanım deseni gözlemlenmiştir. Plajın kuzey kesimi, nadir görülen kumul bitkileri ve *Caretta caretta* deniz kaplumbağalarının üreme alanları bakımından kıyı şeridinin en zengin ve hassas bölümü olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, güneye doğru ilerledikçe rekreasyonel kullanım yoğunluğunun arttığı; bu artışla birlikte kumul bitkilerinin ve *Caretta caretta* yuvalarının görülme sıklığının azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 17).



Şekil 3. Çıralı Plajı kuzeyindeki *Caretta caretta* yuvaları ve kum zambakları

Arazi çalışmaları sırasında, kıyı şeridi boyunca özellikle kumul alanlarda yaya ve araç kullanımına bağlı olarak oluşmuş çok sayıda düzensiz yol izi belirlenmiştir. Bu izlerin süreklilik gösterdiği ve mekânsal dağılımlarının uydu görüntülerinde de net biçimde ayırt edilebildiği görülmüştür (Şekil 18). Bu durum, kumul ekosistemi üzerinde fiziksel baskının yaygın ve kontrolsüz biçimde gerçekleştiğini göstermektedir.



Şekil 4. Çıralı Koyu kuzey kumsallardaki araç izleri

Çıralı Koyu'nun kuzey kesimi, Olympos Plajı olarak da adlandırılmakta olup, özellikle Olympos'ta konaklayan ziyaretçiler ile günübirlik gelen kullanıcılar tarafından en yoğun kullanılan bölüm olarak öne çıkmaktadır. Rekreasyonel kullanımın en yüksek düzeye ulaştığı Temmuz ve Ağustos aylarında yapılan gözlemlerde, bu bölgede kullanıcı yoğunluğunun belirgin biçimde arttığı tespit edilmiştir.

Yoğun kullanımın gözlemlendiği dönemlerde, özellikle yaz aylarında, denizden kaynaklı kötü koku oluşumunun hissedildiği belirlenmiştir (Şekil

5). Alan genelinde atıksu arıtma tesisinin bulunmaması, atık suların sızdırmaz ya da yarı sızdırmalı fosseptik sistemleri ile yönetilmeye çalışılması, bu durumun olası nedenleri arasında değerlendirilmiştir.



Şekil 5. Çıralı Plajı güney kumsallarındaki (Olympos Plajı) ziyaretçi yoğunluğu

Buna ek olarak, Çıralı Plajı'nın özellikle güney kesiminde, kıyı kenar çizgisinin hemen bitiminde yer alan ve Kıyı Kanunu'na (Madde 5) aykırı olduğu tespit edilen konaklama birimleri, restoranlar ve kafeteryalar bulunmaktadır. Bu yapılaşmalar, kıyı alanının doğal karakteri üzerinde baskı oluşturmakta ve rekreasyonel kullanım ile ekolojik hassasiyetler arasındaki dengenin bozulmasına katkıda bulunmaktadır.

Elde edilen tüm bulgular, Çıralı Plajı'nda rekreasyonel kullanımların belirli alanlarda yoğunlaştığını, bu yoğunluğun özellikle ekolojik açıdan hassas bölgelerde fiziksel ve çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, izleyen bölümde sunulan taşıma kapasitesi analizleri için temel bir veri seti oluşturmuştur.

3.2. Çıralı Koyunun Fiziksel, Gerçek ve Etkin Taşıma Kapasitesi

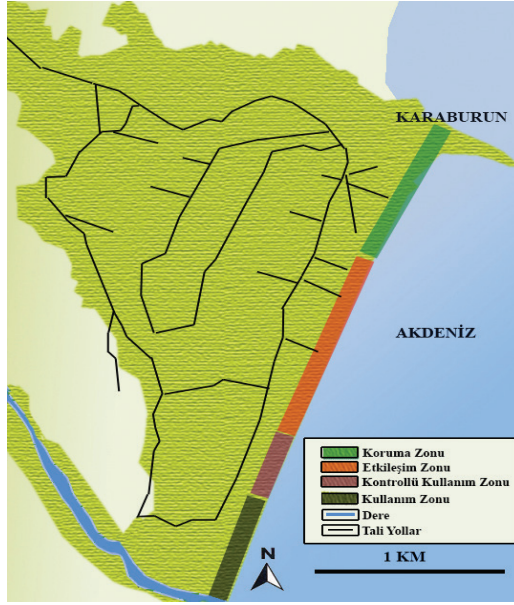
3.2.1. Fiziksel Taşıma Kapasitesi Hesapları: Çıralı Plajı'nın FTK hesaplarında kullanılan değişkenler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Çıralı plajı FTK değişkenleri

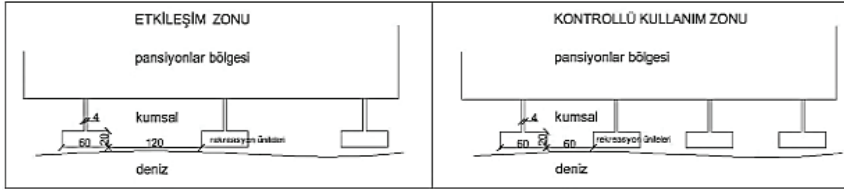
FTK Değişkenleri	Çıralı Plajı
A: Kuru Plaj Alanı (m ²)	26.200
g _s : Milli Park'ın ziyarete açık olduğu günlük saat	11
z _s : Plaj Alanı Ortalama Ziyaret Süresi (saat)	5,8
Z/a: Kişi Başı Optimum Kuru Plaj Alanı (kişi/m ²)	1/10 (Anonim 2006)

Çıralı Koyu Kuru Plaj Alanı Büyüklükleri: Çıralı Kıyı Şeridi ilk olarak biyolojik çeşitlilik, rekreasyonel kullanım yoğunluğu, fiziki karakter, konaklama parsellerinin konumu ve yoğunlukları ile diğer kıyı kullanım özellikleri göz önüne alınarak 4 zona ayrılmıştır (Şekil 22).

Plajın kuzeyi nadir görülen kumul bitkileri ve *Caretta Caretta*'ların üreme alanları bakımından kıyı şeridinin en zengin alanı olup, güneye doğru rekreasyonel kullanım yoğunluğunun artması ile birlikte kumul bitkilerin ve *Caretta Caretta* yumurta alanlarının görülme sıklığı azalmaktadır. Bu sebeple, kıyı şeridi içerisinde biyolojik çeşitlilik bakımından diğer bölgelere göre en fazla zengin olan 800 m'lik kıyı şeridinde gerçekleştirilecek rekreasyonel faaliyetlerin kumul ekosistem üzerinde baskı oluşturacağı düşünülerek "koruma zonu" olarak ayrılmıştır. Koruma zonu olarak ayrılan şeridin batısında ağaçlandırma çalışmaları yapılmakta olup, çok az sayıda pansiyon bulunmaktadır. Gerçekleştirilen arazi çalışmaları esnasında kıyı şeridi boyunca gereksiz pek çok yol izine rastlanmıştır. Bu şeritte toprak sıkışıklığının ve vejetasyon tahribinin azaltılması yönünde gerekli görülen yolların ve ziyaretçiler için ayrılan plaj alanının ahşap çitlerle çevrilmesinin doğru olacağı düşünülmüştür. Çitlerle çevrili her bir kullanım ünitesinin 60 m x 20 m olması kararlaştırılmıştır. Koruma zonunu güneye doğru devam eden kıyı şeridinin 1250 m uzunluğundaki kısmı ise "etkileşim zonu" olarak adlandırılmış olup bu şerit içerisinde sadece 120 m ara ile ahşap çitlerle sınırlandırılmış alanların kullanılmasının doğru olacağı düşünülmüştür. Bu desen içerisinde toplam kullanım alanı 8400 m² olarak hesaplanmıştır. Etkileşim zonunun hemen bitiminden itibaren kuzeye doğru uzanan kıyı şeridinin 400 m'si ise "kontrollü kullanım zonu" olarak ayrılmıştır. Bu zonda ise ahşap çitlerle sınırlandırılmış kullanım alanlarının 60 m ara ile daha yoğun olması kararlaştırılmış olup bu desen içerisinde toplam kullanım alanı ise 4800 m² olarak hesaplanmıştır (Şekil 23). Kıyı şeridinin güney ucundan başlayarak kuzeye doğru devam eden 650 m'lik kısmı ise "kullanım zonu" olarak isimlendirilmiştir. Kıyı şeridinin bu bölümü aynı zamanda Olimpos'ta konaklayan ve tekne turları ile koya gelen ziyaretçiler tarafından da kullanılmakta olup kıyı şeridinin en kalabalık bölümüdür. Ayrıca pansiyonların da en yoğun olduğu bölgedir. Bu sebeple kullanım zonu tamamen kullanımlara açık bırakılmış olup toplam yüz ölçümü 13000 m² dir.



Şekil 6. Çıralı plajı için geliştirilen zonlama sistemi



Şekil 7. Etkileşim ve kontrollü kullanım zonlarında rekreasyonel kullanım üniteleri

Milli Park'ın Ziyarete Açık Olduğu Günlük Saat: Çıralı sadece gününbirlik kullanımlara yönelik olmayıp belirli bir giriş- çıkış saati yoktur. Bu sebeple Denize girmek için elverişli saatler baz alınmıştır

Plaj Alanı Ortalama Ziyaret Süresi (saat): Ziyaretçilerin Çıralı plajında ortalama ne kadar süre geçirdiklerini tespit etmek için yaz aylarında 384 ziyaretçi ile anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket sonuçlarına göre Çıralı Plajı ziyaretçileri günün 5.8 saatini plajda geçirmektedir.

Kişi Başı Optimum Kuru Plaj Alanı (kişi/m²): Plaj alanlarında kişi başı optimum kullanım büyüklüğünün belirlenmesinde Mesire Yerleri Teknik Şartnamesi (2006)'nde öngörülen alan büyüklükleri dikkate alınmıştır.

Bu verilere göre Çıralı Plajı'nın FTK'sı 4969 ziyaretçi/gün olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.Faselis ve Çıralı Plajı'nın Gerçek Taşıma Kapasiteleri: Çıralı Plajı'nın GTK hesaplarında kullanılan değişkenler Tablo 3'de sunulmuştur. Kemer'e ilişkin 8 yıllık (1907-2014) meteorolojik veriler kullanılmıştır.

Tablo 3. Çıralı Plajı'nın GTK değişkenleri

S: Sıcaklığın deniz banyosu için uygun olduğu gün sayısı	125
Y: Yağışın $\geq 0.1\text{mm}$ olduğu yıllık ort. gün sayısı	11 gün (125 gün içerisinde)
YS: Ort. yağış süresi (saat)	3
F: Ort. fırtınalı gün sayısı (rüzgar hızı $\geq 17.2\text{m/s}$)	1,9 (125 gün içerisinde)
K: Ort. kapalı gün sayısı	3,4 (125 gün içerisinde)
g_s : Milli Park'ın ziyarete açık olduğu günlük süre (saat)	11 (125 gün içerisinde)
y_s : Milli Park'ın ziyarete açık olduğu yıllık gün sayısı	365

Sıcaklığın deniz banyosu için uygun olduğu gün sayısı: Deniz ve güneş banyosu için uygun olan gün sayısını belirlemede Güçlü (2008)'nin çalışması referans alınmış olup, çalışma alanına en yakın ilçe olan Finike için belirlenen gün sayıları dikkate alınmıştır. Buna göre 1975 - 2006 yılları arası 31 yıllık meteorolojik verilere göre deniz banyosu için en uygun toplam gün sayısı; 12 Mayıs- 27 Temmuz arası toplam 77 gün, 31 Ağustos - 17 Ekim toplam 48 gün, yıllık toplam 125 gündür.

Yağışın $\geq 0.1\text{mm}$ olduğu yıllık ortalama gün sayısı: Plaj alanlarında yağmur bulutları ile birlikte güneşlenme imkânı ortadan kalkmakta ve hava sıcaklığı kısmen düşmekte ve bu sebeple yağışlı günler güneş ve deniz banyosu açısından tercih edilmemektedir. Bu sebeple plaj alanlarının GTK'sini belirlemede yağışın $\geq 0.1\text{mm}$ olduğu ortalama gün sayısı ve süresi dikkate alınmıştır.

Ortalama fırtınalı gün sayısı: Meteorolojik verilere göre rüzgâr hızının $\geq 17,2$ m/s olduğu hava koşulları "fırtınalı" olarak tanımlanmaktadır. Rekreatyon alanlarında rekreatyonu engellediği veya önemli ölçüde zorlaştırdığı öngörülmektedir.

Ortalama kapalı gün sayısı: Kapalı havalar özellikle güneş banyosunu kısıtlayan bir faktör olup, hesaplamalarda dikkate alınmıştır.

Bu verilere göre Faselis Plajı'nın GTK'sı 117.951 ziyaretçi/yıl, Çıralı Plajı'nın GTK'sı ise 606.618 ziyaretçi/yıl olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.Çıralı Plajı'nın Etkin Taşıma Kapasiteleri: ETK değerlerinin belirlenebilmesi için öncelikle YK değerinin hesaplanması gerekmektedir. YK değişkenleri olan mevcut altyapı, üstyapı ve tesisler ile mevcut personelin değerlendirilmesinde, Mesire Yerleri Uygulama Tebliği (2014)'nde yer alan standartlar ile Beydağları Sahil Milli Park Müdürlüğü ideal yapılanma ve mevcut yapılanma verileri kullanılmıştır (Tabo 4, Tablo 5). Değerlendirmeler 5'li likert ölçek (0= hiç yok ve 4= çok yeterli) kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 4. Çıralı Plajı YK değişkenleri

Altyapı		Üstyapı ve Tesisler	
Atık Su Yönetimi	1	Kafeterya/Market	4
Paratoner	0	WC	1
Yollar	1	Şemsiye/Şezlong	2
İçme Suyu Kaynağı	2	Duş	1
Katı Atık Yönetimi	2	Soyunma Kabini	1
Elektrik	4	Otopark Alanı	2
Ortalama	1,7	Cankurtaran Gözetleme Kulesi	
		Ortalama	1,6
Mevcut Personel			
Milli Parklar		1	
Kültür ve Turizm /Diğer		3	
Ortalama		2	

Tablo 5. *Beydağları Sahil Milli Parkı Müdürlüğü'nün mevcut ve ideal yapılanması*

Mevcut Yapılanma (MY)	Sayı	İdeal Yapılanma (İY)	Sayı
Milli Park Müdürü	1	Milli Park Müdürü	1
Milli Park Müdür Yardımcısı	1	Milli Park Müdür Yardımcısı	1
Şef	1	Şef	1
Orman Mühendisi	3	Orman Mühendisi	3
Orman Muhafaza Memuru	3	Orman Muhafaza Memuru	10
Hizmet Vasıta Şoförü	3	Hizmet Vasıta Şoförü	4
Saha Bekçisi	5	Saha Bekçisi	50
Peyzaj Mimarı	-	Peyzaj Mimarı	1
Biyolog	-	Biyolog	1
Sosyolog	-	Sosyolog	1
İnşaat Teknikeri	-	İnşaat Teknikeri	1
Harita Teknikeri	-	Harita Teknikeri	1
Toplam	17	Toplam	75

Bu değerlendirmeler kapsamında, Çıralı Koyu plajının ise ETK'si 242.647 ziyaretçi/yıl olarak hesaplanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında Çıralı Plajı için hesaplanan Fiziksel Taşıma Kapasitesi (FTK), Gerçek Taşıma Kapasitesi (GTK) ve Etkin Taşıma Kapasitesi (ETK) değerleri, alanın mevcut rekreasyonel kullanım düzeyi ile ekolojik hassasiyetlerinin bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen bulgular, Çıralı Plajı'nda ziyaretçi sayısının nicel açıdan mutlak bir aşırı kullanım düzeyine ulaşmadığını; ancak mekânsal kullanım desenleri, rekreasyonel faaliyetlerin yoğunlaştığı alanlar ve yönetim kapasitesindeki yetersizlikler nedeniyle alan üzerinde önemli çevresel baskıların oluştuğunu ortaya koymaktadır.

Çıralı Plajı için hesaplanan FTK değeri 4.969 ziyaretçi/gün'dür. Yaz sezonunda, özellikle Ağustos ayı hafta sonlarında gerçekleştirilen sayımlarda plajın tamamını kullanan ziyaretçi sayısının ortalama 1.040 kişi civarında olduğu belirlenmiştir. Bu değer, hesaplanan FTK'nın oldukça altında kalmaktadır. Ancak arazi gözlemleri ve mekânsal analizler, rekreasyonel kullanımın plaj boyunca homojen bir dağılım göstermediğini; aksine belirli kesimlerde yoğunlaşarak ekolojik açıdan hassas alanlar üzerinde baskı oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, taşıma kapa-

sitesinin yalnızca sayısal eşiklerle değil, kullanımın mekânsal dağılımı ve niteliği ile birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Plajın kuzey kesimi, *Caretta caretta* deniz kaplumbağalarının yuvalama alanları ile kum zambağı (*Pancratium maritimum*) gibi hassas kumul bitkilerinin yoğunlaştığı, ekolojik duyarlılığın en yüksek olduğu alan olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmada geliştirilen zonlama yaklaşımında, kuzey kesimin mutlak korunması gereken alan olarak tanımlanması ve rekreasyona kapatılması uygun görülmüştür. Buna karşılık, ekolojik hassasiyetin görece daha düşük olduğu güney kesimlerde rekreasyonel kullanımların yönlendirilmesi, hem alanın korunması hem de ziyaretçi taleplerinin karşılanması açısından dengeli bir planlama yaklaşımı sunmaktadır.

İklimsel kısıtlayıcı faktörler dikkate alınarak hesaplanan GTK değeri 606.618 ziyaretçi/yıl olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, Çıralı Plajı'nda deniz-güneş banyosuna elverişli dönemlerin yılın sınırlı bir bölümünü kapsadığını ve rekreasyonel kullanımın belirli zaman aralıklarında yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Bu noktada çalışmada benimsenen metodolojik yaklaşım önem taşımaktadır. Literatürde bazı çalışmalarda (Cifuentes, 1992; Zacarias vd., 2011), iklimsel faktörlerin yanı sıra eğitim, erozyon riski ve hassas türlerin varlığı gibi yıl boyunca etkili olan faktörlerin de GTK ve ETK hesaplamalarına dâhil edildiği görülmektedir. Ancak bu durum, yılın tamamında etkili olan fiziksel sınırlamalar ile yalnızca belirli dönemlerde etkili olan kısıtlayıcıların birlikte değerlendirilmesi nedeniyle sonuçların yorumlanmasını güçleştirmektedir.

Bu çalışmada, alanın “fiziksel” olarak kullanımını sürekli biçimde sınırlayan faktörlerin FTK hesaplarına dâhil edilmesi; yalnızca yılın belirli dönemlerinde rekreasyonu kısıtlayan iklimsel faktörlerin ise GTK hesaplamalarında kullanılması tercih edilmiştir. Böylece FTK, alanın mekânsal ve ekolojik sınırlarını yansıtan bir kapasite göstergesi olarak ele alınmış; GTK ise yıllık kullanım potansiyelini ortaya koyan daha işlevsel bir gösterge niteliği kazanmıştır.

Çıralı Plajı için hesaplanan ETK değeri 242.647 ziyaretçi/yıl olup, bu değer GTK'nın yarısından daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum, alanın kapasitesini belirleyen temel sınırlayıcı unsurun yönetim kapasitesi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Cifuentes (1992) tarafından da vurgulandığı üzere, etkin taşıma kapasitesi yalnızca alanın fiziksel ve ekolojik özelliklerine değil; aynı zamanda yönetim yapısının niteliğine doğrudan bağlıdır. Personel sayısı ve niteliği, altyapı ve üstyapı olanakları, finansman, mevzuat ve uygulama kapasitesi gibi unsurlar, ziyaretçi baskısının alana nasıl yansıdığını belirleyen temel faktörlerdir.

Bu çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler, Çıralı Plajı'nda alt-yapı, üstyapı ve personel yeterliliğinin düşük düzeyde olduğunu; özellikle saha denetimi, ziyaretçi yönlendirmesi ve hassas alanların korunmasına yönelik uygulamaların yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu nedenle mevcut ziyaretçi sayısı FTK değerinin altında olsa dahi, alanın bazı kesimlerinde kumul tahribatı, yaya ve araç izleri, habitat bozulmaları ve çevresel kirlilik gibi sorunların ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Türkiye'de kıyı ekosistemlerini barındıran korunan alanların sayısı sınırlı olup, bu alanların büyük bölümü yoğun rekreasyon ve turizm baskısı altındadır. Olympos-Beydağları Sahil Milli Parkı ile Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkı, yıl boyunca yüksek ziyaretçi talebine maruz kalan ve benzer yönetim sorunlarıyla karşı karşıya bulunan iki önemli örnektir. Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkı'nda gerçekleştirilen çalışmalar, plansız kullanımların ekosistemler üzerinde ciddi baskılar yarattığını; buna karşılık zonlama, kontrollü kullanım ve alternatif turizm yaklaşımlarının koruma-kullanma dengesinin sağlanmasında etkili olabileceğini ortaya koymaktadır (Kılıçaslan vd., 2011; Deniz vd., 2018).

Uluslararası literatürle karşılaştırıldığında, bu bulguların benzer kıyı ve korunan alan çalışmalarıyla büyük ölçüde örtüştüğü görülmektedir. Akdeniz havzası ve tropikal kıyılarda gerçekleştirilen araştırmalar, ekolojik bozulmaların temel nedeninin çoğu zaman ziyaretçi sayısının mutlak büyüklüğünden ziyade, kullanımın mekânsal yoğunlaşması ve yönetim kapasitesindeki yetersizlikler olduğunu ortaya koymaktadır (Zacarias vd., 2011; De Sousa vd., 2014). Özellikle Zacarias vd. (2011), fiziksel taşıma kapasitesinin aşılmadığı durumlarda dahi, yetersiz yönetim ve denetim koşullarında kumul ekosistemlerinde ciddi habitat bozulmalarının meydana geldiğini belirtmektedir. Çıralı Plajı'nda gözlenen fiziksel ve ekolojik sorunlar, bu bulgularla büyük ölçüde paralellik göstermektedir.

Uluslararası literatürde, özellikle Akdeniz, Afrika ve Güney Amerika kıyılarında gerçekleştirilen çalışmalar, rekreasyonel taşıma kapasitesi analizlerinin zonlama temelli planlama yaklaşımlarıyla birlikte ele alınmasının, ziyaretçi kullanımını mekânsal olarak yönlendirdiğini ve ekolojik açıdan hassas alanların korunmasına önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır (Silva, 2002; Williams & Micallef, 2009; Zacarias et al., 2011; De Sousa vd., 2014). Çıralı Plajı için önerilen zonlama yaklaşımı da, bu bağlamda uluslararası iyi uygulama örnekleriyle uyumlu, bilimsel temelli bir planlama çerçevesi sunmaktadır.

Sonuç olarak, Çıralı Plajı'nda yaşanan çevresel sorunların temelinde aşırı ziyaretçi sayısından ziyade, ziyaretçilerin mekânsal olarak yanlış

yönlendirilmesi ve yönetim kapasitesindeki eksikliklerin yer aldığı söylenebilir. Bu durum, rekreasyonel taşıma kapasitesi analizlerinin yalnızca nicel sınırlar belirleyen bir araç olarak değil; korunan alan yönetimine yön veren stratejik bir planlama ve karar destek aracı olarak ele alınması gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

5. Öneriler

Bu çalışmada elde edilen bulgular, Çıralı Plajı'nda karşılaşılan çevresel ve yönetsel sorunların temelinde aşırı ziyaretçi sayısından ziyade, rekreasyonel kullanımların mekânsal olarak yanlış yönlendirilmesi ve yönetim kapasitesindeki yetersizliklerin yer aldığını ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen öneriler, rekreasyonel taşıma kapasitesi yaklaşımı çerçevesinde; alanın ekolojik hassasiyetlerinin korunması, ziyaretçi baskısının dengelenmesi ve yönetim kapasitesinin güçlendirilmesi hedefleri doğrultusunda ele alınmıştır.

5.1. Hassas Kumul Alanların Korunmasına Yönelik Öneriler

Çıralı Plajı'nın özellikle kuzey kesiminde yoğunlaşan *Caretta caretta* yuvalama alanları ve nadir kumul bitkileri, bu bölgenin mutlak korunması gereken bir alan olarak ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, çalışmada önerilen zonlama planının hayata geçirilmesi ve kıyı şeridi boyunca ekolojik hassasiyetlere dayalı kullanım zonlarının net biçimde tanımlanması öncelikli bir yönetim stratejisi olarak değerlendirilmelidir. Uluslararası literatürde kumul ekosistemlerinin korunmasına yönelik çalışmalarda, ziyaretçi erişiminin sınırlandırılması ve belirli alanlarda yoğunlaştırılması, habitat tahribatını azaltmada etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır (Schlacher & Thompson, 2008). Bu kapsamda, Çıralı Plajı'nda kumul alanlarda ziyaretçi kullanımlarının ahşap çitler ve doğal bariyerler aracılığıyla sınırlandırılması; yalnızca belirlenen kullanım üniteleri içerisinde rekreasyona izin verilmesi önerilmektedir. Ayrıca kumul alanlara araç girişlerinin engellenmesine yönelik fiziksel bariyer sistemlerinin geliştirilmesi, yaya ve araç kaynaklı tahribatın azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

5.2. Ziyaretçi Davranışlarının Yönlendirilmesi ve Bilgilendirme

Korunan alan yönetiminde fiziksel önlemlerin yanı sıra, ziyaretçi davranışlarının yönlendirilmesi ve bilinç düzeyinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Literatürde “yumuşak yönetim araçları” olarak tanımlanan bilgilendirme, yönlendirme ve farkındalık artırıcı uygulamalar, ziyaretçilerin kurallara gönüllü uyumunu artırarak çevresel baskıyı azaltmaktadır (Ballantyne & Packer, 2011; Newsome vd., 2012). Bu kapsamda, Çıralı

Plajı'nda hassas alanlara yönelik uyulması gereken kuralları açıklayan bilgilendirme panolarının ve broşürlerin artırılması; Caretta caretta yuvalama alanları, kumul ekosistemleri ve yaban hayatı kuralları hakkında ziyaretçilerin bilgilendirilmesi önerilmektedir. Özellikle piknik gibi kumul ekosistemine zarar verebilecek faaliyetlerin hassas alanlarda sınırlandırılması ve bu tür kullanımlar için alternatif alanların sunulması, ziyaretçi memnuniyeti ile koruma hedefleri arasında denge kurulmasına katkı sağlayacaktır. Bu uygulamaların, etkin denetim ve gerektiğinde caydırıcı yaptırımlarla desteklenmesi de önem arz etmektedir.

5.3. Yaya ve Motorsuz Ulaşımın Teşvik Edilmesi

Çıralı Plajı'nda gözlenen önemli sorunlardan biri, kumul alanlar ve kıyı şeridi boyunca yaya ve araç kaynaklı düzensiz geçişlerin oluşturduğu fiziksel bozulmalardır. Bu nedenle, yaya ve motorsuz taşıt öncelikli ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi, sürdürülebilir rekreasyon yönetiminin temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir. Uluslararası çalışmalarda, yaya ve bisiklet kullanımının teşvik edilmesinin, kıyı alanlarında hem çevresel baskıyı azalttığı hem de rekreasyonel deneyim kalitesini artırdığı vurgulanmaktadır (Eagles vd., 2002; Priskin, 2003). Bu doğrultuda, Çıralı Plajı'nda yaya ve bisiklet yollarının açık biçimde tanımlanması, yönlendirme panoları ve haritalarla desteklenmesi; bu yolların kullanımının ücretlendirme ve teşvik mekanizmalarıyla özendirilmesi önerilmektedir. Korunması gereken alanlarda ise yayalara ve bisikletlilere yönelik erişim kısıtlamalarının fiziksel bariyerlerle desteklenmesi gerekmektedir.

5.4. Yönetim Kapasitesinin Güçlendirilmesine Yönelik Öneriler

Çalışmada hesaplanan ETK değerinin GTK'ya kıyasla düşük olması, Çıralı Plajı'nda kapasiteyi belirleyen temel sınırlayıcı unsurun yönetim kapasitesi olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yönetim yapısının güçlendirilmesi, taşıma kapasitesi sınırlarının etkin biçimde uygulanabilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Uluslararası literatür, korunan alan yönetiminde disiplinlerarası bir personel yapısının önemine dikkat çekmektedir (Eagles vd., 2002; Manning, 2010; Appleton vd., 2022). Protected area personnel and ranger numbers are insufficient to deliver global expectations. Nature Sustainability, 5(12), 1100-1110.). Bu doğrultuda, Beydağları Sahil Milli Parkı yönetiminde biyolog, peyzaj mimarı ve sosyal bilim uzmanlarının istihdam edilmesi; saha bekçisi sayısının artırılması ve personelin ziyaretçi yönetimi konusunda düzenli eğitimlerden geçirilmesi önerilmektedir. Ayrıca altyapı ve üstyapı tesislerinin nitelik ve bakım düzeyinin iyileştirilmesi, atık su ve katı atık yönetimine yönelik kalıcı çözümlerin geliştirilmesi, alanın ekolojik bütünlüğünün korunmasına katkı sağlayacaktır.

Çıralı Plajı'nda etkin taşıma kapasitesinin gerçek taşıma kapasitesinin oldukça altında kalmasının temel nedenlerinden biri, alan yönetimine yönelik insan kaynağı ve denetim yetersizlikleridir. Bu bağlamda, yalnızca kurumsal personel sayısının artırılması değil, aynı zamanda gönüllülük temelli katılımcı modellerin geliştirilmesi de önemli bir yönetim aracı olarak değerlendirilebilir. Çevre ve doğa koruma alanında yürütülen gönüllülük çalışmaları, toplumsal bilincin artırılması, ziyaretçilerin alan kullanım davranışlarının dönüştürülmesi ve koruma-kullanma dengesinin güçlendirilmesi açısından etkili bir yaklaşım sunmaktadır (Göktuğ vd., 2018). Özellikle hassas kıyı ve kumul ekosistemlerinde, gönüllü izleme, bilgilendirme ve yönlendirme faaliyetlerinin, resmi denetim mekanizmalarını tamamlayıcı bir rol üstlenebileceği düşünülmektedir

5.5. Bütüncül ve Uyarlanabilir Yönetim Yaklaşımı

Son olarak, Çıralı Plajı için geliştirilen önerilerin statik bir planlama yaklaşımı olarak değil, izleme ve geri besleme mekanizmalarıyla desteklenen uyarlanabilir bir yönetim modeli çerçevesinde ele alınması gerekmektedir. Ziyaretçi sayıları, kullanım yoğunlukları ve çevresel göstergelerin düzenli olarak izlenmesi; taşıma kapasitesi değerlerinin belirli aralıklarla güncellenmesi, alanın uzun vadeli korunması açısından önem taşımaktadır. Bu yaklaşım, rekreasyonel taşıma kapasitesinin yalnızca bir hesaplama aracı değil, dinamik bir yönetim ve karar destek sistemi olarak kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 114O344 numaralı projenin çıktılarının bir kısmıdır.

Kaynaklar

- Appleton, M. R., Courtiol, A., Emerton, L., Slade, J. L., Tilker, A., Warr, L. C., ... & Long, B. (2022). Protected area personnel and ranger numbers are insufficient to deliver global expectations. *Nature Sustainability*, 5(12), 1100-1110. doi 10.1007/s00267-010-9564-5
- Ballantyne, R., & Packer, J. (2011). Using tourism free-choice learning experiences to promote environmentally sustainable behaviour: the role of post-visit 'action resources'. *Environmental education research*, 17(2), 201-215. doi: 10.1080/13504622.2010.530645
- Cifuentes, M. (1992). *Determination of visitor carrying capacity in protected areas*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- De Sousa, R. C., Pereira, L. C., da Costa, R. M., & Jiménez, J. A. (2014). Tourism carrying capacity on estuarine beaches in the Brazilian Amazon region. *Journal of coastal research*, (70), 545-550. doi: 10.2112/SI65-xxx.1
- Deniz, B., Kılıçaslan, Ç., Göktuğ, T. H., & Malkoç True, E. (2018). Kaynak Değerleri ve Sorunlarıyla Dilek Yarımadası Büyük Menderes Deltası Milli Parkı. *Kuşadası Peyzaj Değerleri*, 96-109. ISBN:978-605-01-1236-8
- Eagles, P. F., McCool, S. F., & Haynes, C. D. (2002). *Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for planning and management* (No. 8). Gland: IUCN.
- Goodhead, T. (2013). *Coastal Recreation Management: The sustainable development of maritime leisure*. Taylor & Francis.
- Göktuğ, T. H., Deniz, B., & Kılıçaslan, Ç. (2018). Çevre ve doğa koruma konusunda gençlik platformları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 8(1), 414-440. Doi: 10.26466/opus.356372
- Göktuğ, T., & Kurkut, G. (2016). Korunan alanlarda sürdürülebilir ziyaretçi yönetimi: stratejiler ve araçların incelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(1), 118-131.
- Kılıçaslan, Ç., Deniz, B., Göktuğ, T. H., Kara, B., & Kutsal, E. (2011). Evaluation of tourism alternatives in the national park of Dilek Peninsula Büyük Menderes delta. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 19, 270-279.
- Manning, E. R. (2010). *Studies in outdoor recreation*. Eugene, OR: Oregon State University Press.
- Newsome, D., Moore, S. A., & Dowling, R. K. (2012). Natural area tourism: Ecology, impacts and management. In *Natural area tourism*. Channel view publications.
- Pranzini, E., & Williams, A. T. (Eds.). (2013). *Coastal erosion and protection in Europe* (p. 457). London, UK: Routledge.
- Priskin, J. (2003). Physical impacts of four-wheel drive related tourism and recreation in a semi-arid, natural coastal environment. *Ocean & Coastal Management*, 46(1-2), 127-155.

- Ribeiro, M. F., Ferreira, J. C., & Silva, C. P. (2011). The sustainable carrying capacity as a tool for environmental beach management. *Journal of Coastal Research*, 1411-1414.
- Schlacher, T. A., & Thompson, L. M. (2008). Physical impacts caused by off-road vehicles to sandy beaches: spatial quantification of car tracks on an Australian barrier island. *Journal of Coastal Research*, (24), 234-242. doi:10.2112/0
- Schlacher, T. A., Thompson, L., & Price, S. (2007). Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. *Marine Ecology*, 28(3), 354-367. doi:10.1111/j.1439-0485.2007.00156.x
- Shelby, B., & Heberlein, T. A. (1986). *Carrying capacity in recreation settings*. Oregon State University Press.
- Silva, C. P. (2002). Beach carrying capacity assessment: How important is it? *Journal of Coastal Research*, SI 36, 190–197.
- Silva, C. D., Alves, F. L., & Rocha, R. (2007). The management of beach carrying capacity: The case of northern Portugal. *Journal of Coastal Research*, 50(spl), 135-139.
- Wagar, J. A. (1964). The carrying capacity of wild lands for recreation. *Forest Science*, 10(suppl_2), a0001-24.
- Williams, A., & Micallef, A. (2009). *Beach management: Principles and practice*. Routledge.
- Zacarias, D. A., Williams, A. T., & Newton, A. (2011). Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal. *Applied Geography*, 31(3), 1075-1081. doi: 10.1016/j.apgeog.2011.01.020
- Zacarias, D. A., Williams, A. T., & Newton, A. (2011). Recreation carrying capacity estimations to support beach management at Praia de Faro, Portugal. *Applied Geography*, 31(3), 1075-1081. doi:10.1016/j.apgeog.2011.01.020

Bölüm 17

VOLKANİK MİRASIN ESTETİK VE YAPISAL DİLİ: NEVŞEHİR TAŞI'NIN TASARIMLARDA KULLANIMI

Meliha AKLIBAŞINDA¹, Aslıhan TIRNAKÇI²

1 Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ORCID: 0000-0003-3250-6375

2 Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ORCID: 0000-0002-0122-5637

GİRİŞ

İnsanlığın varoluşundan bu yana doğal kaynaklar; yaşamın sürdürülmesi, yerleşimlerin gelişimi ve toplumsal ilerlemenin temel belirleyicilerinden olmuştur. Bu kapsamda doğal taş, insanlık tarihinin en erken dönemlerinden itibaren barınma, korunma ve üretim gereksinimlerini karşılamak amacıyla kullanılan temel malzemelerden biri olmuştur. İlk yerleşimlerde yapı elemanı olarak tercih edilen doğal taş, zamanla mimari, anıtsal yapılar, altyapı sistemleri ve kentsel mekânların biçimlenmesinde belirleyici bir rol üstlenmiştir. Antik uygarlıklardan günümüze kadar dayanıklılığı, estetik niteliği ve yerel kaynaklara dayalı oluşu sayesinde kültürel kimliğin ve mekânsal sürekliliğin önemli bir göstergesi olmuştur.

Bölgenin iklim ve çevresel koşullarına uyum sağlamaları, sürdürülebilir ve ekolojik bir malzeme niteliği taşımaları, yerleşim alanlarına yakınlıkları, yüksek dayanım özellikleri, mimari estetik katkıları ve yerel kültürün bir parçası olmaları gibi etkenler doğal taşların tarih boyunca kullanımını desteklemiştir (Erüz, 2023; Karkaş ve Acun Özgünler, 2023). Doğal taşın sağladığı kalıcılık ve fiziksel direnç, kullanıldıkları alanların tarihsel sürekliliğini mümkün kılmıştır. Ait oldukları dönemlerin sosyal ve kültürel özelliklerini yansıtarak kent kimliğinin oluşumunda ve güçlenmesinde de önemli bir rol oynamıştır (Kahveci ve Bekar, 2021).

Anadolu, taş işlemeciliği alanında sahip olduğu tarihsel derinlik ve birikim sayesinde dünya ölçeğinde en eski ve köklü merkezlerden biridir (Taşlıgil ve Şahin, 2016). Doğal taş kullanımının yaygınlaşmasında etkili olan taş işleme tekniklerinin temelleri Urartu uygarlığı döneminde atılmış, bu teknikler Anadolu'da hüküm süren farklı uygarlıklar boyunca kullanılmıştır (Demirci ve Özsoy, 2024). Anadolu topraklarında Eski Yunan, Roma, Bizans, Selçuklu, Osmanlı dönemlerinde doğal taş kullanılarak inşa edilmiş çok sayıda mimari ve sanatsal eser yer almaktadır (Çelik, 2003).

Türkiye, jeolojik yapısı itibarıyla çeşitli renk ve desenlerde kristalin kalker (mermer), kalker, traverten oluşumlu kalker (oniks), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayalardan (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin, vb.) oluşan doğal taş kaynakları açısından zengin bir potansiyele sahiptir. 2023 yılında 16,84 milyon ton doğal taş üretilmiş olup bunun %74,9'u mermer, %17,3'ü traverten,

%2,1'si granit, %2,1'i bazalt, %1,7'i andezit, %1,1'si mozaik+kayrak vb. dekoratif taş, %0,4'ü ignimbirit, %0,1'i oniks, %0,04'ü yapıtaşları ve %0,02'si diyabazdır (Anonim, 2025). Türkiye, doğal taş rezervi ve çeşitliliği bakımından zengin bir ülke olup jeolojik miras niteliğinde doğal taşların olduğu bir ülkedir (Yüksel ve Eraslan, 2019).

PEYZAJ TASARIMLARINDA DOĞAL MALZEMELERİN KULLANIMI

Peyzaj mimarlığı meslek disiplini; ekolojik sürdürülebilirlik, peyzajların kalitesi ve sağlığı, kolektif hafıza, miras ve kültür, bölgesel eşitlik konuları çerçevesinde doğal ve yapı çevreleri estetik ve bilimsel ilkelerle planlayan, tasarlayan ve yöneten bir meslek disiplini (IFLA, 2025). Peyzaj tasarımı, doğal ve kültürel çevre verilerinin değerlendirilmesiyle, mekânın ekolojik, işlevsel ve estetik gereksinimlerine yanıt verecek biçimde kurgulanmasını amaçlayan bir tasarım sürecidir. Yapısal tasarım, bitkisel tasarım ve donatı elemanlarının tasarımı peyzaj tasarımının birbirini tamamlayan temel bileşenleri olup mekânsal bütünlük ve sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda özgün ve işlevsel tasarımların ortaya konulması amaçlanır. Bu amaçla doğal ve yapay birçok malzeme değişik işlevlerle tasarımlarda yerini alır.

Tasarım sürecinde, iç ve dış mekânların fonksiyonel gereksinimleriyle uyumlu ve estetik açıdan çekici malzemelerin seçimi, mekânın nihai görünümü ve kullanıcıların etkileşimi açısından önemli bir faktördür (Demirci ve Özsoy, 2024). Bu kapsamda doğal taşlar, görsel bütünlük sağlayan doğal yüzey dokusu, fiziksel avantajları ve uzun ömürlü performansı ile mimarlık disiplinlerinde önemli bir yere sahiptir (Sığırcı, 2025). Tarih boyunca peyzaj düzenlemelerinde de işlevsel, estetik ve insanları doğaya yakınlaştıran nitelikleriyle zeminler, duvarlar, donatı elemanları, sanatsal objeler, dekoratif tasarımlar gibi değişik alanlarda kullanılmıştır (Altınçekiç, 2001). Sahip oldukları doku ve renk çeşitliliği sayesinde mimari ve tasarımsal uygulamalarda geniş bir kullanım potansiyeli sunmakta olup günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde, yapay kökenli malzemelere kıyasla doğal malzemelerin tercih edilme oranının giderek arttığı görülmektedir (Öksüz ve Bollukcu, 2021). Hatta yaşam seviyesi yükselen toplumların, dekoratif, güzel görünümlü ve dayanıklı olması nedeniyle doğal taşı tercih etmeleri bu malzemeyi refahın ve zenginliğin sembolü haline getirmiştir (Yüksel ve Eraslan, 2019).

Geçmişte yerle doğal kaynaklar arasında doğal taşların özellikle yapı malzemesi olarak kullanımının yaygın olduğu görülürken teknoloji, nakliye, ulaşım ve lojistik altyapısındaki gelişmeler kullanım alanlarının çeşitlenmesine ve genişlemesine olanak sağlamıştır. Peyzaj tasarımında döşeme ve kaplama malzemesi olarak çeşitli ebatlarda kesilmiş doğal taşların kullanımının yanı sıra, günümüzde mekâna estetik ve simgesel değer kazandıran farklı tasarım yaklaşımlarında çeşitli formlarda kullanılmaktadır. Kaya bahçelerinde bitkisel kompozisyonlarla bütünleşen dekoratif bir unsur olarak kullanılan doğal taşlar, yapay şelale, gölet ve su kanalı gibi su öğelerinin oluşturulmasında hem yapısal hem de görsel işlevler üstlenmektedir. Bununla birlikte bitki parterlerinde farklı renklerde çakıl ve kırmataş kullanımıyla desen ve doku oluşturularak estetik algı güçlendirilmektedir. Japon bahçe sanatında görülen kuru taş bahçeleri gibi uygulamalarda doğal taşlar, suyun simgesel temsili ve dinginlik kavramlarının mekâna aktarılmasında temel bir tasarım aracı olarak değerlendirilmektedir. Yine günümüzde iklim değişikliği ile önem kazanan kurakçıl peyzaj uygulamalarında kırma taşlar, fonksiyonel ve estetik amaçlarla kullanılmaktadır.

NEVŞEHİR'İN JEOLojİK YAPISI VE BÖLGEDE ÇIKARILAN DOĞAL TAŞLAR

Nevşehir'in jeolojik yapısı Erciyes, Hasandağı, Acıgöl ve Güllüdağ'ın püskürttüğü lav ve küllerin oluşturduğu yumuşak tabakaların milyonlarca yıl boyunca yağmur ve rüzgâr tarafından aşındırılmasıyla ortaya çıkmıştır (Orhan ve Dinçer, 2015). Volkanizma milyonlarca yıl boyunca devam ederek kalın ve renkli ignimbrit tabakaları oluşmasına neden olmuştur (Çiner ve Aydar, 2019). Kapadokya bölgesi, esas olarak Neojen öncesi temel kayalar (Kretase granitik ve gabroik kayalar), Neojen tortul kayalar (kırmızı çamurtaşları, kumtaşları ve konglomeralar), Neojen volkanik-tortul birimler (tüfler ve ignimbritler) ve Kuvaterner dönemden kalma volkanik kayalardan (ignimbritler, andezitler ve bazaltlar) oluşmaktadır (Dinçer ve Bostancı, 2019). Bu jeolojik süreçler sonucunda oluşan volkanik kökenli kayalar, yalnızca Kapadokya'nın karakteristik morfolojisini belirlemekle kalmamış, aynı zamanda yörede yapı ve sanat üretiminde kullanılabilecek nitelikte doğal taş hammaddesinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

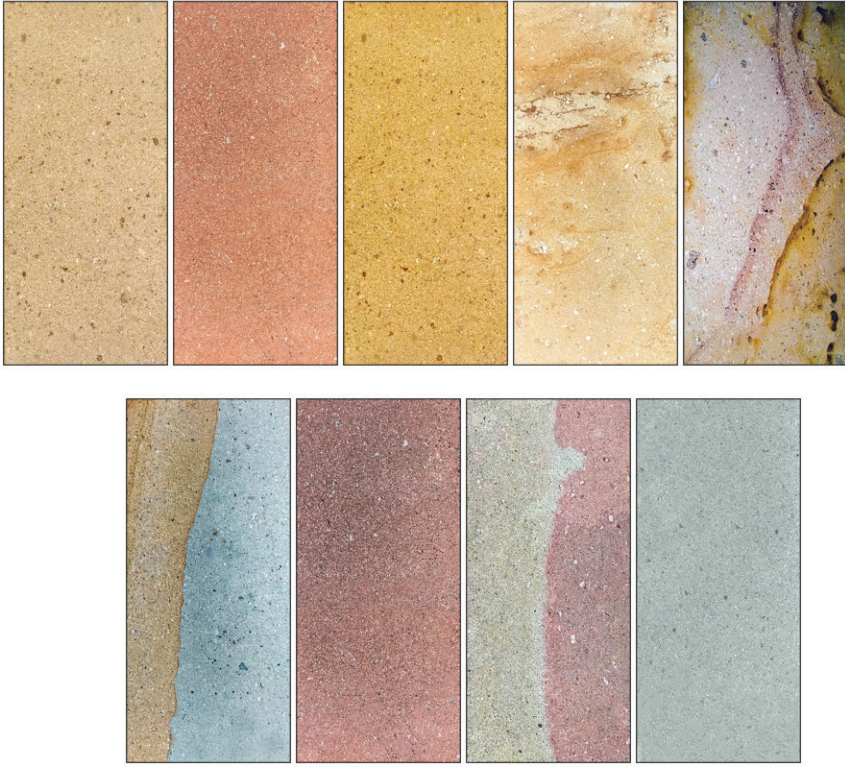
Çeşitli yapıların ve sanat eserlerinin yapımında kullanılarak kültürümüzün önemli bir parçası haline gelen doğal taşlar jeolojik miras nitelikli doğal taş olarak tanımlanır ve nitelikleri bakımından benzersiz olan bu taşlar çıkarıldıkları yörenin adını alırlar (Kazancı ve Gürbüz, 2014). Nevşehir’de çıkarılan ignimbiritler de “Nevşehir Taşı” olarak tanınmaktadırlar. İgnimbiritin yumuşak dokusu ve kolay işlenebilirliği, geçmiş dönemlerde barınma amacıyla kaya kütlelerinin oyularak mekâna dönüştürülmesini mümkün kılmış; bu durum Kapadokya Bölgesi’nde günümüze ulaşan kaya oyma yerleşimlerin ortaya çıkmasına zemin hazırlayarak söz konusu oluşumları bölgenin en önemli kültürel miras öğeleri hâline getirmiştir. Daha sonraki dönemlerde taş işçiliğinin gelişmesiyle yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde taş ocaklarında değişik ebatlarda kesilerek çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Nevşehir’de faaliyet gösteren Öz Kapadokya taş ocağından görünümüler

NEVŞEHİR TAŞININ ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Kapadokya Bölgesi'nde volkanik aktiviteler sonucunda oluşan piroklastik malzemeler, farklı seviyeler halinde gelişmiş olup Ürgüp Formasyonu altında sınıflandırılmaktadır. Bu formasyon, litolojik özellikleri ve kalınlıkları bakımından değişkenlik gösteren çeşitli üyelerden oluşmakta; taban seviyesinde yer alan Kavak Üyesi ise hem Peribacalarının oluşumunda belirleyici bir rol oynamakta hem de Nevşehir yöresinde doğal yapı taşı olarak yaygın biçimde kullanılan ignimbiritlerin ana kaynağını oluşturmaktadır. Bölgedeki taş ocaklarından örneklenen ignimbiritler de Ürgüp Formasyonu'na ait volkano-sedimanter istifin en alt birimini temsil eden Kavak Üyesi'ne ait olup, bu üye farklı renk ve dokusal özellikler sergileyen kayalardan meydana gelmektedir (Korkanç, 2007; Orhan ve Dinçer, 2015). Nevşehir taşlarının yapısındaki camsı malzeme, pümis, kayaç parçası, kristal (bolluk oranlarına göre sırasıyla plajiyoklas, biyotit, amfibol, piroksen, sanidin, kuvars) varlığı değişkendir (Kazancı ve Gürbüz, 2014). Yapısındaki bileşenlere bağlı olarak sarı, pembe, bej, krem, kırmızı, gri tonlarında olabilen Nevşehir Taşı'nın sarı-bej-krem tonlarında olanlar yörede Sarıtaş olarak da isimlendirilmektedir (Şekil 2). Renk tonuna ve yapısına göre devetüyü, gül-kurusu, vişne, formika, renkli, damarlı, Kapadokya beji gibi ticari isimler verilmektedir.



Şekil 2. Nevşehir Taşı'nın farklı renk ve dokudaki örnekleri (Öz Kapadokya, 2025)

Nevşehir Taşı, ocaktan ilk çıkarıldığında yumuşak ve kolay işlenebilir bir özellik sergilemekte; atmosferle temas ettikçe zamanla sertleşerek mekanik dayanımı artmaktadır. Korkanç (2007) tarafından farklı Nevşehir Taşı örneklerinin jeomekanik özelliklerinin incelendiği çalışmada, taşın bünyesinde bulunan mineralojik bileşim, mineral oranları ve gözenek boyutu dağılımına bağlı olarak birim hacim ağırlığı ile basınç dayanımının değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Nemlenme ile donma-çözülme süreçleri sonucunda bozunmaların meydana geldiği, özellikle donma-çözülme döngülerinin etkin olduğu bölgelerde Nevşehir Taşı'nın su ile temasının sınırlandırılmasının büyük önem taşıdığı ortaya konmuştur. Varol (2024), yüksek gözeneklilik oranına sahip ignimbirit çeşitlerinin suyu bünyelerine kolaylıkla aldığını, suyun buharlaşması sonrasında ise taş bünyesinde kalan çözünmüş tuzların bozunma süreçlerini hızlandırdığını belirtmiştir. Dinçer ve Bostancı (2019) tarafından Kapadokya ignimbi-

ritlerinin kılcal su emme özellikleri ve kılcallığın bozunma üzerindeki rolünün incelendiği çalışmada ise, gözenek boyutu dağılımının kılcallık açısından önemli ve değişken bir potansiyele sahip olduğu, bu durumun taşın bozunma ve ayrışma süreçlerinde belirleyici bir etken olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bağlamda, Nevşehir Taşı'nın kullanılacağı alan, kullanım biçimi ve çeşit seçiminde söz konusu fiziksel ve mekanik özelliklerin dikkate alınması önem arz etmektedir.

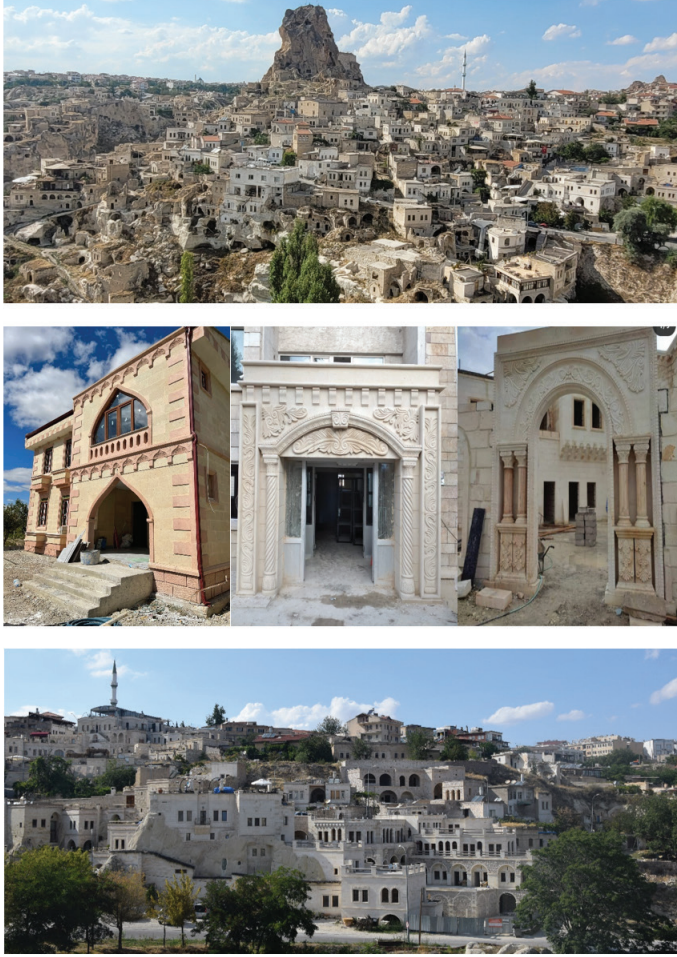
Nevşehir Taşı, işlenebilirliği, hafifliği ve yeterli dayanım özellikleriyle tarihsel süreçte yapı taşı olarak önemli bir yere sahiptir. Selçuklu ve Osmanlı döneminde inşa edilen ve günümüze ulaşan tarihi yapılarda bu taşın kullanımı görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Osmanlı döneminde Nevşehir Taşı ile inşa edilmiş Damat İbrahim Paşa Külliyesi Kurşunlu Camii

Nevşehir Taşı, Kapadokya Bölgesi'nin geleneksel konut dokusunun oluşumunda belirleyici bir yapı malzemesi olarak bölgenin mimari kimliğini şekillendiren temel unsurlardan biri olmuştur. Tarihsel süreç boyunca konut mimarisinde hem taşıyıcı hem de tamamlayıcı yapı elemanı olarak kullanılmış; özellikle yığma duvarlarda ana malzeme, sınır elemanı, cephelerde kaplama taşı, iç ve dış mekânlarda döşeme elemanı olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra merdiven basamakları, giriş açıklıkları, sütun, kemer ve benzeri mimari öğelerde yaygın biçimde tercih edilerek konutlara özgün bir karakter kazandırmıştır. Günümüzde Nevşehir Taşı,

geleneksel kullanım biçimlerini referans alan çağdaş mimari yaklaşımlar doğrultusunda villa, konut ve turizm yapılarında yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaya devam etmektedir (Şekil 4). Bu kullanım, yerel malzemenin estetik, çevresel ve kültürel değerlerini güncel mimari pratiklerle bütünleştirerek, sürdürülebilir ve kimlik odaklı tasarım anlayışına katkı sağlamaktadır.



Şekil 4. Bölgede Nevşehir Taşı ile inşa edilmiş geleneksel konut dokusu ve günümüz yapılarından örnekler

Nevşehir Taşı, sahip olduğu işlenebilirlik, estetik doku ve doğal renk özellikleri sayesinde yalnızca yapı ölçeğinde değil, aynı zamanda peyzaj düzenlemeleri, donatı elemanları ve sanatsal uygulamalarda da yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bu kapsamda çeşme-

ler, şömine ve barbekü üniteleri, oturma elemanları, bahçe ve çevre duvarları, korkuluklar ile şadırvan, pergola taşıyıcıları gibi farklı mimari ve peyzaj bileşenlerinde değerlendirilmektedir (Şekil 5). Söz konusu çok yönlü kullanım alanları, Nevşehir Taşı'nın yalnızca bir yapı malzemesi olmanın ötesinde, mimari ve sanatsal bir ifade aracı olarak da önem taşıdığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Nevşehir Taşı'nın farklı kullanım biçimlerinden örnekler

SONUÇ

Bu çalışmada, Kapadokya Bölgesi'nin jeolojik mirası niteliğindeki Nevşehir Taşı'nın oluşum süreci, fiziksel ve mekanik özellikleri ile tarihsel ve güncel kullanım alanları peyzaj tasarımı ve mimarlık bağlamında

ele alınmıştır. Volkanik kökenli ignimbiritlerden oluşan Nevşehir Taşı'nın, bölgenin karakteristik morfolojisini şekillendirmekle kalmayıp, yüzyıllar boyunca yapı üretimi, mekânsal organizasyon ve kültürel kimliğin oluşumunda önemli bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

Nevşehir Taşı'nın ocaktan çıkarıldığında kolay işlenebilir olması ve zamanla sertleşerek dayanım kazanması, tarihsel süreçte kaya oyma mekânlardan yığma yapılara kadar geniş bir kullanım alanı bulmasını sağlamıştır. Geleneksel konut dokusunda taşıyıcı ve tamamlayıcı yapı elemanı olarak kullanımı, bölge mimarisine özgün bir karakter kazandırmış; cepheler, sınır elemanları, döşemeler ve mimari detaylar aracılığıyla yerel kimliğin sürekliliğine katkı sunmuştur. Günümüzde ise bu taşın, villa, konut ve turizm yapılarında yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaya devam ettiği; ayrıca peyzaj düzenlemeleri, donatı elemanları ve sanatsal uygulamalarda estetik ve işlevsel bir tasarım bileşeni olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Ancak Nevşehir Taşı'nın suyla etkileşime duyarlılığı, kullanım alanı ve biçiminin belirlenmesinde dikkatli olunmasını gerekli kılmaktadır. Özellikle donma-çözülme döngülerinin etkili olduğu dış mekân uygulamalarında, taşın fiziksel ve mekanik özellikleri göz önünde bulundurularak uygun detay çözümlerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak Nevşehir Taşı, yalnızca bir yapı malzemesi değil; jeolojik, kültürel ve estetik değerleriyle mimari ve peyzaj tasarımlarında kimlik oluşturan önemli bir yerel kaynak niteliğindedir. Doğru kullanım ilkeleri doğrultusunda değerlendirildiğinde, sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarını destekleyen, yerel malzeme bilincini güçlendiren ve kültürel sürekliliğe katkı sağlayan bir tasarım unsurudur.

KAYNAKLAR

- Altınçekiç, H. (2001). Bazı doğal taşların irdelenmesi ve peyzaj düzenlemelerinde kullanım olanakları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 51(1), 49–57.
- Anonim, 2025. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabikaynaklar-dogaltaslar>
- Çelik, M. Y. (2003). Dekoratif doğal yapı taşlarının kullanım alanları ve çeşitleri. *Madencilik*, 42(1), 3–15.
- Çiner, A., Aydar, E. (2019). A Fascinating Gift from Volcanoes: The Fairy Chimneys and Underground Cities of Cappadocia. In: Kuzucuoglu, C., Çiner, A., Kazancı, N. (eds) *Landscapes and Landforms of Turkey. World Geomorphological Landscapes*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03515-0_31
- Demirci, S., & Özsoy, S. Y. (2024). Tasarım uygulamalarında doğal taş kullanımı ve önemi. *Turkish Journal of Fashion Design and Management*, 6(1), 45–64.
- Dinçer, İ., & Bostancı, M. (2019). Capillary water absorption characteristics of some Cappadocian ignimbrites and the role of capillarity on their deterioration. *Environmental Earth Sciences*, 78, 7.
- Erüz, G. (2023). Dekoratif doğal yapı taşlarının kullanım alanları ve çeşitleri. In M. Dal (Ed.), *Mimaride doğal taş. Livre de Lyon*. ISBN: 978-2-38236-559-5
- IFLA, 2025. IFLA Europe - International Federation of Landscape Architects <https://iflaeurope.eu/index.php/site/general/landscape-architecture-profession> (E.T:17.11.2025)
- Kahveci, H., & Bekar, M. (2021). Tarihi çevrelerde doğal taş kullanımı: Trabzon “Ortamahalle” örneği. *BŞEÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 333–347.
- Karkaş, Z. S., & Acun Özgünler, S. (2023). Mimari tasarım sürecinde doğal taş seçimi için bir yöntem önerisi. In M. Dal (Ed.), *Mimaride doğal taş. Livre de Lyon*. ISBN: 978-2-38236-559-5
- Kazancı, N., & Gürbüz, A. (2014). Jeolojik miras nitelikli Türkiye doğal taşları. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 57(1), 1–20.
- Korkanç, M. (2007). İgnimbiritlerin jeomekanik özelliklerinin yapı taşı olarak kullanımına etkisi: Nevşehir Taşı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 31(1), 49–60.
- Orhan, A., & Dinçer, İ. (2015). Nevşehir yöresi ignimbritlerinin doğal yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi (Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Proje No. NEÜBAP13F29). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi.
- Öksüz, Z. T., & Bollukcu, P. (2021). Peyzaj uygulamalarında kullanım olanakları açısından sille taşı. In *Anatolian Congresses 7th International Applied Sciences Congress* (pp. 1–13).
- Öz Kapadokya. (2025). Taşlar. Öz Kapadokya Sarıtaş.

<https://www.ozkapadokya.com.tr/urunler/taslar>

- Sığircı, S. (2025). Peyzaj mimarlığında sürdürülebilir yapısal malzemelerin kullanımı: İzmir örneği (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Taşlıgil, N., & Şahin, G. (2016). Yapı malzemesi olarak kullanılan Türkiye doğal taşlarının iktisadi coğrafya odağında analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (33), 607–640.
- Varol, O. O. (2024). Nevşehir ignimbiritlerinde kapiler su emme özelliğinin incelenmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2, 1064–1074.
- Yüksel, U., & Eraslan, Ş. (2019). Jeolojik miras niteliğindeki doğal taşların peyzaj tasarımında kullanım olanakları. *Mimarlık Bilimleri ve Uygulamaları Dergisi*, 4(1), 69–89.

Bölüm 18

YAĞMUR SUYU YÖNLENDİRMESİNDE ENDÜSTRİYEL TASARIM-PEYZAJ MİMARLIĞI YAKLAŞIMLARINA ESTETİK BAKIŞ VE ÜRÜN TASARIMI

*Sıdıka Benan ÇELİKEL¹, Reyhan ERDOĞAN²,
Sena AĞIL³*

1 Dr.Öğr. Üyesi, Akdeniz Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü Orcid: 0000-0003-4895-0139

2 Prof.Dr., Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Orcid: 0000-0001 8524-4650

3 Arş.Gör. Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Orcid: 0009-0009-3829-0617

1. GİRİŞ

Hızla artan kentleşme, geçirimsiz yüzeylerin yaygınlaşması ve iklim değişikliğine bağlı olarak şiddeti ve sıklığı artan yağış olayları, kentlerde yağmur suyu yönetimini kritik bir planlama ve tasarım sorunu haline getirmiştir. Geleneksel drenaj sistemleri, yağmur suyunu mümkün olan en kısa sürede kent dışına uzaklaştırmayı hedefleyen mühendislik odaklı çözümler sunarken, günümüzde bu yaklaşımın ekolojik, hidrolojik ve mekânsal açıdan yetersiz kaldığı bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur (Fletcher et al., 2015).

Yağmur suyu, artık yalnızca uzaklaştırılması gereken bir atık değil; kentsel ekosistemlerin sürekliliği, yeraltı suyu beslenmesi, mikroiklim düzenlenmesi ve kamusal mekân kalitesinin artırılması açısından **değerli bir doğal kaynak** olarak ele alınmaktadır (Benedict & McMahon, 2006). Bu bağlamda, peyzaj mimarlığı disiplini; yeşil altyapı, doğa temelli çözümler ve suya duyarlı tasarım yaklaşımları aracılığıyla yağmur suyunu mekânsal bir tasarım bileşeni olarak yeniden tanımlamaktadır.

Literatürde ve uygulamada yağmur suyu yönetimi çoğunlukla **büyük ölçekli planlama, altyapı sistemleri ve hidrolojik performans** üzerinden ele alınmakta; ürün ölçeğinde, estetik ve endüstriyel tasarım boyutunu içeren çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Oysa yağmur suyu yönlendirme elemanları—oluklar, düşey iniş boruları, ağız elemanları ve toplama bileşenleri—kentsel mekânın algısal ve estetik bütünlüğünü doğrudan etkileyen önemli donatı elemanlarıdır.

Bu çalışma, söz konusu yaklaşımı ürün ölçeğinde ele alarak yalnızca işlevsel bir altyapı bileşeni olarak değil; **endüstriyel tasarım ile peyzaj mimarlığı disiplinlerinin kesişiminde**, estetik, ekolojik ve mekânsal değer üreten bir ürün olarak ele almaktadır. Çalışma kapsamında geliştirilen özgün yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı, bu yaklaşımın somut bir örneğini oluşturmaktadır.

Peyzaj mimarlığı; havza–parsel ölçeklerinde hidrolojik stratejiyi (ayrık sistem, tutma–infiltrasyon–geciktirme hiyerarşisi, yeşil-mavi ağlar) kurgular. **Endüstriyel tasarım**; bu stratejiyi gerçekleştirecek ürün/detayları (ızgaralar, kanal profilleri, modüler depolama, kaplama blokları, bakım ergonomisi, malzeme ve bağlantı çözümleri) geliştirir. Ortak çıktı, estetik–kullanıcı deneyimi–hidrolik performans–bakım kolaylığı dengesidir. Eş-tasarım literatürü, Doğa temelli çözümlerin bağlamsal uyum ve kabulünü artırmak için paydaş katılımını ve birlikte öğrenmeyi önerir.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAĞLAMINDA KENTSEL SU YÖNETİMİ

Küresel iklim değişikliği, özellikle Akdeniz Havzası gibi yarı kurak bölgelerde, yağış rejimlerinde belirgin değişimlere yol açmaktadır. Bilimsel raporlar, kısa sürede gerçekleşen yoğun yağışların sel ve taşkın riskini artırdığını, uzun süreli kurak dönemlerin ise su kaynakları üzerindeki baskıyı derinleştirdiğini ortaya koymaktadır (IPCC, 2022). Bu durum, kentlerde yağmur suyu yönetiminin yalnızca taşkın kontrolü değil, **su döngüsünün dengelenmesi** perspektifiyle ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Peyzaj mimarlığı disiplininde yapılan çalışmalara bakıldığında, kurak çöl şehirlerinde, geniş, sürekli ve kümelenmiş yeşil alanların daha yüksek bir soğutma etkisine sahip olması nedeniyle, Phoenix ve Tucson şehirlerinde arazi yüzey sıcaklığını azaltmak ve yüzey kentsel ısı adası etkilerini hafifletmek için kentsel alanlara ağaç dikmek, çatı bahçeleri inşa etmek, park alanlarını artırmak ve mevcut su yüzeylerini korumak gerekliliği üzerinde durulduğu görülmektedir (Olgun et al., 2025).

Yılmaz ve ark. (2020)'ının kıyı kentleri üzerinde yaptığı çalışmalarda kıyıların sosyal, kültürel, ekonomik ve ekolojik açıdan önemli alanlar olduğu ve kıyıların şehre ve sakinlerine ekolojik ve ekonomik açılar başta olmak üzere birçok alanda fayda sağladığından söz edilmektedir. Bununla birlikte kıyı kentlerinde yağmur suyu drenajının deniz ve göllere verildiği çok sık görülen bir uygulamadır. Bu yağmur suyunun karasal ekosistem üzerindeki olumlu etkilerinin yok olmasına neden olmaktadır. Yağmur suyunun denize ya da göle ulaşmadan toplanması çok önemlidir. Bunun için su hasadı yapılmaktadır. Su hasadının amacı, su fazlası olan veya kullanılmayan alanlardan yüzeysel akışı veya yeraltı suyunu toplamak, depolamak ve su kıtlığı olan yerlerde ve zamanlarda kullanıma sunmaktır (Soydan ve Benliay, 2016).

Yağmur veya sulama olayından kaynaklanan ve toprağa sızmayan su, yüzey suyu olarak ortaya çıkar. Yüzey suyu akışı, özellikle kentleşmiş alanlarda, yapılaşmanın çatılar, araba yolları ve sokaklar gibi geçirimsiz yüzeylerin yüksek oranına yol açtığı yerlerde büyük bir sorundur. Yüzey suyu, bitişik alanlara serbestçe akabilir (akış) ve başka bir bölgedeki toprak doygunluğuna katkıda bulunabilir (Soydan ve Benliay, 2019).

Geleneksel kentsel drenaj sistemleri, yağmur suyunu yüzeylerden toplayarak kapalı boru sistemleri aracılığıyla alıcı ortamlara iletmeyi amaçlamaktadır. Ancak bu sistemler, doğal su döngüsünü kesintiye uğratmakta; yeraltı suyu beslenmesini azaltmakta ve kentsel ısı adası etkisini dolaylı olarak artırmaktadır (Gill et al., 2007). Ayrıca bu tür sistemlerin mekânsal kimlik ve estetik değer üretme potansiyeli oldukça sınırlıdır.

Modern kentsel su yönetimi anlayışı ise yağmur suyunun **yerinde tutulması, yönlendirilmesi, filtrelenmesi ve yeniden kullanılması** ilkele-
rine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, peyzaj mimarlığı ve kentsel tasarım
disiplinlerinin aktif rol aldığı, çok ölçekli ve disiplinler arası bir tasarım
sürecini gerekli kılar. Özellikle bina–açık alan arayüzünde yer alan yağ-
mur suyu yönlendirme elemanları, bu sürecin kritik bileşenlerinden bi-
ridir.

Bu bağlamda yağmur suyu toplama boruları, yalnızca bir yapı detayı
değil; kamusal mekânla etkileşim kuran, suyun görünür ve algılanabilir
olmasını sağlayan, aynı zamanda estetik bir anlatı sunabilen tasarım nes-
neleri olarak değerlendirilmelidir. Endüstriyel tasarımın biçimsel, mal-
zeme ve üretim bilgisi ile peyzaj mimarlığının ekolojik ve mekânsal yak-
laşımı birleştğinde, bu elemanların kent estetiğine katkı sunan nitelikli
ürünlere dönüşmesi mümkündür.

3. SUYA DUYARLI KENTSEL TASARIM VE SÜNGER KENT YAKLAŞIMLARI

Suya duyarlı kentsel tasarım (Water Sensitive Urban Design – WSUD),
yağmur suyunu kentsel sistemler içinde bir sorun değil, ekolojik ve
mekânsal bir kaynak olarak ele alan bütüncül bir yaklaşımdır. Bu yak-
laşım, suyun doğal döngüsünün kentsel çevrede yeniden kurulmasını
hedefleyerek yüzey akışını azaltmayı, infiltrasyonu artırmayı ve su ka-
litesini iyileştirmeyi amaçlar (Wong & Brown, 2009). WSUD, yalnızca
mühendislik çözümleriyle sınırlı kalmayıp, peyzaj mimarlığı ve kentsel
tasarım disiplinlerinin tasarım sürecine aktif katılımını gerekli kılar.

Son yıllarda bu yaklaşım, Sünger Kent (Sponge City) ve daha geniş
ölçekte Sünger Gezegen (Sponge Planet) kavramlarıyla birlikte ele alın-
maktadır. Özellikle Kongjian Yu tarafından geliştirilen Sünger Kent yak-
laşımı, kentlerin yağmur suyunu emen, depolayan ve gerektiğinde kont-
rollü biçimde serbest bırakan ekosistemler gibi çalışmasını öngörür (Yu
et al., 2015). Bu çerçevede, sert mühendislik çözümleri yerine yeşil altyapı
elemanları, geçirgen yüzeyler ve doğa temelli çözümler ön plana çıkmak-
tadır.

Sünger kent uygulamaları yalnızca büyük ölçekli yeşil alanlar ve su
yapılarıyla sınırlı olmayıp, bina ölçeğinde ve yapı–açık alan arayüzünde
yer alan tasarım detaylarını da kapsamaktadır. Bu noktada yağmur suyu
yönlendirme elemanları, suyun çatılardan zemine kontrollü biçimde ak-
tarılmasını sağlayarak sistemin işleyişine katkı sunmaktadır. Suyun bu
süreçte görünür ve yönlendirilebilir bir unsur hâline gelmesi, kullanıcıla-

rın kentsel su döngüsüne ilişkin farkındalığını artıran önemli bir tasarım aracıdır (Liu et al., 2017).

Bu bağlamda yağmur suyu boruları ve iniş elemanları, yalnızca teknik bileşenler olarak değil, sünger kent yaklaşımının mikro ölçekteki temsilcileri olarak değerlendirilmelidir. Endüstriyel tasarım ile desteklenen, estetik ve işlevsel nitelikleri bir arada barındıran ürünler, bu yaklaşımın gündelik yaşama entegre edilmesini kolaylaştıran önemli araçlar sunmaktadır.

4. YAĞMUR SUYU YÖNLENDİRME ELEMANLARININ TARİHSEL VE ESTETİK EVRİMİ

Yağmur suyunun yapı yüzeylerinden uzaklaştırılması, mimarlık tarihinde çok erken dönemlerden itibaren ele alınan bir tasarım problemi olmuştur. Antik Roma'da kullanılan taş oluklar ve Orta Çağ Avrupa'sında yaygınlaşan gargoye elemanları, yağmur suyu yönlendirme sistemlerinin yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda sembolik ve estetik birer mimari unsur olarak da değerlendirildiğini göstermektedir (Hearn, 2013).

Gargoyle'lar, özellikle Gotik mimaride suyu yapıdan uzaklaştırırken aynı zamanda yapı kimliğini güçlendiren heykelsi elemanlar olarak kullanılmıştır. Bu örnekler, yağmur suyu yönlendirme elemanlarının tarihsel olarak güçlü bir estetik potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak Sanayi Devrimi sonrasında standartlaşma ve seri üretimin ön plana çıkmasıyla birlikte bu elemanlar, büyük ölçüde estetik değerinden arındırılarak yalnızca teknik birer bileşen haline gelmiştir.

20. yüzyılda modernist mimarlık anlayışı, süsleme karşıtı yaklaşımıyla yağmur suyu borularını çoğunlukla gizlemeyi veya en az görünür kılmayı tercih etmiştir. Bu durum, kentsel mekânda yağmur suyu yönetiminin algısal olarak arka plana itilmesine neden olmuştur. Oysa günümüzde sürdürülebilirlik, ekolojik farkındalık ve kullanıcı deneyimi gibi kavramların ön plana çıkması, bu elemanların yeniden görünür ve tasarlanabilir nesneler olarak ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Carmona, 2019).

Peyzaj mimarlığı disiplininin kamusal mekân estetiğine yaptığı katkılar göz önünde bulundurulduğunda, yağmur suyu yönlendirme elemanlarının da kent mobilyaları ve peyzaj donatılarıyla benzer bir tasarım sürecine dahil edilmesi mümkündür. Bu yaklaşım, suyun mekânsal bir anlatı unsuru olarak kullanılmasını sağlamakta; aynı zamanda kullanıcıların yağmur suyunu algılamasına ve suyla etkileşim kurmasına olanak tanımaktadır.

5. ENDÜSTRİYEL TASARIM VE PEYZAJ MİMARLIĞI KESİŞİMİNDE ÜRÜN ÖLÇEĞİ

Endüstriyel tasarım, ürünlerin işlevsel, ergonomik, estetik ve üretilebilir olmasını hedefleyen disiplinlerarası bir alandır. Peyzaj mimarlığı ise açık alanların ekolojik, sosyal ve mekânsal niteliklerini bütüncül bir yaklaşımla ele alır. Bu iki disiplinin kesişim noktası, özellikle kamusal mekânlarda kullanılan ürün ve donatı elemanlarında belirginleşmektedir.

Yağmur suyu yönlendirme boruları, bu kesişimin önemli örneklerinden biridir. Endüstriyel tasarım, bu ürünlerin biçimsel dili, malzeme seçimi ve üretim teknikleri üzerine yoğunlaşırken; peyzaj mimarlığı, ürünün mekânla kurduğu ilişkiyi, ekolojik katkısını ve kullanıcı deneyimini ön plana çıkarır (Norman, 2013). Bu bütüncül yaklaşım, ürünün yalnızca bir yapı detayı olmaktan çıkıp, kamusal mekânın aktif bir bileşeni haline gelmesini sağlar.

Ürün ölçeğinde yapılan bu tür tasarımlar, sürdürülebilirlik hedeflerinin somut ve görünür hale gelmesine katkı sunar. Yağmur suyunun yönlendirilme biçimi, akışın estetik olarak ifade edilmesi ve malzemenin zamanla doğal patina kazanması gibi unsurlar, tasarımın mekânsal değerini artırmaktadır. Ayrıca bu tür ürünler, doğa temelli çözümlerin kent ölçeğinde benimsenmesini kolaylaştıran didaktik bir rol de üstlenmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı, endüstriyel tasarımın biçimsel gücü ile peyzaj mimarlığının ekolojik ve estetik yaklaşımını bir araya getiren özgün bir ürün olarak ele alınmıştır. Bir sonraki bölümde, bu tasarımın geliştirilme süreci, kullanılan kriterler ve tasarım kararları ayrıntılı biçimde açıklanmaktadır.

6. DÜNYA'DA YAĞMUR SUYU TOPLAMA ÜZERİNE YAPILMIŞ TASARIM ÇALIŞMALARI

Geçmişten bugüne suyun yönetimi, toplanması ve yeniden kullanılması önemli bir planlama ve tasarım konusu olarak hep gündemde olmuştur. Bugün de çok farklı ölçeklerde hem estetik bir o kadar da işlevsel yaratıcı çalışmalar dikkati çekmektedir.

6.1. Yağmur Suyu Toplayan Heykel

John Grade'in "Reservoir" ismini verdiği İtalya Borgo Valsugana'daki Arte Sella Sculpture Park'ta çam ağaçlarının arasındaki bir açıklığın üze-

rinde asılı bir şekilde yer almaktadır. Eser buharla yumuşatılarak şekil verilmiş ve bir çeşit selvi ağacından yapılan ahşapla çerçevelenmiş 5.000 adet şeffaf plastik damlacıktan oluşmaktadır (Şekil 1). Kasnakların altındaki kılıflı yaylar sayesinde dikey hareket aralığı sınırlanan heykel, bu şekilde zeminden en az on metre yukarıda kalmaktadır. Kuruyken yaklaşık 31 kg ağırlığında olan eser yoğun bir yağış altında 350 kg'ı geçebilmektedir (Merdim, 2019).



Şekil 1. John Grade'in *Reservoir* adlı eseri (Merdim, 2019).

6.2. Yağmur Suyu Tahliye Borularını Onaran Heykeller

Fransız sanatçı Borborygme Gargouille zamanla eskimiş ve kopmuş yağmur suyu tahliye borularını ürettiği çinko heykellerle onarmaktadır. Binaların çatısında biriken yağmur suyu tahliye etmek için binaların ön cephesinden usulca sokakla bağlanan yağmur suyu tahliye boruları zamanla yıpranıp kırılabilir. Bu da yağmur suyunun akıp gitmeden önce yapının duvarlarından süzülmesine ve zaman içinde duvarın küflenmesine veya yosun tutmasına sebep olabilmektedir.

Fransız sokak sanatçısı Borborygme Gargouille ise metalden ürettiği yaratık başları ile suyun duvara temas etmeden zemine

ulaşmasını sağlamaktadır. Bir şekilde eserlerini borulara yerleştiren sanatçı figür olarak, gotik mimarisinin grotesk öğelerinden olan çörtenleri (*gargoyle*'leri) benimsemiştir (Şekil 2). Çörtenler gündüzleri taş olup geceleri şehirde dolanan mistik yaratıklar olduğuna inanılan sembolik cisimlerdir. Popüler kültürde de sıkça rastlanmaktadır. Çörten Türkçe'de hem "Gargoyle" hem de mima-ride yağmur ve kar suyunu bina dışına taşımak için kullanılan oluk anlamına gelmektedir.



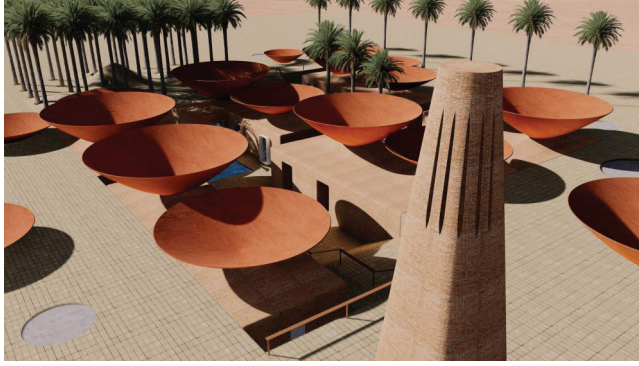
Şekil 2. *Borborygme Gargouille*'nin bir çalışması (*Borborygme*, 2025).

6.3. Yağmur Suyu Biriktiren İçbükey Çatılar

İranlı mimarlık ofisi BM Design Studios, kurak iklimlerde yağmur suyu biriktirme işlevi görecektir çift katmanlı bir içbükey çatı tasarlamıştır. Binaların tepesine yerleştirilecek kase şeklindeki hazneler yağmur suyu biriktirmek amaçlı kullanılabilecek ve böylece sıcak ve kuru iklimlerle mücadele mümkün olabilecektir. İçbükey çatı projesi Ciruft şehrinde yapılacak bir okul için şehrin kurak iklimini göz önüne alarak binadaki su tüketimini dengelemek amaçlı üretilmiştir (Merdim, 2017).

Çift katmanlı olması planlanan ve üst katmanı dev kaseden oluşan çatılar sayesinde okulun yaklaşık 28 metreküp yağmur suyu biriktirebilmektedir. En üstteki kase katman, çatı için gölge yaparken havanın serbestçe hareket etmesini sağlamakta ve çatıyı soğutmaktadır. Kasenin altındaki hafif dışbükey çatı ise güneş ışınlarını çekmektedir. Mimarlar göre bunun gibi konkav bir çatı, buharlaşmadan önce yağmurun en küçük miktarlarını bile biriktirmeye ve idareli bir şekilde su kullanımına yardımcı olabilecektir.

Çatı dünyanın diğer kurak bölgelerinde de uygulanabilir ve sürdürülebilir su kaynakları yaratarak küresel ısınma ile mücadeleye katkıda bulunabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Yağmur suyu biriktiren iç bükey çatılar (Merdim, 2017).

6.4. Dokumalarla Temiz Su Toplayan Ev

Mimar Hong-En Lin'in sürdürülebilir tasarımı, Afrika'nın dokumacılık geleneğinden faydalanarak havadaki nemi ve yağmur suyunu toplamaktadır. Mimar Hong-En Lin'in imzasını taşıyan ödüllü tasarım, öncelikle suya erişimi çok zor olan Afrika gibi bölgelerde su sürdürülebilirliğini iyileştirmek için tasarlanan su depolama ve arıtma sistemiyle tamamen şebekeden bağımsız bir yaşam sunan yağmur hasadı evi yağmur suyu biriktiren içbükey çatıları ile oldukça dikkat çekicidir (Şekil 4).



Şekil 4. Dokumalarla temiz su toplayan ev (Begüm, 2025).

6.5. Japon Rögar Kapakları: Estetik ve Toplumsal Kimliğin Altyapıya Entegrasyonu

Japonya’da rögar kapakları, altyapı bileşenlerinin kent estetiği ve kimliğiyle bütünleştirilmesine yönelik dikkat çekici bir tasarım pratiği olarak öne çıkar. 1980’li yıllardan bu yana, ülke genelindeki belediyeler **yerel kültürü, bitki ve hayvan türlerini, tarihi simgeleri veya festivalleri** yansıtan özgün kapak tasarımları geliştirmektedir. Bu yaklaşım, altyapı elemanlarını sıradan bir mühendislik detayı olmaktan çıkarak **kamusal sanatın bir parçası** haline getirmiştir (Camerota, 2010).

Bu uygulama, görsel çeşitliliğin yanı sıra, **kentsel aidiyet ve farkındalık** yaratma açısından da örnek teşkil eder. “Manhoru” olarak adlandırılan bu özel rögar kapakları, Japonya’daki yaklaşık %95 oranındaki belediye tarafından benimsenmiş olup, **teknik işlevselliğin kültürel sembollerle bütünleştirildiği bir tasarım politikası** geliştirilmiştir. Kent mekânında altyapının görünür kılınması, sürdürülebilirlik ve bakım farkındalığını artırmakta; halkın yerel yönetim süreçlerine olan ilgisini güçlendirmektedir.

Bu yönüyle Japon örneği, **estetik-fonksiyonel dengenin ve kültürel katmanların mühendislik sistemlerine entegre edilmesinin** başarılı bir göstergesidir. Peyzaj mimarlığı ve endüstriyel tasarım disiplinleri açısından bu tür uygulamalar, **kullanıcı katılımını güçlendiren, yerel kimliği yansıtan ve kent mekânını anlam derinliğiyle zenginleştiren** bir model olarak değerlendirilebilir (Şekil 5).



Şekil 5. Japon Rögar Kapakları (Camerota, 2010).

6.6. Biancoshock Kamusal Alan Müdahaleleri, Aktivizm ve Edimsel Sanat Çalışmaları

İtalya'nın Milano kentinde yaşayan çağdaş sanatçı Biancoshock, kent mekânını bir ifade alanı olarak kullanmasıyla dikkat çeker (Şekil 6). Sanatçının çalışmaları belirli bir kategoriye kolayca dâhil edilememekle birlikte, kamusal alan müdahaleleri, aktivizm ve edimsel sanat (performative art) türleriyle benzer özellikler taşır. Biancoshock, bu üretim biçimini "Ephemeralism" (Gelip Geçicilik) kavramı ile tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, sanatın kalıcılığından ziyade anımsal etkisine ve toplumsal farkındalık yaratma gücüne odaklanır. Sanatçının geçici müdahaleleri, gündelik yaşamın sıradan mekânlarını dönüştürerek izleyicide kısa süreli fakat güçlü bir bilinç uyanışı hedefler. Bu yönüyle Biancoshock'un eserleri, kamusal alanda sanatın dönüştürücü ve eleştirel potansiyeline dair çağdaş tartışmalara önemli bir katkı sunmaktadır (Arkitera, 2016).



Şekil 6. Biancoshock kamusal alan müdahaleleri, aktivizm ve edimsel sanat (Arkitera, 2016)

7. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yapılandırılmıştır ve literatür temelli kuramsal inceleme ile tasarım odaklı ürün geliştirme sürecini birlikte ele almaktadır. Araştırma süreci üç temel aşamadan oluşmaktadır: (i) kavramsal ve kuramsal çerçevenin oluşturulması, (ii) yağmur suyu yönlendirme elemanlarının estetik ve işlevsel açıdan analiz edilmesi ve (iii) endüstriyel tasarım-peyzaj mimarlığı bütünlüğü yaklaşımıyla özgün bir ürün tasarımının geliştirilmesi.

İlk aşamada, iklim değişikliği, suya duyarlı kentsel tasarım, sünger kent yaklaşımları ve yeşil altyapı kavramlarına ilişkin güncel bilimsel yayınlar taranmıştır. Bu kapsamda, uluslararası literatürde yer alan hakemli dergi makaleleri, kitaplar ve kurumsal raporlar incelenmiş; yağmur suyu yönetiminin mekânsal ve tasarımsal boyutları değerlendirilmiştir (Fletcher et al., 2015; Wong & Brown, 2009).

İkinci aşamada, yağmur suyu yönlendirme elemanlarının tarihsel ve güncel örnekleri estetik, işlevsellik ve mekânla kurduğu ilişki açısından analiz edilmiştir. Bu analizde, özellikle yapı-açık alan arayüzünde yer alan yağmur suyu boruları ve iniş elemanlarının kamusal mekânda algılanma biçimleri değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde biçim, malzeme, detay çözümü ve suyun akışının görünürlüğü temel kriterler olarak ele alınmıştır.

Üçüncü aşamada ise elde edilen kuramsal ve analitik bulgular doğrultusunda, özgün bir yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı geliştirilmiştir. Tasarım sürecinde endüstriyel tasarım ilkeleri (üretilebilirlik, modülerlik, malzeme verimliliği) ile peyzaj mimarlığına özgü ekolojik ve estetik kriterler birlikte değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımla, ürünün yalnızca teknik bir çözüm değil, aynı zamanda mekânsal değer üreten bir tasarım ögesi olması hedeflenmiştir.

8. ÜRÜN TASARIMI: YAĞMUR SUYU TOPLAMA VE YÖNLENDİRME BORUSU

İnsanlık için problemlere çözüm bulma ve koşullara uyum sağlama yeteneği, var oluşun devamlılığının sağlanmasının temel nedeni olmuştur. Karşılaşılan sorunu algılamak ve bu sorunun çözümünü hedef alan tasarımları ortaya çıkarmak insanın dünya üzerindeki yaratıcı duruşunu gerçekleştirmesine izin vermiştir (Durukan, 2017). Onun bu çabası paralelinde, tasarım düşüncesi çağlar boyunca gelişerek bugünkü anlamına ulaşmıştır (Durukan, 2018). Özellikle biyofilik tasarım, doğal unsurları mimari ortamlara dahil ederek insanları doğayla yeniden bir araya getirme stratejisi olarak önem kazanmıştır (Durukan et.al., 2025).

Bu çalışma kapsamında geliştirilen yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı, yağmur suyunu yapı yüzeylerinden kontrollü biçimde zemine ileten bir sistem olmanın ötesinde, suyun mekânsal ve estetik bir unsur olarak algılanmasını amaçlamaktadır. Tasarım, geleneksel yağmur suyu borularının işlevini korurken, biçimsel ve detay düzeyinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır.

8.1. Tasarım Yaklaşımı ve Kavramsal Çerçeve

Tasarımın temel çıkış noktası, yağmur suyunun **gizlenen değil, görünür kılınan** bir doğal süreç olarak ele alınmasıdır. Bu yaklaşım, sünger kent ve doğa temelli çözümler literatüründe vurgulanan “suyun kentte yeniden deneyimlenmesi” fikriyle örtüşmektedir (Yu et al., 2015). Bu doğrultuda, boru çıkış formu klasik dairesel kesitten ayrılarak, suyun akışını yönlendiren ve akış hareketini vurgulayan heykelsi bir biçimde tasarlanmıştır.

Tasarımda kullanılan spiral ve kanat benzeri yüzeyler, suyun düşey akışını yavaşlatmakta ve akışın kontrollü biçimde zemine yönlendirilmesini sağlamaktadır. Bu durum, hem sıçramayı azaltarak işlevsel bir katkı sunmakta hem de yağmur suyunun görsel olarak algılanmasını güçlendirmektedir.

8.2. Biçim, Malzeme ve Detay Kararları

Ürün tasarımında metal esaslı bir malzeme öngörülmüş; zamanla yüzeyde oluşacak doğal patinanın tasarımın estetik değerini artıracığı varsayılmıştır. Bu yaklaşım, peyzaj mimarlığında malzemenin zaman içindeki değişimini bir tasarım girdisi olarak kabul eden anlayışla örtüşmektedir (Mostafavi & Doherty, 2016).

Keskin olmayan ancak yönlendirici kenar detayları, suyun akışını belirli bir eksenle toplayarak zemine aktarılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu detaylar, ürünün endüstriyel karakterini vurgulayan güçlü bir biçimsel dil oluşturmaktadır. Tasarımın modüler yapısı, farklı bina tiplerine ve yüksekliklerine uyarlanabilir olmasını mümkün kılmaktadır.

8.3. Peyzajla Kurulan İlişki

Çevresel açıdan duyarlı bir tasarım süreci; bütünleşik tasarım yaklaşımını, tasarım ve yapım ekipleri arasındaki iş birliğini ve çevresel tasarım ilkelerinin geliştirilmesini içeren unsurlar eklemektedir. Bu unsurlar, geliştirme projelerine en başından itibaren dâhil edilmeli ve proje sürecinin tüm aşamaları boyunca sürdürülmelidir. Geleneksel tasarım stratejileri ise çoğu zaman yapı alanı, tasarım bileşenleri, topoğrafya ve enerji arasındaki karşılıklı ilişkileri dikkate almada yetersiz kalmaktadır (Özdemir ve ark, 2008). Tasarımın önemli bir özelliği, yağmur suyunun doğrudan sert zeminlere değil, yeşil altyapı elemanlarıyla ilişkilendirilerek yönlendirilmesidir. Boru çıkışının altında önerilen geçirgen yüzeyler, yağmur bahçeleri veya bitkilendirilmiş çökertme alanları, suyun infiltrasyonunu artırarak sünger kent yaklaşımını desteklemektedir.

Bu yönüyle tasarım, yalnızca bir ürün değil; peyzaj mimarlığı ile bütünleşen bir sistem önerisi sunmaktadır. Yağmur suyunun akışının görünür olması, kullanıcıların doğal süreçlere dair farkındalığını artırmakta ve kamusal mekânda ekolojik bir anlatı oluşturmaktadır.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

Literatürde vurgulanan suya duyarlı kentsel tasarım ve sünger kent ilkeleri, çoğunlukla yeşil alanlar ve açık alan sistemleri üzerinden tartışılmaktadır. Oysa bu çalışma, yapı detaylarının da bu sistemin ayrılmaz bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır. Endüstriyel tasarım ile peyzaj mimarlığının kesişiminde geliştirilen ürünler, sürdürülebilirlik hedeflerinin somut ve uygulanabilir örneklerini oluşturmaktadır. Geliştirilen yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı, literatürde ağırlıklı olarak altyapı ölçeğinde ele alınan yağmur suyu yönetimi konusuna, ürün ölçeğinde estetik ve mekânsal bir bakış sunmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel mühendislik çözümlerinin ötesine geçerek, suyun kentte görünür ve deneyimlenebilir bir unsur haline gelmesini sağlamaktadır.

6.2 numaralı başlık altında tasvir edilen ve Borborgyme Gargouille ismiyle bilinen bir Fransız sanatçı tarafından üretilen çörtentler, eskiyen ve işlevini yitiren yağmur suyu oluklarının kente ait birer sanat eserine dönüştürülmesi sürecini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda çevreye duyarlı, çeşitli peyzaj unsurlarını göz önünde bulunduran ve yağmur suyu akışını

görünür kılan ürün tasarımı, doğadan ilham alan biyofilik tasarım ilkeleri kapsamında oluşturulmuştur. Geniş bir yaprak yüzeyine sahip *Celtis australis* bitkisi bu çalışmada biçimsel anlamda bir çıkış noktasıdır (Şekil 7). *Celtis australis*, uygun iklim koşulları altında bulunduğu alanın doğal yapısına uyumlu biçimde yetişen ve işlevsel açıdan gölge sağlayan, toprağı tutan bir kazık kök sistemine sahip olan bir ağaçtır.



Şekil 7. *Celtis australis*

Geniş yüzeyli, içe doğru oyuntulu ve etrafı tırtıklı bir yapıya sahip olan yaprak formundan yola çıkılarak metal esaslı bir malzeme ile ürün tasarımı öngörülmüştür (Şekil 8). Suyun doğru yönde ve kontrollü bir şekilde tahliye edilmesini sağlayan, farklı açılara sahip iki yaprağın birleşiminden oluşan modül, oluk borusuna uç kısmından monte edilebilmektedir.



Şekil 8. Ürün tasarım süreci ve son ürün.

Bu çalışma, yağmur suyu yönlendirme elemanlarının yalnızca teknik altyapı bileşenleri olarak değil, estetik ve ekolojik değer üreten tasarım nesneleri olarak ele alınabileceğini ortaya koymaktadır. Geliştirilen yağmur suyu toplama ve yönlendirme borusu tasarımı, suya duyarlı kentsel tasarım ve sünger kent yaklaşımlarını ürün ölçeğinde somutlaştıran özgün bir örnek sunmaktadır.

Sonuç olarak, peyzaj mimarlığı ve endüstriyel tasarım disiplinlerinin birlikte ele alınması, kentlerde yağmur suyu yönetimine yenilikçi ve nitelikli çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Yerel yönetimler,

tasarımcılar ve uygulayıcılar için bu tür ürünlerin kamusal mekânlarda yaygınlaştırılması hem kentsel estetik hem de ekolojik sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

10. KAYNAKLAR

- Arkitera. (2016). *Milano'nun terk edilmiş rögarlarında saklı minyatür odalar*.
<https://www.arkitera.com/haber/milanonun-terk-edilmis-rogarlarinda-sakli-minyatur-odalar/>
- Begüm, B. (2025). *Yenilikçi dokuma çatı tasarımıyla temiz su toplayan ev*. Ajansgiller.
<https://ajansgiller.com/yenilikci-dokuma-cati-tasarimiyla-temiz-su-toplayan-ev/>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Island Press.
- Camerota, R. (2010). *Drainspotting: Japanese manhole covers*. Chronicle Books.
- Carmona, M. (2019). Principles for public space design: Planning to do better. *Urban Design International*, 24(1), 47–59.
- Durukan, A. (2017). Cami iç mekân aydınlatma tasarımına kavramsal bir yaklaşım. *Cedrus: Akdeniz Uygarlıkları Araştırma Dergisi*, 5, 531–541.
<https://doi.org/10.13113/CEDRUS/201723>
- Durukan, A. (2018). Adapting experiential view in kindergarten design. *Ponte*, 74(3), 46–57.
<https://doi.org/10.21506/j.ponte.2018.3.4>
- Durukan, A., Olgun, R., & Erdoğan, R. (2025). The effect of biophilic design on spirituality and restorative perception in religious buildings: The case of Türkiye. *Buildings*, 15(16).
- Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., et al. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542.
- Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: The role of green infrastructure. *Built Environment*, 33(1), 115–133.
- Hearn, M. (2013). *Romanesque sculpture: The revival of monumental stone sculpture in the eleventh and twelfth centuries*. Cornell University Press.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- Liu, J., Sample, D. J., Bell, C., & Guan, Y. (2017). Review and research needs of bioretention used for the treatment of urban stormwater. *Water*, 9(6), 428.
<https://doi.org/10.3390/w9060428>
- Merdim, E. (2017). *Kurak iklimlere içbükey çatı*. Arkitera.
<https://www.arkitera.com/haber/kurak-iklimlere-icbukey-cati/>
- Merdim, E. (2019). *Yağmur suyu tahliye borularını onaran heykeller*. Arkitera.
<https://www.arkitera.com/haber/yagmur-suyu-toplayan-heykel/>
- Mostafavi, M., & Doherty, G. (2016). *Ecological urbanism*. Harvard University Graduate School of Design.

- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things*. Basic Books.
- Olgun, R., Karakuş, N., Selim, S., Yılmaz, T., Erdoğan, R., Aklıbaşında, M., Dönmez, B., Çakır, M., & Ardıhanlıoğlu, Z. R. (2025). Impacts of landscape composition on land surface temperature in expanding desert cities: A case study in Arizona, USA. *Land*, 14, 1274.
- Özdemir, A., Başal, M., & Benliay, A. (2008). Landscaping an office park in Amman, Jordan: Incorporating sustainable site design principles. *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 2(2), 147–161.
- Soydan, O., & Benliay, A. (2016). Rainwater harvesting for urban ecology: Mustafa Uysal Park case. *Toprak Su Dergisi*, 5(1), 47–54.
<https://doi.org/10.21657/tsd.94426>
- Soydan, O., & Benliay, A. (2019). Evaluation of drainage problems in Antalya Konyaaltı parks in the context of landscape engineering. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(1).
- Wong, T. H. F., & Brown, R. R. (2009). The water sensitive city. *Water Science & Technology*, 60(3), 673–682.
- Yılmaz, T., Olgun, R., & Gül, S. (2020). Evaluation of Antalya/Konyaaltı coastline in terms of user satisfaction. *IBAD Journal of Social Sciences*, 6(1), 245–257.
- Yu, K., Li, D., Yuan, H., Fu, W., Qiao, Q., & Wang, S. (2015). Sponge city theory and practice. *Landscape Architecture Frontiers*, 3(6), 26–36.

Bölüm 19

PEYZAJ TASARIMINDA SU ÖGESİNİN MEKÂNSAL KULLANIMI: ESKİŞEHİR KENT PARKLARI ÜZERİNDEN BİR DEĞERLENDİRME

Özgür KAMER AKSOY¹, Bahar ŞAHBAZ²

1 Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, ozgur.aksoy@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-8456-2681

2 Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 213513028@stu.adu.edu.tr, ORCID: 0009-0008-1048-5255

GİRİŞ

Biyolojik yaşamın sürdürülebilirliğini sağlaması başta olmak üzere çok sayıda işlevi bulunan su, insan yerleşimlerinin oluşumundan mekânsal organizasyona kadar uzanan geniş bir etki alanına sahiptir. Tarihsel süreç içerisinde su, yalnızca yaşamsal bir gereksinim olarak değil; aynı zamanda estetik, simgesel ve işlevsel boyutlarıyla mimari ve peyzaj tasarımının temel bileşenlerinden biri olarak ele alınmıştır. Gelişen yaşam standartları, değişen rekreasyon anlayışı ve kentleşme dinamikleriyle birlikte su ögesi, özellikle kentsel açık ve yeşil alan tasarımlarında mekânsal kaliteyi artıran önemli bir tasarım aracı hâline gelmiştir.

Peyzaj tasarımında su ögeleri; estetik değer oluşturma, rekreasyonel kullanımı destekleme, mikroiklim düzenleme, mekânsal yönlendirme sağlama ve kullanıcı deneyimini zenginleştirme gibi çok yönlü işlevler üstlenmektedir. Su ögesinin farklı ölçeklerde ve farklı kullanım biçimleriyle ele alınması, kentsel mekânların algılanabilirliğini ve yaşanabilirliğini doğrudan etkilemektedir. Özellikle parklar gibi yoğun kullanıcı potansiyeline sahip rekreasyonel alanlarda, su ögelerinin niteliği ve dağılımı mekânsal deneyimin belirleyici unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır.

Bu bölümde, peyzaj tasarımında su ögesinin mekânsal ve işlevsel kullanımı kuramsal çerçeve ile birlikte Eskişehir kenti örneğinde ele alınmaktadır. Çalışma kapsamında Eskişehir’de yer alan Kentpark, Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı ile Şelale Park’ta bulunan yapay su ögeleri; alan gözlemleri, fotoğraflar ve değerlendirme tabloları aracılığıyla incelenmiştir. Bölümün amacı, su ögesinin peyzaj tasarımındaki önemini vurgulamak, farklı ölçek ve karakterdeki kentsel parklarda su ögelerinin estetik ve işlevsel kullanımını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve elde edilen bulgular doğrultusunda tasarıma yönelik öneriler geliştirmektir.

KURAMSAL TEMELLER

REKREASYON VE REKREASYONEL ALAN KAVRAMI

Rekreasyon kavramı, kökeni Latince *recreatio* sözcüğüne dayanan ve yenilenme, yeniden yaratılma ya da yeniden yapılanma anlamlarını içeren bir terimdir (Gürbüz ve Yılmaz, 2017). Rekreasyon; bireylerin fiziksel, zihinsel ve psikolojik açıdan yenilenmesini sağlayan, boş zamanlarını değerlendirmelerine olanak tanıyan etkinlikleri kapsamaktadır. Kent yaşamının yoğun temposu içerisinde bireylerin sosyalleşme, dinlenme, yürüyüş yapma ve çeşitli rekreatif faaliyetlerde bulunabilmeleri için yeterli ve nitelikli rekreasyonel alanların varlığı önem taşımaktadır. Rek-

reasyonel alanlar, yaş, cinsiyet ve fiziksel yeterlilik farkı gözetmeksizin tüm kullanıcıların istek ve ihtiyaçları dikkate alınarak düzenlenen; aynı zamanda kent ekolojisine katkı sağlayan açık ve yarı açık mekânlar olarak tanımlanabilir. Kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda planlanan bu alanlar, kent yaşamının sağlıklı ve kaliteli bir biçimde sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Kılıçaslan Deniz ve Koşan).

Kent içinde yer alan rekreasyonel alanlar; ormanlar, açık ve yeşil alanlar, mesire alanları, yürüyüş yolları, spor tesisleri, mezarlıklar ve parklar gibi farklı mekânsal türleri içermektedir. Parklar ise kullanım amaçları ve hizmet ettikleri ölçeğe bağlı olarak mahalle parkları, semt parkları, bölge parkları ve kent parkları şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Mahalle parkları, mahalle ölçeğinde konumlanan ve her yaştan kullanıcının dinlenme, oturma ve sosyalleşme gereksinimlerine yanıt veren alanlar olup, bu parkların kullanıcılarına yaklaşık on beş dakikalık yürüme mesafesinde erişilebilir olması önerilmektedir (Gül ve Küçük, 2001). Semt parkları ise birden fazla mahalleye hizmet veren, daha geniş ölçekte planlanan ve aktif-pasif rekreasyonel faaliyetlere olanak tanıyan alanlardır. Bu parkların, oturma ve dinlenme alanlarının yanı sıra sportif etkinlikler, oyun alanları ve kültürel aktiviteleri destekleyecek mekânları içermesi beklenmektedir (Boyacı, 2010). Bölge parkları, kent çeperinde konumlanan ve öncelikli olarak doğal yaşamın korunmasını hedefleyen, geniş ölçekli rekreasyon alanlarıdır. Bu parklar, birden fazla yerleşime hizmet ederek bölgesel ölçekte rekreasyonel ihtiyaçlara yanıt vermektedir (Hacıhaliloğlu, 2012). Kent parkları ise kent merkezlerinde yer alan, sundukları tesis ve olanaklar doğrultusunda kullanıcılara aktif ve pasif rekreasyon imkânı sağlayan önemli açık-yeşil alanlardır. Kent parklarının, kullanıcı deneyimini destekleyen ve kente değer katan belirli niteliklere sahip olması gerekmektedir.

Parkların; her yaş, cinsiyet ve fiziksel özellikteki kullanıcıya hitap edecek biçimde tasarlanması, erişilebilirliğinin yüksek olması, farklı ulaşım alternatifleriyle desteklenmesi, kullanıcı gereksinimlerine yanıt verebilecek nitelikli donatılara sahip olması ve doğal ile yapay elemanlarının korunarak düzenli bakımının sağlanması önemlidir. Ayrıca park alanlarında iç ve dış etkenlere karşı güvenliğin gözetilmesi, kullanıcıların alanı rahat ve güvenli bir biçimde kullanabilmesi açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Yücel ve Yıldızcı, 2006; Güngör ve Çakın, 2021).

SU ÖGESİNİN GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KULLANIMI

Su, İlkçağdan Yakınçağa uzanan tarihsel süreç boyunca farklı uygarlıklar için yalnızca yaşamsal bir gereksinim değil, aynı zamanda mimari, sanatsal ve mekânsal tasarımın önemli bir bileşeni olmuştur. Farklı dönemlerde ortaya çıkan bahçe ve açık mekân tasarımlarında su ögesi, dönemin kültürel, estetik ve inanç sistemlerini yansıtan özgün düzenlemelerin oluşmasına katkı sağlamıştır (Düzenli vd., 2019).

İlkçağ Bahçelerinde Su Ögesi

İlkçağ döneminde suyun kullanımı, öncelikle yerleşim alanları ve tarımsal üretim için gerekli su ihtiyacının karşılanmasına yönelik olmuştur. Bununla birlikte, zamanla suyun estetik bir unsur olarak bahçe düzenlemelerinde yer almaya başlaması, özellikle Mısır uygarlığında belirginleşmiş; İran (Pers) ve Mezopotamya uygarlıklarının bahçe sanat anlayışlarıyla gelişerek devam etmiştir (Muratoğlu, 2010). Eski Mısır'da su, temel işlevlerinin yanı sıra bereketin simgesi olarak kabul edilmiş ve yerleşmeler büyük ölçüde Nil Nehri çevresinde şekillenmiştir. Başlangıçta sulama amacıyla oluşturulan su depoları, zamanla estetik nitelik kazanan havuzlara dönüşmüştür.

İran (Pers) uygarlığında, düzensiz yağış koşulları nedeniyle suyun yerleşim alanlarına ulaştırılması yeraltı kanalları aracılığıyla sağlanmış; kente getirilen su, görsel amaçlarla havuzlar ve açık kanallarda kullanılarak bahçelere estetik bir değer kazandırmıştır. Bu dönemde havuzların fiskeyilerle zenginleştirilmesi, bahçe tasarımlarının daha dikkat çekici ve simgesel bir nitelik kazanmasını sağlamıştır (Kavaklı, 1994). Mezopotamya uygarlığında ise Dicle ve Fırat nehirleri su kullanımında belirleyici olmuş; bahçelerde yapay göller ve teras düzenlemeleriyle estetik bir mekânsal kurgu oluşturulmuştur. “Babil’in Asma Bahçeleri” bu dönemin en çarpıcı örneklerinden biri olarak, fiskeyeli havuzlar ve hareketli su elemanlarıyla öne çıkmaktadır. Antik Yunan döneminde ise çeşmeler, havuzlar ve çağlayanlar bahçelerin önemli bileşenleri arasında yer almış; su ögesi, dönemin dini inançları ve sanat anlayışı doğrultusunda figüratif unsurlarla birlikte kullanılmıştır (Cendere, 1998; Ataturay, 1993; Düzenli vd., 2019).

Ortaçağ Bahçelerinde Su Ögesi

Ortaçağda derebeylik sisteminin etkisiyle bahçeler genellikle şatoların çevresinde şekillenmiştir. Bu dönemde su, öncelikle savunma amacıyla kale duvarları arasında oluşturulan kanallar aracılığıyla kullanılmıştır. Bunun yanı sıra estetik amaçlarla kuyular, gotik tarzda çanaklar, fiskeyeler ve havuzlar da bahçe düzenlemelerinde yer almıştır. Bizans dönemin-

de, bahçelerde estetik görünümün ön plana çıktığı; su ögesinin çeşmeler, çağlayanlar, kanallar ve süs havuzları biçiminde kullanılarak zengin süslemelerle desteklendiği görülmektedir.

İslam bahçelerinde ise su, kutsal kabul edilmesi ve huzur verici, serinletici etkisi nedeniyle tasarımın merkezinde yer almıştır. Havuzlar ve su kanalları, bahçelere ferahlık kazandıracak biçimde düzenlenmiş; suyun yansıma ve akış özelliklerinden yararlanılmıştır. İslam bahçe anlayışının en çarpıcı örneklerinden biri olan Tac Mahal Bahçesi'nde, yapı önünde yer alan yansıma havuzu sakinliği ve simgesel anlamı temsil etmektedir (Bekiroğlu, 1992; Nurlu ve Erdem, 1994; Pamay, 1978; Düzenli vd., 2019; Yiğit, 2019).

Yakınçağ Bahçelerinde Su Ögesi

Yakınçağ döneminde bahçe tasarımları Barok, Rönesans, İngiliz ve Fransız bahçeleriyle çeşitlenmiş; su ögesinin kullanımı bu dönemlerin sanat ve doğa anlayışlarına bağlı olarak farklılaşmıştır. Rönesans bahçelerinde heykelimsi fiskiyeler ve su kemerleri, saray gücünü ve ihtişamını simgeleyen öğeler olarak öne çıkarken; Fransız Barok bahçelerinde su, daha çok doğadan ilham alan düzenlemelerle huzur verici bir etki yaratacak biçimde kullanılmıştır (Düzenli vd., 2019).

Türk bahçelerinde de İslam bahçelerinde olduğu gibi su kutsal kabul edilmiş; şadırvanlar, çeşmeler, havuzlar ve fiskiyeler hem estetik hem de işlevsel amaçlarla tasarımlarda yer almıştır. Suyun serinletici etkisinden yararlanmak amacıyla havuzlar genellikle bahçe merkezlerine konumlandırılmış; zamanla formal geometrik havuzlar yerini daha geniş ölçekli suni göllere bırakmıştır (Wallace, 2007; Yiğit, 2019).

REKREASYONEL ALANLARIN TASARIMINDA KULLANILAN SU ÖGELERİ

Su ögesi, rekreasyonel alanlarda sahip olduğu çok yönlü işlevler sayesinde hem estetik hem de mekânsal kaliteyi artıran temel tasarım bileşenlerinden biridir. Su, tek başına kullanıldığında dahi görsel ve algısal bir etki yaratırken; bitkisel ve yapısal öğelerle birlikte ele alındığında mekânın okunabilirliğini güçlendiren, kullanıcıyı alana çeken ve mekânsal algıyı zenginleştiren bir unsur hâline gelmektedir. Parklar, meydanlar, kavşaklar, refüjler, toplanma alanları ve bina bahçeleri gibi farklı rekreasyonel mekânlarda su öğeleri, çeşitli form ve işlevlerde tasarlanarak kullanılabilir. Rekreasyonel alanlarda yer alan su öğeleri, genel olarak durgun ve hareketli su elemanları olmak üzere iki ana grupta ele alınmaktadır (Şavklı, 2012).

Durgun Su Ögeleri

Durgun su elemanları, belirgin bir akıntı ya da dalgalanma hareketi barındırmayan; sakinleştirici ve huzur verici etkileriyle öne çıkan su öğeleridir. Bu tür su elemanları, kentsel açık mekânlarda görsel konfor sağlamanın yanı sıra hava kalitesinin iyileştirilmesi, gürültünün azaltılması ve kullanıcıların rekreasyonel etkinliklerde bulunmasına olanak tanınması açısından önemli işlevler üstlenmektedir. Durgun su öğelerine en yaygın örnekler havuzlar ve yapay göletlerdir (Döner, 2015).

Kentsel açık mekânlarda sıklıkla kullanılan havuzlar, estetik değerlerinin yanı sıra gürültüyü absorbe etme, iklimsel konfor sağlama ve rekreasyonel kullanım olanakları sunma gibi işlevsel özelliklere sahiptir. İşlevlerine göre yüzme havuzu, süs havuzu ve yansıtma havuzu gibi türlere ayrılabilen havuzlar; biçimsel özellikleri açısından da formal ve informal olarak sınıflandırılmaktadır. Formal havuzlar, düzenli geometrik formlarıyla mekânda sınırlandırma ve odak noktası oluşturma işlevi görerek düzen, netlik ve duraganlık etkisi yaratırken; informal havuzlar daha doğal formlarıyla mekâna yumuşaklık ve doğallık kazandırmaktadır (Booth, 1989; Kürkçüoğlu, 2009).

Yapay göletler ise rekreasyonel alanlarda doğal bir görünüm elde etmek amacıyla oluşturulan, genellikle informal formda ve geniş yüzey alanına sahip durgun su öğeleridir. Sucul ve karasal bitkilerle birlikte kullanıldığında estetik bir değer kazanan yapay göletler; rekreasyonel faaliyetlere olanak tanıma, yangın anında su temini sağlama, yüzey sularını depolama ve çeşitli flora ile faunaya yaşam alanı sunma gibi işlevsel katkılar da sağlamaktadır. Büyük su kütleleri olmaları nedeniyle yapay göletlerin bakım ve temizliği çoğunlukla otomatik filtrasyon sistemleri aracılığıyla gerçekleştirilmektedir (Zaloğlu, 2006).

Hareketli Su Ögeleri

Hareketli su öğeleri, suyun akış veya fışkıрма hareketiyle mekânda dinamik bir etki oluşturduğu su elemanlarını kapsamaktadır. Bu öğeler, aşağı doğru akan su ve fışkıran su olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Aşağı doğru akan su elemanlarına su perdeleri ve kaskatlar; fışkıran su elemanlarına ise fiskiyeler ve jetler örnek gösterilebilir (Harris ve Dines, 1998).

Su perdeleri, suya yapay bir şelale görünümü kazandırmak amacıyla tasarlanan ve hem iç hem de dış mekânlarda kullanılabilen hareketli su elemanlarıdır. İç mekânlarda mekânsal ayırım ve derinlik algısı yaratmak için tercih edilirken; dış mekânlarda yürüyüş yolları, oturma alanları, havuz çevreleri ve kaya bahçeleri gibi alanlarda konumlandırıldığında

kullanıcıyı mekâna çeken güçlü bir odak noktası işlevi görmektedir. Yoğun kullanım gösteren rekreasyon alanlarında su perdelerinin, hijyen ve sürdürülebilirlik açısından etkin filtrasyon sistemleriyle desteklenmesi gerekmektedir (Aksu ve Demirel, 2012; Elinç vd., 2012; Cendere, 1998).

Kaskatlar, suyun farklı kotlar arasında kademeli olarak düşmesi prensibine dayanan yapay su elemanlarıdır. Doğal ve yapay olmak üzere iki grupta ele alınan kaskatlarda, özellikle yapay kaskat tasarımlarında suyun farklı seviyelerdeki havuzlara düzenli bir biçimde dökülmesi ve bu akış sırasında estetik bir cam tabaka etkisi oluşturması önem taşımaktadır. Bu nedenle kaskat tasarımı, hem teknik hem de estetik açıdan dikkatli bir planlama gerektirmektedir (Kürkçüoğlu, 2009).

Fıskiyeleler ise havuzların merkezinde ya da belirli odak noktalarında konumlandırılarak pompa ve filtre sistemleri aracılığıyla suyun yukarı doğru farklı formlarda hareket etmesini sağlayan elemanlardır. Sabit, hareketli ve zaman ayarlı sistemler şeklinde tasarlanabilen fıskiyeleler; mekânda odak noktası oluşturma, görsel estetik sağlama, su sirkülasyonunu destekleme ve işitsel-dokunsal etkileriyle kullanıcılar üzerinde sakinleştirici ve huzur verici bir etki yaratma gibi işlevlere sahiptir (Döner, 2015; Yiğit, 2019; Şavklı, 2012).

SU ÖGELERİNİN KULLANIMI

Su ögesi, peyzaj tasarımında odak noktası oluşturma, rekreasyonel kullanımı destekleme, sirkülasyonu yönlendirme, görsel ve işitsel perdeleme sağlama ile iklimsel konfor yaratma gibi çok yönlü işlevleri nedeniyle önemli bir tasarım bileşeni olarak kullanılmaktadır. Estetik açıdan bakıldığında, su ögeleri sahip oldukları ses, hareket ve görsel özellikler aracılığıyla kullanıcılar üzerinde sakinlik, ferahlık ve zaman zaman da dinamik bir etki yaratmaktadır. Suyun rengi, yansıma özelliği ve mekân içindeki konumlanışı, kullanıcı algısını doğrudan etkileyerek rekreasyonel alanların mekânsal kalitesini artırmaktadır (Şavklı, 2012). Su elemanlarının peyzaj tasarımındaki kullanımı estetik ve fonksiyonel olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmektedir.

Estetik Amaçlı Kullanım

Estetik amaçlı kullanımda, su ögesinin bulunduğu alana görsel değer katması, kullanıcı algısını güçlendirmesi ve çok duyulu bir mekânsal deneyim sunması ön planda tutulmaktadır. Suyun yansıma özelliği, farklı renk ve dokularla birlikte kullanıldığında mekânda dikkat çekici görsel etkiler oluşturmaktadır; su ögesinin çevresinde bitkisel elemanların kullanılması ise alanın daha doğal ve estetik bir görünüm kazanmasını sağlamaktadır.

Su ögesinin işitsel etkisi de estetik kullanımın önemli bileşenlerinden biridir. Suyun akış ya da düşüş sesi, kullanıcılar üzerinde dinginleştirici ve rahatlatıcı bir etki yaratırken, çevresel gürültünün algılanmasını azaltarak mekânsal konforu artırmaktadır. Bu nedenle su, yalnızca tasarım amaçlı değil, bazı durumlarda terapötik etkilerinden yararlanılmak üzere de kullanılabilir. Psikolojik açıdan değerlendirildiğinde ise su ögesi; bireylerin su çevresinde oturma, yürüyüş yapma ve dinlenme gibi rekreasyonel etkinliklerde bulunmalarını teşvik ederek olumlu bir mekânsal deneyim sunmaktadır.

Fonksiyonel Amaçlı Kullanım

Su ögesinin fonksiyonel amaçlı kullanımında, estetik değerlerin yanı sıra doğal ekosistemle uyum, kullanıcı güvenliği, teknik standartlara uygunluk ve rekreasyonel etkinlikleri destekleme kapasitesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda su ögeleri, çeşitli çevresel ve mekânsal işlevleri yerine getirecek biçimde tasarlanmakta ve konumlandırılmaktadır.

Su ögesinin en önemli fonksiyonel katkılarından biri iklimsel konfor sağlamasıdır. Özellikle sıcak ve kurak iklim koşullarına sahip bölgelerde, rekreasyonel alanlarda konumlandırılan su elemanları buharlaşma yoluyla havadaki nem oranını artırmakta ve ortam sıcaklığını düşürerek serinletici bir etki oluşturmaktadır. Bu durum, alanın kullanım süresini ve kullanıcı konforunu artırmaktadır.

Gürültü kontrolü de su ögelerinin fonksiyonel kullanım alanlarından biridir. Kent merkezlerinde yer alan rekreasyonel alanlar, ulaşım ve yoğun insan hareketliliğinden kaynaklanan gürültüye maruz kalmaktadır. Bitkisel düzenlemelerle birlikte kullanılan süs havuzları ve benzeri yapay su elemanları, suyun çıkardığı doğal ses sayesinde gürültünün algılanmasını azaltarak mekânsal konfor sağlamaktadır (Yiğit, 2019).

Su ögeleri, aynı zamanda mekân içi sirkülasyonun yönlendirilmesinde ve kontrol edilmesinde de kullanılmaktadır. Peyzaj alanlarında su elemanları; güvenliğin sağlanması, mekânın bölümlendirilmesi, hareketin yönlendirilmesi ve odak noktalarının belirlenmesi gibi işlevleri üstlenebilmektedir. Bu kullanım biçimi, park alanlarından yaya ve araç yollarına kadar farklı ölçeklerde uygulanabilmektedir (Gençtürk, 2006).

Rekreasyonel amaçlı kullanım ise su ögesinin hem doğrudan hem de dolaylı olarak kullanıcı deneyimini zenginleştirmesini kapsamaktadır. Tarih boyunca yerleşmelerin su kaynakları çevresinde gelişmiş olması, suyun yaşamsal öneminin yanı sıra insanlar üzerindeki çekiciliğini de ortaya koymaktadır. Günümüzde ise su ögeleri, oturma ve dinlenme alanları oluşturma, yüzme gibi aktiviteleri destekleme ve rekreasyonel

alanların görsel çekiciliğini artırma amacıyla tercih edilmektedir (Zaloğlu, 2006).

Peyzaj tasarımında su ögesinin estetik ve fonksiyonel kullanımı, literatürde farklı ölçek ve yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmıştır. Şavklı (2012), kent parkları ölçeğinde gerçekleştirdiği çalışmasında su ögelerinin estetik değer yaratma, mekânsal algıyı güçlendirme ve rekreasyonel kullanımı destekleme yönündeki işlevlerini ortaya koymuştur. Benzer şekilde Yiğit (2019), kent ve semt parklarında su kullanım olanaklarını değerlendirmiş ve parkların su ögeleri açısından karşılaştırmalı olarak ele alınabileceğini göstermiştir. Kentsel mekânlarda su elemanlarının algısal ve işlevsel etkilerine odaklanan Cendere (1998), kullanıcı görüşlerine dayalı değerlendirmelerle su ögesinin mekânsal düzenleme üzerindeki rolünü ortaya koyarken; Gedik (2003), farklı su ögelerinin kullanıcılar üzerinde değişen psikolojik etkiler yarattığını ve mekânsal etkinliklerle bütünleştiğini belirtmiştir. Yetimoğlu (2019), suyun tarihsel süreç içerisinde mimari ve peyzaj tasarımında estetik ve fonksiyonel bir tasarım bileşeni olarak önemini vurgulamış; Kürkçüoğlu (2009) ise yapay su elemanlarını mekânsal algı ve çevre psikolojisi bağlamında ele alarak tasarım ilkeleri ve kullanıcı etkilerini incelemiştir.

Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, su ögesinin peyzaj tasarımında yalnızca estetik bir unsur değil; mekânsal algıyı güçlendiren, kullanıcı deneyimini etkileyen ve rekreasyonel işlevleri destekleyen çok boyutlu bir tasarım bileşeni olduğu görülmektedir. Bu çerçeve, Eskişehir kentindeki park alanlarında gerçekleştirilen değerlendirmeler için kuramsal bir temel oluşturmaktadır.

ÇALIŞMA ALANI VE DEĞERLENDİRME YAKLAŞIMI

Eskişehir Hakkında Genel Bilgiler

İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Eskişehir kenti, yaklaşık 13.650 km² yüzölçümüne sahiptir. Kent; Ankara, Bilecik, Konya, Afyonkarahisar ve Kütahya illeriyle çevrilidir. Orta eğimli bir yüzey şekline sahip olan Eskişehir'de sert ve karasal iklim özellikleri görülmektedir. Zengin yer altı ve yer üstü su kaynaklarına sahip olması, kentin tarihsel gelişimi ve mekânsal kimliği üzerinde belirleyici bir rol oynamış; bu durum kent genelinde hamam kültürünün yaygınlaşmasına da zemin hazırlamıştır.

Kentin yüzey şeklinin oluşumunda önemli bir etkiye sahip olan ve başlıca yüzey suyu kaynağı olan Porsuk Çayı, Eskişehir kent merkezinin geçmektedir. Porsuk Çayı üzerinde gerçekleştirilen gondol gezintileri ve çay çevresinde konumlanan kafe, yeme-içme ve oturma-dinlenme alanları, su ögesinin kentsel yaşamla bütünleşmesini sağlayarak alanın

hem işlevsel hem de estetik bir değer kazanmasına katkı sunmuştur. Bu özellikleriyle Porsuk Çayı, kent sakinleri ve ziyaretçiler için önemli bir çekim noktası hâline gelmiştir.

Eskişehir kentinin tarihsel ve kültürel merkezi olarak kabul edilen Odunpazarı bölgesi, kentin en eski yerleşim alanlarından biridir. Odunpazarı Evleri ve bölgede yer alan çeşitli müzeler, Eskişehir'in tarihsel süreç içerisindeki gelişimini ve kent kimliğini yansıtan önemli kültürel unsurlardır (İlgar, 2008). Bunun yanı sıra Doktorlar Caddesi, Adalar Bölgesi, Reşadiye Camii, Eskişehir Kent Ormanı, Regülatör Mesire Alanı ve çeşitli müzeler de kente kimlik kazandıran; kullanıcıların rekreasyonel faaliyetlerde bulunmasına olanak sağlayan doğal ve kültürel mekânlardır.

Çalışma Kapsamındaki Parklar Hakkında Genel Bilgiler



Şekil 1. Kentpark¹

Kentpark (Şekil 1), Eskişehir ilinin Odunpazarı ilçesinde yaklaşık 258.000 m² büyüklüğünde bir alanda yer almakta olup, 2008 yılında kullanıma açılmıştır. Park bünyesinde restoran ve kafeteryalar, büfeler, çocuk oyun alanları, yapay plaj, kapalı ve açık yüzme havuzları, yapay gölet, ada, fitness alanları ve at binme alanı gibi çeşitli rekreasyonel donatılar bulunmaktadır. Sahip olduğu bu donatı çeşitliliği sayesinde Kentpark, farklı yaş grupları ve fiziksel özelliklere sahip kullanıcıların aktif ve pasif rekreasyonel faaliyetlerde bulunmasına olanak tanımaktadır.

Kentpark'ın kent içindeki konumu ve ulaşım olanakları, parkın kullanım yoğunluğunu artıran önemli etmenler arasında yer almaktadır. Otogara yakın konumda bulunan parka tramvay, otobüs ve dolmuş gibi

¹ <https://image.gazetevatan.com/i/gazetevatan/75/796x603/685008b9f5250cfb22f3cdda.jpg>

toplu taşıma araçlarıyla kolaylıkla erişim sağlanabilmektedir (Karakaya ve Cengiz Taşlı, 2019).



Şekil 2. Sazova Bilim Kültür ve Sanat Parkı²

Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı, yaklaşık 400.000 m² büyüklüğü ile Eskişehir'in en geniş yüzölçümüne sahip parkı olarak öne çıkmaktadır. Park bünyesinde yaklaşık 23.000 m² büyüklüğünde bir yapay göletin yanı sıra masal şatosu, amfi tiyatro, korsan gemisi, müze işlevi gören bir kalyon, Japon bahçesi, su altı dünyası, bilim ve deney merkezi, restoran ve kafeler, çocuk oyun alanları, heykel parkı, çocuklara yönelik tren hattı, meydan düzenlemeleri ve hayvanat bahçesi gibi çok sayıda rekreasyonel ve tematik donatı bulunmaktadır (Karakaya ve Cengiz Taşlı, 2019). Park, özellikle yapay gölet çevresinde konumlanan masal şatosu ile güçlü bir görsel odak oluşturmakta ve tematik park kimliğini belirgin biçimde yansıtmaktadır (Şekil 2).

2 <https://sakaryagazetesisomtr.teimg.com/sakaryagazetesi-com-tr/uploads/2023/11/kapak-371.jpeg>



Şekil 3. *Şelale Park*³

Şelale Park (Şekil 3), Eskişehir ilinin Odunpazarı mevkiinde, Çankaya ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık 38.000 m² büyüklüğe sahip olan park, konumlandığı tepe noktası sayesinde Eskişehir kent manzarasının izlenmesine olanak tanımakta ve bu özelliğiyle kentin önemli odak noktalarından biri olarak öne çıkmaktadır. Park bünyesinde, su ögelerinden biri olan yapay şelalenin yanı sıra restoran ve kafe alanları, amfi tiyatro, çocuk oyun alanları, seyir terası, yel değirmeni, heykeller ve kullanım alanları tuvaletler bulunmaktadır (Eskişehir Rehberi, 2014).

ALAN GÖZLEMLERİ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölüm kapsamında, peyzaj tasarımında su ögesinin mekânsal, estetik ve işlevsel kullanımı Eskişehir kenti örneği üzerinden incelenmiştir. Çalışma alanı olarak, Eskişehir il sınırları içerisinde yer alan ve farklı ölçek, tema ve kullanım yoğunluklarına sahip olan Kentpark, Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı ile Şelale Park seçilmiştir. Parkların seçiminde; kentsel açık-yeşil alan sistemi içerisindeki konumları, kullanıcı profilleri, sahip oldukları su ögelerinin çeşitliliği ve rekreasyonel potansiyelleri belirleyici olmuştur.

Araştırma sürecinde öncelikle, peyzaj tasarımında su ögesinin kullanımına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür taraması yapılmış; benzer konu ve yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalar incelenerek kuramsal çerçeve oluşturulmuştur. Literatürden elde edilen bilgiler doğrultusunda, su ögelerinin estetik ve işlevsel niteliklerini değerlendirmeye yönelik ölçütler belirlenmiştir.

3 <https://www.kulturportali.gov.tr/repoKulturPortali/large/18012013/6f97c64a-9849-44f8-b030-6990863af0e2.jpg?format=jpg&quality=50>

Alan çalışmaları kapsamında, belirlenen parklar ziyaret edilerek park içindeki yapay su ögelerinin türleri, konumları, sayıları ve kullanım biçimleri yerinde gözlemlenmiştir. Gözlemler sırasında, su ögelerinin parkın genel mekânsal kurgusuna, rekreasyonel kullanıma, görsel algıya ve kullanıcı deneyimine olan etkileri değerlendirilmiştir. Parklarda bulunan yapay su elemanlarının yer aldığı alanlar fotoğraflanarak görsel veri elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, seçilen park alanlarında yer alan yapay su ögeleri; yeterlilik, çeşitlilik, estetik nitelik ve işlevsel kullanım ölçütleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Değerlendirme sürecinde su ögelerinin park içindeki konumları, mekânsal bütünlüğe katkıları, rekreasyonel kullanımı destekleme düzeyleri ve peyzaj elemanlarıyla olan ilişkileri dikkate alınmıştır. Ayrıca su ögelerinin iklimsel konfor sağlama, görsel ve işitsel etki oluşturma, yönlendirme ve odak noktası oluşturma gibi işlevleri de göz önünde bulundurulmuştur. Bu ölçütler doğrultusunda hazırlanan değerlendirme tabloları aracılığıyla parklar arası karşılaştırma yapılmış; elde edilen bulgular literatür verileriyle birlikte ele alınarak yorumlanmıştır.

Değerlendirme sürecinde kullanılan “uygun”, “kısmen uygun” ve “uygun değil” ölçeği; park alanlarında yer alan yapay su ögelerinin mekânsal kurgu, estetik bütünlük ve işlevsel kullanım açısından tasarım ilkeleriyle olan uyumunu nitel olarak ortaya koymak amacıyla oluşturulmuştur. Bu ölçek, sayısal bir ölçümden ziyade, alan gözlemleri ve literatürde belirtilen tasarım kriterleri doğrultusunda yapılan uzman değerlendirmesine dayanmaktadır. “Uygun” ifadesi, su ögesinin bulunduğu alanla bütünleştiği, rekreasyonel kullanımı desteklediği ve estetik açıdan güçlü bir etki yarattığı durumları; “kısmen uygun” ifadesi, su ögesinin mekânsal ya da işlevsel açıdan potansiyel barındırmakla birlikte tasarım, konum veya kullanım yönünden geliştirilmesi gereken durumları; “uygun değil” ifadesi ise su ögesinin alanla yeterli düzeyde ilişki kuramadığı, estetik veya işlevsel katkısının sınırlı kaldığı durumları tanımlamak amacıyla kullanılmıştır.

BULGULAR



Şekil 4. Kentpark / Yapay su elemanları

Odunpazarı ilçesinde yer alan ve yaklaşık 257.552 m² büyüklüğe sahip olan Kentpark'ta, yapay su ögeleri; yapay plaj, yapay gölet, üç adet havuz ve çocuk oyun alanları çevresinde konumlandırılmış çeşitli su oyun elemanları şeklinde düzenlenmiştir (Şekil 4). Park, yapay su ögelerinin sayısı ve çeşitliliği bakımından diğer çalışma alanları olan Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı ile Şelale Park'a kıyasla daha zengin bir yapı sergilemektedir. Kentpark'ta yer alan yapay su elemanlarının, estetik ve işlevsel açıdan rekreasyonel etkinlikleri destekleme, mekânda odak noktaları oluşturma, sirkülasyonu yönlendirme, iklimsel ve işitsel konfor sağlama gibi işlevler üstlendiği; ayrıca bitkisel ve hayvansal bileşenlerle bütünleşerek alan içinde habitat niteliği kazandığı ve görsel çekiciliği artırdığı gözlemlenmiştir. Kentpark'a ilişkin değerlendirme sonuçları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1. Kentpark değerlendirme tablosu

BULUNDUĞU YER	ESKİŞEHİR- KENTPARK			PARK İÇİNDEKİ DİĞER
BÜYÜKLÜĞÜ(m ²)	257.552 m ²			ÖGELER
SU ÖGELERİ	3 adet havuz, 310 m (kıyı) yapay plaj, 17.382 m ² gölet, 2 adet su oyun elemanı			2 Adet Restoran
Su Ögelerinin Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	1 Adet Kafeterya
	X			5 Adet Büfe
Su Ögelerinin Kullanım Amaçları	Rekreasyon, odak noktası, estetik, yönlendirici			17.274 m ² Büyüklüğünde Ada
Su Ögelerinin Estetikliği	Estetik	Kısmen Estetik	Estetik Değil	
	X			4 Adet Çocuk Oyun Alanı
PEYZAJ ÖGELERİ				2 Adet Açık Hava Fitness Alanı
Açık Yeşil Alanlar Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	
	X			500 m Uzunluğunda Atla Gezinti Alanı
Bitki Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	
	X			1 Adet Padok, 1 Adet Manej ve Ahır
Kullanılan Peyzaj Ögelerinin Alana Uygunluğu	Uygun	Kısmen Uygun	Uygun Değil	9 Adet WC
	X			



Şekil 5. Sazova Parkı / Yapay gölet ve masal şatosu

Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı'na ilişkin değerlendirme tablosu Tablo 2'de sunulmaktadır. Odunpazarı ilçesinde yer alan ve yaklaşık 400.000 m² büyüklüğe sahip olan Sazova Parkı, Eskişehir'in yüzölçümü bakımından en büyük doğal ve tematik parkı olma özelliğini taşımaktadır. Park, farklı yaş gruplarına hitap eden mekân ve donatılarıyla ziyaretçilere geniş bir rekreasyonel faaliyet **çeşitliliği** sunmaktadır. Park bünyesinde yer alan bir adet yapay gölet (Şekil 5, Şekil 6), yapay su ögesi olarak alanın başlıca odak noktalarından birini oluşturmaktadır. Yapay göletin çevresinde konumlanan yürüyüş yolları, oturma alanları, bitkisel düzenlemeler ile şato ve korsan gemisi gibi tematik öğeler; görsel, işitsel ve psikolojik açıdan kullanıcılar üzerinde ilgi çekici ve huzur verici bir etki yaratmakta, aynı zamanda ziyaretçilere güçlü bir manzara deneyimi sağlamaktadır.

Bununla birlikte, Sazova Parkı'nın sahip olduğu geniş alan ve yüksek ziyaretçi kapasitesi dikkate alındığında, parkta yalnızca bir adet yapay su ögesinin bulunmasının estetik ve işlevsel kullanım açısından sınırlı kaldığı değerlendirilmiştir. Parkın tematik yapısı ve mekânsal potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, farklı noktalarda konumlandırılacak ek yapay su öğelerinin parkın mekânsal çeşitliliğini ve kullanıcı deneyimini artırabileceği sonucuna varılmıştır.

Tablo 2. *Sazova Parkı değerlendirme tablosu*

BULUNDUĞU YER	ESKİŞEHİR – SAZOVA PARKI			PARK İÇİNDEKİ DİĞER
BÜYÜKLÜĞÜ(m²)	400.000 m²			ÖGELER
SU ÖGELERİ	Yapay gölet			
Su Öğelerinin Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	Masal Şatosu
			X	Çocuk Oyun Alanı
Su Öğelerinin Kullanım Amaçları	Görsel, psikolojik, odak noktası olma			Hayvanat Bahçesi
Su Öğelerinin Estetikliği	Estetik	Kısmen Estetik	Estetik Değil	Su Altı Müzesi
		X		Bilim ve Deney Merkezi
PEYZAJ ÖGELERİ				
Açık Yeşil Alanlar Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	Korsan Gemisi
	X			Japon Bahçesi
Bitki Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	Amfi Oturma Alanı
	X			
Kullanılan Peyzaj Öğelerinin Alana Uygunluğu	Uygun	Kısmen Uygun	Uygun Değil	
		X		



Şekil 6. *Sazova Parkı, Yapay gölet⁴ ve masal şatosu⁵*

⁴ <https://sakaryagazetesi.com.tr.teimg.com/sakaryagazetesi-com-tr/uploads/2023/11/ka-pak-371.jpeg>

⁵ <https://i.neredekal.com/i/neredekal/75/585x300/606c7c543514568c04de1293>

Tablo 3. Şelale Park değerlendirme tablosu

BULUNDUĞU YER BÜYÜKLÜĞÜ(m²)	ESKİŞEHİR- ŞELELE PARK			PARK İÇİNDEKİ DİĞER ÖGELER
	38.000 m²			
SU ÖGELERİ	1400m² yapay şelale			1 Adet Restoran
Su Ögelerinin Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	Çay Bahçesi
	X			Kafeterya
Su Ögelerinin Kullanım Amaçları	Odak noktası, psikolojik, görsel ve işitsel etki, serinletici etki.			1 Adet Yel Değirmeni
Su Ögelerinin Estetikliği	Estetik	Kısmen Estetik	Estetik Değil	Seyir Terası
	X			Çocuk Oyun Alanı
PEYZAJ ÖGELERİ				1 Adet Amfi
Açık Yeşil Alanlar Yeterliliği	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	
	X			
Bitki Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi	Yeterli	Kısmen Yeterli	Yeterli Değil	
	X			
Kullanılan Peyzaj Ögelerinin Alana Uygunluğu	Uygun	Kısmen Uygun	Uygun Değil	
	X			

**Şekil 7. Şelale Park / Yel değirmeni⁶ ve Yapay şelale⁷**

6 https://www.eskisehir.bel.tr/img_sayfalar/big_57-2015-01-07-1420635616.jpg

7 <https://i.neredekal.com/i/neredekal/75/1000x506/653a2842855e26e55c35c234>



Şekil 8. Şelale Park / Yapay şelale⁸

Şelale Park’a ilişkin değerlendirme tablosu Tablo 3’te verilmiştir. Park bünyesinde, parka adını veren bir adet yapay şelale bulunmaktadır (Şekil 7, Şekil 8). Yapay şelalenin çevresinde konumlanan restoran, oturma-dinlenme alanları ve yürüyüş yolları sayesinde ziyaretçiler, şelalenin görsel ve işitsel etkisi eşliğinde yürüyüş yapma, dinlenme ve yeme-içme gibi çeşitli rekreasyonel etkinliklerde bulunabilmektedir.

Sazova Parkı için yapılan değerlendirmelerde de belirtildiği üzere, Şelale Park’ta yer alan su ögesi sayısı parkın genel büyüklüğü ve kullanım yoğunluğu dikkate alındığında sınırlı düzeydedir. Buna karşın, Şekil 8’de görülen yapay şelalenin park içindeki konumlanması ve tasarım yaklaşımı, su ögesinin mekânla uyumlu bir bütün oluşturmasını sağlamaktadır. Doğal renk ve malzemelerin tercih edilmesi ile çevresinde oluşturulan bitkisel düzenlemeler, şelaleye doğal ve otantik bir görünüm kazandırmış; su ögesi ile vejetasyonun birlikte ele alınması, yapay şelalenin parkın güçlü odak noktalarından biri hâline gelmesine katkı sağlamıştır. Bu bütüncül yaklaşım sayesinde şelale, estetik değerin yanı sıra kullanıcılar üzerinde sakinleştirici ve huzur verici bir etki yaratmaktadır.

8 [https://seyyahdefteri.com/wp-content/uploads/2019/01\(\)/Eski%C5%9Fehir-%C5%9Eelale-Park-2.jpg](https://seyyahdefteri.com/wp-content/uploads/2019/01()/Eski%C5%9Fehir-%C5%9Eelale-Park-2.jpg)

Tablo 4. *Parklara ait genel değerlendirme tablosu*

KRİTER	KENT PARK	SAZOVA PARKI	ŞELELE PARK
SU ÖGESİ YETERLİLİĞİ	10	1	1
SU ÖGESİ ESTETİKLİĞİ	5	5	5
AÇIK-YEŞİL ALAN YETERLİLİĞİ	10	10	5
PEYZAJ ÇEŞİTLİLİĞİ	5	10	5
PEYZAJ UYGUNLUĞU	5	5	5
TOPLAM PUAN	35	31	21

Parklara ait değerlendirme kriterleri ve puanlama sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Çalışma kapsamında ele alınan Kentpark, Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı ile Şelale Park; su ögesi yeterliliği, su ögesi estetikliği, açık-yeşil alan yeterliliği, peyzaj çeşitliliği ve peyzajın alana uygunluğu kriterleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu kriterler, tabloda yer alan “uygun / kısmen uygun / uygun değil”, “yeterli / kısmen yeterli / yeterli değil” ve “estetik / kısmen estetik / estetik değil” seçenekleri esas alınarak işaretlenmiştir. Her bir park için oluşturulan değerlendirme tablolarından elde edilen veriler, parkların genel durumunu birlikte analiz edebilmek amacıyla tek bir puanlama tablosunda birleştirilmiştir.

Yapılan puanlama sonucunda, tüm değerlendirme kriterleri bir arada ele alındığında Kentpark'ın 35 puan, Sazova Parkı'nın 31 puan ve Şelale Park'ın ise 21 puan aldığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, Kentpark'ın özellikle yapay su elemanlarının sayısı ve işlev çeşitliliği açısından diğer parklara kıyasla daha güçlü bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, Kentpark'ın değerlendirme sürecinde daha yüksek puan almasının temel nedenlerinden biridir. Sazova Parkı ve Şelale Park ise, sahip oldukları mekânsal ve tematik potansiyele karşın, su ögesi sayısı ve çeşitliliği bakımından daha sınırlı bir yapı sergilemektedir.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Eskişehir kentinde yer alan Kentpark, Sazova Bilim, Kültür ve Sanat Parkı ile Şelale Park'ta bulunan yapay su ögeleri; estetik ve işlevsel ölçütler doğrultusunda alan gözlemleri ve karşılaştırmalı değerlendirme tabloları aracılığıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular, su ögesinin parkların mekânsal kimliği, rekreasyonel kullanımı ve kullanıcı algısı üzerinde belirleyici bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır.

Sazova Parkı, geniş yüzölçümü ve tematik yapısı ile Eskişehir'in en güçlü rekreasyonel alanlarından biri olmasına karşın, parkta yalnızca bir adet yapay göletin bulunması su ögesi kullanımını mekânsal potansiyelin gerisinde bırakmaktadır. Parkın büyüklüğü, ziyaretçi yoğunluğu ve sunduğu rekreasyonel çeşitlilik dikkate alındığında, farklı noktalarda konumlandırılabilir ek yapay su elemanlarının parkın estetik değerini ve kullanıcı deneyimini artırabileceği görülmektedir. Bu doğrultuda, tematik park anlayışını destekleyecek nitelikte ve peyzajla bütünleşen su ögesi tasarımlarının park geneline yayılması önerilmektedir.

Kentpark ise yapay su elemanlarının sayı ve çeşitliliği bakımından çalışma alanları arasında öne çıkmaktadır. Yüzme havuzları, su oyun elemanları ve yapay göletler; hem estetik hem de fonksiyonel açıdan parkın rekreasyonel kullanımını desteklemekte ve farklı yaş gruplarına hitap eden bütüncül bir mekânsal yapı oluşturmaktadır. Bu niteliğin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için yapay su elemanlarının düzenli bakımının yapılması ve özellikle yapay göletlerdeki flora ve fauna üzerindeki kullanıcı kaynaklı müdahalelerin sınırlandırılması önem taşımaktadır.

Şelale Park, kentin panoramik manzarasını oluşturan konumu ve peyzajla bütünleşmiş yapay şelalesi ile güçlü bir odak noktası oluşturmaktadır. Yapay şelalenin görsel ve işitsel etkisi, parkın algısal değerini artırmakta ve kullanıcılar üzerinde sakinleştirici bir etki yaratmaktadır. Park genelinde su ögesi sayısının sınırlı olması, bu potansiyelin mekânın tamamına yayılmasını engellemektedir. Parkın karakteri ve manzara avantajı göz önünde bulundurularak, yeni yapay su elemanlarının tasarlanması ve mevcut su ögesinin bitkisel tasarımla daha güçlü biçimde desteklenmesi önerilmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, incelenen üç parkın da Eskişehir kenti için önemli rekreasyonel alanlar olduğu görülmektedir. Bu alanlarda su ögesinin peyzaj tasarımıyla bütüncül bir yaklaşımla ele alınması; mekânsal kaliteyi artıran, ekolojik dengeyi gözetken ve dört mevsim kullanımını destekleyen sürdürülebilir çözümler üretilmesine olanak sağlayacaktır. Parkların karakteriyle uyumlu, estetik ve işlevsel niteliklere sahip yapay su elemanı tasarımlarının geliştirilmesi, kentsel yaşam kalitesine katkı sunan önemli bir tasarım stratejisi olarak değerlendirilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Bahar ŞAHBAZ'ın Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü'nde, 2024–2025 Eğitim-Öğretim yılında Doç. Dr. Özgür KAMER AKSOY danışmanlığında hazırladığı lisans bitirme tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aksu, Ö. V. ve Demirel, Ö. (2012). Hastane bahçelerinde peyzaj tasarımları: Trabzon kenti örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(3), 1–10.
- Ataturay, R. (1993). Ankara kenti yeşil alanlarında su yapıları ve yakın çevrelerinde peyzaj planlama esasları üzerinde bir araştırma (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bekiroğlu, D. Z. (1992). Tarihsel süreç içerisinde su ögesinin peyzaj planlamada kullanımı (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Booth, W. C. (1989). *The company we keep: An ethics of fiction*. University of California Press.
- Boyacı, E. (2010). Ülkemizde kent parkı işlevlerini belirleyen etmenler (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Buldaç, M. ve Eren, G. H. (2019). Su ögesinin fiziksel ve tinsel değerler açısından eğitim mekânları üzerinden değerlendirilmesi: Mardin Zinciriye ve Kasımiye Medreseleri örneği. *Euroasia Journal of Social Sciences ve Humanities*, 6(5). <http://www.euroasiajournal.com>
- Cendere, A. (1998). *Su elemanlarının kentsel mekânlarda ve yeşil alanlarda kullanımı* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/659289>
- Deniz, B., Kılıçaslan, Ç. ve Koşan, F. (2019). Rekreasyonel olanaklara yönelik beklentilerin sağlıklı kentler yönüyle irdelenmesi: Aydın kenti örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(2), 79–89. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/amusbfd/issue/45465/479459>
- Döner, F. (2015). *Kent parklarında su öğeleri ve kullanıcı etkileşimi: Bursa örneği* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/892>
- Duzenli, T., Alpak, E. ve Akyol Kuyumcuoğlu, D. (2019). Peyzaj mimarlığında su ögesinin tarihsel süreçteki kullanım amaçları. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9(1), 20–35. <https://doi.org/10.20488/sanattasarim.599987>
- Elinç, Z. K., Elinç, H. ve Kaya, L. G. (2012). Antalya Atatürk Kültür Parkı Örneğinde; Kentsel Yeşil Alanların Önemli Parçası Olan Su Elemanları. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, vol.2, no.4, 37-46.
- Eskişehir Valiliği, Eskişehir Rehberi, 2014, (5. Baskı).
- Gedik, F. (2023). *Açık alanlarda suyun görsel ve işitsel etkileri üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/handle/11452/892>
- Gençtürk, M. (2006). Alınan eğitimin meslek yaşamındaki yeterlilik düzeyinin işletmelerin muhasebe-finance bölümünde çalışanlar üzerinde tespitine yönelik bir alan çalışması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 55–82.

- Gör, A. ve Eren, G. H. (2019). Kampüs alanı içindeki su ögesi kullanımının işlevsel ve estetik niteliklerinin değerlendirilmesi: Anadolu Üniversitesi Yunus Emre Kampüsü örneği. *IDA: International Design and Art Journal*, 1(1), 15. <https://www.idajournal.com/index.php/ida/article/download/13/10/173>
- Gül, A. ve Küçük, V. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 27–48. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjf/issue/20877/224196>
- Güngör, S., & Çakın, M. (2021). Kent parklarında kullanıcı tercihlerinin değerlendirilmesi: “Kyoto Japon Parkı ve Kalehan-Ecdat Parkı” örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 28, 362–367. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1000190>
- Gürbüz, H. ve Yılmaz, V. (2017). Eskişehir rekreasyon alanlarından Kentpark’ın kullanım tercihini etkileyen faktörlerin araştırılması. *Researcher: Social Science Studies*, 5(2), 187–200. <https://doi.org/10.18301/rss.212>
- Hacihaliloğlu, K. (2012). *Kentsel yeşil alan sistemi içinde kıyı parklarının düzenlenme ilkeleri* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Harris, C. W., & Dines, N. T. (1998). *Time-saver standards for landscape architecture: Design and construction data* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- İlgar, E. (2008). *Kent kimliği ve kentsel değişimin kent kimliği boyutu: Eskişehir örneği* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Kara, A. G. F. (2008). Şehir coğrafyası açısından bir araştırma: İstanbul’un açık rekreasyon alanlarının değerlendirilmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 18, 76–95. <http://www.marmaracografya.com>
- Karakaya, N. ve Cengiz Taşlı, T. (2019). Yaşam kalitesinin arttırılmasında kent parklarının önemi: Eskişehir ili örneğinde incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*. <https://doi.org/10.26466/opus.590962>
- Koç, C. ve Koç, A. (2022). Engelsiz parkların erişilebilirliği: Eskişehir ve Diyarbakır örnekleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 13(33), 161–188. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.902987>
- Muratoğlu, G. (2010). *Peyzaj mimarlığında su kullanımı* (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Nuhoğlu, M. ve Geçimli, M. (2019). Kentsel mekân tasarımı tematik projelere yeni yaklaşımlar ve Eskişehir örneği. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 711–734. <https://doi.org/10.15869/itobiad.486618>
- Öner, Ö. (2018). *Kültürel öge olarak su kavramı ve Türk resim sanatına etkileri* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Soydan, O., Benliay, A. ve Akbulut, A. (2019). Kent parklarındaki kullanım alanlarının estetik ve fonksiyonel özelliklerinin kullanıcı görüşleri doğrultusunda irdelenmesi: Antalya Muratpaşa Prof. Dr. Erdal İnönü Kent Parkı örneği. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9(19), 107–128. <https://doi.org/10.16950/iujad.556154>

- Şavklı, F. (2012). *Antalya'daki kent parklarında su öğelerinin estetik ve işlevsel açıdan değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Wallace, P. J. (2007). The nature of habitat. *New Zealand Journal of Environmental Law*, 11, 211–240.
- Yiğit, Z. (2019). *Kocaeli kenti parklarında peyzaj tasarımı kapsamında su kullanım olanaklarının belirlenmesi üzerine bir araştırma* (Yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi. <https://acikerisim.uludag.edu.tr/entities/publication/95dda3b1-468c-453a-af72-15a8832e74dc>
- Yücel, G. F., & Yıldızcı, A. C. (2006). Kent parkları ile ilgili kalite kriterlerinin oluşturulması. *İTÜ Dergisi/a: Mimarlık, Planlama, Tasarım*, 5(2), 220–230.
- Zaloğlu, G. (2006). Peyzaj mimarlığı eğitiminde yeni açılımlar. X. Peyzaj Mimarlığı Akademik İşbirliği Toplantısı (PEMAT 2006) Bildiri Kitabı (15–17 Haziran 2006, ss. 1–11). Ankara.

Bölüm 20

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE BİRLİKTE KENTSEL PEYZAJ TASARIMININ DÖNÜŞÜMÜ

Aslıhan TIRNAKÇI¹, Meliha AKLIBAŞINDA²

1 Doç.Dr. Aslıhan Tırnakçı / Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, aslihanerdogan@nevsehir.edu.tr
Orcid: 0000-0002-0122-5637

2 Doç.Dr. Meliha Aklıbaşında/ Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, melihaaklibasinda@nevsehir.edu.tr
Orcid: 0000-0003-3250-6375

GİRİŞ

Dünya genelinde hızla artan kentleşme, beraberinde çeşitli çevresel sorunları getirmiştir. Artan sıcaklıklar, değişen yağış rejimleri, deniz seviyesindeki yükselme, kuraklık ve sel gibi doğal afetlerin sıklığındaki artış hem doğal hem de yapıli çevreler üzerinde derin etkiler yaratmaktadır (Sheppard 2015). Bu değişimler doğal sistemleri etkilemekte, kentleri de savunmasız bırakmaktadır. Çünkü kentler, yoğun nüfus, yüksek enerji kullanımı, büyük oranda sert zemin kaplamaları ve sınırlı yeşil alanlarla karakterize edildiğinden, bu özellikler, ısı adası etkisinin oluşmasına, yağmur suyu yönetiminde güçlükler ve ekosistem hizmetlerinin azalmasına yol açmaktadır (Larsen, 2015). Kentlerdeki ekstrem sıcaklıklar yalnızca insanları değil, bitkileri, hayvanları ve ekosistemleri de etkilemektedir (Wilby ve Perry, 2006). Dolayısıyla bu durum biyolojik çeşitliliği tehlikeye sokmakta, ekosistemlerin fonksiyonlarını zayıflatmakta ve insan yerleşimlerini giderek daha kırılgan hale getirmektedir (Hof vd., 2017).

Günümüzde birçok şehir, iklim değişikliğinin geniş kapsamlı ve yıkıcı etkileriyle karşı karşıya kalmaktadır. Özellikle kentsel alanlarda yapı yoğunluğunun artması ve açık-yeşil alanların azalması, küresel ısınmanın etkilerini daha belirgin hale getirmiş ve sonucunda dünyanın birçok bölgesinde kuraklık gözlenmeye başlamıştır (Çorbacı ve Ekren, 2022). Kuraklık, günümüzde dünyanın karşı karşıya olduğu en yıkıcı küresel çevre sorunlarından biri olarak kabul edilmekte (Özüpekçe, 2020) ve Türkiye’de de etkisini giderek daha belirgin biçimde hissettirmektedir. Özellikle kış mevsiminde yağışlardaki azalma eğilimleri ve belirgin kuraklık olayları dikkat çekmektedir (Türkeş, 1998a).

İklim değişikliği senaryolarına göre, Türkiye genelinde sıcaklıklarda belirgin bir dönemsel artış öngörülmemekle birlikte, bölgesel ölçekte yağışlarda dönemsel artışlar, azalmalar ve düzensizliklerin ortaya çıkması beklenmektedir (Sarı ve Karaşah, 2020). Bu değişimlerin, çölleşme tehdidi altında bulunan yarı kurak ve yarı nemli bölgelerde (İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgeleri) tarım, ormancılık ve su kaynakları üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği ifade edilmektedir (Türkeş, 1998b). Bu bağlamda, su kaynaklarının korunabilmesi amacıyla, peyzaj uygulamalarında estetik kaygıların ötesine geçen, doğa ve çevre ile uyumlu sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarının benimsenmesi öncelik kazanmıştır.

Her geçen gün artan kuraklık ve buna bağlı gelişen susuzluk, yaşamımızın her alanında olduğu gibi yeşil alanlarda da yıkıcı etkiler göstermektedir. Özellikle büyük kentlerde, yüksek miktarda su tüketimi

gerektiren klasik peyzaj anlayışıyla oluşturulmuş mevcut yeşil alanların yerine, suyun mümkün olduğunca az kullanıldığı yeni yöntemlere dayalı peyzaj düzenlemeleri uygulanmaya başlanmıştır (Barış, 2007). Bu doğrultuda peyzaj düzenlemelerinin sürdürülebilirliğini sağlamada en önemli unsur, suyun rasyonel kullanımıdır (Tırnakçı ve Karaşah, 2024).

Değişen iklim koşullarıyla birlikte artan sıcaklıklar ve azalan yağış rejimleri, kentsel alanlarda su kaynaklarının verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Türkiye’de, Tarım ve Orman Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen Su Verimliliği Seferberliği (2023/9 sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi) kapsamında birçok belediye, yeşil alan yönetim planlarını yeniden ele alarak kentsel peyzajlarda bir dönüşüm süreci başlatmıştır. Bu kapsamda belediyeler, suyun etkin kullanımını temel alan “Kurakçıl Peyzaj/ Kuru Peyzaj” (xeriscape) yaklaşımını benimsemeye başlamıştır.

Xeriscape uygulamaları, peyzaj mimarlığı disiplininde suyun etkin ve akılcı kullanımına dayanan önemli bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Kurakçıl/kuru peyzaj; özellikle suyun sınırlı olduğu bölgelerde sürdürülebilir kentsel peyzaj alanları oluşturmayı hedefleyen; az su isteyen doğal ve kurakçıl bitki türlerinin kullanımını, geçirimsiz yüzeylerin azaltılmasını ve doğal taş, çakıl, kum gibi cansız malzemelerin estetik biçimde değerlendirilmesini esas alan bir tasarım yaklaşımıdır.

Son yıllarda Ülkemizde de kurakçıl peyzaj uygulamaları, özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu gibi kurak ve yarı kurak iklim koşullarına sahip bölgelerde yaygınlaşmaya başlamıştır. Buradan hareketle, bu çalışmada iklim değişikliği etkilerinin belirgin şekilde gözlemlendiği İç Anadolu Bölgesinde yer alan Kayseri kentinde, kent içi yol bitkilendirmeleri kapsamında refüjler ve kavşaklarda uygulanan kurakçıl peyzaj çalışmaları incelenerek, bu uygulamaların sürdürülebilirlik ve su verimliliği ilkeleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Küresel iklim değişikliğinin etkisiyle son yıllarda artan sıcaklıklar ve buna bağlı olarak yaşanan kuraklık (su kıtlığı), özellikle İç Anadolu’nun yarı kurak iklimine sahip kentlerinde kurakçıl peyzaj uygulamalarının önemini artırmıştır. Çalışmanın ana materyalini, Kayseri kentinin kentsel açık-yeşil alan sisteminin iskeletini oluşturan ve kent içinde kurakçıl (kuru) peyzaj uygulamalarının yaygın olarak gerçekleştirildiği kent içi yollar (refüjler ve kavşaklar) oluşturmaktadır.

Çalışmanın yöntemi; veri toplama, analiz ve değerlendirme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, kent genelinde kuru

peyzaj uygulamalarının gerçekleştirildiği refüj ve kavşaklarda arazi gözlemleri yapılmış; uygulamalarda kullanılan bitkisel materyaller ve yapısal peyzaj elemanları yerinde tespit edilerek fotoğraflanmış, belediyelerin ilgili birimleri ile yapılan görüşmeler aracılığıyla uygulamalara ilişkin tamamlayıcı bilgiler elde edilmiştir.

İkinci aşamada, kuru peyzaj uygulamalarında kullanılan bitki türleri; morfolojik özellikleri, su tüketim düzeyleri ve bölgesel iklim koşullarına adaptasyon kapasiteleri kurakçıl peyzaj ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmiş ve mevcut uygulamaların güçlü ile zayıf yönleri belirlenmiştir.

Üçüncü ve son aşamada ise elde edilen veriler doğrultusunda, Kayseri kentinde kurakçıl peyzaj uygulamalarının geliştirilmesine ve sürdürülebilirliğinin artırılmasına yönelik çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kayseri kentinin ulaşım ağında yer alan kent içi yollar, genişlikleri, bakımlı görünüşleri ve özgün bitkisel tasarımlarıyla öne çıkmaktadır.

Küresel iklim değişikliğine bağlı su kıtlığına karşı, özellikle son bir yıl içerisinde kent içi yol güzergâhlarında su verimliliğini artırmak ve bakım maliyetlerini azaltmak amacıyla kurakçıl (kuru) peyzaj uygulamalarının yaygınlaştığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında, Kayseri kent içi yol ve kavşaklarında kurakçıl peyzaj uygulamalarında kullanılan toplam 55 bitki taksonu Tablo 1’de sunulmuştur. Bu taksonlardan 12’si ağaç-ağaçcık, 31’i çalı, 6’sı yer örtücü, 5’ü çim ve 1’i sarılıcı-tırmanıcı formundadır. Ayrıca, tespit edilen 55 bitkiden 40’ının (%75) egzotik/egzotik-kültür, 14’ünün (%25) ise doğal/doğal-kültür kategorisinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde bu taksonların yalnızca 9’unun düşük su isteğine, 27’sinin orta düzeyde su isteğine, 19’unun ise düşük/orta su isteğine sahip olduğu görülmektedir. Özellikle İç Anadolu Bölgesi koşulları açısından değerlendirildiğinde, kullanılan taksonların önemli bir bölümünün egzotik türlerden oluştuğu ve su gereksinimlerinin orta-az düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında tespit edilen bitkiler ve özellikleri (Akkemik, 2018; Anonim, 2024; Anonymous, 2025)

No	Latince Adı	Familiyası	Büyüme Formu	Doğal/Egzotik Tür	Su İsteği
1	<i>Acer palmatum</i> Thunb.	Sapindaceae	Ağaç	Egzotik	Orta
2	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	Sapindaceae	Ağaç	Doğal	Orta
3	<i>Bambusa metake</i> (<i>Pseudosasa japonica</i>) Siebold.&Zucc. ex Steud.	Poaceae	Çalı	Egzotik	Orta
4	<i>Berberis thunbergii</i> DC. 'Atropurpurea	Berberidaceae	Çalı	Doğal-Kültür	Az-Orta
5	<i>Buxus sempervirens</i> 'Rotundifolia'	Buxaceae	Çalı	Doğal-Kültür	Orta
6	<i>Buxus sempervirens</i> 'Pyramidalis'	Buxaceae	Çalı	Doğal-Kültür	Orta
7	<i>Campsis radicans</i> (L.) Seem	Bignoniaceae	Sarılcı	Egzotik	Az-Orta
8	<i>Canna indica</i> L.	Cannaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az-Orta
9	<i>Carex oshimensis</i> Nakai 'Evergold'	Cyperaceae	Çim	Egzotik-Kültür	Orta
10	<i>Carex morrowi</i> Boott	Cyperaceae	Çim	Egzotik	Orta
11	<i>Cedrus libani</i> A.Rich.	Pinaceae	Ağaç	Doğal	Az-Orta
12	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.) Lindl. ex Spach	Rosaceae	Çalı	Ezotik	Orta
13	<i>Cortaderia selloana</i> (Schult. & Schult.f.) Asch. Graebn.	Poaceae	Çalı	Egzotik	Az
14	<i>Cupressus arizonica</i> 'Glaucua'	Cupressaceae	Ağaç	Egzotik-Kültür	Az
15	<i>Cupressocyparis leylandii</i> (A. B.Jacks. & Dallim.) Dallim.	Cupressaceae	Ağaç	Egzotik-Kültür	Orta
16	<i>Eleagnus x ebbingei</i> Gilt Edge AGM	Elaeagnaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
17	<i>Euonymus japonica</i> 'Aureo-marginatus'	Celastraceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
18	<i>Euonymus japonica</i> 'Aurea Pyramidalis'	Celastraceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
19	<i>Euonymus japonica</i> 'Bravo'	Celastraceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
20	<i>Festuca ovina</i> 'Glaucua'	Poaceae	Çim	Doğal-Kültür	Az-Orta
21	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Oleaceae	Ağaç	Doğal	Orta
22	<i>Gaura lindheimeri</i> 'Siskiyou Pink'	Onagraceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta

23	<i>Hylotelephium spectabile</i> (Boreau) H. Ohba	Crassulaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az
24	<i>Jasminum fruticans</i> L.	Oleaceae	Çalı	Doğal	Orta
25	<i>Juncus tenuis</i> 'Blue darte'	Juncaceae	Çim	Egzotik	Orta
26	<i>Juniperus conferta</i> 'Schlager'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
27	<i>Juniperus conferta</i> 'All Gold'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
28	<i>Juniperus communis</i> 'Green Carpet'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
29	<i>Juniperus squamata</i> 'Blue Carpet'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
30	<i>Juniperus pfitzeriana</i> 'Old Gold'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
31	<i>Juniperus virginiana</i> 'Blue Arrow'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
32	<i>Juniperus virginiana</i> 'Skyrocket'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Az-Orta
33	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Lamiaceae	Çalı	Egzotik	Orta
34	<i>Ligustrum japonicum</i> 'Excelsium Superbum'	Oleaceae	Ağaççık	Egzotik-Kültür	Az-Orta
35	<i>Loropetalum chinense</i> 'Rubrum'	Hamamelidaceae	Çalı	Egzotik	Orta
36	<i>Miscanthus sinensis</i> 'Variegatus'	Poaceae	Çim	Egzotik-Kültür	Orta
37	<i>Nandina domestica</i> Thunb.	Berberidaceae	Çalı	Egzotik	Az
38	<i>Photinia x fraseri</i> 'Nana'	Rosaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta
39	<i>Picea pungens</i> Engelm.	Pinaceae	Ağaç	Egzotik	Orta
40	<i>Phormium tenax</i> J.R Forst&G.Forst.	Asphodelaceae	Çalı	Egzotik	Orta
41	<i>Phormium tenax</i> 'Atropurpureum'	Asphodelaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta
42	<i>Platanus orientalis</i> L.	Platanaceae	Ağaç	Doğal	Orta
43	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh. 'Atropurpurea'	Rosaceae	Ağaççık	Doğal	Orta
44	<i>Pyracantha coccinea</i> 'Nana'	Rosaceae	Çalı	Doğal-Kültür	Az-Orta
45	<i>Salvia farinacea</i> L.	Lamiaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az
46	<i>Salvia microphylla</i>	Lamiaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az
47	<i>Sedum spurium</i> L.	Crassulaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az

48	<i>Sedum acre</i> L.	Crassulaceae	Yer örtücü	Egzotik	Az
49	<i>Thuja occidentalis</i> 'Danica'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta
50	<i>Thuja occidentalis</i> 'Mirjam'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta
51	<i>Thuja occidentalis</i> 'Golden Tuffet'	Cupressaceae	Çalı	Egzotik-Kültür	Orta
52	<i>Tilia tomentosa</i> Moench.	Tiliaceae	Ağaç	Doğal	Orta
53	<i>Viburnum tinus</i> L.	Adoxaceae	Çalı	Doğal	Orta
54	<i>Washingtonia filifera</i> (L. Linden) H. Wendl.	Arecaceae	Ağaç	Egzotik	Az
55	<i>Yucca filamentosa</i> L	Agavaceae	Çalı	Egzotik	Az-Orta

Hem estetik hem de ekolojik sürdürülebilirliğin esas alındığı yol peyzajı uygulamalarında, kurakçıl peyzaj ilkelerine uygun bitki türlerinin seçildiği görülmektedir (Şekil 1). Ancak doğal bitki türlerinin kullanımının sınırlı kaldığı ve uygulamalarda büyük ölçüde egzotik türlere yer verildiği belirlenmiştir. Kullanılan bitki türlerinin su gereksinimleri incelendiğinde, yüksek su ihtiyacına sahip türlerin bulunmadığı görülmektedir. Bu durum her ne kadar bir avantaj olarak değerlendirilebilse de, kurakçıl peyzaj uygulamalarında temel yaklaşım, bölgeye özgü doğal bitki taksonlarının tercih edilmesidir. Çünkü doğal bitkiler minimum düzeyde sulama gereksinimi duyar; yerel toprak ve iklim koşullarına uyum sağlamış olmaları nedeniyle de genellikle ek gübreleme gereksinimi duymazlar ve hastalık ve zararlılara karşı daha dirençli olurlar (Barış, 2007).



Şekil 1. Kent içinde kuru peyzaj düzenlemesi yapılan alanlardan örnekler

Kurakçıl peyzaj uygulamalarında malç kullanımı, peyzaj alanının su ihtiyacını azaltmaktadır (Wade ve ark. 2007). Çalışma alanlarında, hem estetik hem de fonksiyonel amaçlarla toprağın nemini korumaya yardımcı olan renklendirilmiş ağaç kabuğu, cüruf ve beyaz-gri kırma taş gibi doğal malzemeler kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kent içi yollarda kurakçıl peyzaj uygulamalarında malç kullanımı

Kurakçıl bitkilerin kullanılmadığı ve doğrudan güneş alan alanlarda, küçük taş parçaları (mıcır) veya benzeri malzemelerle yapılan malçlamadan kaçınılmalıdır. Bunun nedeni, bu malzemelerin yüksek ısıyı yansıtması ve bitkilerde kavrulmaya yol açabilecek düzeyde su kaybına neden olmasıdır (Tülek ve Barış, 2011). Bu bağlamda kent içindeki bazı kuru peyzaj uygulamalarında, yalnızca çakıl taşı gibi malç malzemelerinin kullanıldığı görülmektedir (Şekil 3). Bu tür uygulamalar, bakım ve su tüketimi açısından tasarruf sağlamakta ve özellikle bitki varlığı olan alanlarda olumlu etkiler sunmaktadır. Ancak, bitki örtüsünün bulunmadığı geniş yüzeylerde yalnızca kırma taş veya çakıl kullanılması, yüksek miktarda ısıyı yansıtmakta ve kent ısının artmasına neden olmaktadır.



Şekil 3. Yalnızca çakıl taşı, cüruf gibi malzemelerin kullanıldığı kuru peyzaj düzenlemeleri

Kurakçıl peyzaj düzenlemesinin temel ilkelerinden biri, çim alanların azaltılarak yerine su tasarrufu sağlayan ve daha az sulama gereksinimi duyan yer örtücü türlerin tercih edilmesidir (Wade ve ark., 2007). Bu kapsamda orta refüjler ve kavşaklarda *Festuca ovina*, *Salvia farinacea*, *Salvia microphylla*, *Sedum spurium*, *Sedum acre*, *Lavandula angustifolia* ve *Canina indica* gibi yer örtücü türler yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Kavşaklarda farklı yer örtücü tür kullanımı

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kontrolsüz ve hızlı kentleşme ile bilinçsiz kaynak tüketimi, kentsel alanlarda doğal çevrelerin tahribatını artırmakta ve su kaynaklarının azalmasına neden olmaktadır. Değişen iklim koşulları ile birlikte su kaynaklarının giderek azaldığı, yağış rejimlerinde düzensizliklerin arttığı ve kurak dönemlerin her geçen gün daha sık yaşandığı görülmektedir. Bu durum, hem doğal ekosistemleri hem de kentsel yaşam alanlarını doğrudan etkileyerek suya olan talebin artmasına ve mevcut kaynakların sürdürülebilir bir biçimde yönetilmesini zorunlu hâle getirmektedir.

İklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha belirgin hâle geldiği günümüzde, kentsel peyzaj alanlarında suyun akılcı ve sürdürülebilir

kullanımına olan gereksinim artmış; bu bağlamda xeriscape (kurakçıl peyzaj) uygulamaları önemli bir planlama ve tasarım yaklaşımı hâline gelmiştir. Kurakçıl peyzaj yaklaşımı, yalnızca su tasarrufunu değil, aynı zamanda iklimle uyumlu, ekolojik ve sürdürülebilir kentsel açık alanların oluşturulmasını da hedeflemektedir.

Kayseri kent içi yolların (refüjler ve kavşaklar) kurakçıl peyzaj açısından değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda, mevcut uygulamaların kurakçıl peyzaj tasarımı ilkeleriyle kısmen uyumlu olduğu belirlenmiştir. İncelenen kuru peyzaj uygulamalarında kullanılan bitki taksonlarının büyük bir bölümünün su isteğinin az-orta düzeyde olduğu saptanmıştır. Çalışma alanında tespit edilen toplam 55 bitki türünün 40'ının egzotik, 14'ünün ise doğal kökenli olduğu ortaya konulmuştur. Doğal bitki kullanımının sınırlı kaldığı uygulamalarda, bakım gereksinimlerini artırmayan, yerel iklim koşullarına uyum sağlamış ve bölgeye özgü doğal taksonların tercih edilmesi; yörenin kimliğinin korunmasına, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine ve yeni habitatların oluşturulmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Bu doğrultuda, kent içinde yakın gelecekte gerçekleştirilecek peyzaj uygulamalarında doğal bitki taksonlarının kullanımının artırılması önerilmektedir.

Kurakçıl peyzaj uygulamalarının temel ilkelerinden biri çim alan kullanımının asgariye indirilmesidir. Ancak geniş çim alanların tamamen kuru peyzaj uygulamalarıyla değiştirilmesi, kent içi ısı adası etkisinin azaltılması ve mikroiklimin iyileştirilmesi açısından tek başına yeterli değildir. Yollar boyunca gerçekleştirilen bitkilendirme çalışmaları, trafik kaynaklı gürültü ve hava kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlamakta; aynı zamanda kentin ekolojik sürdürülebilirliği açısından da önemli bir rol üstlenmektedir (Yücekaya ve Kocatürk, 2017). Bu bağlamda, Kayseri kentinde özellikle refüjler ve kavşaklarda uygulanan kuru peyzaj düzenlemelerinde, bitkisel tasarımda katmanlılık ilkesi esas alınarak ağaç, ağaççık, çalı ve yer örtücü türlerin birlikte kullanılması gerekmektedir. Böylece, gölgeleme ile buharlaşma-terleme süreçleri güçlendirilerek kentin mikro-ikliminin daha etkin biçimde düzenlenmesi sağlanabilecektir.

Kuraklıktan yüksek düzeyde etkilenme riski bulunan Kayseri kenti için kurakçıl peyzaj uygulamalarının yaygınlaştırılması; kentin azalan su kaynaklarının etkin ve verimli kullanımını desteklemesi ve sürdürülebilir, iklimle uyumlu kentsel peyzajların oluşturulmasına katkı sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Böylece kent genelinde görsel çeşitlilik artırılırken, aynı zamanda işlevsel, ekolojik ve sürdürülebilir bir kentsel peyzajın oluşturulmasına olanak sağlanacaktır. Bu kapsamda, kentsel açık yeşil alan sistemlerinde salt estetik peyzaj anlayışından uzaklaşarak doğal peyzaj tasarım yaklaşımlarının benimsenmesi gerek-

mektedir. Ayrıca, suyun öneminin giderek arttığı günümüzde, yeni oluşturulan peyzaj alanlarında yağmur suyu yönetimini destekleyen yağmur bahçelerinin planlanması ve uygulanması, kentin yeşil alan yönetiminde atılacak önemli ve bütüncül bir adım olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akkemik, Ü., 2018. Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları I. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 736s., Ankara.
- Anonim, 2024. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. Kurakçıl peyzaj uygulamaları rehberi. <https://www.suverimliligi.gov.tr/wp-content/uploads/2024/03/KURAKCIL-PEYZAJ-UYGULAMA-REHBERI.pdf> (Erişim: 15.10.2025)
- Anonymous, 2025. <https://www.kamloops.ca/sites/default/files/brochure-createxeriscape.pdf> (Erişim tarihi:10.10.2025)
- Bariş, E. 2007. Kurakçıl Peyzaj, Bilim Teknik Dergisi, Sayı 478, Tübitak, Ankara.
- Çorbacı, L.Ö. ve Ekren, E., 2022. Kentsel Açık Yeşil Alanların Kurakçıl Peyzaj Açısından Değerlendirilmesi: Ankara Altınpark Örneği. PAUD- Peyzaj Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, Sayı:1, Yaz 2022 , s. 1 – 11.
- Wade, Gary L., James T. Midcap, Kim D. Coder, Gil Landry, Anthony W. Tyson, Neal Weatherly, Jr., 2009. Numbered Publications.A Guide to Developing a Water-Wise Landscape. University of Georgia Environmental Landscape Design Department, Georgia 30602., 44 p. <http://www.marex.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf> (Erişim: 15.10.2025)
- Hof, A. R., Dymond, C. C., Mladenoff, D. J., 2017. Climate change mitigation through adaptation: The effectiveness of forest diversification by novel tree planting regimes. Ecosphere, 8(11), Article e01981. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1981>
- Larsen, L., 2015. Urban climate and adaptation strategies. Frontiers in Ecology and the Environment, 13: 486-492. <https://doi.org/10.1890/150103>
- Özüpekçe, S., 2020. Increased drought in Turkey and possible results: lack of water, scarcity and economic problems. The Journal of International Social Research, 13(71), 278-285.
- Sarı D, Karaşah B. 2020. Future Adaptability of Urban Trees due to the Effects of Climate Change: the Case of Artvin, Turkey. Journal of Environmental Science and Management 23(1): 60-70.
- Sheppard, S., 2015. Making climate change visible: A critical role for landscape professionals. Landscape and Urban Planning, 142, 95-105. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2015.07.006>.
- Tırnakçı, A. ve Karaşah, B., 2024. Benefiting of natural plant taxa in xeriscape applications. Güngör SERTAÇ (Ed.), International studies and evaluations in the field of landscape architecture (s.

- 33-44) içinde. Erişim adresi: https://www.seruvenyayinevi.com/Webkontrol/uploads/Fck/archingekim2024_2.pdf
- Tülek, B. ve E. Barış. 2011. Orta Anadolu iklim koşullarında su etkin peyzaj düzenlemelerinin değerlendirilmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2):1-13.
- Türkeş, M. 1998a. 'Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey', Int. J. Climatol., 18, 649-680.
- Türkeş, M. 1998b. 'İklimsel değişebilirlik açısından Türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlar', DMI/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 45-57, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Wilby, R.L., Perry, G.L.W., 2006. Climate change, biodiversity and the urban environment: a critical review based on London, UK. Prog Phys Geog 30: 73-98.
- Yücekaya, M., Kocatürk, F., 2017. Kilis'te Açık Yeşil Alanlar Ve Park Nitelikleri. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 7(16), 80-94. <https://doi.org/10.16950/iujad.340424>

Bölüm 21

LANDSAT 8 UYDU VERİLERİ KULLANILARAK DİCLE ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜNDE YÜZEY SICAKLIĞININ ZAMANSAL DAĞILIMI VE BELİRLEYİCİ FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN¹

Ahmet KOÇ²

1 Dr. Öğr. Üyesi/ Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs bitkileri Yetiştiriciliği Programı

2 Doç Dr. / Ahmet KOÇ, Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs bitkileri Yetiştiriciliği Programı

GİRİŞ

Kentsel Isı Adası (KSI) etkisi, kentsel alanların kırsal çevrelerine göre önemli ölçüde daha yüksek sıcaklıklar yaşadığını ifade etmektedir. Bu sıcaklık farkı, başta arazi kullanımındaki değişimler olmak üzere, asfalt ve beton gibi geçirimsiz yüzeylerin artışıyla ilişkili olup özellikle kentleşme gibi insan kaynaklı faaliyetlere atfedilmektedir. Bu yüzeyler gündüzleri ısıyı emer ve tutar, geceleri ise yavaşça serbest bırakır, bu da bitki örtüsüyle kaplı kırsal alanlara kıyasla kentsel ortamlarda sıcaklıkların yükselmesine katkıda bulunmaktadır (Arifwidodo and Tanaka, 2015; Jabbar et al., 2023; Kaplan et al., 2018; Johnson, 2015; Özhancı and Koç, 2023).

KSI etkisi, temel olarak kentsel alanlarda sıcaklık artışına neden olan insan kaynaklı faaliyetler ve çevresel değişimlerden kaynaklanmaktadır. KSI'ye katkıda bulunan faktörler arasında arazi örtüsü değişiklikleri (örneğin, artan yapılaşmış alanlar, azalan yeşil alanlar), inşaat malzemelerinin ısı tutma özellikleri ve yüzey albedosu, buharlaşma oranlarındaki değişimler yer almaktadır (Feng vd., 2019; Shepherd and Burian, 2003; Taha, 1997). Çalışmalar, kentleşmenin yeşil alan miktarını önemli ölçüde değiştirdiğini, bitki örtüsünü azalttığını ve kentsel altyapının termal kütesini artırdığını, bunun da daha fazla enerji emilimi ve ısı tutulmasına yol açtığını göstermiştir (Renard vd., 2019; Souto and Cohen, 2021; Zhang vd., 2017).

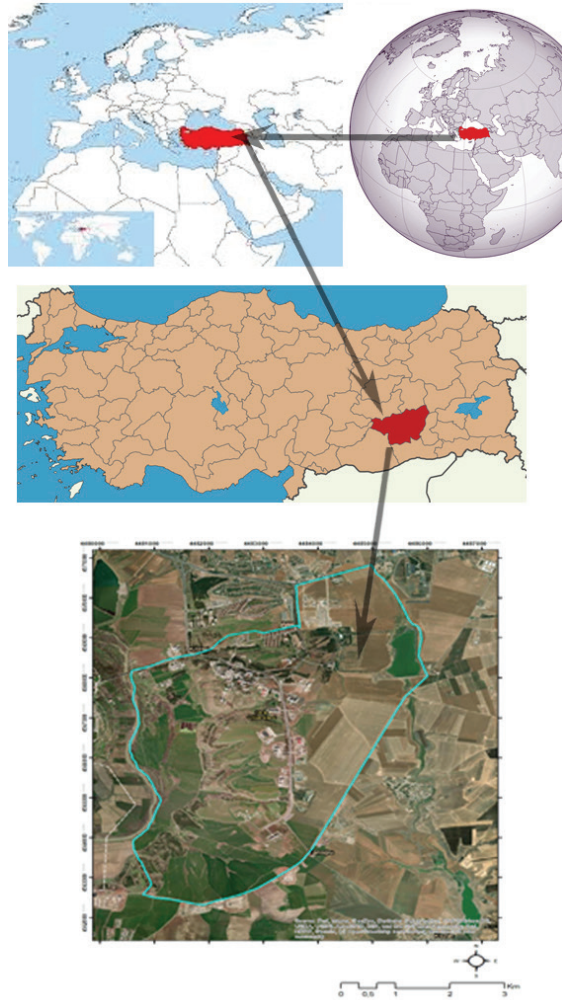
Üniversite kampüs yerleşkeleri de sosyal ve fiziksel yönden kent karakterine benzer bir yapı sergilemektedir (Özhancı and Koç, 2024; Özhancı and Koç, 2022). Kent merkezlerinde olduğu gibi üniversite kampüslerinde de KSI etkileri çok yönlüdür; bu etkiler arasında öğrencilerin termal konforu, sağlık durumları ve enerji tüketim düzeyleri yer almaktadır. Şehirlerdeki ve üniversite kampüs alanlarındaki yüksek sıcaklıklar, özellikle KSI etkisinin güçlü olduğu bölgelerde, yeterli bitki örtüsü ve su kaynağı bulunmadığı için kullanıcıların kendilerini çok daha sıcak hissetmelerine neden olabilmektedir (Sobrinho and Irakulis-Loitxate, 2020; Addas vd., 2020). KSI'ler, soğutma amaçlı enerji kullanımını artırarak kampüsün sürdürülebilirlik hedeflerine zarar verebilmekte ve işletme giderlerinin yükselmesine neden olmaktadır. (Moffett vd., 2019; Sosa and Lindahl, 2022; Goldblatt vd., 2021). Birçok araştırma, kampüs planlamasına yeşil alanların dahil edilmesi fikrini desteklemektedir. Bu tür projeler, görsel kaliteyi ve mekânsal niteliği iyileştirmenin yanı sıra, buharlaşma süreçlerini artırarak ve yüzey sıcaklıklarını azaltarak Kentsel Isı Adası (KSI) etkisinin hafifletilmesine yardımcı olmaktadır. Araştırmalar, kampüs alanlarındaki yeşil alanların kentsel mikro iklimleri başarılı bir şekilde dengeleyebileceğini ve kentsel ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkını azaltabileceğini göstermektedir (Li et al., 2020; Zheng et al., 2024).

Bu çalışma özellikle yaz aylarında insanların aşırı sıcaklık stresine

maruz kaldığı Diyarbakır kentinde bulunan Dicle Üniversitesi Kampüsü'nde yüzey ısısı zamansal olarak incelenerek, kampüs içinde mikro ölçekte KSI oluşumları incelenerek çözüm önerileri getirmeyi amaçlamaktadır.

MATERYAL

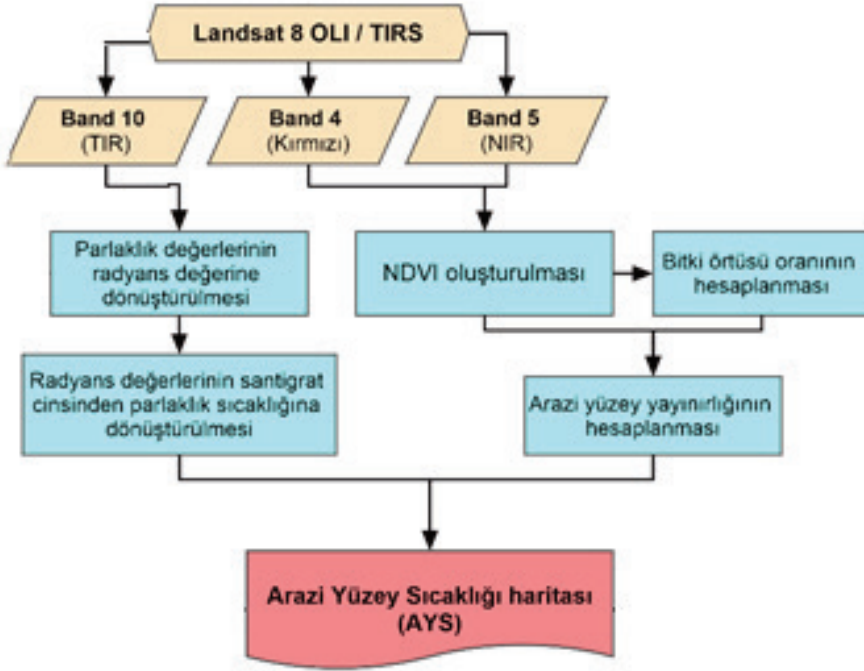
Çalışmanın materyalini 19.717 dönüm üzerine inşa edilmiş ve Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Diyarbakır kentinde kurulmuş olan Dicle Üniversitesi Kampüsü ele alınmıştır. (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumunu gösteren harita

METOT

Çalışmanın metot kısmını 2013 ve 2025 yılları arasındaki Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüleri kullanılarak Dicle Üniversitesi Kampüs alanına ait arazi yüzey sıcaklığı haritaları beş aşamalı bir işlem süreciyle üretilmiştir. İlk aşamada, Landsat 8 OLI/TIRS verisinin termal bandı kullanılarak piksel parlaklık değerleri spektral radyans değerlerine dönüştürülmüştür. İkinci aşamada, radyans değerleri termal dönüşüm formülleri yardımıyla sıcaklık değerlerine çevrilmiştir. Üçüncü aşamada, uydu görüntüsünün 4. (NIR) ve 5. (Red) bantları kullanılarak Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) hesaplanmıştır. Dördüncü aşamada, NDVI verisinden yararlanılarak bitki örtüsü oranı (Pv) ve sonrasında yüzey yayınlılığı (emissivity) belirlenmiştir. Son aşamada ise yüzey sıcaklığı değerleri ile yayınlılık parametreleri birlikte kullanılarak arazi yüzey sıcaklığı (AYS) haritası üretilmiştir (Anandababu vd., 2018; USGS, 2025). (Şekil 2).

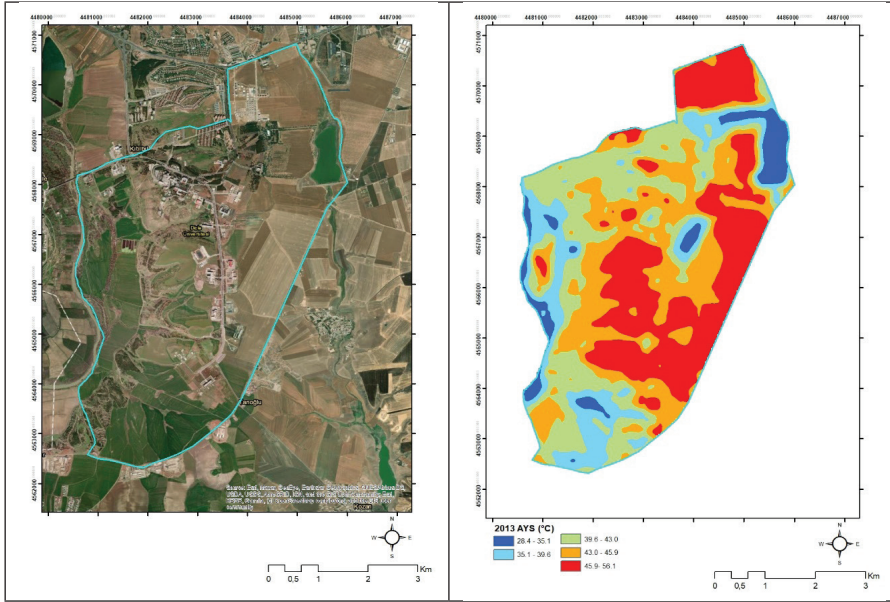


Şekil 2. Çalışma alanının AYS haritaları oluşturulurken izlenen yol

BULGULAR

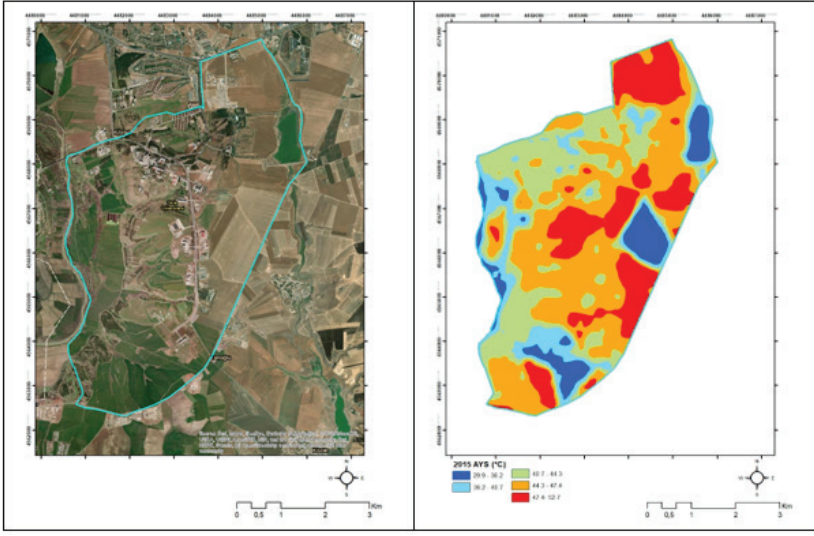
2013 yılı AYS haritaları incelendiğinde; Dicle Üniversitesi Kampüs yerleşkesi çevresindeki kırsal ve ormanlık alanlara kıyasla 10°C'den fazla bir yüzey sıcaklığı farkı olduğu görülmektedir. Bu durum, oldukça güçlü

bir ısı adası etkisi oluştuğunun göstergesidir (Şekil 3). Aynı zamanda AYS dağılım haritaları arazi kullanım haritasının neredeyse termal bir kopyası gibi olup, yapay yüzeyler (bina, asfalt) yüksek, doğal yeşil yüzeyler ve orman alanları düşük AYS'ye sahip olduğu görülmektedir. 2013 verilerine göre, çıplak veya az bitkili tarım arazileri, beklenenden daha yüksek sıcaklıklar üretebilmektedir. Bu durum ise; kırsal alanların da şehirler kadar serin olmayabileceğini göstermektedir. Kampüsün batı tarafındaki alan, termal bir bariyer veya “serinlik kaynağı” gibi görülmektedir. Yerleşim alanlarının bu yeşil bantlara doğru genişlemesi, ısı adası etkisini artırması muhtemel olarak görülmektedir. 2013 yılı için en düşük AYS sıcaklığı 28.4 °C ölçülürken en yüksek 56.1 °C ölçülmüştür.



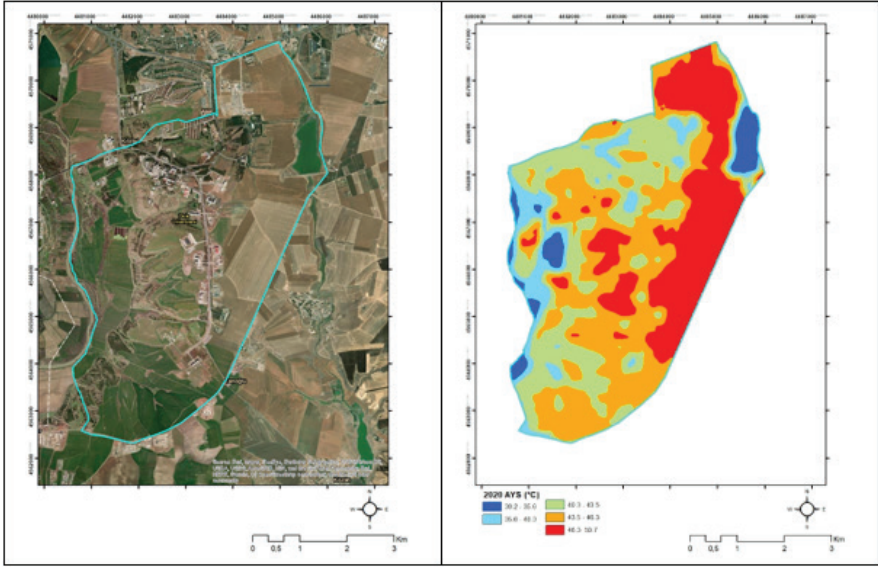
Şekil. 3 Çalışma alanına ait uydu görüntüsü ve 2013 AYS haritası

2015 AYS haritalarına göre; 2013 yılındaki termal analizler ile benzer durumlar 2015 AYS haritalarında da gözlemlenmektedir. 2015 yılında özellikle Dicle Üniversitesi Kampüsü Yerleşkesinin doğu ve güneydoğudaki düzenli parsel sahibi alanlar, açık renkli araziler yine yüksek sıcaklık sınıfında yer almaktadır. (Şekil 4). 2015 yılında özellikle 36.2°C - 44.3°C arasındaki orta yüzey sıcaklığına sahip alanlar en yüksek alanı kaplamaktadır. (Şekil 4). 2015 yılında minimum yüzey sıcaklığı 29.9°C iken maksimum 52.7 °C ölçülmüştür.



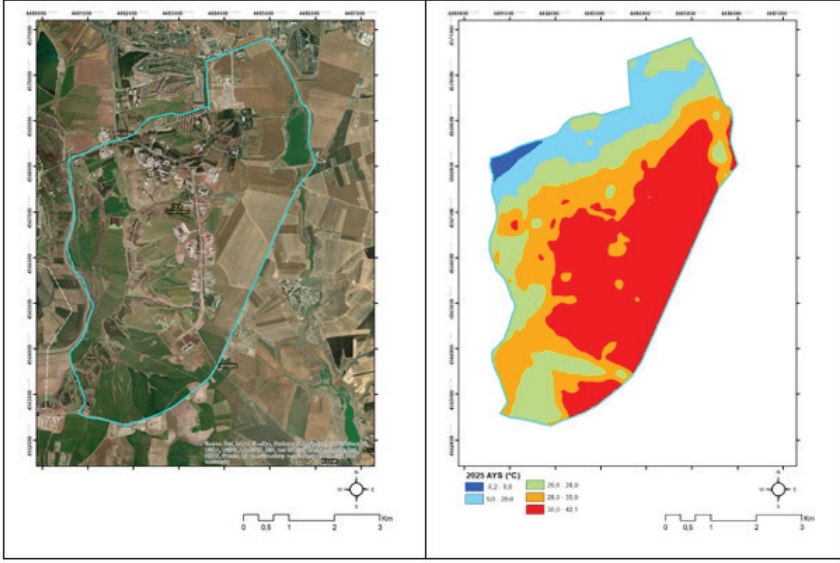
Şekil 4. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü ve 2015 AYS haritası

2020 yılı AYS haritasında 2013 ve 2015 yılı gibi benzer sonuçlar sergilemektedir. Özellikle 45.3-46.3 °C arasındaki yüksek değerler 2020 AYS haritasında geniş alanları kaplamaktadır. 7 yıllık periyotta (2013-2020 arası) AYS haritalarında KSI etkisinin azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Bu dönem çerçevesinde azalmanın en büyük nedenleri ortalama hava sıcaklıklarında düşüşler ve vejetasyon oranındaki artışların olmasından kaynaklanmaktadır. 2020 AYS haritasında minimum 30.2°C, maksimum 50.7 °C yüzey sıcaklığı ölçülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü ve 2020 AYS haritası

2025 AYS haritalarına göre özellikle uydu görüntüsü ve AYS karşılaştırıldığı zaman sıcaklık dağılımı ve arazi kullanımı arasında korelasyon görülmektedir. Özellikle 35-42 °C arasındaki yüzey sıcaklığına sahip alanlar geniş tarım arazileri ve yapılaşmanın yoğun olduğu bölgeleri göstermektedir (Şekil 6). 2025 yılında özellikle Dicle Üniversitesi Kampüs yerleşkesinin orta ve güneydoğu kesimindeki bitki örtüsünden yoksun alanlar, yüksek termal emilim kapasitesi nedeniyle en yüksek sıcaklık değerlerini sergilemektedir (Şekil 6). Özellikle 10 °C'den daha düşük sıcaklığa sahip alanlar kampüsün kuzey ve kuzey batı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu alanların nehir yatağı (Dicle Nehri), vadi yapısı veya yoğun ağaçlandırma bölgeleri olduğu anlaşılmaktadır. Suyun yüksek özgül ısı ve bitki örtüsünün evapotranspirasyon etkisi ile bu bölgelerde etkili bir serinleme sağlamaktadır. 2025 AYS analizlerine göre minimum 6.2 °C, maksimum 42.1 °C yüzey sıcaklığı belirlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Çalışma alanına ait uydu görüntüsü ve 2025 AYS haritası

SONUÇ ve ÖNERİLER

Özellikle 12 yılı kapsayan zaman diliminde AYS haritalarına göre 35°C'den yüksek sıcaklığa sahip yüzeyler geniş bir alan kaplamaktadır. Bu durum ise kampüs içinde mikro ölçekte kentsel ısı adası (KSI) etkilerinin yoğun ve hissedilebilir durumda olduğunun göstergesi olarak belirtilmiştir. Bu periyot içinde özellikle Dicle Nehri civarındaki tampon bölgede yoğun bir serinletme etkisi görülmektedir. Dicle Nehri çevresindeki serin bölgenin kampüs içerisine taşınabilmesi için doğu-batı ekseninde yeşil kuşakların planlanması gerekmektedir. Aynı zamanda yüksek sıcaklıkların olduğu kampüs içerisinde güneş ışığını yansıtan soğuk kaplamalar tercih edilmelidir. Aşağıdaki öneriler kampüs içerisine yapılacak master planlara entegre edilerek daha konforlu ortamlar sağlanabilir.

- Kampüs içi ve batıya doğru yapılacak yeşil koridorlar, ağaçlandırma ve geçirgen yüzey uygulamaları, kampüs mikro iklimini daha da serinletebilmekte ve bir “termal sığınak” haline getirebilmektedir,

- Yapılacak akıllı yeşil altyapı yatırımları (yağmur bahçeleri, geçirgen zeminler, stratejik ağaçlandırma) ile kampüsü, sıcak şehir merkezine kıyasla bir “termal sığınak” haline getirmek mümkün kılınabilir. Bu, öğrenci konforu, enerji tasarrufu ve marka değeri için büyük bir avantaj sağlar.

- Kampüs içerisindeki yapı stoğlarına entegre edilecek yeşil çatı sistemleri ortalama AYS sıcaklıklarını düşürebilir.
- Mevsimlik oluşturulacak AYS haritaları ile kampüs içindeki hassas bölgeler belirlenerek yeşil altyapı sistemleri ile müdahale edilebilir.
- Dicle Üniversitesi Kampüsüne yer yer su yüzeyleri eklenerek su, evaporatif soğutma sağlayarak çevresindeki sıcaklığı 2-4 °C düşürebilir.

KAYNAKLAR

- Addas, A., Goldblatt, R., and Rubinyi, S. (2020). Utilizing remotely sensed observations to estimate the urban heat island effect at a local scale: case study of a university campus. *Land*, 9(6), 191. <https://doi.org/10.3390/land9060191>.
- Anandababu, D., Purushothaman, B. M., and Suresh, B. S. (2018). Estimation of land surface temperature using Landsat 8 data. *International Journal of Advance Research*, 4(2), 177-186
- Arifwidodo, S. D. and Tanaka, T. (2015). The characteristics of urban heat island in bangkok, thailand. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195, 423-428. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.484>
- Feng, Y., Du, S., Myint, S. W., and Shu, M. (2019). Do urban functional zones affect land surface temperature differently? a case study of beijing, china. *Remote Sensing*, 11(15), 1802. <https://doi.org/10.3390/rs11151802>
- Goldblatt, R., Addas, A., Crull, D., Maghrabi, A., Levin, G. G., and Rubinyi, S. (2021). Remotely sensed derived land surface temperature (lst) as a proxy for air temperature and thermal comfort at a small geographical scale. *Land*, 10(4), 410. <https://doi.org/10.3390/land10040410>
- Jabbar, H. K., Hamoodi, M. N., and Al-Hameedawi, A. N. (2023). Urban heat islands: a review of contributing factors, effects and data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1129(1), 012038. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1129/1/012038>
- Johnson, C. (2015). Green networks: a solution to the urban heat island effect. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. <https://doi.org/10.2495/sc150191>
- Kaplan, G., Avdan, U., and Avdan, Z. Y. (2018). Urban heat island analysis using the landsat 8 satellite data: a case study in skopje, macedonia. The 2nd International Electronic Conference on Remote Sensing, 358. <https://doi.org/10.3390/ecrs-2-05171>
- Li, H., Meng, H., He, R., Lei, Y., Guo, Y., Amoako-Atta, E. E., ... and Tian, G. (2020). Analysis of cooling and humidification effects of different coverage types in small green spaces (sgs) in the context of urban homogenization: a case of hau campus green spaces in summer in zhengzhou, china. *Atmosphere*, 11(8), 862. <https://doi.org/10.3390/atmos11080862>
- Moffett, K. B., Makido, Y., and Shandas, V. (2019). Urban-rural surface temperature deviation and intra-urban variations contained by an urban growth boundary. *Remote Sensing*, 11(22), 2683. <https://doi.org/10.3390/rs11222683>
- Özhancı, E., and Koç, A. (2024). Analysis of professional awareness, anxiety, expectation and career planning levels of University students who are taking landscape education. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9(2), 1176-1191.
- Özhancı, E., and Koç, A. (2022). Sınıfsal Ayrıcılık/Eşitsizlik Temelinde Bireye Ait Peyzajın Çerçevesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 329-350.

- Özhancı, E., and Koç, A. (2023). The effect of different area uses and topography on surface temperature and climate parameters. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(16), 47038-47051.
- Renard, F., Alonso, L., Fitts, Y., Hadjiosif, A., and Comby, J. (2019). Evaluation of the effect of urban redevelopment on surface urban heat islands. *Remote Sensing*, 11(3), 299. <https://doi.org/10.3390/rs11030299>
- Shepherd, J. M. and Burian, S. J. (2003). Detection of urban-induced rainfall anomalies in a major coastal city. *Earth Interactions*, 7(4), 1-17. [https://doi.org/10.1175/1087-3562\(2003\)0072.0.co;2](https://doi.org/10.1175/1087-3562(2003)0072.0.co;2)
- Sobrino, J. A. and Irakulis-Loitxate, I. (2020). A methodology for comparing the surface urban heat island in selected urban agglomerations around the world from sentinel-3 slstr data. *Remote Sensing*, 12(12), 2052. <https://doi.org/10.3390/rs12122052>
- Sosa, A. V. and Lindahl, G. (2022). Urbancare sahlgrenska, a hospital landscape co-creation case to integrate sustainable development goals. *The Evolving Scholar*. <https://doi.org/10.24404/62c4ac18e37b1e1aef408269>
- Souto, J. I. d. O. and Cohen, J. (2021). Spatiotemporal variability of urban heat island: influence of urbanization on seasonal pattern of land surface temperature in the metropolitan region of belém, brazil. *Urbe. Revista Brasileira De Gestão Urbana*, 13. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20200260>
- Taha, H. (1997). Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy and Buildings*, 25(2), 99-103. [https://doi.org/10.1016/s0378-7788\(96\)00999-1](https://doi.org/10.1016/s0378-7788(96)00999-1)
- USGS (2025). Using the USGS Landsat Level-1 Data Product. <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product>. (Erişim Tarihi: 01.12.2025).
- Wibowo, A. and Salleh, K. O. (2018). Land cover types and their effect on the urban heat signature of university campuses using remote sensing . *International Journal of Technology*, 9(3), 479. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v9i3.1932>
- Zaki, S. A., Othman, N. E., Syahidah, S. W., Yakub, F., Muhammad-Sukki, F., Ardila-Rey, J. A., ... and Saudi, A. S. M. (2020). Effects of urban morphology on microclimate parameters in an urban university campus. *Sustainability*, 12(7), 2962. <https://doi.org/10.3390/su12072962>
- Zhang, Y., Balzter, H., Liu, B., and Chen, Y. (2017). Analyzing the impacts of urbanization and seasonal variation on land surface temperature based on subpixel fractional covers using landsat images. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10(4), 1344-1356. <https://doi.org/10.1109/jstars.2016.2608390>
- Zheng, G., Xu, H., Liu, F., Lin, X., Wang, S., and Dong, J. (2024). Study roadmap selection based on the thermal comfort of street trees in summer: a case study from a university campus in china. *Sustainability*, 16(11), 4407. <https://doi.org/10.3390/su16114407>

Bölüm 22

İL ÖLÇEĞİNDE KARBON TUTMA KAPASİTESİNİN ZAMANSAL DEĞERLENDİRİLMESİ: BİNGÖL İLİ ÖRNEĞİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN¹

Nebahat KALKAN²

1 Dr. Öğr. Üyesi/ Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN, Dicle Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs bitkileri Yetiştiriciliği Programı

2 Dr. Arş. Gör/ Nebahat KALKAN
Adıyaman Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

Karbon tutma kapasitesi, atmosferden karbondioksitin (CO_2) doğal veya yapay olarak yakalanıp depolanmasını içeren ve iklim değişikliğini hafifletmek için değerlendirilen bir mekanizmadır. Özellikle çevresel koşulları ve orman karbon depolamasını artırmayı amaçlayan politikaları nedeniyle çok sayıda çalışmanın odak noktası olmuştur.

Yeşil alanlar çeşitli bölgelerde gözlemlenen önemli potansiyel ile karbon tutma konusunda büyük bir rol oynamaktadır. Örneğin, Çin'deki "Grain-for-Green" programı, Yunan Eyaleti gibi belirli bölgelerdeki toplam karbon stoku değişimlerinin %27,14 ila %40,63'üne katkıda bulunarak toprak organik karbon stoklarının artırılmasında etkili olmuştur (Wang et al., 2018). Bu girişim, orman biyokütlesinde 1970'lerde 4,38 Pg C'den 1998'de 4,75 Pg C'ye belirgin bir artışa yol açmış yılda yaklaşık 0,021 Pg C'lik ortalama bir birikim oranı göstermiştir (Zhang et al.; Wang et al., 2018). Dahası, karbon tutma potansiyeli farklı yeşil örtü türlerine göre değişiklik göstermektedir ve otoyol boyunca uzanan yapay çalılar üzerinde yapılan yakın tarihli bir çalışmaya göre belirli bitki örtüsünün karbon tutulmasını artırabileceği vurgulanmıştır (Li et al., 2023). Diğer taraftan Jeolojik oluşumlar, özellikle derin tuzlu su katmanları ve kömür yatakları da karbon tutma kapasitesinde etkili ortamlar olarak kabul edilmektedir. Çalışmalar, derin tuzlu akiferlerin önemli teorik depolama kapasitelerine sahip olduğunu ve yaklaşık 119,2 milyar ton CO_2 tutabileceklerini gösteren tahminler olduğunu göstermiştir (Wang et al., 2023). Bu jeolojik strateji yalnızca karbonu depolamakla kalmaz, aynı zamanda gelişmiş kömür yatağı metanı (ECBM) üretimi gibi süreçler yoluyla metan geri kazanımını da artırabilir; bu da bu tür yöntemlerin hem depolama potansiyelini hem de ekonomik uygulanabilirliğini vurgulayan araştırmalarla desteklenmektedir (Li et al., 2024).

Sıcaklık da dahil olmak üzere çevresel koşullar, yeşil örtülerin karbon tutma kapasitesi üzerinde derin bir etkiye sahiptir. Örneğin, artan sıcaklıkların, Tianshan Dağları'ndaki *Picea schrenkiana* gibi türlerin tutma potansiyelini artırdığı gösterilmiştir; buradaki çalışmalar, iklimsel faktörlerin karbon tutma kapasitesindeki uzun vadeli değişimin yaklaşık %75'ini açıkladığını göstermektedir (Zhou et al., 2021). Ayrıca, tür bileşimindeki ve orman yönetimi uygulamalarındaki değişiklikler karbon depolama kapasitesini önemli ölçüde etkileyebilir; yerli olmayan türlerin daha fazla varlığı anında karbon tutulmasına katkıda bulunabilmekte, ancak uzun vadeli dayanıklılığı tehlikeye atabilmektedir (Lázaro-Lobo et al., 2023).

Doğuanadolu bölgesinin güneyinde bulunan Bingöl ili yeşil doku bakımından zengin potansiyele sahip olan illerden birisidir. İl genelinde 1169 bitki taksonu belirlenmiş ve bu taksonlar 5 farklı vejetasyon tipine dağılmıştır (URL-1., 2018). Yeşil örtünün zenginliği il genelinde karbon tutma kapasitesinin değişimine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı zamansal ve uzaysal veri setleri kullanılarak Bingöl iline ait karbon tutma potansiyelinin zamansal değişimini tahmin etmek ve bu tahminler sonucunda l ölçeğinde planlamalara yön vermektir.

Materyal

Çalışma alanının materyalini oluşturan Bingöl ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat bölümünde 8.125 km²'yi bulan yüz ölçümüne sahip, 38°27' ve 40°27' doğu boylamlarıyla 41°20' ve 39°54' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Bingöl ilinin, doğusunda Muş, kuzeyinde Erzurum ve Erzurum, batısında Elazığ ve Tunceli, güneyinde ise Diyarbakır bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu gösteren harita

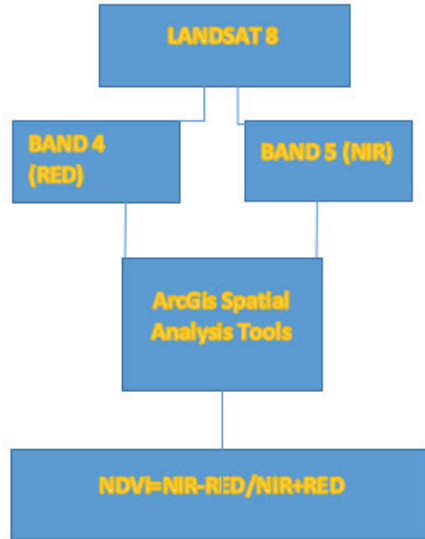
Metot

Çalışma alanına ait uydu verileri Landsat 8 uydusuna ait veri setleri kullanılmıştır. Kullanılan bu veri setleri, tarihleri ve çözünürlükleri aşağıdaki gibidir (Tablo1). Bingöl iline ait karbon tutma potansiyelini belirlemek için genellikle vejetasyonun en aktif olduğu dönemler olan haziran ayının son haftası ve temmuz ayının ilk haftaları seçilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI/TIRS spektral bantları

Spektral bant	Dalga boyu	Çözünürlük
Band 4 - Red	0.64 - 0.67 μm	30 m
Band 5 - Near-Infrared (NIR)	0.85 - 0.88 μm	30 m

Çalışma alanına ait Land-sat uydusuna ait veri setleri elde edildikten sonra Arc-GIS 10.8 programında analiz edilerek aşağıdaki şema uygulanarak normalize edilmiş bitki örtüsü farkı indeksi (NDVI) haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3). NDVI haritaları çalışma alanının canlı yeşil bitki örtüsü içerip içermediğini değerlendiren basit bir grafik göstergedir. Negatif NDVI değerleri (-1'e yaklaşan değerler) suya karşılık gelir. Sıfıra yakın değerler (-0.1 ile 0.1) genellikle çorak kaya, kum veya kar alanlarını temsil etmektedir. Son olarak, düşük, pozitif değerler çalı ve otlakları (yaklaşık 0.2 ile 0.4) temsil ederken, yüksek değerler (1'e yaklaşan değerler) ılıman ve tropikal yağmur ormanlarını göstermektedir (Gülçin, 2021)



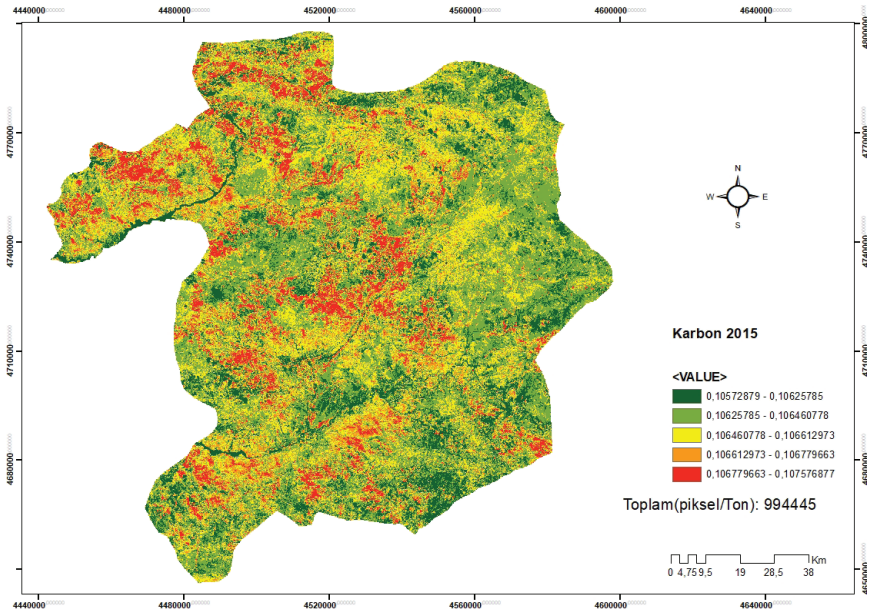
Şekil 3. NDVI haritaları oluşturulurken izlenen yol

Çalışmada NDVI haritaları oluşturulduktan sonra karbon depolama potansiyelini belirlemek için Myeong et al. (2006) tarafından geliştirilen aşağıdaki formül kullanılmıştır. Bu formül, geniş alanlarda karbon depolama potansiyelinin zamansal ve mekânsal değişiminin belirlenmesinde uygulanan bir yöntemdir (Hutyra et al.;2011, Dobbs et al., 2018).

$$\text{Karbon(tons/pixel)} = 0.10702e\text{NDVI} \times 0.0194$$

BULGULAR

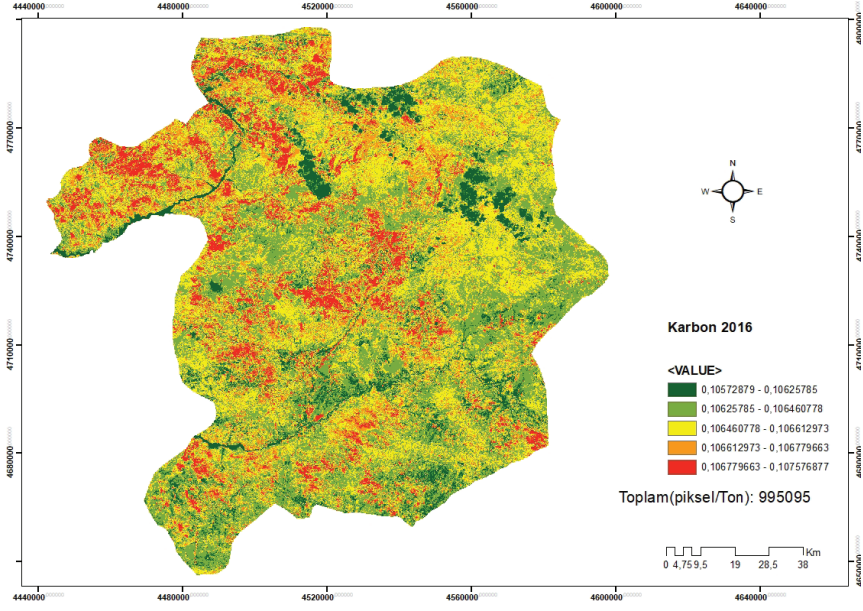
Özellikle Şekil 4 incelendiğinde 2015 yılına ait karbon stokları Bingöl İl'i'nin kuzey ve doğu kısımlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle Bingöl ilinin bu kısımları dağlık ve orman peyzaj karakterine sahip olduğu için vejetasyon yönünden daha sengin bir örtüye sahiptir. Genellikle bu kısımlar vejetasyon tipi bakımından, meşe, çam ve diğer bitki türlerini barındırdığından bu bölgeler karbon tutma potansiyeli bakımından daha yüksek bir performans sergilemektedir.



Şekil 4. Bingöl iline ait 2015 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

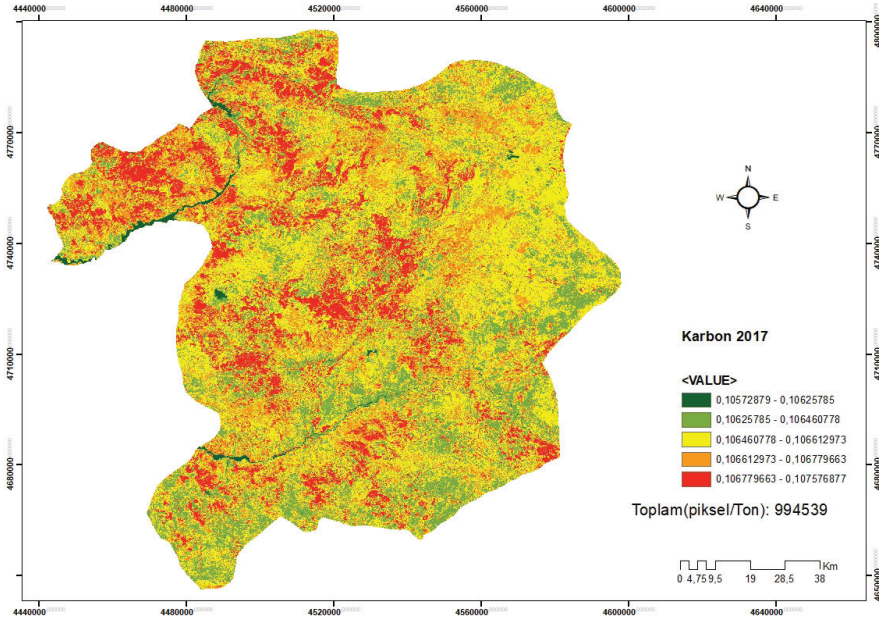
2015 yılı karbon potansiyeli haritasına göre merkez ve güney batı kesimlerinin daha düşük potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4). Özellikle bu bölgeler yerleşim yerleri ile kaplıdır. 2015 yılı haritasına göre; genel olarak ilin topografyası ile karbon tutma potansiyeli haritası paralel bir yapı izlemektedir. Özellikle yüksek rakımlı yerler daha az antropojen

etkiye maruz kaldıklarından dolayı bu yerlerde vejetasyon daha aktiftir. 2015 yılı itibariyle Bingöl ilinde toplam karbon tutma kapasitesi 994445 ton olarak belirlenmiştir.



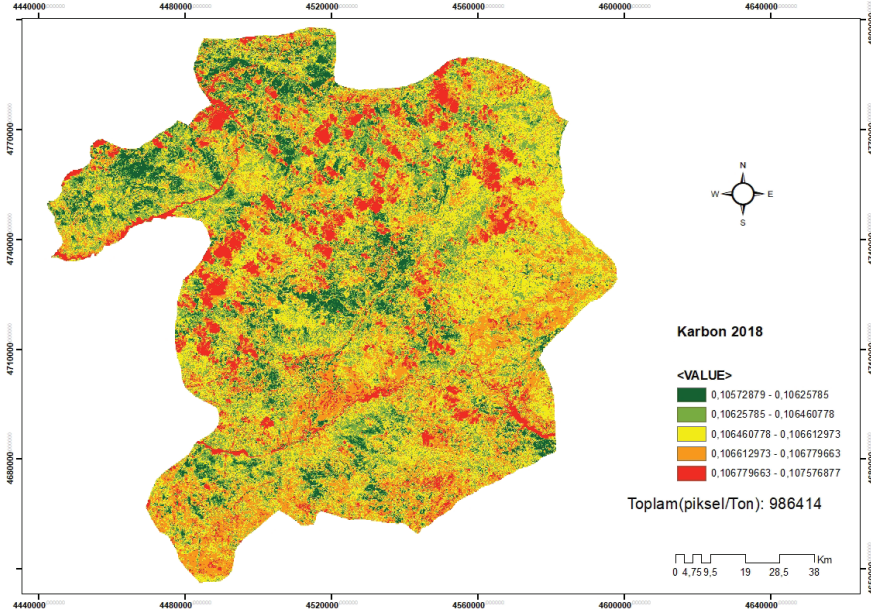
Şekil 5. Bingöl iline ait 2016 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

2016 yılı analizinde (Şekil 5) 2015 yılına göre toplam karbon stoklarına göre 650 tonluk bir artış gözlemlenmiştir. Özellikle bu artış, il genelinde bitki örtüsünün (biyokütle) veya topraktaki organik maddenin (toprak karbonu) miktarının 2015'ten 2016'ya geçerken hafifçe iyileştiğini, yani bölgenin karbon tutma kapasitesinin arttığını göstermektedir. Genel olarak 2016 yılı analizinde de 2015 de olduğu gibi ilin kuzey ve doğu kısımları daha yüksek karbon tutma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. 2016 yılında toplam karbon tutma potansiyeli 995095 ton olarak belirlenmiştir.



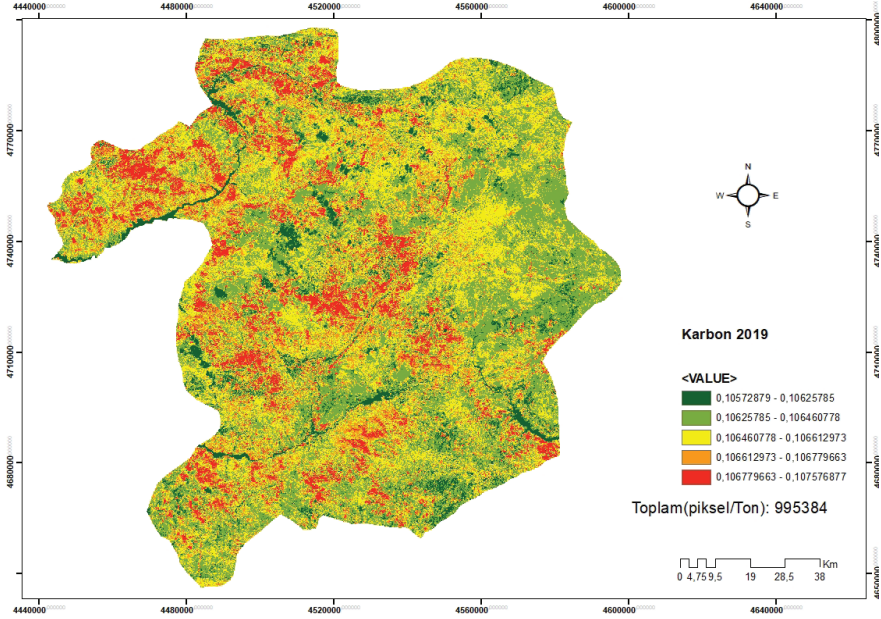
Şekil 6. Bingöl iline ait 2017 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

2017 yılı Bingöl ili karbon tutma potansiyeli haritası(Şekil 6) incelendiğinde özellikle 2016 yılına göre 556 tonluk bir kayıp yaşanmıştır. Bu kayıplar genellikle iklim şartları ve arazi kullanım baskılarından kaynaklanmaktadır. Diğer yıllarla benzer durum sergileyen 2017 yılında da karbon tutma potansiyelinin en yüksek olduğu bölgeler yine Bingöl ilinin kuzey ve doğu bölgeleridir. 2017 yılı itibariyle toplam 994539 ton karbon tutma potansiyeli belirlenmiştir.



Şekil 7. Bingöl iline ait 2018 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

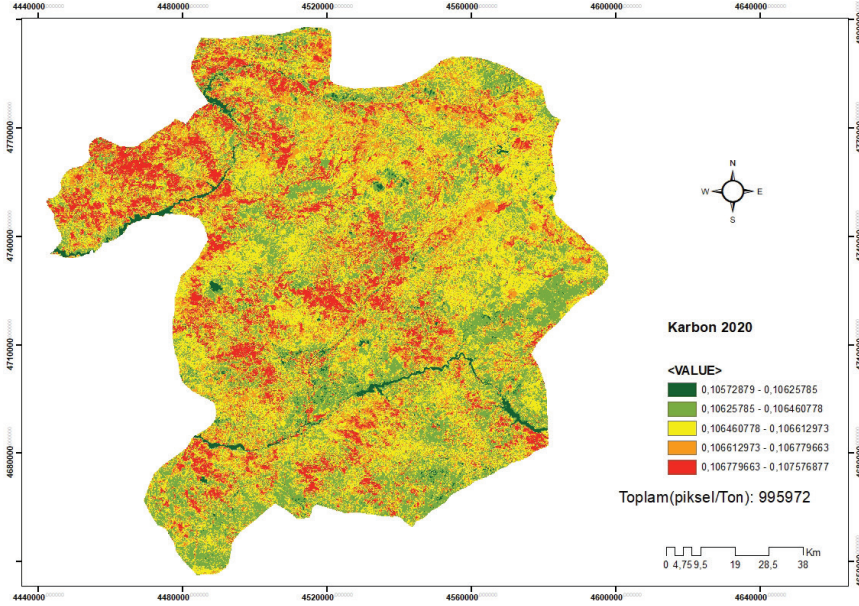
2018 yılı analizleri incelendiğinde; karbon tutma kapasitesindeki düşüş eğilimi devam etmektedir. Özellikle 2018 yılında toplam karbon tutma kapasitesi 986414 ton olarak belirlenmiştir. (Şekil 7). 2017 yılına göre 81125 tonluk ciddi bir düşüş yaşanmaktadır. Özellikle bu kaybın 2018 yılında Bingöl ili için ekosistemde büyük bir bozulmanın başladığının işareti olarak yorumlanabilmektedir.



Şekil 8. Bingöl iline ait 2019 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

2018'den 2019'a geçerken Bingöl'ün toplam karbon stoğu 8970 piksel/ton artmıştır. Bu artış, önceki yılda yaşanan (2017-2018) kayıptan (8125 piksel/ton) daha büyüktür ve bu 4 yıllık seride gözlemlenen en yüksek yıllık artış olarak görülmektedir (Şekil 8).

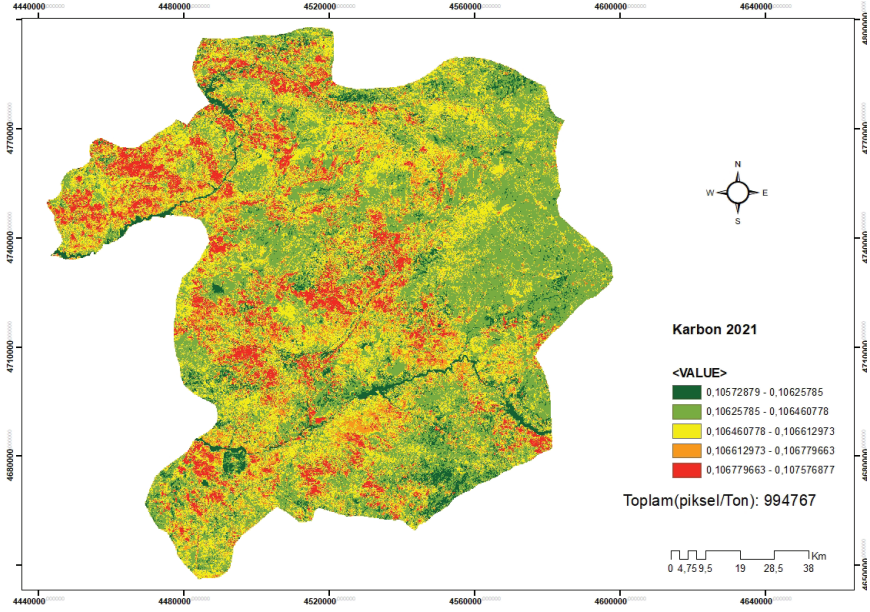
Bu durum, 2018'deki kaybın büyük bir kısmının hızla geri kazanılabilir biyokütle olduğunu ve mevsimsel koşullarla ilgili olduğunu güçlü bir şekilde düşündürmektedir. Muhtemelen 2018'deki büyük düşüşe yol açan kuraklık veya stres koşulları 2019'da yerini daha iyi yağış ve büyüme koşullarına bırakmıştır. 2019 verileri, Bingöl ekosisteminin özellikle hızlı büyüme potansiyeline sahip alanlarda (mera, çalılık ve genç ormanlar) yüksek bir direnç gösterdiğini ortaya koymaktadır. 2018'deki kayıp kalıcı olmaktan çok, o yıl yaşanan olumsuz iklim koşullarının (büyük ihtimalle kuraklığın) bir sonucu gibi görünmektedir. Genel olarak karbon tutma potansiyeline sahip alanlar diğer yıllarla benzer bölgelerde yoğunlaşmıştır. 2019 yılı itibarıyla toplam 995384 ton karbon tutma potansiyeli belirlenmiştir.



Şekil 9. Bingöl iline ait 2020 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

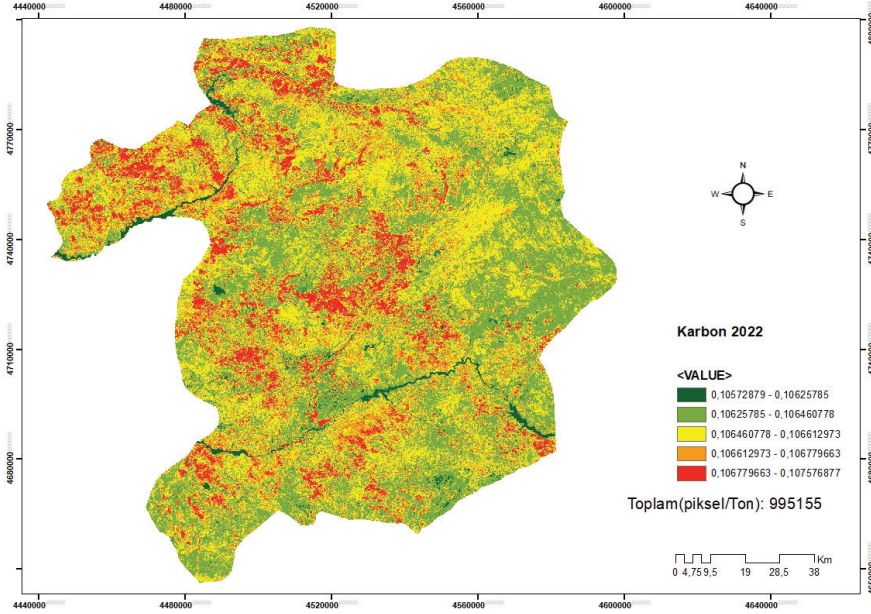
2020 yılına ait karbon tutma potansiyeli haritası incelendiğinde; 2019 yılına göre 588 tonluk bir artış göstermiştir. Aynı şekilde karbon tutma potansiyeline ait alanlar diğer yıllarla aynı bölgelerde aynı performansları sergilemektedir (Şekil 9).

2020 yılı itibarıyla, Bingöl'ün karbon stok seviyesi, incelenen tüm serinin en yüksek seviyesindedir. Bu, son iki yılda (2019 ve 2020) bölgedeki bitki büyüme koşullarının (yağış, sıcaklık) oldukça elverişli olduğunu göstermektedir. Bu yılda Bingöl ilinde 995972 ton karbon tutma potansiyeli tespit edilmiştir.



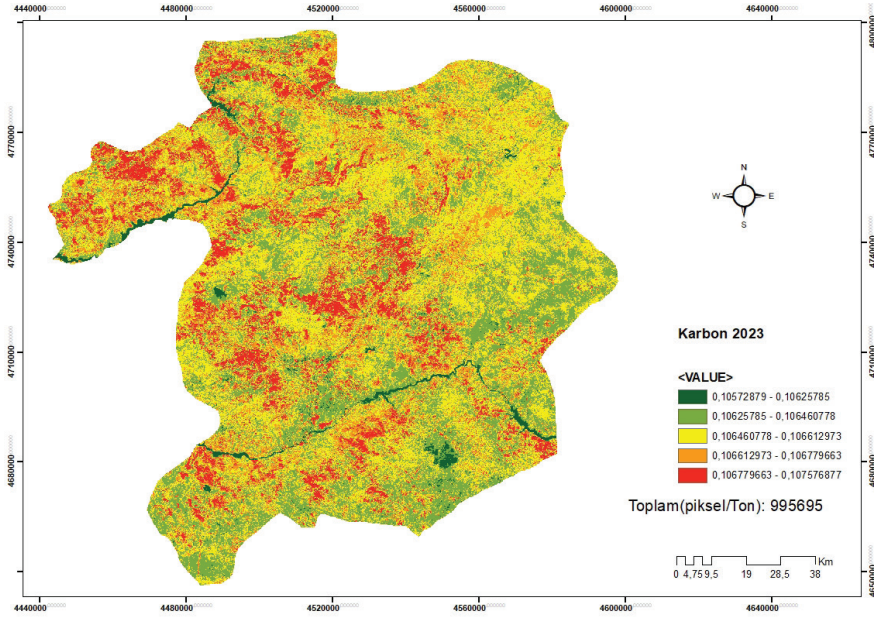
Şekil 10. Bingöl iline ait 2021 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

Şekil 10' a göre; karbon kaybı: 2019 ve 2020'de yaşanan üst üste iki yıllık iyileşmenin ardından, 2021 yılında toplam karbon stoğu 1205 ton azalmıştır. Bu, ekosistemin karbon tutma kapasitesinde küçük ancak belirgin bir gerileme olduğunu göstermektedir. Bu düşüş, muhtemelen 2021 yılında Bingöl bölgesinde 2020'ye kıyasla daha kurak veya daha az elverişli büyüme koşullarının yaşandığını bir göstergesi olarak yorumlanabilir.



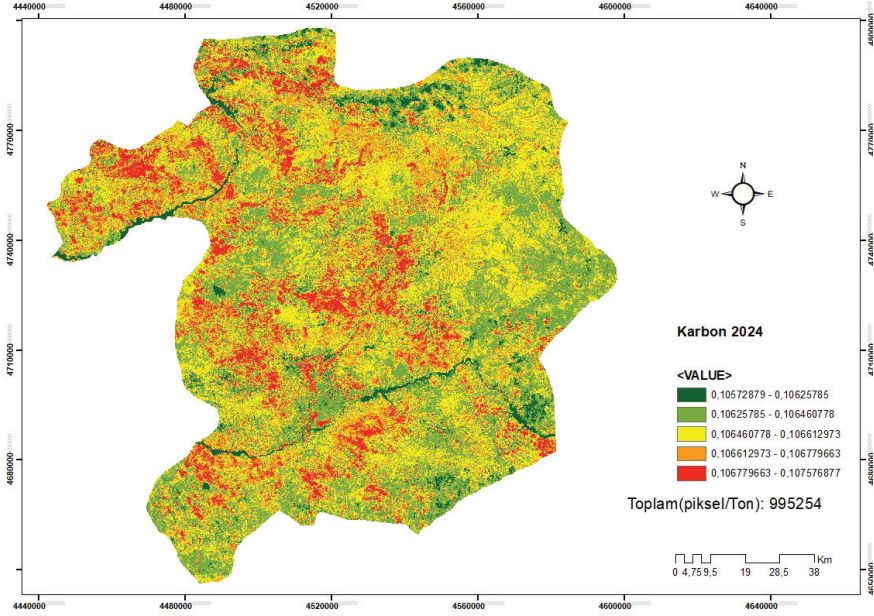
Şekil 11. Bingöl iline ait 2022 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

Bingöl ekosisteminin karbon stokundaki artış ve azalmalar sürekli olarak döngüsel bir şekilde devam etmektedir. 2018'deki büyük kaybı, iki yıllık toparlanma (2019-2020), ardından bir gerileme (2021) ve son olarak tekrar bir toparlanma (2022) izlemiştir. Özellikle 2022 yılında 995155 tonluk toplam karbon tutma potansiyeli ile 2021 yılına göre 60 tonluk bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 11).



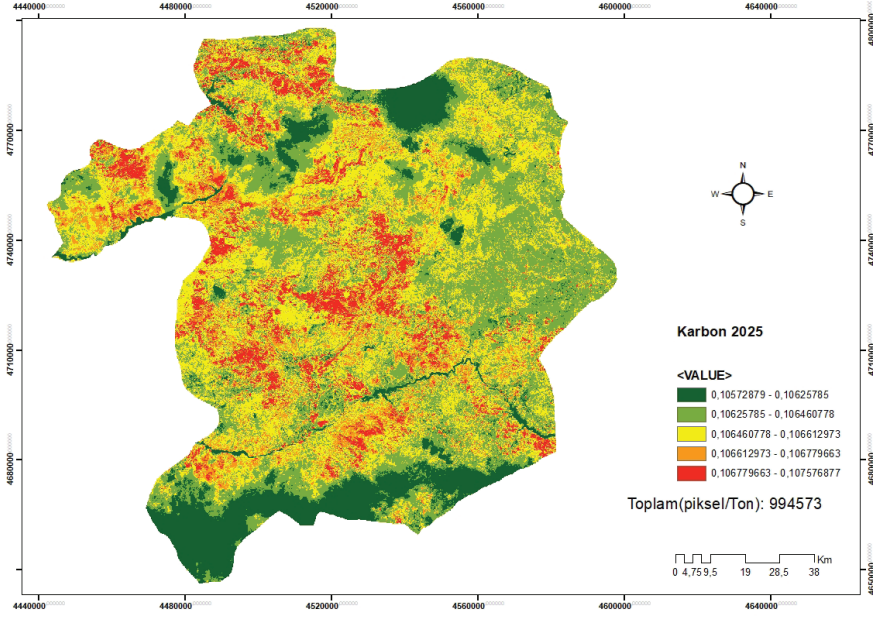
Şekil 12. Bingöl iline ait 2023 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

2022’de başlayan toparlanma, 2023 yılında da 540 ton artışla devam etmiştir. Bu artış, önceki yıllardaki dramatik dalgalanmalara kıyasla oldukça küçüktür ve bu durum özellikle ekosistemin stabilize olduğunu göstermektedir (Şekil 12). Özellikle bu harita da Kuzey ve doğu bölgelerindeki koyu ve açık yeşil alanlar (yüksek karbon) büyük ölçüde korunmuştur. Bu, ormanlık biyokütlenin 2022’ye göre daha stabil olduğunu ve güçlü bir kayıp yaşanmadığını göstermektedir.



Şekil 13. Bingöl iline ait 2024 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

2024 haritası verilerine göre, 2023 haritasıyla büyük ölçüde benzerlik göstermekte, bu da bölgesel ekosistemlerde önemli bir bozulma veya iyileşme yaşanmadığını göstermektedir. 2024 yılı itibarıyla Bingöl'ün karbon stoğu, bundan önceki yıllara göre ortalama seviyelerinin biraz üzerinde ve stabil bir konumdadır. Bu, ekosistemlerin genel sağlığının son yıllarda korunabildiğini göstermektedir. (Şekil 13). 2024 yılı itibarıyla toplam 995254 ton karbon tutma potansiyeli belirlenmiştir. Bir önceki yıla göre 441 ton düşük bir seviyede düşüş yaşanmıştır.



Şekil 14. Bingöl iline ait 2025 yılı karbon tutma potansiyeli haritası

Şekil 14 e göre Bingöl ilindeki karbon tutma potansiyeli bir önceki 2024 yılına göre 2025 yılında toplam karbon stoğu -681 piksel/Ton düşüş göstermiştir. Bu düşüş, önceki iki yıldaki stabil değişimlere göre daha büyüktür ve Bingöl ekosisteminin karbon tutma kapasitesinde orta düzeyde bir gerileme olduğunun göstergesidir. Bu yılda toplam 994573 ton karbon tutma potansiyeli belirlenmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

10 yıllık veri setleri incelendiğinde Bingöl ilinde karbon tutma kapasitesinin negatif eğilimde olduğu görülmektedir. (Tablo 2). Karbon tutma potansiyeli haritalarına göre en büyük düşüş, 2018'deki büyük karbon kaybıdır. Bu kayıp, Bingöl'de o dönemde yaşanan ve su kaynaklarını dahi etkileyen şiddetli kuraklık verileri ile mükemmel bir şekilde örtüşmektedir. Bingöl ekosisteminin biyokütle ve toprak karbonunun yıllık yağış miktarına ne kadar bağlı olduğunu kesin olarak kanıtlamaktadır.

Tablo 2. 10 yıllık verilerden oluşan tablo

Yıl	Toplam Karbon (piksel/Ton)	Yıllık Değişim	Değişim Yorumu
2016	995095	0	Başlangıç Seviyesi
2017	994539	-556	Hafif Gerileme
2018	986414	-8125	SERİNİN EN DÜŞÜK DEĞERİ / Şiddetli Kayıp
2019	995384	+8970	SERİNİN EN BÜYÜK ARTIŞI / Hızlı Toparlanma
2020	995972	+588	SERİNİN EN YÜKSEK DEĞERİ / Stabil İyileşme
2021	994767	-1205	Orta Düzeyde Gerileme
2022	995155	+388	Hafif Toparlanma
2023	995695	+540	Stabil İyileşme
2024	995254	-441	Stabil Düşüş
2025	994573	-681	Orta Düzeyde Kayıp

Özellikle Tablo 2 deki verilere göre karbon tutma potansiyelinde Bingöl ilinde iyileştirme yapmak için dağlık ve ormanlık alanlarda yüzey akışını yavaşlatmak ve yer altı su seviyelerini desteklemek için küçük su tutma yapıları (göletler, teraslama) inşa edilmelidir. Bu, kurak dönemlerde vejetasyonun suya erişimini sürdürmesine yardımcı olabilmektedir. Bunun yanında yerel yönetimler ve ilgili kurumlarla ortak projeler geliştirilip kuraklığa daha dayanıklı, derin köklü ve yöreye özgü ağaç türlerinin (özellikle meşe türleri) ağaçlandırma projelerinde öncelikli olarak kullanılması sağlanmalıdır. Sel ve erozyonu önlemek ve suyu arazide tutmak için küçük akarsu havzalarında iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Özellikle haritalar incelendiğinde kuzey ve doğu bölgeler karbon tutma potansiyelinin yüksek olduğu alanlardır. Bu alanlar özel koruma statüsüne alınmalıdır. 2018 deki büyük düşüş gibi vakaların yaşanmaması için orman yangınlarına yönelik tedbirler alınmalıdır. Yerel yönetimler ile tarım ve ormancılığı birleştiren sistemler geliştirilerek tarım arazilerinin karbon tutma potansiyeli artırılmalıdır. Özellikle mera alanları karbon tutma yönünden de önemli bir paya sahip alanlardır ve bu alanlarda hayvan otlama yönünden periyodik sistemler zorunlu kılınmalıdır. Bozulmuş mera alanların yeniden iyileştirilmesi sağlanmalıdır.

Bu önerilerin uygulanması, Bingöl'ün iklim değişikliğinin etkilerine karşı daha dirençli olmasına ve doğal kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamasına yardımcı olacaktır.

Referanslar

- Dobbs, C., Hernández-Moreno, Á., Reyes-Paecke, S., & Miranda, M. D. (2018). Exploring temporal dynamics of urban ecosystem services in Latin America: The case of Bogota (Colombia) and Santiago (Chile). *Ecological indicators*, 85, 1068-1080
- Hutyra, L. R., Yoon, B., Hepinstall-Cymerman, J., & Alberti, M. (2011). Carbon consequences of land cover change and expansion of urban lands: A case study in the Seattle metropolitan region. *Landscape and urban planning*, 103(1), 83-93.
- Gülçin, D. (2021). Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri ile Peyzaj Çeşitliliği ve Karbon Depolama Potansiyeli Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 89-96
- Lázaro-Lobo, A., Ruiz-Benito, P., Cruz-Alonso, V., & Castro-Díez, P. (2023). Quantifying carbon storage and sequestration by native and non-native forests under contrasting climate types. *Global Change Biology*, 29(16), 4530-4542. <https://doi.org/10.1111/gcb.16810>
- Li, Y., Wang, Y., Bi, C., Wang, Q., Shi, Y., Xu, Y., ... & LIU, W. (2024). Assessment of in-situ co2 sequestration potential and enhanced coalbed methane (ecbm) production of continental coal-bearing basins in china. *Acta Geologica Sinica - English Edition*, 98(6), 1602-1614. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.15188>
- Li, L., Zayiti, A., & He, X. (2023). Evaluating the stand structure, carbon sequestration, oxygen release function, and carbon sink value of three artificial shrubs alongside the tarim desert highway. *Forests*, 14(11), 2137. <https://doi.org/10.3390/f14112137>
- Myeong, S., Nowak, D. J., & Duggin, M. J. (2006). A temporal analysis of urban forest carbon storage using remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 101(2), 277-28
- Wang, K., Hu, D., Deng, J., Shangguan, Z., & Deng, L. (2018). Biomass carbon storages and carbon sequestration potentials of the grain for green program-covered forests in china. *Ecology and Evolution*, 8(15), 7451-7461. <https://doi.org/10.1002/ece3.4228>
- URL-1webdosya.csb.gov.tr
- Wang, K., Lv, W., Ji, Z., Jia, N., Ni, S., Jiang, W., ... & Zhang, M. (2023). A study on the dissolution behavior of typical minerals in continental deposited reservoirs during co2 geological storage. *Energies*, 16(22), 7560. <https://doi.org/10.3390/en16227560>
- Zhang, K., Dang, H., Tan, S., Cheng, X., & Zhang, Q. (2009). Change in soil organic carbon following the 'grain-for-green' programme in china. *Land Degradation and Development*, 21(1), 13-23. <https://doi.org/10.1002/ldr.954>
- Zhou, H., Chen, Y., Zhu, C., Chen, Y., Yang, Y., Li, W., ... & Chen, S. (2021). Warming increases the carbon sequestration capacity of picea schrenkiana in the tianshan mountains, china. *Forests*, 12(8), 1066. <https://doi.org/10.3390/f12081066>