ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KENTSEL YAĞMUR SUYU DENETİMİ KAPSAMINDA MAVİ-YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİNİN ANKARA-HATİP ÇAYI ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Menar İŞCAN

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENTSEL YAĞMUR SUYU DENETİMİ KAPSAMINDA MAVİ-YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİNİN ANKARA-HATİP ÇAYI ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ

Menar İŞCAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın ÖZDEMİR

Küresel iklim değişikliği ve hızlı kentleşme, şehirlerde doğal su döngüsünü bozmakta, taşkın risklerini artırmakta ve mevcut altyapı sistemlerini yetersiz kılmaktadır. Bu bağlamda, suyu kentle entegre şekilde yöneten mavi-yeşil altyapı (MYA) sistemleri, sürdürülebilir ve çok işlevli çözümler sunarak giderek önem kazanmaktadır. Bu tez, kentsel yağmur suyu denetimi kapsamında MYA sistemlerinin uygulanabilirliğini Ankara-Hatip Çayı'nın kentsel kesimi üzerinden incelemeyi amaçlamaktadır.

Çalışmada öncelikle, MYA kavramı ve ilgili iyi uygulama örnekleri literatür taramasıyla değerlendirilmiştir. HEC-RAS yazılımı ile oluşturulan yağmur suyu akış modeli üzerinden taşkın analizi gerçekleştirilmiş, riskli alanlar belirlenmiştir. Ardından, Hatip Çayı'nın belirlenen kentsel kesiminde mevcut durum analizi yapılmış; saha gözlemleri ve fotoğraf destekli analizlerle alanın fiziksel, ekolojik ve sosyal yapısı ortaya konmuştur. Tüm bulgular doğrultusunda MYA temelli tasarım önerileri geliştirilmiştir.

Sonuçlar, alanda betonlaşma, geçirimsiz yüzeyler ve doğal dere yapısının bozulması gibi sorunların taşkın riskini artırdığını ve ekolojik sürekliliği kestiğini göstermektedir. Geliştirilen önerilerle; taşkın riski azaltılabilir, su kalitesi iyileştirilebilir, biyolojik çeşitlilik desteklenebilir ve nitelikli kamusal alanlar oluşturulabilir.

Bu çalışma, Hatip Çayı özelinde MYA sistemlerinin uygulanabilirliğini ortaya koymakta ve Ankara gibi yoğun kent dokularında doğa tabanlı çözümlerle kentin altyapısal dönüşümüne katkı sunarak suyla yeniden bağ kurmanın mümkün olduğunu göstermektedir.

2025, 168 sayfa

Anahtar Kelimeler: Yağmur suyu denetimi ve yönetimi, mavi-yeşil altyapı, Hatip Çayı, kentsel drenaj, rekreasyon, altyapı, sürdürülebilirlik

ABSTRACT

Master Thesis

EXAMINATION OF BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE SYSTEMS WITHIN THE SCOPE OF URBAN STORMWATER MONITORING: THE CASE OF ANKARA-HATIP RIVER

Menar İŞCAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Aydın ÖZDEMİR

Rapid urbanization and global climate change disrupt the natural water cycle in cities, increasing flood risks and rendering conventional infrastructure systems insufficient. In this context, blue-green infrastructure (BGI) systems, which manage water in an integrated manner with urban landscapes, are gaining importance by offering sustainable and multifunctional solutions. This thesis aims to examine the applicability of BGI systems within the scope of urban stormwater monitoring, using the urban section of Hatip Stream in Ankara as a case study.

The study first evaluates the concept of BGI and related best practice examples through an extensive literature review. A flood analysis was conducted based on a stormwater flow model created using HEC-RAS software, identifying areas at risk. Subsequently, a current situation analysis was carried out on the selected urban section of Hatip Stream; the physical, ecological, and social characteristics of the area were documented through field observations, and photo-supported analyses. Based on all findings, BGI-based design proposals were developed.

The results indicate that issues such as extensive concretization, impervious surfaces, and the degradation of the natural stream structure have increased flood risks and interrupted ecological continuity. The proposed interventions aim to reduce flood risks, improve water quality, support biodiversity, and create high-quality public spaces.

This study demonstrates the applicability of BGI systems through the Hatip Stream case and shows that, in dense urban environments like Ankara, it is possible to reconnect cities with water through nature-based solutions that support infrastructural transformation.

2025, 168 pages

Keywords: Stormwater monitoring and management, blue-green infrastructure, Hatip River, urban drainage, recreation, infrastructure, sustainability

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın her aşamasında bilgi, rehberlik ve desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Aydın ÖZDEMİR'e yönlendirmeleri ve akademik katkıları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitim sürecimde katıldığım Erasmus programı kapsamında aldığım dersler aracılığıyla bilgi ve deneyimlerinden faydalanma fırsatı bulduğum, Ovidius University Faculty of Natural and Agricultural Sciences'da görev yapan değerli akademisyen Lecturer PhD. Mirela PARASCHIV'e, sağladığı katkılar ve destek için teşekkür ederim. Ayrıca tez sürecinde bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan, destek ve anlayışlarını her zaman hissettiren Doç. Dr. Sultan GÜNDÜZ'e ve Nilgün SÜRSAVUR ZENGİN'e teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca yanımda olan, sabırları, sevgileri ve manevi destekleriyle beni her zaman cesaretlendiren annem Kadriye İŞCAN'a ve abim Erkam Efe İŞCAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu süreçte fikir paylaşımları, moral destekleri, yardımları ve dostluklarıyla yanımda olan değerli arkadaşlarım Selenay YILDIRIM'a, Edanur AKTEKİN'e ve Tuğba EVCİL'e de gönülden teşekkür ederim. Sizlerin katkısı olmadan bu çalışma tamamlanamazdı.

Son olarak, varlığını her zaman yanımda hissettiğim, yokluğunda bile ilham olmaya devam eden rahmetli babama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Onun sevgisi ve özverisi hayatıma ışık tutmaya devam ediyor.

Menar İŞCAN
Ankara, Haziran 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK ..... **i**

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

TEŞEKKÜR ..... **iv**

KISALTMALAR DİZİNİ ..... **viii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xiii**

1. GİRİŞ **1**

2. KURAMSAL TEMELLER **5**

2.1 Kent Kavramı **5**

2.2 Su Döngüsü **9**

2.3 Kentsel Yağmur Suyu **11**

2.4 Yağmur suyu Yönetimi ve Yağmur suyu Denetimi **14**

2.5 Kentsel Yağmur Suyu Denetimi Sorunları **15**

2.6 Geleneksel Yağmur Suyu Yönetimi Modelleri **19**

2.7 Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Modelleri **21**

2.7.1 Mavi-Yeşil altyapı **22**

2.7.1.1 Sünger şehir prensibi **29**

2.7.1.2 Yeşil kuşak prensibi **31**

2.7.1.3 Yeşil yol prensibi **32**

2.7.1.4 Yeşil koridor prensibi **33**

2.7.1.5 Düşük etkili gelişim **34**

2.7.1.6 Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı **35**

2.7.2 Mavi-Yeşil altyapı kapsamında doğa tabanlı uygulamalar **36**

2.7.2.1 Geçirgen yüzeyler **37**

2.7.2.2 Yeşil çatılar **37**

2.7.2.3 Yağmur bahçeleri **38**

2.7.2.4 İnfiltrasyon hazneleri **39**

2.7.2.5 Sedimantasyon havzaları **40**

2.7.2.6 Bitkili su arkları **41**

2.8 Mavi-Yeşil Altyapı Uygulama Örnekleri **41**

2.8.1 North Carolina örnekleri **42**

2.8.1.1 Raleigh şehri: yeşil fırtına suyu altyapısı entegrasyonu 43
2.8.1.2 Durham şehri: ekosistem tabanlı yaklaşımlar 44
2.8.1.3 Charlotte – Little Sugar Creek Greenway projesi 46
2.8.1.4 Carrboro ve Asheville örneği 47
2.8.1.5 North Carolina sanat müzesi örneği 49
2.8.2 Avustralya örnekleri 50
2.8.2.1 Melbourne – WSUD politikası ve Moonee Ponds Creek projesi 51
2.8.2.2 Sydney – Victoria Park WSUD entegrasyonu 52
2.8.2.3 Adelaide - kentsel yağmur suyu hasadı ve yeniden kullanımı projesi 53
2.8.3 Çin örnekleri 55
2.8.3.1 Shanghai Houtan parkı 55
2.8.3.2 Tianjin Qiayuan sulak alan parkı 56
2.8.3.3 Qnuli Stormwater Park sünger şehir örneği 57
2.8.3.4 Shenzhen Shenwan Street Park 58
2.8.4 Avrupa Örnekleri 59
2.8.4.1 Emscher mavi – yeşil altyapı stratejisi 60
2.8.4.2 Kopenhang-Hans Tavsens Park 61
2.8.5 Ulusal örnekler 62
2.8.5.1 Eskişehir Porsuk Çayı kıyısı yeşil koridor 62
2.8.5.2 Ankara İsmet İnönü Parkı 65
2.8.5.3 İzmir Sünger kent projesi 67
2.8.6 Mavi-Yeşil altyapı uygulamaları örneklerinin karşılaştırılması 68
2.8.7 Mavi-Yeşil altyapı kapsamında bitki seçim kriterleri ve bitki türleri 70
2.9 Ankara Su Kaynakları 72
2.9.1 Barajlar 72
2.9.2 Göller 75
2.9.3 Akarsular 76
2.10 Hatip Çayı'nın Tarihçesi 79
2.10.1 Hatip Çayı Havzası ve çevresinde yaşanan taşkınlar 83
2.11 Literatür Özeti 87
3. MATERYAL ve YÖNTEM 90
3.1 Materyal 90
3.1.1 Hatip Çayı 90
3.1.2 Çalışma alanı 92
3.1.3 Çalışma alanı fotoğraflama noktaları 94

3.2 Yöntem 106
3.2.1 Literatür taraması 108
3.2.2 Yağmur suyu akış modeli ve taşkın analizi 108
3.2.3 Mevcut durum analizi ve kesit çalışmaları 112
3.3 Sentez Süreci 114
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 116
4.1 Yağmur Suyu Akış Modeli ve Taşkın Analizi Bulguları 117
4.2 Mevcut Durum Analizi Bulguları 124
5. SORUNLAR ve KISITLAR 126
6. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME 129
KAYNAKLAR 155
ÖZGEÇMİŞ 168

KISALTMALAR DİZİNİ

ABB	Ankara Büyükşehir Belediyesi
ASKİ	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
ASLA	American Society of Landscape Architects
AWWA	American Water Works Association
BGI	Blue-Green Infrastructure
DEM	Digital Elevation Model
DSİ	Devlet Su İşleri
EBB	Eskişehir Büyükşehir Belediyesi
EPA	Environmental Protection Agency
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GSI	Green Stormwater Infrastructure
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Center - River Analysis System
İBB	İzmir Büyükşehir Belediyesi
LID	Low Impact Development
MUSIC	Model for Urban Stormwater Improvement Conceptualisation
MYA	Mavi-Yeşil Altyapı
NBS	Nature-Based Solutions
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
SAKY	Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WSUD	Water Sensitive Urban Design
WOA	World Of Architects
WEF	Water Environment Federation.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Su döngüsü 10
Şekil 2.2 Doğal su döngüsü ve kentsel alanlarda su döngüsü karşılaştırması 12
Şekil 2.3 2022 Ankara sel felaketi 16
Şekil 2.4 2004 Silifke taşkını 17
Şekil 2.5 Ankara sel felaketi sonrası oluşan altyapı hasarı 17
Şekil 2.6 Mazgal örneği 19
Şekil 2.7 Drenaj kanalı örneği 20
Şekil 2.8 Sarnıç örneği 21
Şekil 2.9 Sünger şehir prensibi'nin bileşenleri 31
Şekil 2.10 İngiltere metropolitan şehirler çevresinde yeşil kuşaklar 32
Şekil 2.11 Yeşil yol örneği 33
Şekil 2.12 Taichung yeşil koridoru 34
Şekil 2.13 Geçirgen yüzey örneği 37
Şekil 2.14 Yeşil çatı bileşenleri 38
Şekil 2.15 Tipik bir yağmur bahçesi örneği 39
Şekil 2.16 İnfiltrasyon haznesi uygulaması 40
Şekil 2.17 Sedimantasyon havzası örneği 40
Şekil 2.18 Bitkili su arkları 41
Şekil 2.19 Chavis park çevresinde uygulanan yeşil fırtına suyu altyapısı örneği 43
Şekil 2.20 Union Station çevresinde biyofiltrasyon, geçirgen yüzey uygulamaları 44
Şekil 2.21 Yağmur suyu yönetimi amacıyla kullanılan biyolojik hendek uygulaması 44
Şekil 2.22 North Carolina'da kaldırımla entegre Tree Box Filter uygulaması 45
Şekil 2.23 Little Sugar Creek'teki kontrollü sel uygulaması, Aralık 2015 46
Şekil 2.24 E 4th Street üzerindeki geçiş köprüsünden güney yönüne bakış 47
Şekil 2.25 Greenway'nin kentsel kesiminde yapılan dere restorasyon çalışması 47
Şekil 2.26 Özel mülk sınırında gerçekleştirilen dikim uygulamasının öncesi-sonrası 48
Şekil 2.27 Asheville'in River Arts Bölgesi'nde yeşil alan 49
Şekil 2.28 North Carolina Sanat Müzesi çevresinde biyolojik hendek uygulaması 50
Şekil 2.29 Moonee Ponds Creek projesi 51
Şekil 2.30 Derenin Oak Park tarafında gölete bakan amfi 52
Şekil 2.31 Moonee Ponds deresi basamak taşları 52

Şekil 2.32 Victoria Park 53
Şekil 2.33 Greenfields Wetland 54
Şekil 2.34 Bennett Road Drain 54
Şekil 2.35 Felixstow Reserve 54
Şekil 2.36 Shanghai Houtan parkı görselleri 55
Şekil 2.37 Tianjin Qiayuan sulak alan parkı görselleri 56
Şekil 2.38 Qnuli Stormwater Park tasarım katmanları 57
Şekil 2.39 Qnuli Stormwater Park tasarım katmanları 58
Şekil 2.40 Qnuli Stormwater Park uygulama sonrası görüntüleri 58
Şekil 2.41 Çin-Shenzhen Shenwan Street Park 59
Şekil 2.42 Emscher Vadisi, Oberhausen 60
Şekil 2.43 Bern Park 61
Şekil 2.44 Normal Zamanda Hans Tvesen parkı 62
Şekil 2.45 Yağmur Sonrası Hans Tvesen parkı 62
Şekil 2.46 Porsuk Çayı'nın Eskişehir kent merkezinde proje öncesi fiziksel durumu 63
Şekil 2.47 Porsuk Projesi sonrası kent merkezinde düzenlenmiş görünüm 64
Şekil 2.48 Tülomsaş önü Porsuk Çayı ve çevresinin peyzaj dönüşümü 64
Şekil 2.49 Porsuk Çayı üzerinde yer alan bir köprünün yenileme projesi 64
Şekil 2.50 Köprübaşı bölgesinde Porsuk Çayı kıyı projesi 65
Şekil 2.51 İsmet İnönü Parkı 66
Şekil 2.52 İsmet İnönü Parkı biyolojik gölet 67
Şekil 2.53 Buca Bahçekapı sünger park projesi 67
Şekil 2.54 Çubuk 1 Barajı rekreasyon alanı 73
Şekil 2.55 Kayaş Bayındır Barajı 74
Şekil 2.56 Tuz Gölü 75
Şekil 2.57 Mogan Gölü 76
Şekil 2.58 Eymir Gölü 76
Şekil 2.59 Ankara hidroloji ağı haritası 78
Şekil 2.60 A) Hatip Çayı'nın şehir içindeki akış düzeni B) Yan kollar 80
Şekil 2.61 Ankara dere ve çayları 81
Şekil 2.62 Kazıkiçi Bostan 82
Şekil 2.63 1957 Sel felaketinden görüntüler 85

Şekil 2.64 2022 Ankara seli 86
Şekil 2.65 1 Mayıs 2024 Ankara sağanak yağış 86
Şekil 2.66 Ankara 25 Ağustos 2024 sağanak yağış 87
Şekil 3.1 Ankara il sınırları ve Ankara Çayı, Çubuk Çayı, Hatip Çayı 90
Şekil 3.2 Kent sınırlarında Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve Hatip Çayı 91
Şekil 3.3 Yerleşim sınırlarında Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve Hatip Çayı 91
Şekil 3.4 3 Boyutlu yükseklik modeli 91
Şekil 3.5 Çalışma alanının konumlandırması 92
Şekil 3.6 Çalışma alanı uydu görüntüsü 93
Şekil 3.7 Çalışma alanı fotoğraflama noktaları 95
Şekil 3.8 Hatip Çayı köprü noktası 96
Şekil 3.9 Köprü üzerinden Hatip Çayı'na bakış 96
Şekil 3.10 Köprü üzerinden Hatip Çayı'na bakış 96
Şekil 3.11 Çocuk parkına bakış 96
Şekil 3.12 Yol üzeri bakış noktası 97
Şekil 3.13 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış 97
Şekil 3.14 Hatip Çayı akış görüntüsü 98
Şekil 3.15 Hatip Çayı, park alanı ve demir yolu 98
Şekil 3.16 Fotoğraflama noktası mevcut bitkiler 98
Şekil 3.17 Hatip Çayı akış görüntüsü 98
Şekil 3.18 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış 99
Şekil 3.19 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış 99
Şekil 3.20 DSİ uyarı levhası 99
Şekil 3.21 Hatip Çayı üzerinde kullanıma kapalı köprü 99
Şekil 3.22 Hatip Çayı üzerinde köprü 100
Şekil 3.23 Köprü karşısından akış durumu 100
Şekil 3.24 ASKİ Mamak-Gölbaşı içme suyu iletim hattı 101
Şekil 3.25 Köprü karşısından bakış 101
Şekil 3.26 Hatip Çayı çevre kirliliği 101
Şekil 3.27 Hatip Çayı çevre kirliliği 101
Şekil 3.28 Hatip Çayı ve akaryakıt istasyonu 102
Şekil 3.29 Hatip Çayı akış durumu 102

Şekil 3.30 Mamak Şelalesi yakınından Hatip Çayı ve restoran 102
Şekil 3.31 Köprü üzerinden Hatip Çayı akışı 102
Şekil 3.32 Ağustos 2024'ten Hatip Çayı akışı 103
Şekil 3.33 Ağustos 2024'ten Hatip Çayı akışı 103
Şekil 3.34 Nisan 2025'ten Hatip Çayı akışı 103
Şekil 3.35 Nisan 2025'ten Hatip Çayı akışı 103
Şekil 3.36 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü 104
Şekil 3.37 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü 104
Şekil 3.38 Hatip Çayı akış durumu 104
Şekil 3.39 Hatip Çayı akış durumu ve çevresi 104
Şekil 3.40 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü 105
Şekil 3.41 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü 105
Şekil 3.42 Tanker yolu 105
Şekil 3.43 Tanker dolum noktası 105
Şekil 3.44 Yöntem akış şeması 107
Şekil 3.45 Sentez süreci 115
Şekil 4.1 Taşkın sınırları 117
Şekil 4.2 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 1 119
Şekil 4.3 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 2 120
Şekil 4.4 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 3 121
Şekil 4.5 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 4 122
Şekil 4.6 Çatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 5 123
Şekil 6.1 1 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 133
Şekil 6.2 2 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 135
Şekil 6.3 3 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 137
Şekil 6.4 4 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 139
Şekil 6.5 5 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 141
Şekil 6.6 6 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 143
Şekil 6.7 7 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 145
Şekil 6.8 8 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 147
Şekil 6.9 9 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması 149
Şekil 6.10 Alana dair tasarım yaklaşımları 151

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 MYA ve su yönetimi 24
Çizelge 2.2 MYA'nın ekonomik ve çevresel yararları 25
Çizelge 2.3 Sünger şehir sistem farkları 30
Çizelge 2.4 MYA uygulamalarından öne çıkanlar 68
Çizelge 2.5 MYA kapsamında seçilen bitki türleri 71
Çizelge 2.6 Ankara su kaynakları 72
Çizelge 2.7 Ankara hidroelektrik santralleri ve özellikleri 74
Çizelge 2.8 Hatip Çayı Havzası'nda 1945-2022 yılları arasında yaşanan taşkın/ıslahlar ve etkileri 83
Çizelge 2.9 Kentsel yağmur suyu denetimi ve mavi-yeşil altyapı üzerine yapılmış çalışmalara ilişkin literatür özeti 88
Çizelge 3.1 Cowan yöntemine göre Hatip Çayı manning katsayısı hesabı 111
Çizelge 3.2 Yağmur suyu akış modeli ve taşkın analizi için kullanılan veriler 112

1. GİRİŞ

Kent, insan eliyle şekillendirilmiş yapay çevrenin doğal çevreye baskın geldiği, çeşitli toplumsal sınıfların belirli kentsel düzenlemelere göre yaşamlarını sürdürdüğü yerleşim alanlarıdır. Tarihsel süreç içinde bu yerleşimler, dönemin ihtiyaçlarına ve koşullarına bağlı olarak farklı sosyo-ekonomik roller üstlenmiş; dolayısıyla kent kavramı da zamanla değişen bu işlevlere paralel olarak her çağda farklı anlamlar kazanmıştır (Tekli ve Ataöv, 2017). Değişimlerin sonucu olarak hızlı ve plansız kentleşme ise insan yaşamını olumsuz etkileyen hava kirliliği, yeşil alan yetersizliği, altyapı eksiklikleri, sel ve taşkın risklerinin artması gibi çok sayıda çevresel ve sağlık sorunlarını oluşturmuştur.

Son çalışmalara göre dünya nüfusunun yarısı kentlerde yaşamakta; bu yüzyılın ortalarına kadar bu oranın %66'ya kadar çıkacağı öngörülmektedir (Elmqvist vd, 2013). İklim değişikliğine bağlı sıcaklık artışı, kuraklık, yoğun ve kısa süreli yağışlar ile bunların sonucunda oluşan sel ve taşkınlar insan sağlığı ve konforunu olumsuz etkilerken büyük çaplı sorunlar ve ekonomik kayıplar da ortaya çıkarmaktadır (Frumkin vd, 2008). Bu olumsuzluklar karşısında, kentsel altyapı sistemlerinin yetersizliği ya da doğal koşullara uyumsuzluğu, sel ve taşkın gibi afetlerin etkilerini artırmakta; dolayısıyla iklim değişikliğine karşı şehirlerin kırılganlığını daha da derinleştirmektedir. 1980'den bu yana, şehirlerin yapısındaki değişiklikler, bu bölgelerde yaşayan nüfusun artışı ve sellerin sıklığı ile şiddetindeki artışlar, yağmur suyu yönetimi anlayışında aşamalı bir değişime neden olmuştur (Radcliffe, 2019). Fazla yağmur suyunu tahliye etmek amacıyla, çoğunlukla geçirimsiz beton taşıma yapıları (kanallar, menfezler, bina çatıları vb.) kullanılmaktadır. Bu sistemlerle yağmur suyu, çoğu zaman atık suyla birlikte doğrudan akarsu, gölet gibi alıcı su kaynaklarına iletilmektedir. Kentleşmenin artmasıyla beraber, geçirimsiz yüzeylerin çoğalması yağmur suyunun bu su kaynaklarına hızlı ve kontrolsüz ulaşmasına yol açmakta; bu durum, alıcı sularda tortu ve organik madde birikimini artırarak su kalitesinin bozulmasına ve ekosistemlerin doğal taşıma kapasitesinin aşılmasına neden olmaktadır (Paul ve Meyer, 2001).

Yoğun ve çarpık kentsel gelişim, yüzey sularının, yeraltı ve üstü su kaynaklarına ulaşamadan hızlı bir şekilde akışa geçmesine neden olmaktadır. Yapılaşma öncesi doğal

arazide vadi tabanlarında hareket eden su, kentleşme sonrası bu hareketliliğini kaybetmiş; yetersiz altyapı çözümleri de suyun kazanımını engellemiştir. Değişmekte olan iklimle birlikte anlık ve ani ve şiddetli yağış olayları gerçekleşmekte; beton kanallar ve tümüyle kapalı sistemlerden oluşan geleneksel altyapı sistemleri ise bu yağışın kontrol ve yönetiminde yetersiz kalmaktadır (Demir, 2012). Alan kullanım biçim ve yoğunluğundaki değişimlerle birlikte (yeşil alanların azalması, betonlaşmanın artması, ulaşım altyapısının genişlemesi, tarım arazilerinin kentleşmeye dönüşmesi) ani sel ve taşkınlar, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi iklim olaylarının şiddeti artmaktadır. Ayrıca, kentlerde yapılaşma ve sert yüzeylerin çoğalması sonucu ortaya çıkan, mikroklima değişiklikleri ve yerel sıcaklık artışları gibi etkiler, kentsel ısı adalarının etkisini artırmaktadır. Bu olaylar, kullanımda olan geleneksel altyapıyı yetersiz kılmakta, ekonomik faaliyetleri giderek daha fazla kesintiye uğratırken yaşam kalitesini ve bazı durumlarda yaşamın kendisini tehdit etmektedir (Özeren, 2012).

Bu sorunların önlenmesi ve maddi, sosyal ile çevresel kayıpların azaltılması amacıyla uygulanan geleneksel mühendislik çözümleri, iklim değişikliğinin etkilerini giderecek düşük maliyetli ve sürdürülebilir çözümler sunamamıştır (Zhou, 2014). Teknolojik ilerlemeler sayesinde, yağmur suyunun yol açabileceği zararları azaltmak ya da tamamen önlemek amacıyla yeşil çatılar, geçirgen yüzeyler, yağmur bahçeleri ve biyolojik hendekler gibi yenilikçi sistemler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu sistemler, yıllar boyunca farklı ülke ve durumlara uygun şekilde evrilmiştir. Dünya genelinde giderek yaygınlaşan bu sistemler, yalnızca yağmur suyu yönetimini sağlamakla kalmayıp; aynı zamanda su kaynaklarının korunmasına, ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine katkıda bulunur. Bununla birlikte, kentsel peyzajın sosyal yönünü güçlendiren alanlar oluşturarak altyapı sistemlerinin bir parçası hâline gelirler. Dolayısıyla, bu sistemler kentsel altyapının bir parçası olarak rekreasyon alanları oluşturmak, kamusal alan kalitesini artırmak ve iklim değişikliğine karşı direnç sağlamak gibi işlevleri yerine getirir. (Gülcü, 2021). Doğa temelli çözümler, iklim değişikliği ve kentleşmenin neden olduğu çevresel sorunlara karşı, doğanın süreçlerinden ilham alan sürdürülebilir müdahale biçimleri sunmaktadır. Bu çözümler; yağmur suyu yönetimi, yağmur suyu denetimi, erozyon kontrolü, hava kalitesinin iyileştirilmesi, karbon tutumu ve biyoçeşitliliğin artırılması gibi alanlarda uygulanmakta olup, aynı zamanda yeşil altyapı

sistemleri, geçirgen yüzeyler, yeşil çatılar ve kent içi doğal alanların korunması gibi çeşitli uygulamaları kapsamaktadır (Keestra vd, 2018). Doğa temelli bu yenilikçi çözümler, doğal kaynakların korunmasını ve onarılmasını destekleyerek, çevre sorunlarının etkilerini azaltır; insan ve toplum sağlığının yanı sıra refah düzeyini de artırır. Ayrıca, kentlere estetik değer kazandırarak ekonomik anlamda da katkı sağlar (Zwierzchowska vd, 2019).

Geleneksel yağmur suyu yönetimi yaklaşımları, çoğunlukla "gri altyapı" olarak adlandırılan, mühendislik temelli sert yapılar (beton kanallar, kapalı boru sistemleri, taş tahliye hatları vb.) üzerinden kurgulanmıştır. Bu sistemler, suyu mümkün olan en kısa sürede yüzeyden uzaklaştırmayı hedeflerken; doğal su döngüsünü kesintiye uğratmakta, suyun toprağa sızmasına izin vermemekte ve yeraltı suyu beslenmesini engellemektedir. Ayrıca bu altyapılar, ani ve şiddetli yağışlar karşısında yetersiz kalabilmekte; sel, taşkın ve altyapı çökmesi gibi riskleri artırmaktadır. Bu noktada, geleneksel gri altyapı yaklaşımlarından ayrışan mavi-yeşil altyapı (MYA) sistemleri devreye girmektedir. MYA sistemleri; temiz hava, içilebilir su ve gıda gibi hayati kaynakları erişime sunmanın yanı sıra, yerel ekosistem türlerini destekler, doğal süreçlerin sürekliliğini sağlar ve hava ile su kaynaklarının korunmasına katkıda bulunur (Özeren, 2012).

Ankara gibi metropol yerleşimlerin planlama sürecinde karşılaşılan hızlı ve çarpık kentleşme sonucu ortaya çıkan değişimler, özellikle vadilerin ve dere yataklarının yapılaşmasına neden olmuştur. Kent içi ve yakın çevresi doğal drenaj sistemlerinin önemli bir parçası ve birlikteliğini oluşturan vadi peyzajları, parsel bazlı imar uygulamaları sonucunda düzensiz kentleşmenin yıprattığı alanlara dönüşmüştür. Doğal drenaj ağları üzerine konumlanan kent, geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu ile suya erişimi ve su kaynaklarının korunmasını güçleştirmektedir (Özfındık, 2022).

Bu çalışma, kentsel altyapı içinde bitki örtüsünü "yeşil" ve suya dayalı özellikleri "mavi" içeren ve mavi- yeşil altyapı olarak tanımlanan çevre duyarlı bir altyapı sistemini ele almaktadır. Mavi-yeşil altyapı, yeşil özelliklerin mavi özelliklerle sorunsuz bir şekilde bütünleştiği ve birlikte hizmet ettiği tasarımlarda hidrolojik ve ekolojik su arıtma işlevlerini ilişkilendirmektedir. Mavi-yeşil altyapı, yapılı çevreye doğal süreçleri yeniden

kazandırarak kentsel ekosistemleri güçlendirir, yaşam kalitesini iyileştirir ve sürdürülebilir su ve yağmur suyu yönetimini destekler (Ramboll Faundation, 2016).

Bu tez, Ankara'nın önemli vadi ve suya dayalı peyzaj alanlarından biri olan Hatip Çayı özelinde mavi-yeşil altyapı sistemlerini kentsel yağmur suyu denetimini kapsamında ele almaktadır. Bu bağlamda, kentsel altyapının sürdürülebilirliği ve doğal çevreye uyumunu artırmak amacıyla yağmur suyu denetimi kapsamında mavi-yeşil altyapı sistemleri incelenecektir. Hatip Çayı, sağladığı görsel ve rekreasyonel olanaklar yanında suya erişimi kolaylaştıran özellikleri ile Ankara'nın önemli su kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Hızla büyüyen ve nüfusu artan kent, hareketli coğrafyasının da etkisiyle yağmur suyu sorunlarının önlenmesi kapsamında daha karmaşık ve maliyetli altyapı sistemlerini zorunlu kılmaktadır. Bu tezde konumu ve tarihsel önemi gereği Hatip Çayı ve yakın çevresi yağmursuyu denetimi kapsamında ele alınarak, kentsel yağmur suyu yönetiminde mavi-yeşil altyapının uygulanabilirliği örnekler oluşturularak tartışılmaktadır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Kent Kavramı

Sözlük anlamı olarak “Kent” 'nüfusun büyük bölümünün ekonomik faaliyet alanı olarak ticaret, sanayi, yönetim ve hizmetle ilgili işlerle geçimini sağladığı, toplumsal ve kültürel bir örgütlenmenin olduğu yerleşim alanı' şeklinde ifade edilir (TDK, 2025). Kentbilim Terimleri Sözlüğü’ne göre kentin tanımı, “Sürekli toplumsal gelişme içinde bulunan ve toplumun, yerleşme, barınma, gidişgeliş, çalışma, dinlenme, eğlenme gibi gereksinmelerinin karşılandığı, pek az kimsenin tarımsal uğraşlarda bulunduğu, köylere bakarak nüfus yönünden daha yoğun olan ve küçük komşuluk birimlerinden oluşan yerleşme birimi” şeklinde yer almaktadır (Kentbilim Terimleri Sözlüğü, 1998).

Kent kavramının tarihsel kökenleri yalnızca MÖ 4000’li yıllardaki Sümer uygarlığına değil, daha erken dönemlere, insanlığın yerleşik yaşama geçtiği Neolitik Çağ’a kadar uzanır. Yaklaşık 12.000 yıl öncesine tarihlenen ve günümüz Türkiye’sinde, Şanlıurfa yakınlarında yer alan Göbekli Tepe, yalnızca tarıma geçişin değil, aynı zamanda karmaşık sosyal yapılar ve ritüel merkezlerinin de ilk izlerini sunmaktadır. Burada bulunan anıtsal taş yapılar, henüz üretim ekonomisine tam anlamıyla geçilmeden önce bile belirli toplulukların örgütlenerek kolektif inşaat faaliyetleri gerçekleştirdiğini göstermektedir (Schmidt, 2006). Mezopotamya’da ise, özellikle MÖ 4000’li yıllarda Sümerler, Dicle ve Fırat nehirleri kıyısında, merkezi yönetime dayanmayan ancak iş birliğine dayalı sulama sistemleri kurmuşlardır. Bu sulama sistemleri, ekonomik üretkenliği artırmış ve nüfusun yoğunlaştığı yerleşim birimlerinin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Bu süreçte köy yerleşimleri büyümüş, iş bölümü ve toplumsal sınıflar belirginleşmiş ve ilk kent bulguları ortaya çıkmaya başlamıştır (Teber, 1985).

İlk kentleşme biçimleri, yönetsel yapılar, ticaret alanları, dinsel merkezler ve zanaat faaliyetlerinin mekânsal olarak ayrıştığı yerleşim biçimlerini beraberinde getirmiştir. Ancak bu ilk kentler, günümüz kentleriyle karşılaştırıldığında; ölçek, nüfus yoğunluğu, teknolojik altyapı, sınıfsal farklılaşma ve mekânsal örgütlenme bakımından oldukça farklıdır. Tarihsel süreçte gelişen kentlerin örnekleri arasında Bağdat, Kudüs, Roma,

Paris, Venedik, Londra ve İstanbul gibi şehirler yer alır. Bu kentler, merkezi otoriteler, ticaret yolları ve dinsel yapılar çevresinde şekillenmiş; zaman içinde büyüyerek kültürel, ekonomik ve politik merkezler hâline gelmiştir (Sharp ve Wallock, 1987).

Kent kavramı, yalnızca fiziksel bir yerleşimi değil, aynı zamanda örgütlenmiş, uzmanlaşmış ve toplumsal iş bölümü gelişmiş bir mekânsal ve sosyal yapıyı ifade eder. Özellikle sanayi devrimi sonrası kentler, teknolojik ilerlemenin ve üretim ilişkilerinin merkezleri haline gelmiş; karmaşık ekonomik yapılar, çeşitlenen toplumsal sınıflar ve mekânsal ayrışmalar bu yapının temel bileşenleri olmuştur (Castells, 1977). Kentler, yüksek nüfus yoğunluğuna ve heterojen toplumsal yapıya sahip, örgütlenmenin ve iş bölümünün en üst düzeye ulaştığı karmaşık ve dinamik mekanizmalar olarak değerlendirilir. Bu mekanizmalar, sürekli işleyen ve toplumu entegre eden yapılar olarak kurgulanır (Çezik, 1982). Bu bağlamda kent kavramı, yerleşim ve şehir kavramlarından ayrışır: "Yerleşim", tüm beşerî yerleşim biçimlerini kapsarken; "şehir", çoğu zaman dinsel-idari işlevlerle şekillenen geleneksel merkezleri ifade eder. Modern kent ise bu unsurların ötesine geçerek, üretim ve tüketim ilişkilerinin, ulaşım sistemlerinin, iletişim ağlarının ve kültürel çeşitliliğin iç içe geçtiği bir sosyal mekanizmadır. Kentin çeperinde gelişen banliyöler ise bu yapının mekânsal uzantıları olarak ele alınır; konut alanları, uydu kentler ve gündelik ulaşım ağları bu bölgeleri kent merkezine bağlar (Lefebvre, 1991, Tekeli ve Ataöv, 2017). Sharp ve Wallock'un (1987) ortaya koyduğu çerçeveye göre, modern kent gelişimi üç aşamada incelenir:

- İlk aşama nüfusun kentlerde yoğunlaşmasına bağlı olarak, yoğun yerleşimli kentsel yaşamın ve modern kentin oluşmasıdır.
- İkinci aşama, kentlerin merkezden dışa doğru büyümesi sonucu, kent merkezine bağlı yörekentlerin (banliyö ya da suburbs) ve daha büyük kentlerin ya da metropollerin ortaya çıkması dönemidir.
- Üçüncü aşama ise yerelleşmiş, çok merkezli kentsel alanların, megapollerin ve kentsel bölgelerin ortaya çıkması sürecini içermektedir.

Bu aşamalar birbirinden tamamen bağımsız süreçler olmayıp, her biri hem kendi içinde hem de sonraki aşamalarda, toplumsal ve küresel bağlamda dönüşerek varlığını

sürdürmektedir. Nitekim bugünkü anlamıyla kentleşme, sanayi devrimiyle birlikte Avrupa'da, makineleşme, kapitalizmin yükselişi ve feodal yapının çözülmesi ile şekillenmiştir. Sanayileşmeyle birlikte kentlere yönelen yoğun göç hareketleri, şehirlerde ciddi toplumsal ve fiziksel sorunların da ortaya çıkmasına neden olmuştur (Gül, 2020).

Kentler, insanların toplumsal olarak bir arada yaşama gerekliliğinden doğan yerleşim alanlarıdır. Toplumsal birlik duygusu zamanla kentlerin hızla büyümesine neden olmuştur. İlk başlarda kıyı ve ticaret merkezlerindeki kentlerin hızla büyümesiyle birlikte, günümüzde sanayi ve turizm alanlarında öne çıkan kentlerin büyümesi de gözlemlenmektedir. Özellikle 1950'lerden itibaren kırsal bölgelerden kentlere göçün artması, kentlerin hızlı büyümesine neden olmuştur. Tarım alanlarının traktör kullanımıyla daralması ve kentlerde iş bulma olasılığının artması gibi etkenler, kentlere olan talebi artırmıştır. Ancak, bu nüfus artışı kentlerde çeşitli sorunlara yol açmıştır. Barınma, altyapı, ulaşım, işsizlik, çevre kirliliği, suç gibi yapısal ve insani sorunlar, günümüz kentlerinin hala mücadele ettiği sorunlar arasında yer almaktadır. Kentleşme sürecinin hız kazanması, kentin aşırı nüfus almasına, sınırlı kaynaklarla yetinmek zorunda kalmasına ve çevresel ile toplumsal sorunlarla karşı karşıya kalmasına neden olmuştur (Güven, 2016).

Kent ve şehir kavramları günlük dilde sıklıkla birbirinin yerine kullanılsa da, aralarında nüanslar bulunmaktadır. "Şehir", daha çok nüfus, yerleşim yoğunluğu ve yönetsel sınırlarla tanımlanırken; "kent", bu fiziksel yapıya ek olarak sosyal, ekonomik ve kültürel ilişkiler ağına işaret eder (Tekeli, 2011). Başka bir deyişle, şehir yapısal bir organizasyon iken, kent bu yapının içinde işleyen toplumsal yaşamı ve dinamikleri de kapsayan daha geniş bir kavramdır. Kentleşme ise sadece nüfus artışıyla sınırlı değildir, toplumların üretim biçimleri, yaşam tarzları ve kamu hizmetlerine erişim olanaklarıyla da doğrudan ilişkilidir. Ancak hızlı ve plansız kentleşme süreci, bu sistemlerin birbiriyle uyumunu bozan sorunları da beraberinde getirmiştir. Özellikle altyapı yetersizlikleri ve açık-yeşil alanların azalması gibi sorunlar, kentlerde yaşam kalitesini düşürmekte ve ciddi tehditler oluşturmaktadır (Keleş, 2015).

Kentleşme süreci ile yapılaşmanın artmasıyla birlikte, ekosistem hizmetleri açısından kritik öneme sahip olan yeşil alanlar giderek azalmaktadır. Yeşil alanlar, kent dokusu içinde bulunan parklar, korular, bahçeler, mezarlıklar, oyun alanları, refüjler gibi doğal ya da insan eliyle oluşturulmuş açık ve bitkilendirilmiş alanları kapsar (Cengiz, 2009). Yeşil alanlar, sadece estetik ya da rekreatif değer taşıyan fiziksel boşluklar değildir, aynı zamanda şehir ikliminin düzenlenmesinde ve doğal su döngüsünün sürdürülmesinde önemli bir rol oynar (Gill vd, 2007). Kentsel yeşil alanlar, şehir içinde doğal yaşam ortamları oluşturarak sağlıklı çevrelerin gelişimine katkı sağlayan, kent makroformu ve kent yaşamı açısından kritik öneme sahip alanlardır. Bu alanlar, yalnızca ekolojik sürdürülebilirliği desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda çevre kalitesini hem ekolojik hem de ekonomik düzeyde iyileştiren çok işlevli kentsel bileşenlerdir. Bununla birlikte, yeşil alanlar kültürel çeşitliliğin görünürlük kazandığı, bireylerin sosyal ve kişisel etkileşimlerde bulunabildiği demokratik kamusal mekanlar olarak da önemli roller üstlenir. Belirli bir fiziksel sınır içerisinde tanımlanmış kent parkları, sadece rekreatif kullanımlara hizmet etmekle sınırlı kalmaz; aynı zamanda farklı sosyal grupların bir araya gelmesini teşvik eden, toplumsal etkileşimi ve kolektif yaşam deneyimini destekleyen açık alanlardır. İnsanların ortak bir mekânda bulunması, gündelik yaşamın akışı içinde kendiliğinden gelişen sosyal ilişkileri ve kamusal paylaşımı da beraberinde getirerek kentsel sosyal yapının güçlenmesine katkı sağlar (Özdemir, 2009)

Konut alanlarının doğayı dışlayacak biçimde yayılması ve yeşil alanlarda meydana gelen azalma, geçirimsiz yüzeylerin artmasına ve ekosistem hizmetlerinin kesintiye uğramasına neden olurken; bu durum su döngüsü başta olmak üzere doğal süreçler üzerinde önemli baskılar yaratmaktadır (Newman ve Jennings, 2008).

Bu bağlamda, suyun kent içindeki varlığı yalnızca teknik altyapının bir parçası değil, aynı zamanda kentsel mekânın biçimlenmesinde estetik, işlevsel ve ekolojik bir unsur olarak öne çıkar. Bu nedenle, bir sonraki bölümde su döngüsü; doğal ve kentsel alanlarda uyumlu bir şekilde var olması bakımından ele alınacaktır.

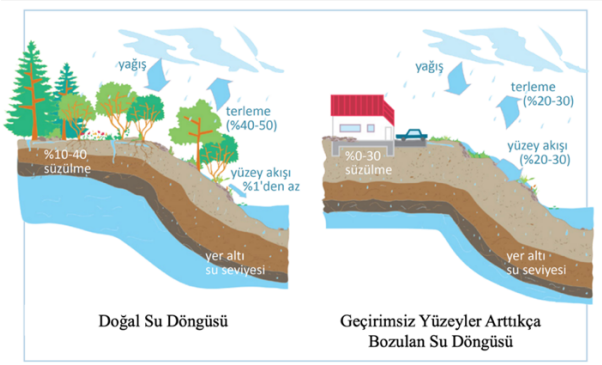
2.2 Su Döngüsü

Tüm canlılar hayatta kalabilmek için suya veya sürekli akan bir su kaynağına ihtiyaç duyarlar. Dünya üzerindeki su, sürekli bir döngü içinde dolaşır ve bu döngüye su döngüsü denir. Bu döngü, yeryüzünde ve yeraltında sürekli olarak hareket eden suyun döngüsünü tanımlar. Su, sıvı, buhar ve buz halinde sürekli olarak hareket eder ve sürekli bir değişime uğrar (Ertek, 2021).

Doğal ortamda su döngüsü; yağış, buharlaşma, terleme, sızma ve yüzey akışı gibi süreçlerin dengeli bir etkileşimiyle işler. Yağmurla yeryüzüne inen suyun bir bölümü bitkiler tarafından emilir, toprak katmanlarına süzülürken aynı zamanda terleme yoluyla atmosfere geri döner. Bu süreç içerisinde doğal su döngüsü şu şekilde işler:

- Bitkilerin kök sistemleri ve humusça zengin toprak tabakası, yağışı tutarak suyun daha derin katmanlara doğru yavaşça ilerlemesine olanak tanır.
- Suya doymuş alt toprak katmanları, doğal bir yer altı rezervuarı gibi davranır ve suyun tutulmasını sağlar.
- Yer altına ulaşan su, çeşitli derinliklerde uzun süre boyunca depolanabilir.
- Bu derin katmanlarda soğuyan su, zamanla kaynak suyu olarak yeniden yeryüzüne çıkar.
- Doğal su döngüsünde bu hareketlilik sürekli, dengeli ve yavaştır. Toprak, sünger işlevi görerek yağan suyu hızla emip yavaşça saldığı için ani su baskınlarını önler, aynı zamanda derelerin yıl boyunca su taşımasını destekler (Mueller, 2016).

Bu sistem, yeryüzüne düşen yağmur sularının doğaya besin ve nem kazandırarak ekosistemin devamlılığını sağlayan temel bir işleyiş olduğunu gösterir. Su döngüsünün bu dengeli yapısı, yalnızca doğal yaşamı değil, insan müdahalesi öncesi coğrafi dengeyi de ayakta tutan bir unsurdur (Avrupa Birliği, Türkiye Sivil Toplum Diyaloğu Programı, 2017). Doğal yüzeylerin azalması ve geçirimsiz yüzeylerin artmasıyla doğal su döngüsünde meydana gelen bozulmalar, Şekil 2.1'de sunulmuştur.



Şekil 2.1 Su döngüsü (Avrupa Birliği, Türkiye Sivil Toplum Diyaloğu Programı, 2017)

Doğal alanlar kentleşmenin getirdiği geçirimsiz yüzeyler ile kaplandığında su döngüsü bozulur, suyun iletimi ve depolanması doğrudan etkilenir (Aydın, 2023). Kentsel alanlarda günlük sıcaklık farkının artmasının en önemli nedenlerinden biri, düşük seviyede terleme ve buharlaşmadır. Kentlerin büyük bölümü, geçirimsiz yüzeylerle kaplı olduğu için normalden daha az su döngüye katılır ve yeraltına geçemez. Bu durumda, su yüzeyde birikir ve drene edilmesi gerekebilir, bu da su döngüsünü olumsuz etkiler. (Sert, 2013).

Doğal havzaların ve derelerin kentleştirilmesi için yapılan müdahaleler, nüfus artışı, hızlı kentleşme ve yapılaşmanın etkisiyle kent coğrafyası ve arazi formunda görülen hızlı değişim ve dönüşümler sonucunda vadi ve dere yatakları gibi doğal coğrafyalar bozuma uğramış; bitki örtüsü ve yüzey toprağının da tahrip edilmesi ve geçirimsiz yüzeylerin oluşması ile su döngüsünün tamamlanmasını engellenmiştir. Bu tür müdahaleler, suyun doğal akışını engellemekte ve suyun yeraltına sızmasını önleyerek doğal su kaynaklarını beslemesini önlemektedir. Normal işleyişi bozulan su döngüsü, aşırı ve anlık yağışların oluşturduğu kentsel su taşkınlarının daha yoğun ve sık oluşmasına neden olmaktadır. (Poleto ve Tassi, 2012).

Su, tarih boyunca medeniyetlerin kurulması için hayati bir etken olmuşken, aynı zamanda medeniyetlerin yıkılmasına da neden olmuştur. Kentler planlanırken doğal çevre, geçilmez bir eşik olarak dikkate alınmalıdır. Doğal ve kentsel alanların uyumlu bir şekilde bir arada var olabilmesi için su kaynaklarının korunması ve ekolojik dengeyi sürdürülebilir bir şekilde sağlamak son derece önemlidir (Karaca, 2021).

2.3 Kentsel Yağmur Suyu

Yağmur suyu, atmosferdeki su buharının yoğunlaşarak yeryüzüne düşmesiyle oluşan ve doğal su döngüsünün temel bileşenlerinden biri olan yüzeysel akış biçimidir (Sharma vd, 2015). Doğal ortamda yağmur suları, orman, çayı gibi bitki örtüsüyle kaplı alanlar ve geçirgen toprak yapıları sayesinde toprağa süzülerek yer altı suyu rezervlerini besler ve aynı zamanda buharlaşma ile atmosfere geri döner (Holden vd, 2018).

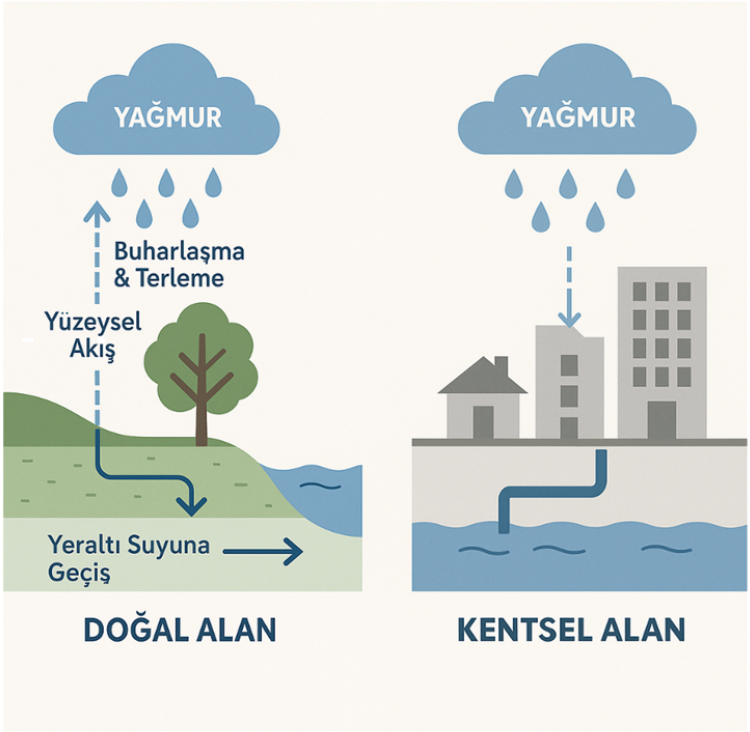
Kentsel yağmur suyu, yerleşim alanlarında yağış sonucu oluşan ve genellikle yapay yüzeyler üzerinde biriken yüzey sularını ifade eder (Novotny vd, 2010). Kentleşme süreciyle birlikte, doğal toprak örtüsü yerini çatı örtüsü, beton, asfalt ve diğer yapılara bırakmıştır (Fletcher vd, 2015). Bu yapılar yağmur suyunun toprağa sızmasını engeller ve yağmur sularını doğal su döngüsünden uzaklaştırır. Bu durumun sonucunda ortaya çıkan fazla yağmur suyu, sert yüzeyler boyunca hızlı şekilde yüzey akışa geçmekte ve alçak alanlarda kısa sürede büyük hacimlerde toplanmaktadır. Alçak alanlarda gereğinden fazla toplanan yağmur suları, yağmur suyu kaynaklı sel ve taşkın gibi ciddi sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır (Butler ve Davies, 2004).

Kentleşmenin etkisiyle geçirimsiz yüzeylerin artması ve yeşil alanların azaltılması sonucunda, yağış durumlarında yağmur suyu toprağa yeterince sızamamaktadır. Bu duruma ek olarak yeşil alanların azalması evapotranspirasyon (terleme+buharlaşma) oranını azalmakta ve yüzeysel akışa geçen yağmur suyunu artırmaktadır. Yüzeysel akışla taşınan fazla yağmur suyu, genellikle alçak kesimlerde birikir. Bu biriken su tabakası, taşkın ve sel gibi çeşitli sorunlara yol açmakta, bu sorunlar genellikle yağmur suyunun yoğunluğundan kaynaklanmaktadır (Müftüoğlu ve Perçin, 2015).

Kentlerdeki hızlı yapılaşma ve yüzeylerin geçirimsiz hale gelmesiyle birlikte, yağmur sularının kontrolsüz şekilde birikmesi sel, taşkın ve altyapı hasarı gibi ciddi sorunlara yol açmıştır. Bu nedenle, geleneksel yağmur suyu yönetim sistemleri geliştirilmiş; bu sistemler genellikle kanal, boru, mazgal gibi altyapı elemanlarıyla yağmur sularını hızlı şekilde toplamak ve şehir dışına taşımak amacıyla tasarlanmıştır (Shuster vd, 2005). Geleneksel yağmur suyu atık sistemleri, genellikle kanal, boru, mazgal gibi yapısal

yapıları içermektedir. Bu sistemler, yağmur sularını hızla ortamdan uzaklaştırdıkları için, özellikle yağmur sularının deşarj olduğu dere, nehir, göl gibi doğal su varlıklarının kirlenmesine ve yeraltı su kaynaklarının yeterince beslenememesine neden olmaktadır (Çakıroğlu, 2011).

Yağmur suyu, kentsel alanlarda doğal döngüsünden farklı bir döngü içine girmektedir. Su döngüsünün doğal ve kentsel alanlardaki farkları Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Doğal su döngüsü ve kentsel alanlarda su döngüsü karşılaştırması (Orijinal, 2024)

Tarihsel Süreçte Yağmur Suyuna Yaklaşımlar: Yağmur suyu, hem yenilenebilir hem de sürdürülebilir bir su kaynağı olarak tarih boyunca insan yaşamında önemli bir rol oynamıştır. Minos döneminden (MÖ 3500'ler) bu yana, özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde yağmur suyu toplama ve kullanma yöntemleri gelişmiş teknolojilerle desteklenmiş, sistematik biçimde uygulanmıştır (Şimşek, 2023).

Yerleşik hayata geçilmesiyle birlikte insanlar yaşam alanlarını su kaynaklarına yakın bölgelerde kurmaya başlamıştır. Ancak bu tercih, zaman içinde sel ve taşkın gibi doğal

afet risklerini de beraberinde getirmiştir (Aydın, 2023). Bunun sonucunda bazı uygarlıklar, yağmur suyunu kontrol altına almak için erken dönem drenaj sistemleri geliştirmiştir. Girit'teki Knossos Sarayı'nda (MÖ 2000–1400) çatılardan akan yağmur suyu taş oluklarla yönlendirilerek farklı büyüklükteki sarnıçlarda biriktirilmiştir (Angelakis vd, 2005). Benzer şekilde, Efes Antik Kenti'nde yüzeysel yağmur suları taş kanallar vasıtasıyla toplanmış, kent genelindeki su yolları aracılığıyla kontrollü biçimde dağıtımı sağlanmıştır (Kaya ve Karaaslan, 2017). Ürdün'deki Petra Antik Kenti'nde ise kayalara oyulmuş yüzey akış kanalları ve su depolama odaları sayesinde yağmur suyu kurak dönemler için güvence altına alınmıştır (Ortloff, 2009). Roma döneminde geliştirilen *aqua duct* sistemleri yalnızca nehir ve kaynak sularını değil, aynı zamanda yüzeysel akışlarla toplanan yağmur sularını da şehir merkezlerine taşıyarak su kaynaklarının çeşitlendirilmesini sağlamıştır (Hodge, 2002).

Artan nüfusla birlikte su tüketimi artmış, buna bağlı olarak atık su miktarında da yükseliş yaşanmıştır. Ancak, bu artış tek başına bir sorun değildir; asıl sorun, bu değişimlere karşı su yönetimi anlayışı ve altyapı uygulamalarının yetersiz kalmasıdır. Nüfus artışı gibi dinamiklere uyum sağlayamayan geleneksel sistemler, sellerin kontrolü, atık suyun arıtılması ve yağmur suyunun yönetimi gibi alanlarda sorunlar yaratmıştır. Geçtiğimiz yıllarda, iklim krizinin dünya gündemine oturmasıyla su kaynaklarının önemi ortaya çıkmıştır. Geleneksel sistemlerin yetersiz kaldığı görülerek sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Sürdürülebilir modeller yağmur suyunu etkin yönetmeyi hedeflemektedir (Aydın, 2023). Bu modeller yağmur suyunun toplanması, depolanması, kullanılması ve sel risklerinin azaltılması için stratejilerin belirlenmesi ve uygulanmasını içerirken, aynı zamanda yağmur suyunun denetiminin de incelenmesi gerekmektedir. Yağmur suyu denetimi, bu süreçlerin doğru ve etkin şekilde yürütülüp yürütülmediğinin izlenmesi, kontrol edilmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesini kapsar. Dolayısıyla, sürdürülebilir ve sağlıklı bir model için yönetim ve denetimin uyum sağlaması ve sorumluluklarının açıkça tanımlanması gerekmektedir.

2.4 Yağmur suyu Yönetimi ve Yağmur suyu Denetimi

Kentsel alanlarda artan nüfus baskısı ve mekânsal büyüme, doğal peyzajın ve hidrolik döngünün yapısını derinlemesine değiştirmektedir. Asfalt yollar, binalar, otoparklar gibi geçirimsiz yüzeylerin yaygınlaşması, yağışın toprağa sızmasını büyük ölçüde engelleyerek yüzey akışını artırmakta, bu da taşkın risklerinin artmasına, su kirliliğine ve yeraltı suyu rezervlerinin azalmasına neden olmaktadır. Yağmur suyu yönetimi bu noktada devreye girerek, şehirleşmenin neden olduğu bu olumsuzlukları minimize etmeyi amaçlayan, kapsamlı planlama ilkeleri, yenilikçi tasarım stratejileri ve sürdürülebilir uygulama araçlarını içeren bütüncül bir yaklaşımı temsil etmektedir. Temel hedefi, yağmur suyunun düştüğü yerde tutulması, yer altı su kaynaklarına yeniden kazandırılması veya kontrollü biçimde yönlendirilmesidir. Böylece hem taşkın riski azaltılmakta hem de suyun kalitesi korunarak çevresel sürdürülebilirlik sağlanmaktadır (Fletcher vd, 2015).

Geleneksel su yönetimi yaklaşımları, yağmur suyunun hızlı bir şekilde toplanarak merkezi sistemlere veya su kütlelerine deşarj edilmesi prensibine dayanır. Ancak bu yaklaşım, altyapının kapasitesini aşan ani yüklemeler, birleşik kanalizasyon taşmaları ve su kütlelerinde kirlenme gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır (Shuster vd, 2005). Modern yaklaşımlar ise yeşil altyapı sistemlerini ön plana çıkarmakta ve geçirimsiz yüzeylerden kaynaklanan etkilerin azaltılmasına odaklanmaktadır. Bu bağlamda yeşil çatılar, yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, geçirgen zemin kaplamaları ve sızdırma havuzları gibi uygulamalar hem suyun kontrollü yönetilmesini hem de ekosistem hizmetlerinin korunmasını sağlar (Gill vd, 2007).

Yağmur suyu yönetimi uygulamalarının başarılı olabilmesi için ise mutlaka etkin bir denetim süreci ile desteklenmesi gerekmektedir. Yağmur suyu denetimi; yapılan uygulamaların plan, proje ve yasal mevzuatla uyumlu olup olmadığını belirlemeyi amaçlayan sistematik bir değerlendirme sürecidir. Bu süreç hem önleyici (proaktif) hem de düzeltici (reaktif) kontrolleri içerir ve çeşitli ölçeklerde gerçekleştirilir. İnşaat alanlarında yapılan denetimler, özellikle toprak erozyonu ve sediman taşınımı gibi yağmur suyuyla taşınabilen kirleticilerin kontrol altına alınmasını amaçlar. Bu kapsamda, şantiyelerde kullanılan silt perdeleri ve sediman tuzakları gibi erozyon kontrol

önlemlerinin uygunluğu ve işlevselliği düzenli olarak izlenir (EPA, 2020). Mevcut altyapı sistemlerinde ise denetim, halihazırda işletmede olan yeşil altyapı uygulamalarının performans değerlendirmesini içerir. Bu sistemlerin uzun vadeli işlevselliği, tasarım kriterlerine bağlı olarak yürütülen periyodik bakım ve kontrollerle sağlanmaktadır. Aksi takdirde, bu yapılar tıkanma, sızma kapasitesinde azalma ve yapısal bozulma gibi sorunlarla karşı karşıya kalabilmektedir (Ahiablame vd, 2012). Endüstriyel alanlardaki denetimler ise daha çok halk sağlığı ve çevre güvenliği açısından kritik bir rol oynar. Bu alanlarda yağmur suyuyla taşınabilecek ağır metaller, hidrokarbonlar ve diğer tehlikeli maddeler ciddi riskler oluşturduğundan, endüstriyel tesislerin deşarj noktaları izlenmekte, yasal deşarj limitlerine uyum sağlanıp sağlanmadığı denetlenmektedir. Gerekli görüldüğü durumlarda düzeltici eylem planları hazırlanmakta ve cezai yaptırımlar uygulanabilmektedir (National Stormwater Center, 2021).

Yağmur suyu denetiminin sağlanamaması durumunda, özellikle yoğun yağış anlarında ciddi taşkın ve sel riskleri ortaya çıkmaktadır. Denetim eksiklikleri; altyapıların kapasite yetersizliklerinin fark edilmemesine, tıkanmış ya da hasar görmüş yapıların zamanında onarılmamasına ve sızdırma sistemlerinin etkinliğini yitirmesine neden olabilir. Bu durum, yüzey akışının artmasına ve suyun kısa sürede tahliye edilememesine yol açarak, yerleşim alanlarında ani su baskınları ve taşkınların oluşmasına zemin hazırlar (Jacobson, 2011). Ayrıca, taşkınla birlikte taşınan kirleticiler su kaynaklarını kirletirken, yapısal hasarlara ve ekonomik kayıplara da sebep olabilir. Özellikle altyapısı yetersiz bölgelerde ya da bakım ihmal edilmiş sistemlerde bu risk daha da büyümekte, afet boyutuna varan sonuçlar doğurabilmektedir (EPA, 2020). Dolayısıyla yağmur suyu sistemlerinin sadece kurulması değil, işlevselliğinin sürdürülebilir şekilde denetlenmesi büyük önem taşımaktadır. Etkin denetim, yalnızca olası felaketleri önlemekle kalmaz, aynı zamanda kentsel yaşam kalitesini artıran çevresel güvenliğin de temelini oluşturur.

2.5 Kentsel Yağmur Suyu Denetimi Sorunları

Kentsel su sistemleri, özellikle atık su, fırtına suyu ve doğal su sistemleri, küresel kentsel altyapının önemli bir parçasını oluşturur. Kentleşme süreci, bireysel, endüstriyel ve toplu su tüketiminden kaynaklanan atık su deşarjları ile yağmur suyu akışındaki kirleticilerin

transferi arasında güçlü etkileşimlere neden olur. Bu etkileşimler, doğal yüzey ve yeraltı suları üzerinde önemli etkilere sahiptir (Riu vd, 2013). Yağmur sularının etkili bir şekilde yönetilmemesi ve düzenli olarak denetlenmemesi durumunda, kentsel alanlarda çok boyutlu sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ani gelişen seller ve taşkınlar, yalnızca fiziksel altyapıya zarar vermekle kalmayıp, toplumsal yaşamı sekteye uğratarak ciddi ekonomik kayıplara ve halk sağlığı tehditlerine yol açmaktadır (Goonetilleke vd, 2005). Özellikle yoğun yağış sonrası yetersiz drenaj sistemleri nedeniyle oluşan su birikintileri; yolların çökmesine, ulaşım ağlarının kesintiye uğramasına, bina temellerinin zarar görmesine ve alt geçitlerin suyla dolarak kullanılamaz hale gelmesine neden olabilmektedir (Zhou, 2014). Söz konusu sorunlardan bazılarına ait görseller Şekil. 2.3-2.4-2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3 2022 Ankara sel felaketi (Anonim, 2022)



Şekil 2.4 2004 Silifke taşkını (DSİ, Devlet Su İşleri Taşkın Resimleri, 2024)



Şekil 2.5 Ankara sel felaketi sonrası oluşan altyapı hasarı (Anonim, 2024a)

İnsan faaliyetlerinin doğal su döngüsüne etkileri nedeniyle kentsel alanlarda yağmur suyu yönetimi için drenaj sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Gülcü, 2021). Yağmur suyu yüzey akışı yoluyla asfalt, çatı, otopark gibi geçirimsiz yüzeylerden geçtiği sırada çeşitli kirleticileri beraberinde taşımaktadır. Bu kirleticiler arasında ağır metaller, hidrokarbonlar, pestisitler, organik atıklar ve mikroplastikler gibi zararlı maddeler yer almakta ve bunlar, akarsulara, göllere ya da denizel ortamlara karışarak ciddi su kirliliğine yol açmaktadır. Söz konusu kirleticilerin kontrolsüz biçimde su ekosistemlerine ulaşması,

sucul canlıların yaşam alanlarını tehdit etmekte, biyolojik çeşitliliği azaltmakta ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini riske atmaktadır. Aynı zamanda bu kirlilik, insan tüketimi için gerekli olan tatlı su kaynaklarının kalitesini de düşürerek doğrudan ya da dolaylı biçimde insan sağlığını tehdit edebilmektedir. Özellikle metropoliten bölgelerde, yağmur suyunun evsel ve endüstriyel atıklarla birleşmesi sonucu oluşan karmaşık kirletici yapılar, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik boyutları olan krizler yaratabilmektedir (Shuster vd, 2005). Türkiye'de drenaj sorunu, büyük ölçüde mevcut arazi kullanımının plansızlığı ve sulama sistemlerinin yetersizliğiyle ilişkilidir. Ülke genelinde milyonlarca hektar alan çeşitli seviyelerde drenaj problemiyle karşı karşıyadır ve bu durum, özellikle yağışların yoğun olduğu ya da topografyanın suyu doğal yollarla uzaklaştıramadığı kentlerde daha da belirgin hale gelmektedir. Yetersiz veya bozuk drenaj sistemleri, yüzey sularının birikmesine, yapı temellerinin zarar görmesine ve kamusal alanların işlevselliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Özellikle doğal eğimin düşük olduğu bölgelerde, suyun doğal yollarla uzaklaştırılamaması, yapay sistemlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Buna karşın, birçok şehirde mevcut altyapı hem kapasite hem de tasarım açısından yetersizdir. Kent içi taşkınlar, altyapı hasarları ve halk sağlığını tehdit eden durumlar bu eksikliklerin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, kentlerin fiziksel özelliklerine uygun, entegre ve sürdürülebilir drenaj sistemlerinin hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır (Soydan, 2013).

Bu kapsamda, kentsel alanlarda yağmur suyunun etkili bir şekilde toplanması, yönlendirilmesi, kirleticilerden arındırılması ve kontrollü biçimde yeniden kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bunun için entegre yağmur suyu yönetimi yaklaşımı benimsenmeli; geleneksel borulu drenaj sistemlerinin ötesine geçilerek yeşil altyapı çözümleri ile desteklenen doğa tabanlı uygulamalara öncelik verilmelidir. Bununla birlikte, bu sistemlerin işlevselliğini koruyabilmesi adına düzenli bakım ve denetim süreçlerinin de ihmal edilmemesi gerekmektedir. Aksi halde, yalnızca bir altyapı yatırımı olarak kalan uygulamalar, zamanla işlevsiz hale gelerek beklenen faydayı sağlayamaz hâle gelmektedir. Tüm bu nedenlerle, sürdürülebilir kentleşme hedefleri doğrultusunda yağmur suyu yönetiminin hem fiziksel planlama hem de çevresel koruma politikalarıyla bütünleşik biçimde ele alınması zorunluluk haline gelmiştir (Fletcher vd, 2015).

2.6 Geleneksel Yağmur Suyu Yönetimi Modelleri

Geleneksel olarak yağmur suyunun yönetimi, yağmur sularının borular içinde yatay bir eğimle %2-3 oranında akıtılmasıyla gerçekleştirilir (Türkmen, 2010). Bu yönetim modelinin temel amacı, kentsel alanlarda birikmiş yağmur suyunun hızlı bir şekilde toplanarak bölgeden uzaklaştırılması ve alıcı ortama iletilmesidir. Bu alıcı ortamlar, doğal su kaynakları olan denizler, göller ve akarsular olabileceği gibi, kanalizasyon şebekeleri ve su arıtma tesisleri gibi yapılar da olabilmektedir (Zhou, 2014).

Geleneksel yağmur suyu yönetimi modellerinden bahsetmeye ilk örnek olarak mazgallardan başlanabilir (Şekil 2.6). Kentsel bölgelerde, yağmur suyunun toplanması, yüksek akış hızlarını azaltma ve suyun yeraltına yönlendirilmesi için mazgallar sıklıkla kullanılmaktadır. Bu mazgallar, çevredeki toprağın özelliklerine ve oluşacak yüklere bağlı olarak farklı şekil ve boyutlarda tasarlanır. Özellikle, mazgalların binalara verebileceği zararları en aza indirmek için, binalardan en az 5 metre uzaklıkta yerleştirilmeleri önerilmektedir.



Şekil 2.6 Mazgal örneği (Orijinal, 2024)

Bir diğer model olarak, yağmur suyu drenaj kanalları örnek gösterilebilir (Şekil 2.7). Yağmur suyu drenaj kanalları, sadece yağmur sularını değil, aynı zamanda kar sularını ve arazilerden gelen suları da taşımak ve gerektiğinde depolamak için kullanılan sistemlerdir. Bu sistemler genellikle yer çekimi sayesinde, kanallar aracılığıyla yağış suyunu alandan uzaklaştırır (Levi, 2007, Demir, 2012).



Şekil 2.7 Drenaj kanalı örneği (Anonim, 2024b)

Geleneksel yağmur suyu yönetimi modellerinden biri de sarnıçlardır (Şekil 2.8). Sarnıçlar, yağışın fazla yer altı kaynaklarının ise az olduğu bölgelerde yağmur suyunun toplanması için oluşturulmuşlardır (Çetinkaya, 2019). En bilindik örneklerden biri İstanbul'da bulunan Yerebatan Sarnıcı'dır. Bu sarnıç, kullanıldığı dönemde halkın su ihtiyacını karşılamak için çeşitli su yollarından beslenerek kullanılmıştır (Konyalı ve Çay, 2020). Bugünün koşullarında, sarnıçlar belirli mevzuatlara uygun olarak, su hasadı için yer altı tankları, variller ve bina altlarında oluşturulan depolar gibi yapılar şeklinde kullanılmaktadır. Mevzuata göre, su doğada buharlaşma ve sızma gibi doğal süreçlere maruz kalmadan depolarda ve sarnıçlarda biriktirilmelidir (Eşbah, 2021).



Şekil 2.8 Sarnıç örneği (Anonim, 2024c)

Bir diğer geleneksel yağmur suyu yönetim modeli de sulak alanlardır. Aydın (2023) çalışmasında, kentlerde kullanılan bazı doğal sistemlerin de geleneksel yöntemler kapsamında değerlendirilebileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda, doğal ve yapay sulak alanlar, suyun depolanması ve taşkın yönetimi gibi işlevleri dolayısıyla geleneksel yağmur suyu yönetimi içerisinde ele alınabilmektedir. Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği (SAKY, 2014)'ne göre, yapay veya doğal, suyu durgun ya da akıntılı, devamlı veya geçici olan, maksimum 6 metre derinliğe sahip, canlılara yaşam ortamı sunan bataklık, sazlık ve turbalık gibi alanlar sulak alan olarak tanımlanmaktadır. Bu alanlar yalnızca biyolojik çeşitliliği korumakla kalmaz; aynı zamanda kent ekosistemlerinde karbon tutumu, iklim düzenleme ve rekreatif alan oluşturma gibi işlevlerle kentlerdeki sürdürülebilir altyapının da bir parçası haline gelmektedir (Aydın, 2023).

2.7 Sürdürülebilir Yağmur Suyu Yönetimi Modelleri

Kentsel yayılma ve geçirimsiz yüzeylerin artışı, hidrolojik rejimleri değiştirerek su tahliye sistemlerini zorlamaktadır. Mevcut kanalizasyon sistemleri yetersiz kapasite nedeniyle taşkınlara yol açarken, yüzey akışıyla taşınan kirleticiler su kaynaklarını tehdit etmektedir. Küresel ısınma ise yağış düzenlerini değiştirerek kent sellerini artırmaktadır.

Bu nedenle, sürdürülebilir yağmur suyu yönetim sistemleri tasarlanmalı, yüzey akışı kontrol altına alınarak su kaynaklarının korunması sağlanmalıdır. Geleneksel boru sistemleri etkinliğini kaybettiğinden, modern yaklaşımla sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modelleri yüzey akışını azaltmayı ve yağmur suyunu alternatif bir su kaynağı olarak değerlendirmeyi hedeflemektedir (Özdemir, 2017).

Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi için kullanılan sistemlerin amaçları şu şekilde sıralanabilmektedir: biyoçeşitliliği sağlamak, ekolojik ve hidrolojik döngünün doğal şartlarda devamını sağlamak, yüzey akışının kalitesini ve miktarını kontrol etmek, oluşabilecek olumsuz etkileri en aza indirmek (Zhou, 2014). Doğal akışa uygun şekilde yağış suyunun yönetilmesi için dünya genelinde birçok çalışma yapılmış ve sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller, suyun doğal akışını taklit ederek yağmur suyunun toplanması, depolanması, arıtılması ve yeniden kullanılması gibi adımları içerebilir. Bu sayede, çevresel etkiler minimize edilerek su kaynaklarının daha etkin ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılması hedeflenmektedir. Bu çerçevede, sürdürülebilir yağmur suyu yönetimini destekleyen sistemlerden biri olan mavi-yeşil altyapı sistemlerinin detaylı biçimde incelenmesi, konunun bütüncül olarak ele alınabilmesi açısından yerinde bir yaklaşım olacaktır (Zhou, 2014; Fletcher vd, 2015; Li vd, 2020).

2.7.1 Mavi-Yeşil altyapı

Kentsel fonksiyonlar açısından altyapı terimi, farklı anlamlara gelmektedir. Kent bilimi bağlamında altyapı, bir kentin işlevlerini yerine getirebilmesi, büyüyebilmesi ve gelişebilmesi için temel gereksinimleri sağlayan unsurları içerir. Diğer bir deyişle, altyapı, kentin temel ihtiyaçlarını karşılayan yapısal sistemlerden oluşur. Bu sistemler; su, elektrik, kanalizasyon gibi kentsel hizmetleri sağladığı gibi, yapılaşma için gerekli olan ve sakinlere yeterli barınma alanı sunan olanakları da içerir. Mavi-yeşil altyapı, kentsel peyzajların hidrolojik fonksiyonlarını yeniden canlandırarak ve yağmur suyu yönetimi uygulayarak su kalitesini artırmayı ve su miktarını düzenlemeyi amaçlayan, planlı doğal ve yarı doğal alanların bir ağıdır. Bu sistem, doğal süreçleri kullanarak su yönetimine entegre edilmiş bir yaklaşım sunar (Rozos vd, 2013).

Mavi-yeşil altyapı sistemleri; doğal ve yarı doğal peyzaj elemanlarının, su döngüsünü destekleyen yapıların ve ekolojik süreçlerle uyumlu mühendislik çözümlerinin bir araya gelmesiyle oluşur. Yeşil çatılar, geçirgen kaldırımlar, yağmur bahçeleri, biyolojik hendekler, kent içi sulak alanlar, yeşil koridorlar ve kentsel akarsu rehabilitasyon projeleri bu altyapının temel bileşenleri arasında yer alır. Bu bileşenler, kent içinde suyun tutulması, filtrelenmesi ve yer altı suyuna geçişini kolaylaştırırken aynı zamanda rekreatif ve estetik değerler de sunar. Mavi-yeşil altyapı, bu çok işlevli yapısıyla hem ekolojik hem sosyal fayda sağlar (Benedict ve McMahon, 2006).

MYA ve Su Yönetimi: Mavi-yeşil altyapılar (MYA), geleneksel gri altyapı sistemlerinden temel olarak, doğa temelli çözümleri odağına almasıyla ayrılmaktadır. Gri altyapılar; suyun hızlıca toplanarak kanalizasyon sistemleri yoluyla uzaklaştırılmasını amaçlayan boru hatları, beton kanallar ve rezervuarlar gibi yapay sistemler üzerine kuruludur. Bu yaklaşım, özellikle artan kentleşme ve yüzey sızdırmazlığıyla birlikte, yağış miktarındaki ani artışlar karşısında yetersiz kalmakta; taşkın riski, yüzey akışlarındaki kirleticiler ve altyapı tıkanmaları gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Oysa MYA sistemleri, yağmur suyunun yerinde tutulması, toprağa sızdırılması, filtrelenmesi ve yeniden kullanımı gibi doğal süreçleri destekleyen uygulamalardan oluşur. Bu sistemler, yalnızca hidrolik yükü azaltmakla kalmaz; aynı zamanda su kaynaklarının kalitesini ve sürdürülebilirliğini de artırır (EPA, 2020).

Bu bağlamda, yeşil çatılar önemli bir bileşen olarak öne çıkar. Bitkilendirilmiş çatılar, hem yüzey sıcaklığını düşürerek enerji tasarrufu sağlar hem de yağışların doğrudan kanalizasyon sistemine ulaşmasını önler. Yapılan araştırmalar, yeşil çatıların yüzey akışını %40 ila %60 oranında azaltabildiğini göstermektedir (Berndtsson, 2010), Yağmur bahçeleri ise, geçirgen zeminle kaplı, bitkisel filtreleme sağlayan çökeltme havuzlarıdır. Bu yapılar, yağmur suyunun toprak tarafından emilmesini sağlarken aynı zamanda ağır metaller, azot, fosfor ve diğer kirleticilerin biyolojik olarak parçalanmasına olanak tanır. Bu sayede yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi engellenir ve ekosistem dengesi korunur (Dussaillant vd, 2005). Bunun yanında geçirgen zemin kaplamaları, suyun toprağa sızmasını sağlayarak sel riskini azaltmakta ve doğal su döngüsünü desteklemektedir.

Bunun yanı sıra, geçirgen zemin kaplamaları da MYA sistemlerinin önemli bir parçasıdır. Asfalt ve beton gibi geçirimsiz yüzeyler yerine kullanılan geçirgen beton, çakıllı yüzeyler veya aralıklı taş kaplamalar, suyun zemine sızmasına olanak tanıyarak yüzey akışını yavaşlatır ve suyun doğal döngüsüne katılımını destekler. Bu uygulamalar, sel ve taşkın gibi afetlerin şiddetini ve sıklığını azaltırken aynı zamanda altyapı sistemleri üzerindeki yükü hafifletmektedir. Bu sistemlerin özellikle yoğun yağış rejimine sahip kentlerde, kanalizasyon sistemlerinde tıkanma, geri tepmeler ve su baskınlarını önlemede oldukça etkili olduğu gösterilmiştir (Novotny vd, 2010). Mavi-yeşil altyapı sistemleri, suyun doğal döngüsünü destekleyen çeşitli uygulamaları içerir. Bu sistemlerin su yönetimine katkıları, Çizelge 2.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.1 MYA ve su yönetimi

MYA Unsuru	Su Yönetimine Katkısı	Örnek Uygulama
Yağmur bahçesi	Yüzey akışını azaltır	Portland, ABD
Yeşil çatı	Yağmur suyu tutar	Kopenhag, DK
Geçirgen zeminler	Yer altı suyu besler	Melbourne, AUS
Yağmur suyu toplama tankı	Su hasadı sağlar	Shangai, Çin
Dere kenarı yeşil kuşaklar	Taşkın riskini azaltır	Emscher, Almanya
Biyohendek	Suyu filtreler ve sızdırır	North Carolina, ABD

MYA'nın Ekonomik ve Çevresel Yararları: MYA sistemleri, geleneksel gri altyapıya kıyasla yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda ekonomik anlamda da çok yönlü ve sürdürülebilir avantajlar sunmaktadır. Gri altyapı çözümleri yani beton kanalizasyonlar, tüneller ve yüzeysel su tahliye sistemleri gibi yapılar yüksek yapım, bakım ve yenileme maliyetleri gerektirirken, MYA çözümleri doğa temelli, daha düşük maliyetli ve uzun vadede ekonomik verimliliği yüksek uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Washington D.C.'de gerçekleştirilen kapsamlı bir maliyet analizi çalışması, doğa temelli altyapı çözümlerinin geleneksel sistemlere göre %25'e kadar maliyet avantajı sağladığını ortaya koymuştur (ASLA vd, 2012).

Çevresel faydalar açısından değerlendirildiğinde, MYA sistemlerinin en temel katkısı, su döngüsünün doğal işleyişini desteklemeleri ve bozulmuş ekosistem hizmetlerini yeniden işlevsel hale getirmeleridir. Yağmur bahçeleri, biyofiltrasyon sistemleri, geçirgen yüzeyler ve yeşil çatılar gibi uygulamalar sayesinde yüzey akışları doğal olarak filtrelenir; bu da yeraltı su kaynaklarının beslenmesini sağlar, kirlilik yükünü azaltır ve taşkın riskini minimize eder. Aynı zamanda bu sistemler, suyun toprağa sızmasına olanak tanıyarak atık su arıtma sistemlerine olan bağımlılığı azaltır. Bununla birlikte, MYA bileşenleri hava kalitesinin artırılmasında da önemli rol oynar; bitkiler kirleticileri tutarak partikül madde yoğunluğunu düşürür ve solunabilir hava kalitesini artırır. İklim değişikliğiyle mücadele açısından da MYA sistemlerinin etkisi büyüktür. Özellikle şehir içi ağaçlandırma çalışmaları ve yeşil çatı uygulamaları, atmosferdeki karbon dioksit seviyesini düşürerek karbon tutulumuna katkı sağlar. Bu sistemler, aynı zamanda kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına da hizmet eder. Yapılan araştırmalar, MYA sistemlerinin yaz aylarında kent içi sıcaklıkları ortalama 2°C oranında düşürebildiğini ve bu sayede serinletici bir mikroklima oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Gill vd, 2007).

u etki, enerji tüketimi açısından da doğrudan bir tasarruf sağlamaktadır. Özellikle yeşil çatılar, ısı yalıtımı işlevi görerek binalarda soğutma ve ısıtma giderlerinin azaltılmasına yardımcı olur. Aynı şekilde, yağmur suyunun yerinde depolanarak sulama veya gri su sistemlerinde kullanılması, su arıtma tesislerine olan bağımlılığı azaltır ve böylece enerji tüketiminde ciddi bir azalma sağlar (WEF, 2012).

MYA uygulamalarının hem ekonomik hem de çevresel açıdan çok yönlü yararlar sağladığı görülmektedir. Bu yararlar Çizelge 2.2'de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 2.2 MYA'nın ekonomik ve çevresel yararları

Ekonomik Yararlar	Çevresel Yararlar
Altyapı bakım maliyetini düşürür	Isı adası etkisini azaltır
Sel riskine karşı sigorta yükünü azaltır	Biyoçeşitliliği artırır
Mülk değerini artırır	Karbon tutulumunu destekler

MYA'nın İklim Değişikliği ile Mücadelede Rolü: İklim değişikliği, günümüz kentlerinde yaşam kalitesini tehdit eden çeşitli çevresel etkilerle kendini göstermektedir. Özellikle sıcak hava dalgaları, aşırı yağışlar, kuraklık ve sel gibi olaylar, kentlerin mevcut altyapısını zorlayarak toplumsal ve çevresel riskleri artırmaktadır. Bu bağlamda, mavi-yeşil altyapı (MYA) sistemleri, doğa temelli ve sürdürülebilir çözümler sunarak bu etkilerin hafifletilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. MYA'nın sel riskini azaltma kapasitesi, yağış sularını doğal yollarla yöneten sistemlerin etkinliğine dayanmaktadır. Yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve biyofiltrasyon sistemleri gibi yeşil altyapı uygulamaları, yüzey akışını yavaşlatarak ve filtreleyerek taşkınların şiddetini azaltmakta, böylece mevcut drenaj sistemleri üzerindeki baskıyı önemli ölçüde hafifletmektedir (Benedict ve McMahon, 2006).

Bununla birlikte, MYA bileşenleri karbon tutulumuna da katkı sağlamaktadır. Özellikle kentsel ağaçlandırmalar ve yaygın yeşil alanlar, atmosferdeki karbon dioksiti emerek sera gazı birikimini sınırlamakta ve iklim değişikliğine neden olan etkenlerin kontrol altına alınmasına yardımcı olmaktadır (Escobedo vd, 2010).

MYA'nın sunduğu bir diğer önemli fayda ise kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasıdır. Beton ve asfalt gibi geçirimsiz yüzeylerin yoğunlukta olduğu kent merkezlerinde, sıcaklık değerleri çevresine göre belirgin şekilde artış gösterebilmektedir. Bu etki, yeşil çatı sistemleri, ağaçlandırma uygulamaları ve su yüzeyleri gibi mavi-yeşil altyapı çözümleri sayesinde azaltılabilmekte ve kentsel mikroiklim üzerinde dengeleyici bir rol oynayabilmektedir (Bowler vd, 2010).

Ayrıca, MYA sistemleri doğal afetlere karşı kentlerin direnç kapasitesini de artırmaktadır. Esnek ve çok işlevli yapıları sayesinde hem sel hem kuraklık hem de sıcak hava dalgaları gibi ekstrem olaylara karşı adaptasyon sürecini desteklemektedirler (UNEP, 2011). Bu sistemler sadece afet yönetimi açısından değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin korunması açısından da değerlidir. Şehir içinde oluşturulan yeşil koridorlar ve habitat bağlantıları, hem flora ve fauna için yaşam alanları yaratmakta hem de farklı ekosistem bileşenleri arasında ekolojik geçişkenliğin sağlanmasına katkı sunmaktadır (Parlak ve Atik, 2020). Böylece MYA, sadece iklim değişikliğiyle mücadelede değil, aynı zamanda

daha yaşanabilir ve sağlıklı kentsel ortamlar oluşturma sürecinde de merkezi bir rol üstlenmektedir.

MYA'nın Kent Sağlığına Katkıları: Mavi-yeşil altyapılar, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunmalarının yanı sıra, kentlerde yaşayan bireylerin fiziksel ve zihinsel sağlığı üzerinde de doğrudan etkili olan çok yönlü faydalar sağlamaktadır. Bu sistemlerin sunduğu sağlık temelli katkılar farklı kategorilerde değerlendirilebilir. Öncelikle, kent içindeki yeşil alanlar ve bitkisel örtüler havadaki kirleticileri filtreleme kapasitesi sayesinde hava kalitesinin artmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Özellikle solunum yolları hastalıklarıyla doğrudan ilişkili olan ince partikül maddelerin (PM2.5, PM10) azaltılmasında, yaprak yüzeyi geniş bitki türlerinin rolü büyüktür (Nowak vd, 2014).

Bununla birlikte, bitkisel peyzaj unsurlarının oluşturduğu doğal bariyerler, trafik ve endüstri kaynaklı gürültü kirliliğini de azaltarak kent sakinlerinin ruhsal sağlığına olumlu etki etmektedir. Ağaçlar ve çalı grupları, ses dalgalarını absorbe ederek özellikle yoğun kent merkezlerinde gürültü seviyesini düşürmekte, bu da stres, uyku bozuklukları ve dikkat dağınıklığı gibi olumsuz sağlık etkilerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Van Renterghem ve Botteldooren, 2008). Doğal çevreyle kurulan görsel ve fiziksel temas da bireylerin psikolojik iyilik halini güçlendiren bir başka faktördür. Araştırmalar, doğada geçirilen zamanın stres hormonlarını düşürdüğünü, zihinsel yenilenmeyi desteklediğini ve depresyon belirtilerini hafiflettiğini göstermektedir (Kaplan ve Kaplan, 1989).

Ayrıca, mavi-yeşil altyapılar fiziksel aktiviteyi teşvik ederek sağlık üzerinde dolaylı ama güçlü bir etki yaratmaktadır. Yürüyüş yolları, bisiklet parkurları, spor alanları ve parklar gibi mekânlar bireylerin hareketli yaşam tarzını benimsemelerine olanak tanırken, aynı zamanda toplumsal etkileşimi de artırmaktadır. Bu sosyal bağların güçlenmesi, toplumsal dayanışmanın ve kent aidiyetinin gelişmesini desteklemektedir. Özellikle su yüzeylerinin ve bitkisel gölgelemenin yer aldığı alanlar, sıcak hava dalgaları gibi aşırı iklim olaylarında serinletici bir mikroklima yaratarak, ısıya bağlı sağlık risklerini azaltmaktadır. Bu bağlamda, MYA sistemleri hem termal konforu sağlayarak bireysel sağlığı korumakta hem de kent genelinde iklim adaptasyonuna katkıda bulunmaktadır (Maas vd, 2006). Tüm

bu etkiler değerlendirildiğinde, mavi-yeşil altyapıların yalnızca çevresel fayda değil, aynı zamanda halk sağlığı açısından da stratejik bir rol oynadığı açıkça görülmektedir.

MYA'nın Doğa Tabanlı Çözümlerle İlişkisi: Doğa Tabanlı Çözümler (Nature-Based Solutions - NBS), doğal sistemlerin süreçlerini taklit ederek ve doğayı güçlendirerek çevresel, toplumsal ve ekonomik sorunlara bütüncül çözümler sunmayı amaçlayan bir yaklaşımdır. NBS, yalnızca çevre koruma değil; aynı zamanda afet risk yönetimi, su kaynakları yönetimi, iklim değişikliğiyle mücadele, biyoçeşitlilik kaybının önlenmesi ve insan refahının artırılması gibi çok boyutlu hedefleri kapsar (IUCN, 2020). Bu bağlamda mavi-yeşil altyapılar MYA**,** doğa tabanlı çözümlerin kent ölçeğinde uygulanabilirliğini sağlayan en somut araçlardan biri olarak öne çıkar.

MYA sistemleri, suyun doğal döngüsünü yeniden canlandırmak, ekosistem hizmetlerini yeniden üretmek ve kentlerdeki gri altyapıya olan bağımlılığı azaltmak amacıyla doğa temelli yöntemler kullanır. Örneğin yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, geçirgen yüzeyler, kent içi sulak alanlar, dere ıslahları ve kentsel yeşil koridorlar, hem yüzey akışlarını kontrol etmekte hem de kentsel ısı adası etkisini azaltarak yerel mikroiklimi iyileştirmektedir. Bu yapılar, aynı zamanda flora ve fauna için habitat sağlayarak biyoçeşitliliği koruma ve geliştirme yönünde önemli katkılar sunar.

Avrupa Komisyonu'nun yayımladığı *Nature-based Solutions for Climate Resilience* adlı strateji belgesinde MYA sistemleri, iklim değişikliğine uyum sağlamış kentlerin yapı taşları arasında sayılmaktadır (European Commission, 2024). Söz konusu belgede, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin sel kontrolü, sıcak hava dalgalarının etkisini azaltma, karbon tutumu, halk sağlığını iyileştirme ve doğa ile insan etkileşimini artırma gibi alanlarda sağladığı çok yönlü faydalar vurgulanmaktadır. Bu yönüyle MYA, doğa tabanlı çözümlerin pratikteki karşılığı, planlamadaki anahtarı ve uygulamadaki araçları arasında yer almaktadır.

NBS ile MYA sistemlerinin ilişkisi, yalnızca teknik altyapı ya da mühendislik çözümünden ibaret değildir. Aynı zamanda sosyal eşitlik**,** toplum temelli katılım**,** yerel bilgi ve deneyimlerin entegrasyonu gibi ilkeleri de kapsar. Toplum temelli MYA

projeleri, bireylerin çevreye dair farkındalığını artırmakta; birlikte üretme, sahiplenme ve dayanışma gibi sosyal sermayeyi güçlendiren süreçleri desteklemektedir (Kabisch vd, 2016).

Mavi-yeşil altyapı sistemleri yalnızca doğa tabanlı çözüm önerileriyle sınırlı kalmayıp, çeşitli planlama ilkeleri ve bütüncül kentsel tasarım yaklaşımlarıyla desteklenmektedir. Bu sistemlerin kent dokusu içerisindeki etkinliğini artıran ve farklı ölçeklerde uygulanabilirliğini mümkün kılan birçok prensip geliştirilmiştir. Mavi-yeşil altyapının temelini oluşturan prensipler arasında sünger şehir yaklaşımı, yeşil kuşak, yeşil yol ve yeşil koridor, düşük etkili gelişim, su duyarlı kentsel tasarım gibi stratejiler öne çıkmaktadır (Fletcher vd, 2015; Benedict ve McMahon, 2006; Li vd, 2020).

2.7.1.1 Sünger şehir prensibi

Sünger şehirler konsepti, artan sel felaketleriyle başa çıkmak amacıyla ilk olarak 2013 yılında Çin'de ortaya atılmıştır. Bu yaklaşım, kentsel su yönetimi ve peyzaj mimarlığı disiplinlerinin bütünleşik çalışmasını gerektirir. Sünger şehirler felsefesine göre su, kanallar, barajlar ve mazgallarla şehirlerden ayrılmaz; aksine şehre entegre edilerek şehir tarafından emilir (Yu, 2012).

Sünger şehirlerdeki temel amaç, suyu tutmak, akışını yavaşlatmak ve suya adapte olabilmektir. Suya adapte olabilme durumu, gri altyapının tek başına kullanıldığı statik sistemlerde bulunmayan bir özelliktir (Cosier ve Shen, 2009). Dolayısı ile suya adapte olabilen mavi-yeşil altyapı sistemlerine ihtiyaç vardır. Sünger şehir sistemi ile geleneksel şehir sistemlerinin farkları Çizelge 2.3'te listelenmiştir.

Çizelge 2.3 Sünger şehir sistem farkları

Özellik	Geleneksel Şehir	Sünger Şehir
Yağmur Suyu Yönetimi	Hızlı tahliye	Emme, depolama, yeniden kullanım
Zemin Tipi	Geçirimsiz asfalt ve beton	Geçirgen malzemeler
Su Kaynaklarının Kullanımı	Yüzey akışı ve kanalizasyon sistemi	Doğal filtrasyon, yeraltı suyu besleme
Yeşil Alanlar	Sınırlı ve parçalı	Entegre ve geniş yeşil altyapı

(Li vd, 2020)

Sünger şehirler yaklaşımı projelerdeki kazı/dolgu oranlarının dengelenerek, alandan malzemenin çıkmasına meydan vermeden ekolojik ayak izi düşük projeleri de beraberinde getirir (Shen, 2010). Bu yaklaşım yeşil altyapılar ile su yönetimini iyileştirirken ekolojik dengeyi korur (Chong vd, 2018). Sünger şehirler, sel riskini azaltırken, su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına katkı sağlar (UNESCO, 2021). Ayrıca kentsel ısı adası etkisini düşürerek daha yaşanabilir kentler oluşturur. Sünger şehir prensibinde yeşil altyapılar, mavi altyapılar ve su yönetimi sistemleri bir arada kullanılmaktadır. Yeşil altyapılar kapsamında, yağmur suyunu tutarak buharlaştıran ve bina sıcaklığını dengeleyen yeşil çatılar, fazla suyu emerek arındıran yağmur bahçeleri ve yağmur suyunun yüzeyden süzülerek toprağa ulaşmasını sağlayan geçirgen kaldırımlar önemli sürdürülebilir çözümler sunmaktadır. Mavi altyapılar arasında, yağmur suyunun kontrollü bir şekilde depolanmasını sağlayan yağmur suyu göletleri, şehirlerde beton kanallar yerine doğal akışa izin veren doğal dere yatakları ve kent içindeki su unsurları (havuzlar, çeşmeler vb.) ile şehir sıcaklığını dengeleyen sistemler bulunmaktadır (Li vd, 2020). Su yönetimi stratejileri kapsamında ise, çatı sistemlerinden yağmur suyunu toplayarak depolayan yağmur suyu hasadı ve evsel atık suyun arıtılarak yeniden kullanılmasını sağlayan gri su kullanımı gibi uygulamalar, suyun döngüsel kullanımını teşvik ederek sürdürülebilir kentleşmeye katkı sağlamaktadır (Fletcher vd, 2015). Sünger şehir prensibinin bileşenlerini görselleştiren şema Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Sünger şehir prensibi'nin bileşenleri (Anonim, 2024d)

2.7.1.2 Yeşil kuşak prensibi

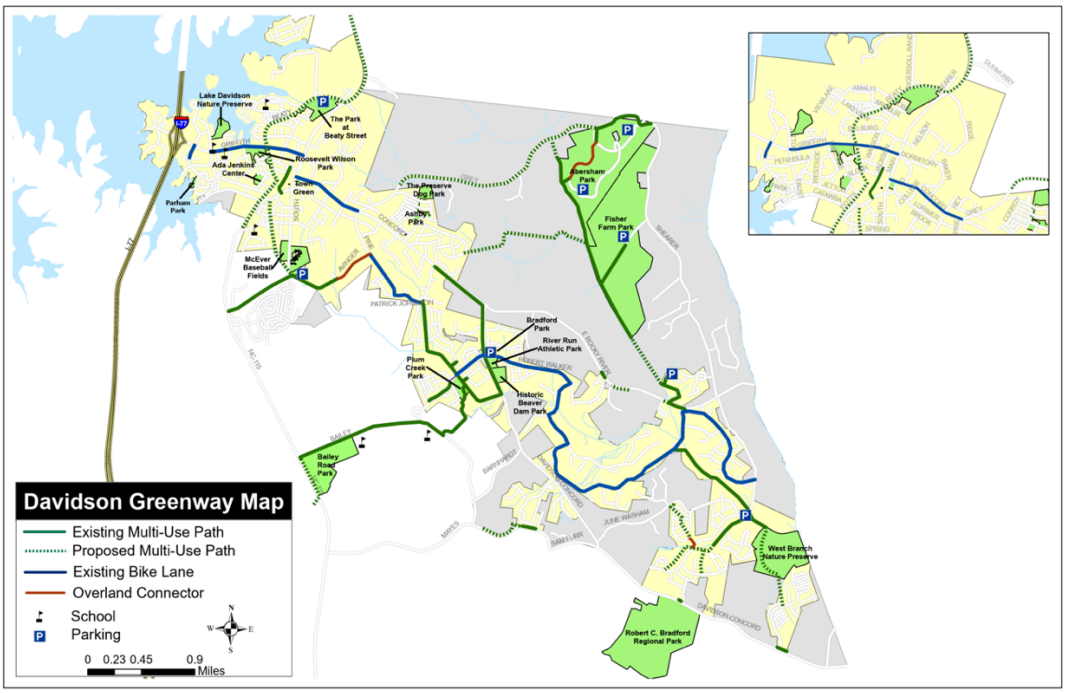
Yeşil kuşaklar, kentlerin dış çevresinde yapılaşmanın sınırlandırıldığı, doğal alanların korunmasına yönelik planlı açık alan sistemleridir. İlk kez 1930'larda İngiltere'de ortaya çıkan bu kavram, zamanla birçok ülke tarafından benimsenmiş ve farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Yeşil kuşaklar, yalnızca kentsel yayılmayı kontrol altına almakla kalmaz; aynı zamanda geçirgen zemin yapıları sayesinde yağmur suyunun toprak tarafından emilmesini sağlayarak taşkın riskinin azaltılmasına katkı sunar. Bu alanlar, yüzeysel akışı yavaşlatarak suyun doğal döngüsüne yeniden katılımını desteklemekte ve yeraltı su kaynaklarının beslenmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca yeşil kuşaklar, kent iklimini düzenleyen karbon tutma, mikroklima oluşturma ve hava kirliliğini filtreleme gibi ekosistem hizmetleriyle iklim değişikliğine karşı dirençli kentsel yapılar inşa edilmesine katkıda bulunur. Ekosistem sürekliliğinin sağlanması açısından da büyük öneme sahip olan bu alanlar, habitat parçalanmasını engelleyerek biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve artırılmasına zemin hazırlar (Amati ve Yokohari, 2006). İngiltere Metropolitan Şehirler Çevresinden yeşil kuşak gösterimi Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10 İngiltere metropolitan şehirler çevresinde yeşil kuşaklar
(Kent Araştırmaları Enstitüsü, 2021)

2.7.1.3 Yeşil yol prensibi

Yeşil yol (greenway) kavramı, doğal alanlar, parklar, dere yatakları, kırsal bölgeler ve kentsel dokular arasında ekolojik, rekreatif ve altyapısal bağlantı kuran doğrusal yeşil peyzaj sistemlerini ifade etmektedir. Bu yapılar, yalnızca ulaşım ve rekreasyon amacıyla değil, aynı zamanda kent içinde sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi açısından da önemli işlevler üstlenmektedir. Yeşil yollar, ekolojik drenaj hattı olarak çalışarak yağmur suyunun kontrollü bir şekilde yönlendirilmesini sağlamakta; üzerlerinde yer alabilecek yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler ve sedimantasyon alanları aracılığıyla yağışın toprağa sızmasına, filtrelenmesine ve yeraltı suyu kaynaklarının beslenmesine olanak tanımaktadır. Aynı zamanda kent içinde hidrolojik bağlantı kurarak mavi-yeşil altyapı sistemlerinin sürekliliğini sağlamaktadır. Bu nedenle, yeşil yollar doğa temelli çözümlerin uygulanabileceği ideal yapılar olup, yağmur suyu yönetiminde hem işlevsel hem de ekolojik bir altyapı bileşeni olarak değerlendirilmektedir (Ahern, 1995). Davidson Kasabası yeşil yol planına dair örnek Şekil 2.11'de görülmektedir.



Şekil 2.11 Yeşil yol örneği (Town of Davidson, 2025)

2.7.1.4 Yeşil koridor prensibi

Yeşil koridorlar, ekolojik peyzaj uygulamalarında hem doğal yaşamın sürekliliğini sağlamak hem de kentsel alanlarda yağmur suyu yönetimini desteklemek amacıyla tasarlanan doğrusal açık alan sistemleridir. Genellikle akarsu, dere yatağı veya vadi hatları boyunca konumlandırılan bu yapılar, doğa temelli çözümlerin mekânsal sürekliliğini sağlamalarının yanı sıra, yüzeysel suyun yönlendirilmesi, filtrelenmesi ve yeraltı suyu kaynaklarına sızdırılması gibi hidrolojik işlevleri de yerine getirir. Yeşil koridorlar üzerinde yer alan bitkisel tampon bölgeler, yüzey akışıyla taşınan kirleticileri filtreleyerek su kalitesini artırırken; geçirgen zeminler sayesinde suyun toprağa emilimini teşvik ederek taşkın riskini azaltır. Bununla birlikte, bu sistemler karbon yutak işlevi görerek iklim değişikliği ile mücadelede destek sunar, hava kalitesini iyileştirir ve kentsel ısı adası etkisini azaltır. Aynı zamanda habitatlar arasında biyolojik geçiş yolları oluşturarak ekolojik ağların sürekliliğini sağlar (Jongman ve Pungetti, 2004). Bu çok işlevli yapısıyla yeşil koridorlar, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin vazgeçilmez bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Tayvan'ın Taichung şehrinde kullanılmayan 1,7 km

uzunluğundaki eski bir demiryolu hattının yeşil koridora dönüştürülmesi Şekil 2.12'de gösterilmektedir.



Şekil 2.12 Taichung yeşil koridoru (Zeytinci, 2021)

2.7.1.5 Düşük etkili gelişim

Kentleşmenin hızla arttığı günümüzde, doğal su döngüsünün bozulması, yüzey akışının artması ve su kirliliğinin yaygınlaşması, sürdürülebilir kentsel gelişim için yeni yaklaşımları zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development - LID) yaklaşımı, doğal süreçleri taklit ederek suyun yerinde yönetilmesini ve ekosistemle uyumlu bir kentsel planlamayı hedefleyen yenilikçi bir uygulama biçimi olarak öne çıkmaktadır. LID, özellikle yağmur suyu yönetimi üzerine odaklanmakla birlikte, yeşil altyapı, geçirgen yüzey kullanımı, bitkilendirme stratejileri ve doğal filtreleme gibi teknikleri bütüncül bir sistem içerisinde değerlendirmektedir. Bu sistem, geleneksel gri altyapı çözümlerinin (kanalizasyon ve beton drenaj sistemleri) aksine, yağmur suyunun oluştuğu noktada tutulmasını, sızdırılmasını veya buharlaştırılmasını sağlayarak doğal su döngüsünü korumayı amaçlamaktadır (Dietz, 2007).

Yağmur bahçeleri (rain gardens), yeşil çatılar, biyofiltreler (bioswales), geçirgen kaldırımlar, yağmur suyu varilleri gibi çeşitli uygulamalarla kent içindeki geçirimsiz yüzey oranı azaltılarak suyun yüzeysel taşkınlara neden olmadan toprağa sızması sağlanır. Bu uygulamalar suyun miktarını artırmakla beraber, aynı zamanda kalitesini de iyileştirir. Örneğin, biyofiltre sistemleri yağmur suyu içerisindeki kirleticileri doğal yollarla filtreleyerek yüzey ve yeraltı su kaynaklarının korunmasına katkı sağlar (Ahiablame vd, 2012).

LID uygulamalarının bir diğer önemli faydası, ekolojik peyzaj tasarımı ile entegre edilebilmesi ve kent estetiğini geliştirmesidir. Bitkisel peyzaj elemanları aracılığıyla mikroklima iyileştirilirken, kentsel ısı adası etkisi azaltılabilir. Ayrıca, yerel bitki türlerinin kullanılmasıyla biyoçeşitliliğin desteklenmesi sağlanabilir. Düşük etkili gelişim (LID) stratejileri, yağmur suyu yönetimini doğaya daha yakın, sürdürülebilir bir biçimde ele almayı amaçlar. Bu stratejiler kapsamında kullanılan çeşitli fiziksel uygulamalar, suyun yerinde tutulmasını, infiltrasyonun teşvik edilmesini ve kentsel taşkın riskinin azaltılmasını sağlar (Walsh vd, 2012).

2.7.1.6 Su duyarlı kentsel tasarım yaklaşımı

Su Duyarlı Kentsel Tasarım *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), kentlerde su döngüsünü doğal işleyişine olabildiğince yakın bir şekilde yönetmeyi amaçlayan bütüncül bir tasarım yaklaşımıdır. Avustralya'da 1990'lı yılların sonlarında ortaya çıkan bu model, klasik gri altyapı sistemlerinin (beton kanal, yer altı boru sistemi gibi) ötesine geçerek, su kalitesinin iyileştirilmesi, taşkın riskinin azaltılması, suyun yeniden kullanımı ve ekosistem hizmetlerinin desteklenmesini hedefler. WSUD, yüzey akışlarını kontrol etmekle kalmaz; aynı zamanda su ile entegre yaşayan, doğa ile uyumlu bir kentsel form yaratmayı amaçlar. Bu bağlamda WSUD, sadece mühendislik değil, peyzaj mimarlığı, şehircilik, ekoloji ve sosyal bilimler gibi çok disiplinli bir bakış açısını da içerir (Wong, 2006)

WSUD sistemleri genellikle yağmur bahçeleri (rain gardens), biyofiltrasyon sistemleri, geçirgen yüzey kaplamaları, sulak alanlar, yeşil çatılar ve su toplama-geri kullanım

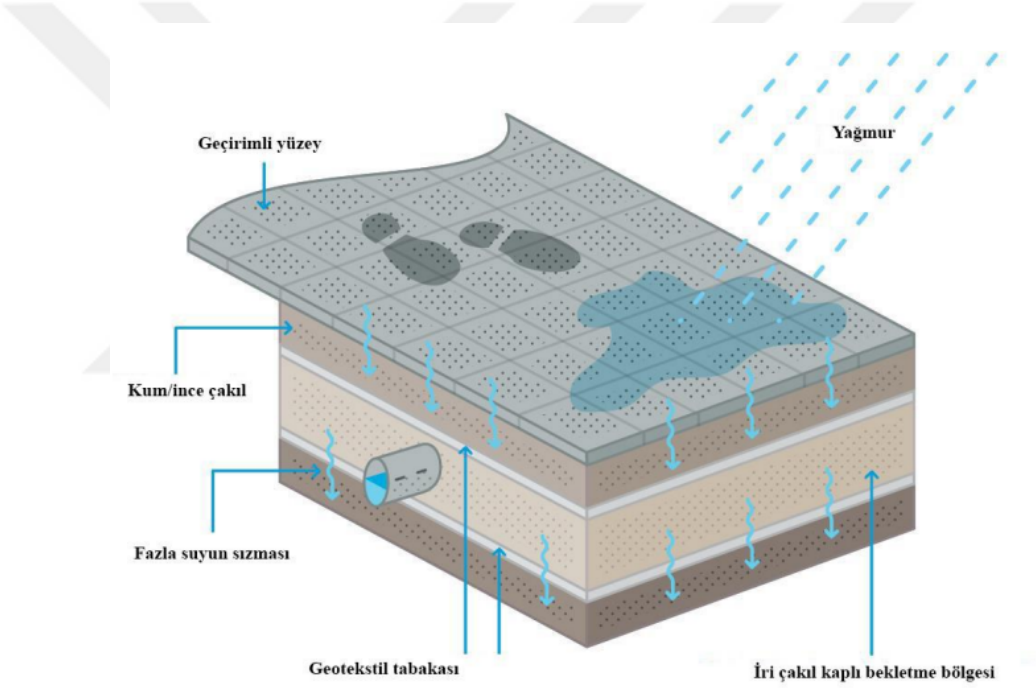
sistemleri gibi bileşenlerden oluşur. Bu yapıların her biri, yağmur suyunun toprakla buluşmasına imkân tanıyarak sızma ve buharlaşma yoluyla suyun doğal döngüsüne katılmasını sağlar, böylece ani yüzey akışları ve taşkınlar azaltılır. Aynı zamanda bu sistemler, yağmur suyu içindeki kirleticilerin doğal süreçlerle arıtılmasına da olanak verir. WSUD'un temel ilkeleri arasında su kaynaklarını bir bütün olarak değerlendirme, doğa tabanlı çözümlere öncelik verme, toplum katılımı ve çok işlevlilik yer alır (Fletcher vd, 2015). Bu yaklaşım, özellikle iklim değişikliğiyle mücadele, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi ve toplumsal refahın artırılması açısından kentler için stratejik bir araçtır.

2.7.2 Mavi-Yeşil altyapı kapsamında doğa tabanlı uygulamalar

Küresel iklim değişikliği, hızlı kentleşme ve doğal su döngüsünün bozulması, geleneksel gri altyapı sistemlerinin kentsel su yönetimi açısından yetersiz kalmasına yol açmaktadır (Fletcher vd, 2015). Bu doğrultuda geliştirilen mavi-yeşil altyapı sistemleri, yalnızca suyun toplanması ve uzaklaştırılması gibi temel işlevlerle sınırlı kalmayıp; aynı zamanda suyun filtrelenmesi, depolanması, yeniden kullanımı ve doğal yollarla toprağa sızdırılması gibi çok yönlü hedefler doğrultusunda şekillenmektedir (Wong, 2006). Mavi-yeşil altyapı anlayışı, doğa tabanlı çözümleri merkezine alarak yüzeysel akışı kontrol etmekte, su kalitesini artırmakta ve taşkın riskini azaltmaktadır. Aynı zamanda bu sistemler, karbon tutumu, ekosistem çeşitliliğinin desteklenmesi, kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesi ve toplum sağlığının artırılması gibi ekosistem hizmetleri de sunmaktadır (Benedict ve McMahon, 2006). Bu kapsamda uygulanan yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, geçirgen yüzeyler, sedimantasyon havzaları, bitkili su arkları ve infiltrasyon sistemleri, hem sünger şehirler, hem Low Impact Development (LID) hem de Water Sensitive Urban Design (WSUD) yaklaşımları ile doğrudan ilişkili olup sürdürülebilir kent tasarımının temel bileşenlerini oluşturmaktadır (Sharma vd, 2015). Bu bölümde, mavi-yeşil altyapı kapsamında yer alan temel doğa tabanlı uygulamalara detaylı şekilde yer verilecektir.

2.7.2.1 Geçirgen yüzeyler

Geçirgen yüzeyler, suyun doğal yollarla süzülmesini, filtrelenmesini ve yeraltı sularının beslenmesine katkı sağlamasını sağlar (Şekil 2.13). Bu yüzeyler beton, asfalt gibi materyallerden oluşabilir ve suyun toprağa süzülmesine izin verir, böylece suyun yeraltı kaynaklarına ulaşmasına yardımcı olur (Coşkun, 2019). Bu sistem otoparklar, sokaklar, spor ve oyun alanları, caddeler ve yürüyüş yolları gibi alanlarda kullanılmaktadır. (Semiz, 2016). Geçirgen yüzeylerin pek çok avantajı bulunmaktadır. Bu avantajlara sel riskini azaltmaları, toprağı beslemeleri, su kalitesini iyileştirmeleri ve yeşil alanları artırmaları örnek verilebilir.



Şekil 2.13 Geçirgen yüzey örneği (Aydın, 2023)

2.7.2.2 Yeşil çatılar

Enerji verimliliğini artırmayı hedefleyen ve kent yaşamına olumlu etkiler sağlayan yeşil çatılar, bina çatılarını yeşil örtü ve bileşenlerle kaplayarak oluşturulan sistemlerdir (Demir, 2012). Yeşil çatılar, yağmur suyu kalitesi ve miktarının kontrolünü sağlayan kaynağa yakın yerleştirilen uygulamalardır (Şekil 2.14). Temel amacı, yağmur suyunun miktarını ve akış hızını azaltarak tutulmasını sağlamaktır (Levi, 2007). Yeşil çatılar doğal

yaşamın devamlılığını destekler, enerji verimliliğine katkı sağlar, yağmur suyunun toplanmasını sağlar, hava kirliliğinin azalmasına yardımcı olur ve biyoçeşitliliği destekler (Korkut vd, 2017). Yeşil çatılar, yağmur suyu hasadına ek olarak hava kirliliğinin azaltılması, estetik bir görünüm sağlama, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, enerji tasarrufu, çatı membranının korunması ve gürültü izolasyonu gibi birçok alanda fayda sağlar (Sevimli, 2021).

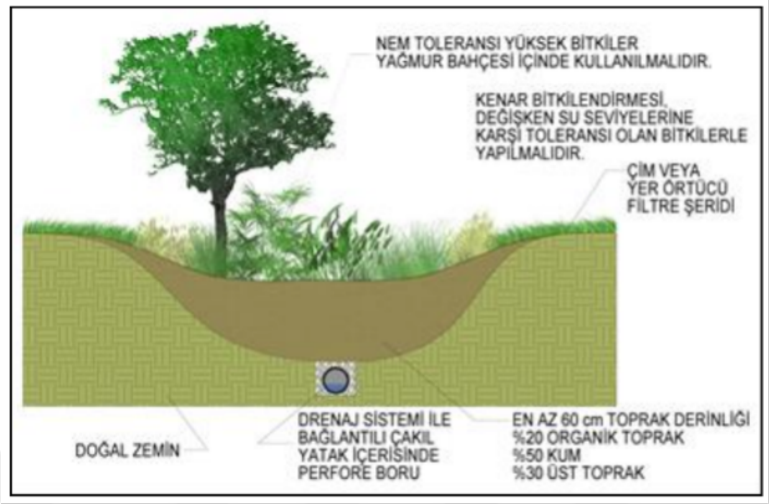


Şekil 2.14 Yeşil çatı bileşenleri (Külekçi Akpınar, 2017)

2.7.2.3 Yağmur bahçeleri

Doğrudan yönlendirme ve bitki örtüsünün yetişebildiği, derin olmayan çukurlara yağmur bahçesi veya biyotutma havzası denmektedir (Demir, 2012). Yağmur bahçelerinin amacı, suyu alandaki bu çukurlara yönlendirerek toprağa sızacak su miktarını artırmak ve yüzeydeki akışı kontrol altına alarak suyun etkin kullanımını sağlamaktır (Şekil 2.15). Yağmur bahçeleri, kumlu topraklardan killi topraklara kadar çeşitli toprak tiplerinde, farklı iklim koşullarında ve konut bahçelerinden otopark alanlarına kadar değişen ölçeklerde tasarlanabilir (Müftüoğlu ve Perçin, 2015). Yağmur bahçeleri, yağış sonrası yüzey akış miktarını azaltmak, yeraltı suyunu beslemeyi iyileştirmek ve noktasal olmayan kirleticilerin alıcı sulara ulaşmadan önce tutulmasını sağlamak amacıyla kullanılan son

derece basit ve maliyet etkin bir yağmur suyu yönetimi aracıdır. Bu sistemler, konut sahipleri, belediyeler ve diğer kamusal alanlar için ideal bir çözümdür (Jaber vd, 2012).



Şekil 2.15 Tipik bir yağmur bahçesi örneği (Müftüoğlu ve Perçin, 2015)

2.7.2.4 İnfiltrasyon hazneleri

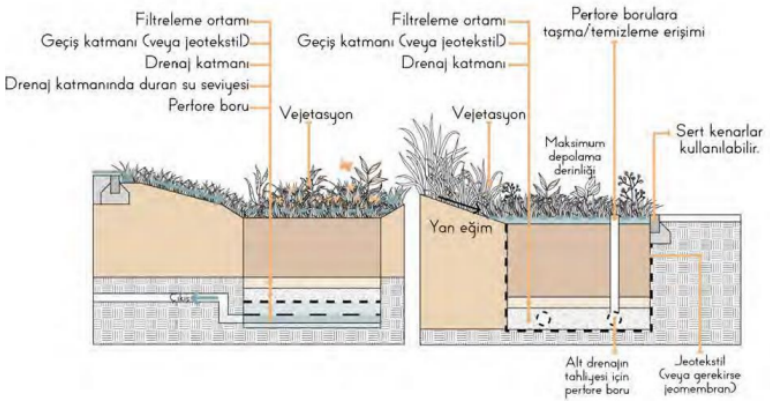
İnfiltrasyon, sulama suları veya yağmur sularının yer çekimi etkisiyle toprağın içine doğru süzülmesidir (Demir, 2012). İnfiltrasyon hazneleri, yağmur suyunun drenajını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir (Şekil 2.16). Bu haznelerin amacı, yüzey akışıyla toplanan suyun bu haznelere biriktirilerek toprağa emilmesini sağlamaktır (Sevimli, 2021). Yağmur suyu infiltrasyonu uzun zamanda düşünüldüğünde yer altı su kaynaklarının beslenmesini sağlar, su döngüsünün tamamlanmasına yardımcı olur, kanalizasyon hatlarına karışan yağmur sularının haznelerde toplanmasını sağlar ve arıtma için ayrılacak ve drenaj kanallarının oluşturulmasına ayrılacak maliyeti azaltır (Demir, 2012).



Şekil 2.16 İnfiltrasyon haznesi uygulaması (AWWA, 2024)

2.7.2.5 Sedimantasyon havzaları

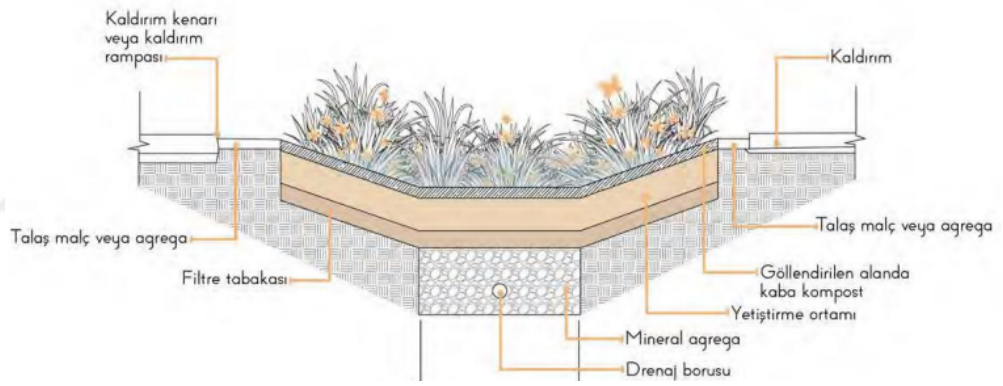
Sedimantasyon havzaları, yağmur sularından kaynaklanan tortuları yakalayan, suyun akış hızını azaltan ve tortuların havza dışında çökertilmesini sağlayan sistemlerdir (Şekil 2.17). Bu havzalar genellikle yağmur suyu yönetiminde ilk önlem olarak kullanılır ve su kalitesini iyileştirmek için kullanılan biyotutma sistemlerinin yüzeyinde yer alır. Bu şekilde, suyun filtrelenmesinden önce bir ön işlem olarak hizmet verirler (Bayrak ve Küp, 2021). Sedimantasyon havzalarının temel amacı, yağmur suyunun hızını düşürmek ve aynı zamanda bir filtreleme aracı gibi işlev görmektir. Genellikle kirleticileri uzaklaştırmak, suyu filtrelemek ve emmek için tasarlanmış alanlardır (Sert, 2013). Sedimantasyon havzalarının bir diğer amacı, akış yönünde bulunan suyun düzenlenmesini ve iyileştirilmesini sağlamaktır. Bu nedenle, sedimantasyon havzaları genellikle yıllık yağış miktarını dikkate alarak planlanmaktadır (Levi, 2007).



Şekil 2.17 Sedimantasyon havzası örneği (Eşbah, 2021)

2.7.2.6 Bitkili su arkları

Su arkları yağmur suyunu yer altında tutmak yerine yüzeyde taşımaya yarayan açık sistemlerdir (Levi, 2007). Bitkili su arkları ise suyun tahliye kanallarına aktarılmasından önce bitkiler yardımı ile su miktarının ve akış hızının azaltılmasını sağlayan açık kanallardır (Şekil 2.18). Doğal peyzajı iyileştirmek için kullanılan bu sistem ile estetik çevreler oluşturmak ve biyolojik çeşitliliği arttırmak amaçlanmaktadır (Eşbah, 2021). Tampon şeritler, yoğun bitki örtüsü kullanılarak su akışını ve akış hızını yavaşlatmak, yağmur suyunu bitkisel filtreler aracılığıyla kirleticilerden arındırmak amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Bu sistem, yüksek yüzeysel akışın olmadığı düşük drenajlı alanlarda kullanılmalıdır.



Şekil 2.18 Bitkili su arkları (Eşbah, 2021)

2.8 Mavi-Yeşil Altyapı Uygulama Örnekleri

Avrupa Komisyonu, Green Surge Projesi'nde (2017) yeşil altyapı planlamasını, çok işlevli ve ekosistem hizmetleri sunarak insanlara fayda sağlayan, yeşil ve mavi alanlardan oluşan çok ölçekli bir ağ sistemi olarak tanımlar. Bu stratejik yaklaşım, kentsel yeşil altyapı planlamasının yerel kaynakları koruma ve kent sakinlerinin sosyal ve ekonomik refahını artırma açısından önemli faydalar sağladığını belirtir. Ayrıca, bu tür bir planlama,

yerel ve bölgesel ölçekte sürdürülebilir kentler oluşturma fırsatı sunar (European Commission, 2017).

Mavi-yeşil altyapı, kentsel gri altyapıyı tamamlayan unsurlar olarak kentsel tasarımda hidrolojik işlevleri bitki örtüsü sistemleriyle birleştirir. Bu altyapı, doğal süreçleri destekleyerek kentsel ekosistemleri güçlendirir (Ramboll Faundation, 2016).

Günümüzde pek çok mavi-yeşil altyapı uygulama örneği bulunmaktadır. Bu çalışmada farklı kıtalardan, çeşitli iklim, sosyo-ekonomik ve planlama bağlamlarında geliştirilmiş MYA uygulama örneklerine yer verilmesinin temel amacı; sürdürülebilir kentsel su yönetimi, doğa temelli çözümler ve yeşil altyapı entegrasyonunun çok boyutlu doğasını ortaya koymaktır. Seçilen örnekler, MYA uygulamalarının yalnızca teknik başarılarını değil, aynı zamanda kentsel mekânla kurdukları ilişki, sosyal kabul düzeyi, tasarım ve planlama stratejileri ile uzun vadeli etkileri bakımından da incelenebilir niteliktedir. Bu bağlamda, seçilen her bir örnek, farklı kentsel tasarım kültürlerinin, çevresel önceliklerin ve yönetişim modellerinin MYA uygulamaları üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleme fırsatı sunmakta; bu sayede Türkiye'deki uygulamalara yönelik önerilerin daha gerçekçi ve uygulanabilir temellere dayanmasını sağlamaktadır.

2.8.1 North Carolina örnekleri

Birleşik Devletler'de sürdürülebilir kentsel gelişim stratejilerinin öncülerinden biri olarak kabul edilen North Carolina eyaleti, mavi-yeşil altyapı uygulamaları açısından dikkat çekici örnekler sunmaktadır. Özellikle kentsel su yönetimi, ekosistem hizmetlerinin restorasyonu ve iklim değişikliğine karşı dirençli şehirler oluşturma hedefleri doğrultusunda geliştirilen projeler, doğa temelli çözümlerin etkili bir şekilde kentsel dokulara entegre edilebileceğini göstermektedir (NC DEQ, 2023).

2.8.1.1 Raleigh şehri: yeşil fırtına suyu altyapısı entegrasyonu

North Carolina'nın başkenti Raleigh, kent genelinde uyguladığı Yeşil Fırtına Suyu Altyapısı (Green Stormwater Infrastructure-GSI) sistemleriyle ön plana çıkmaktadır. Şehirde, yağmur suyunun yüzey akışını azaltmak, suyun yerinde infiltre olmasını sağlamak ve kirleticileri doğal süreçlerle filtreleyerek su kalitesini artırmak amacıyla biyofiltrasyon sistemleri, yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Özellikle Chavis Park ve Union Station çevresinde uygulanan sistemler, estetik ve ekolojik işlevleri bir arada sunarak altyapı yatırımlarının aynı zamanda kamusal mekân kalitesini de yükseltebileceğini ortaya koymaktadır (ABC11, 2024).

Raleigh şehrinde hayata geçirilen yeşil altyapı uygulamaları kapsamında Chavis Park çevresinde konumlandırılan yağmur bahçeleri ile geçirgen yüzey sistemleri (Şekil 2.19) öne çıkmakta olup; bu uygulamalar hem estetik hem de işlevsel nitelikleriyle dikkat çekmektedir. Yağmur bahçeleri, yüzey akışını filtreleyerek suyun doğal yollarla yer altına sızmasını sağlarken, geçirgen yüzeyler ise suyun beton yüzeylerde birikmesini önleyerek taşkın riskini azaltmaktadır (ABC11, 2024).



Şekil 2.19 Chavis park çevresinde uygulanan yeşil fırtına suyu altyapısı örneği (ABC11, 2024)

Union Station çevresinde gerçekleştirilen biyofiltrasyon sistemleri ve geçirgen yüzey uygulamaları (Şekil 2.20), yağmur suyunun kaynağında tutularak yerinde yönetilmesini mümkün kılmakta; bu sayede yüzey akışının miktarının azaltılmasına ve kirleticilerin

alıcı su ortamlarına ulaşmadan filtrelenmesine önemli ölçüde katkı sunmaktadır. Bu sistemler, kentsel drenaj üzerindeki baskıyı hafifleterek hem altyapı sistemlerinin sürdürülebilirliğine hizmet etmekte hem de kentsel çevrenin ekolojik kalitesini artırmaktadır (ABC11, 2024).



Şekil 2.20 Union Station çevresinde biyofiltrasyon, geçirgen yüzey uygulamaları (ABC11, 2024)

2.8.1.2 Durham şehri: ekosistem tabanlı yaklaşımlar

Durham şehri, konvansiyonel gri altyapı sistemlerinin çevresel etkilerini azaltmak amacıyla doğal sistemlerle entegre çözümler geliştirmektedir. Şehirdeki projelerde, özellikle sel riski yüksek bölgelerde yağmur suyu kontrolü için biyolojik hendekler (bioswales) (Şekil 2.21), sulak alanlar ve doğal akış kanalları gibi uygulamalar yaygın olarak kullanılmaktadır (City of Durham, 2023).



Şekil 2.21 Yağmur suyu yönetimi amacıyla kullanılan biyolojik hendek uygulaması (City of Durham, 2023)

Bu uygulamalar yalnızca su yönetimine katkı sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda kent içindeki biyolojik çeşitliliği destekleyen mikrohabitatlar yaratmaktadır. Durham'ın Ellerbe Creek havzasında, Duke Park yakınlarındaki Acadia Caddesi boyunca kurulan *Tree Box Filter* sistemleri dikkat çekici bir örnek teşkil etmektedir. Bu sistemler, yoğun kentsel alanlarda yağmur suyunu yer altı sisteminde tutarak, ağaç kökleri ve özel filtre ortamları aracılığıyla kirleticileri arıtmakta ve aynı zamanda kentsel yeşil alan kalitesini artırmaktadır (Şekil 2.22). Aralık 2018'de kurulan Silva Cell tipi bu sistemler, sınırlı alana sahip kentsel bölgelerde etkili bir çözüm sunarken, ağaçların su ve besin ihtiyacını da karşılamaktadır (City of Durham, 2023).



Şekil 2.22 North Carolina'da kaldırımla entegre Tree Box Filter uygulaması (City of Durham, 2023)

North Carolina State University araştırmacıları, bu sistemlerin Durham'ın killi topraklarında nasıl performans gösterdiğini anlamak amacıyla saha çalışmaları yürütmektedir. Bu yönüyle Tree Box Filter sistemleri, hem altyapı verimliliğini artırmakta hem de akademik bilgi üretimine katkı sunmaktadır (City of Durham, 2023).

2.8.1.3 Charlotte – Little Sugar Creek Greenway projesi

Charlotte şehrinde yürütülen Little Sugar Creek Greenway projesi, kentsel yeşil koridorlar aracılığıyla hem rekreatif alan oluşturmayı hem de su yönetimini desteklemeyi amaçlamaktadır. Yaklaşık 20 mil uzunluğundaki bu yeşil kuşak, sel yönetimi, yağmur suyu filtrasyonu ve akarsu restorasyonu gibi çok işlevli hedeflerle planlanmış olup, aynı zamanda karbon yutak alanları oluşturarak iklim değişikliğine karşı dirençli bir altyapı modelini temsil etmektedir (Anonymus, 2024). Little Sugar Creek Greenway projesi, su yönetimi açısından büyük bir dönüşüm sürecini kapsar. 1990'larda, bu bölgede meydana gelen sel felaketleri, Sugar Creek havzasında büyük hasarlara yol açmıştır. Ancak, 2015'te gerçekleştirilen kontrollü sel uygulamaları, bölgenin suyun doğal yollarla yönetilmesine olanak tanıyan önemli bir adım olmuştur (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Little Sugar Creek'teki kontrollü sel uygulaması, Aralık 2015 (Anonymus, 2024)

Proje, kentsel alanlarda suyun doğal akışını yeniden sağlamak için yapılan restorasyon çalışmalarını içermektedir. Bu çalışmalar, sadece ekolojik fayda sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kentsel altyapıyla uyum içinde bir su yönetimi modeli sunmaktadır. E 4th Street üzerindeki geçiş köprüsüne bakıldığında (Şekil 2.24), suyun doğal akışını düzenleyen çalışmalar dikkat çekmektedir. Ayrıca, kentsel alanlardaki dere restorasyonu (Şekil 2.25), bu tür projelerin şehir içi su yönetimi için önemini gözler önüne sermektedir (Anonymus, 2024).



Şekil 2.24 E 4th Street üzerindeki geçiş köprüsünden güney yönüne bakış (Anonymus, 2024)



Şekil 2.25 Greenway'nin kentsel kesiminde yapılan dere restorasyon çalışması (Anonymus, 2024)

2.8.1.4 Carrboro ve Asheville örneği

Carrboro kasabası, geçirimli zemin uygulamaları, yağmur bahçeleri ve yeşil çatılar gibi bireysel ölçekte uygulanabilir sistemleri teşvik ederek, merkezi olmayan su yönetimi yaklaşımını benimsemektedir. Bu sayede yerel halkın doğrudan katılımı sağlanmakta, altyapı yatırımlarının sürdürülebilirliği toplumsal farkındalıkla desteklenmektedir. Özel

mülkiyet sınırlarında yapılan dikim uygulamaları, yalnızca yağmur suyunu yüzeyde yavaşlatmakla kalmayıp aynı zamanda suyun kalitesini iyileştirmekte ve akarsuyun erozyon etkilerini azaltmaktadır (Şekil 2.26). Bu tür uygulamaların etkisi, uygulama öncesi ve sonrası görsellerle açıkça gözlemlenebilmektedir (Town of Cary, 2023).



Şekil 2.26 Özel mülk sınırında gerçekleştirilen dikim uygulamasının öncesi-sonrası (Town of Cary, 2023)

Benzer şekilde Asheville şehrinde yürütülen ulaşım altyapısı projelerinde yeşil altyapı bileşenleriyle entegre çözümler uygulanmakta, bu sayede taşkın riski azaltılırken kent estetiği ve kamusal erişilebilirlik de gözetilmektedir. Yol kenarlarına entegre edilen biyofiltre sistemleri ve geçirgen yüzey uygulamaları, yüzey akışını kontrol altına almakta ve kentsel dirençliliği artırmaktadır (Şekil 2.27) (NC Resilience Exchange, 2024).



Şekil 2.27 Asheville'in River Arts Bölgesi'nde yeşil alan (NC Resilience Exchange, 2024)

2.8.1.5 North Carolina sanat müzesi örneği

North Carolina Sanat Müzesi kampüsü, doğa temelli çözümlerin kültürel alanlarla nasıl entegre edilebileceğini gösteren bir örnektir. Müze çevresine entegre edilen biyolojik hendek sistemleri ve teraslı sulak alanlar, yağmur suyunu yüzeyde yavaşlatmak, filtrelemek ve yeraltı sularına güvenli bir şekilde yeniden kazandırmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu sistemler yalnızca mühendislik açısından etkili değil; aynı zamanda sanatı, doğayı ve eğitimi bir araya getiren bütüncül bir peyzaj anlayışının ürünüdür. Müze alanındaki peyzaj tasarımı, ziyaretçilere hem estetik hem de işlevsel bir deneyim sunmakta, aynı zamanda su döngüsünün doğal süreçlerine dair farkındalık kazandırmaktadır (Şekil 2.28). Bu uygulama sayesinde, yağmur suyu doğrudan kanalizasyon sistemine gitmek yerine, doğal süreçler aracılığıyla arıtılmakta ve çevreye zarar vermeden yönetilmektedir. Bu yaklaşım, kültürel mekânlarda ekolojik altyapının nasıl görünür ve öğretici hale getirilebileceğine dair güçlü bir model sunmaktadır (NC DEQ, 2023).



Şekil 2.28 North Carolina Sanat Müzesi çevresinde biyolojik hendek uygulaması (NC DEQ, 2023)

2.8.2 Avustralya örnekleri

Avustralya, sürdürülebilir kentsel su yönetimi yaklaşımları konusunda öncü ülkelerden biri olarak öne çıkmakta; özellikle Water Sensitive Urban Design (WSUD) yaklaşımı çerçevesinde mavi-yeşil altyapı sistemlerini doğa temelli çözümlerle entegre ederek, kent planlamasında çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları bütüncül bir biçimde ele almaktadır (Wong, 2006). Bu yaklaşım, yalnızca suyun fiziksel kontrolünü değil; aynı zamanda suyun ekosistemler, peyzaj yapısı ve toplumsal yaşamla olan ilişkisini yeniden tanımlamayı amaçlamakta; kentlerde doğal su döngüsünün korunması, yüzey akışının yönetilmesi, su kalitesinin iyileştirilmesi ve iklim değişikliğine karşı adaptasyon gibi çok boyutlu hedefleri içermektedir (Brown ve Raymond, 2019).

2.8.2.1 Melbourne – WSUD politikası ve Moonee Ponds Creek projesi

Avustralya'da WSUD yaklaşımının öncüsü olarak kabul edilen Melbourne kenti, yağmur suyu yönetiminde doğa tabanlı çözümleri yaygınlaştırarak kent genelinde kapsamlı bir mavi-yeşil altyapı ağı oluşturmuştur. Bu sistemde yağmur bahçeleri, biyofiltrasyon alanları, geçirgen yüzeyler ve sulak alanlar gibi çok işlevli peyzaj bileşenleri entegre bir biçimde uygulanmaktadır. Bu doğrultuda rehabilite edilen Moonee Ponds Creek örneğinde, kanalize edilmiş dere yatağı doğal morfolojik yapısına kavuşturulmuş; bu dönüşümle birlikte hem taşkın riski azaltılmış hem de ekolojik habitatların sürekliliği yeniden sağlanmıştır. Uygulama, yağmur suyu kalitesinin artırılması, rekreasyonel alanların kazandırılması ve biyolojik çeşitliliğin teşviki gibi çok boyutlu faydalar üretmektedir (Wong, 2006).

Moonee Ponds Creek Projesi, akarsu boyunca mavi-yeşil koridor işlevi görecek şekilde yağmur suyu yönetimini destekleyen doğal altyapı çözümlerini içermektedir. Proje, suyun açık kanallar aracılığıyla yönlendirilmesini, biyolojik filtreleme süreçlerinin desteklenmesini ve habitat sürekliliğinin sağlanmasını hedeflemektedir. Proje planı incelendiğinde (Şekil 2.29), mevcut kentsel dokuyla bütünleşmiş geçirgen açık alanlar (Şekil 2.30), yürüyüş yolları ve yerel bitki örtüsünü barındıran peyzaj elemanlarının (Şekil 2.31) detaylı olarak yer aldığı görülmektedir (Melbourne Water, 2024).



Şekil 2.29 Moonee Ponds Creek projesi
(Melbourne Water, 2024)



Şekil 2.30 Derenin Oak Park tarafında gölete bakan amfi (Melbourne Water, 2024)



Şekil 2.31 Moonee Ponds deresi basamak taşları (Melbourne Water, 2024)

2.8.2.2 Sydney – Victoria Park WSUD entegrasyonu

Sydney kentinde yer alan Victoria Park kentsel dönüşüm projesi, WSUD prensipleri doğrultusunda planlanarak hem ekolojik hem de estetik açıdan sürdürülebilir bir yerleşim modeli sunmuştur. Proje kapsamında yüzey akışlarını kontrol eden biyofiltrasyon sistemleri, yeşil çatılar ve merkezi bir sulak alan tasarlanmış; böylece hem yerel taşkın riski azaltılmış hem de su kalitesi iyileştirilmiştir. Bununla birlikte, yağmur suyunun yerinde toplanarak yeniden kullanım sistemlerine entegre edilmesiyle birlikte, su tüketimi azaltılmış ve kaynak verimliliği desteklenmiştir. Bu uygulama, WSUD'un suyun yalnızca bertaraf edilecek bir atık değil; yeniden değerlendirilebilecek bir kaynak olduğu anlayışını mekânsal olarak somutlaştırmaktadır (Fletcher vd, 2015). Victoria Park'a dair görseller Şekil 2.32'de gösterilmiştir.



Şekil 2.32 Victoria Park (City of Sydney, 2025)

2.8.2.3 Adelaide - kentsel yağmur suyu hasadı ve yeniden kullanımı projesi

Adelaide, su kaynakları bakımından kuraklık riski taşıyan bir kent olarak, yağmur suyu hasadı ve yeniden kullanım sistemleri ile sürdürülebilir su yönetimini desteklemeye yönelik öncü adımlar atmıştır. Şehir genelinde 37 park ve yeşil alana entegre edilen sistemlerde, yağmur suyu yeraltı depolama tankları, geçirgen yüzeyler ve bitkisel filtrasyon sistemleri aracılığıyla toplanmakta; elde edilen su peyzaj sulama ve gri su sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, doğal su döngüsünün yeniden tesisi ile birlikte su kıtlığına karşı dirençli kentsel alanlar yaratılmasına katkı sunmaktadır (Sharma vd, 2015). Adelaide'de bulunan sulak alanlara dair örneklerden Greenfields Wetland Şekil 2.33'de, Bennett Road Drain Şekil 2.34'te Felixstow Reserve Şekil 2.35'te gösterilmiştir.



Şekil 2.33 Greenfields Wetland (Water Sensitive, 2025)



Şekil 2.34 Bennett Road Drain (Water Sensitive, 2025)



Şekil 2.35 Felixstow Reserve (Water Sensitive, 2025)

2.8.3 Çin örnekleri

Kentleşmenin hızla arttığı Çin'de, su yönetimi ve iklim değişikliği ile mücadelede doğa tabanlı çözümler ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda geliştirilen "Sünger Şehir" stratejisi, yağmur suyu yönetimini yeşil altyapı sistemleriyle entegre ederek hem çevresel hem de toplumsal faydalar yaratmayı amaçlamaktadır.

2.8.3.1 Shanghai Houtan parkı

Shanghai Houtan Parkı, Şanghay, Çin'de yer alan yenilikçi ve sürdürülebilir bir park olarak dikkat çekmektedir. Huangpu Nehri'nin kıyısında konumlanmış olan bu park, 2010 Şanghay Dünya Fuarı için inşa edilmiştir. Park, şehrin ekolojik altyapısının önemli bir parçasıdır ve doğa ile modern kent yaşamını bir araya getiren çeşitli özelliklere sahiptir (Şekil 2.36).

Şanghay Houtan Parkı'nın tasarım stratejisi, içerisinde sulak alan tesisleri oluşturmayı, ekolojik sel kontrol önlemleri almayı, geri dönüştürülmüş yapı ve malzemeleri kullanmayı, kent tarımı fikrini uygulamayı ve zamanla kirlenmiş olan nehir ile nehir kıyısını temizleyip iyileştirmeyi kapsar. Parkın tasarım hedefleri arasında ise yeşil bir Expo alanı yaratmak, yılın büyük bölümünde fuar ziyaretçilerine konaklama olanağı sunmak, yeşil teknolojileri tanıtmak ve Expo sonrasında alanın bir su kıyısı parkına dönüşmesini sağlamak yer almaktadır (ASLA, 2010).

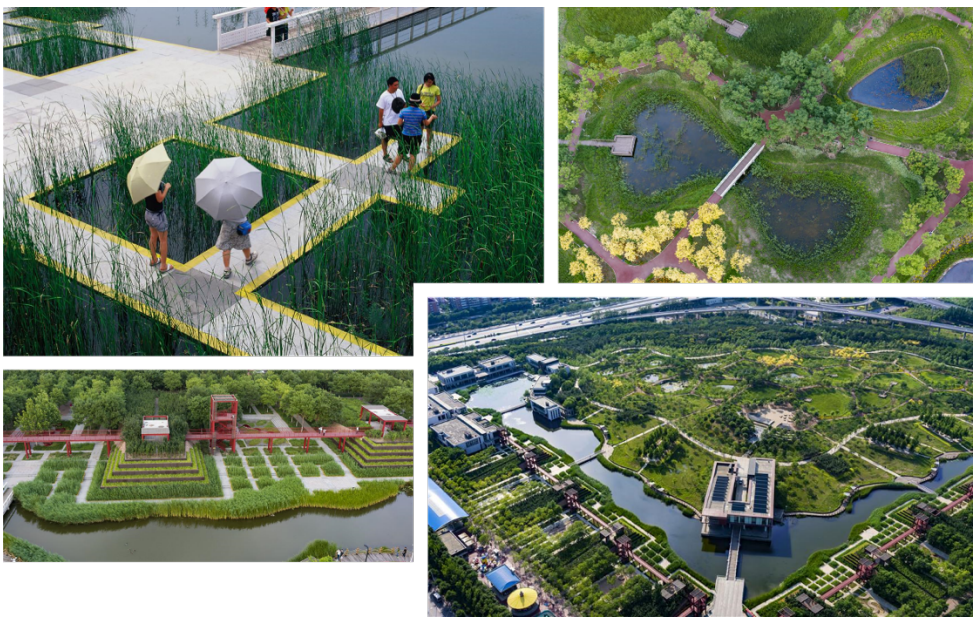


Şekil 2.36 Shanghai Houtan parkı görselleri (WOA, 2010)

2.8.3.2 Tianjin Qiayuan sulak alan parkı

Çin'in yaklaşık 7 milyon nüfusa sahip büyük şehirlerinden Tianjin'de uygulanan Qiaoyuan Sulak Alan Parkı projesi, zamanla atıl bir atış poligonundan çöplüğe dönüşen bir alanı iyileştirerek kente çeşitli ekolojik hizmetler sunan bir parka dönüştürmüştür. Bu park, yağmur suyunu tutarak sel baskınlarını önleme, suyu temizleme, tuzlu-alkali toprağı iyileştirme ve çevre eğitimi olanakları sunma gibi işlevleri yerine getirmektedir (URL 5, 2016).

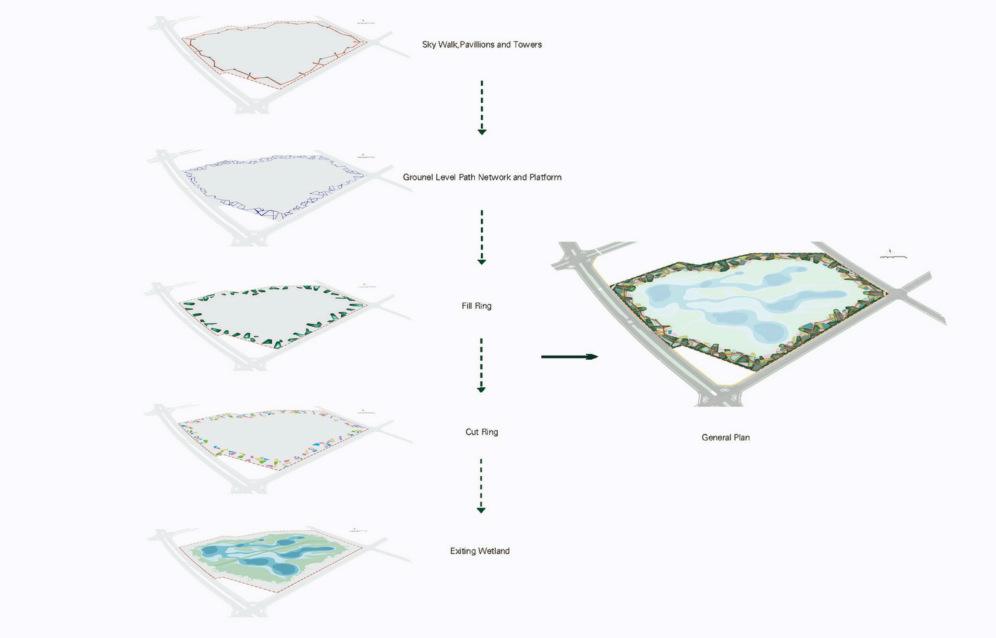
Kentsel gelişimden önce sulak alanlar ve tuzlalardan oluşan Tianjin'de, bu proje aslında doğal mirasın izinden giderek ekosistemi yeniden canlandırmaktadır. Yaklaşık 220.000 m²'lik bir çöplük alanını sulak çukurlar, tepecikler ve su tutucu alanlarla yaşanabilir bir parka dönüştüren projede, çapları 10-40 metre arasında değişen 21 gölet inşa edilmiştir (Şekil 2.37). Bu göletler, yağmur sularını tutarak taşkınları önleme işlevi görür. Yağmur suyu akıntısı, atıkların dipte birikebileceği derin göletlerde tutulurken, kuru çukurlardaki toprak mevsim yağmurlarının etkisiyle temizlenir (URL 5, 2016).



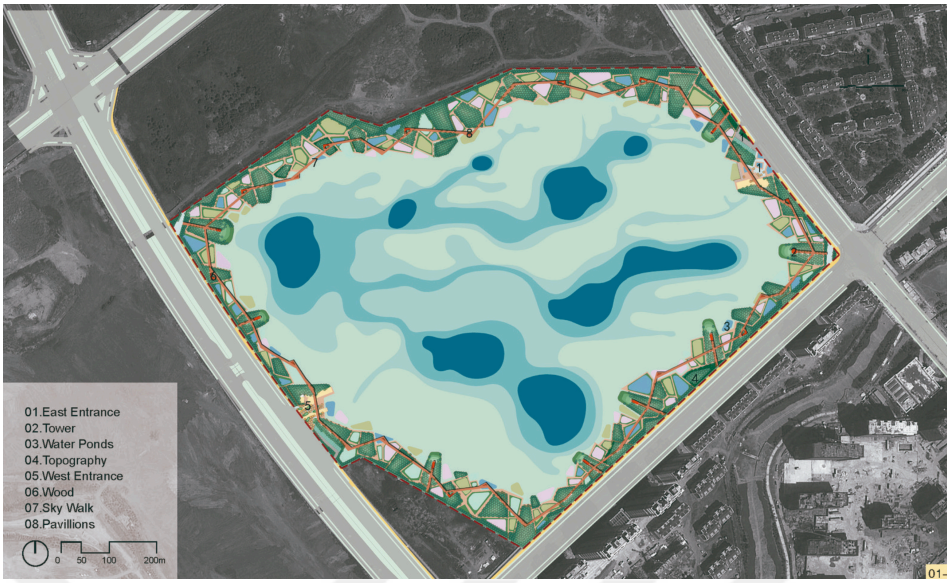
Şekil 2.37 Tianjin Qiayuan sulak alan parkı görselleri (WOA, 2010)

2.8.3.3 Qnuli Stormwater Park sünger şehir örneği

Çin'in kuzeydoğusundaki Heilongjiang eyaletinin başkenti olan Harbin'de, hızla kentleşen bir bölgede yer alan 34 hektar büyüklüğündeki Qnuli Stormwater Park, ülkenin iddialı 'Sünger Şehir' girişiminin uluslararası alanda tanınan başarılı bir uygulaması olarak öne çıkmaktadır. Park, yoğun yağış dönemlerinde kentsel sellenme riskini azaltmak ve su kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde yönetmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu kapsamda, yüzey akışına geçen yağmur suları, park geneline yayılmış geçirgen yürüyüş yolları, biyolojik hendekler ve bitkilendirilmiş süzme alanları gibi yeşil altyapı elemanları aracılığıyla etkin bir şekilde toplanmaktadır. Toplanan sular, kademeli olarak tasarlanmış sulak alanlar ve doğal filtreleme sistemlerinden geçirilerek arıtılmakta ve ardından park içindeki göletlerde veya yeraltı depolama ünitelerinde depolanmaktadır. Bu depolanan su, kurak dönemlerde parkın sulama ihtiyacını karşılamanın yanı sıra, rekreasyonel su öğelerini beslemekte ve yerel su döngüsünün sağlıklı bir şekilde devamlılığına katkı sağlamaktadır (ArchDaily, 2025). Parka dair tasarım kriterlerinin katmanlaştırıldığı çizimler Şekil 2.38 ve 2.39'da gösterilmiştir. Parka dair uygulama sonrası görüntüler Şekil 2.40'da gösterilmiştir.



Şekil 2.38 Qnuli Stormwater Park tasarım katmanları (ArchDaily, 2025)



Şekil 2.39 Qnuli Stormwater Park tasarım katmanları (ArchDaily, 2025)

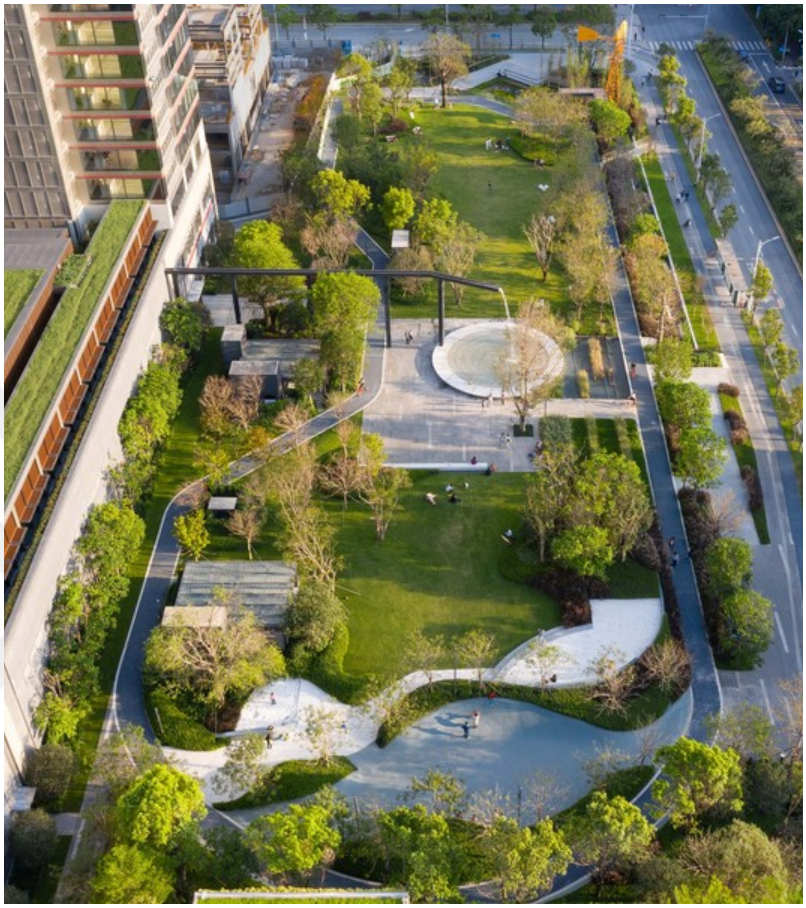


Şekil 2.40 Qnuli Stormwater Park uygulama sonrası görüntüleri (ArchDaily, 2025)

2.8.3.4 Shenzhen Shenwan Street Park

Shenwan Street Park, halka açık kentin yeşil ekseninde olup Shenzhen Körfezi Süper Merkez Üssü ve Mangrove Körfezi projesinin batısında yer almaktadır. Park 2019 yılının sonunda 1.16 hektarlık bir arazi üzerine inşa edilen körfezin merkez üssünde tamamlanan ilk kamusal alandır. Park, nüfusun ve ticari çeşitliliğin yoğun olduğu bölgede sadece yerel

halkın spor ve sosyal etkileşim ihtiyaçlarını karşılamakla kalmamakta aynı zamanda kentsel ekolojik ve canlılıkta da bir örnek oluşturmaktadır (Doğan, 2022). Park görseline Şekil 2.41'de yer verilmiştir.



Şekil 2.41 Çin-Shenzhen Shenwan Street Park (Doğan, 2022)

2.8.4 Avrupa Örnekleri

Avrupa'da sürdürülebilir kent planlaması ve iklim uyum stratejileri doğrultusunda geliştirilen mavi-yeşil altyapı uygulamaları, çevresel kaliteyi artırmanın yanı sıra sosyal bütünleşme ve afet risklerinin azaltılması gibi birçok fayda sunmaktadır. Bu kapsamda Almanya ve Danimarka'da uygulanan projeler, doğa tabanlı çözümlerin entegre edildiği sistematik ve çok katmanlı kentsel tasarım yaklaşımlarını yansıtmaktadır.

2.8.4.1 Emscher mavi – yeşil altyapı stratejisi

Almanya'nın batısında yer alan Ruhr Vadisi, 19. ve 20. yüzyıllarda yoğun kömür madenciliği ve sanayi faaliyetlerinin merkezi olarak şekillenmiş ve bu süreçte özellikle Emscher Nehri ve çevresindeki su kaynakları ciddi ölçüde kirlenmiş ve ekolojik olarak tahrip edilmiştir. Bu durumun yarattığı ekolojik ve sosyal sorunları gidermek amacıyla, 1990'lı yıllarda "Emscher Nehri Restorasyon Projesi" hayata geçirilmiştir. Proje, yalnızca bir teknik altyapı müdahalesi olmanın ötesinde, entegre ve sürdürülebilir bir su yönetimi yaklaşımını benimseyerek kentsel çevrenin ekolojik kalitesini artırmayı, kamusal alanları iyileştirmeyi ve bölgenin sosyal yaşantısını canlandırmayı hedeflemiştir (Parlak ve Atik, 2020).

Proje kapsamında Emscher Nehri boyunca 51 kilometre uzunluğunda modern bir kanalizasyon ana hattı inşa edilmiş ve bölgede biriken evsel ve endüstriyel atık sular, yeni kurulan ileri biyolojik arıtma sistemlerine yönlendirilmiştir (Şekil 2.42). Böylece nehir ekosisteminin canlanması için elverişli bir ortam oluşturulmuştur (Parlak ve Atik, 2020).



Şekil 2.42 Emscher Vadisi, Oberhausen (Anonim, 2008)

Ayrıca, sanayi dönüşümüne uğramış birçok alan yeşil altyapı yaklaşımıyla yeniden işlevlendirilmiş, ekolojik koridorlar oluşturularak kentsel dokuda süreklilik sağlanmıştır. Bu kapsamda, önceden bir atık su arıtma tesisi olarak kullanılan alanın dönüştürülmesiyle oluşturulan Bern Park, proje kapsamında gerçekleştirilen dönüşümün başarılı

örneklerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Şekil 2.43). Bu park, sadece rekreasyon işlevi değil; aynı zamanda biyoçeşitlilik açısından da yeni habitatlar sağlayan bir doğa temelli çözüm örneğidir. Havza bölgesinde yürütülen restorasyon çalışmaları kapsamında, doğal bitki örtüsünü canlandırmak amacıyla beton kanallar kaldırılmıştır. Bu sayede hem su kalitesi hem de yağmur suyu yönetimi iyileşmiş, hayvan türleri için yaşam alanları genişlemiş, bitki çeşitliliği artırılmış ve yeni rekreasyon alanları oluşturulmuştur (Perini, 2017).



Şekil 2.43 Bern Park (Perini, 2017)

2.8.4.2 Kopenhang-Hans Tavsens Park

2016 yılında, park ve çevresindeki Korsgade bölgesinin yeniden tasarlanması için "Soul of Nørrebro" adlı proje, İskandinav Konseyi'nin Nordic Built Cities Challenge yarışmasında birincilik ödülünü kazanmıştır. SLA, Rambøll, ArkiLab ve diğer ortaklar tarafından tasarlanan bu proje, bölgenin yağmur suyu yönetimini iyileştirmeyi ve sel riskini azaltmayı amaçlamaktadır. Bu yeniden tasarım kapsamında, parkın yağmur suyunu toplayarak Hans Tavsens Gade ve Korsgade üzerinden Peblinge Gölü'ne yönlendirmesi planlanmaktadır. Bu yaklaşım, yenilikçi ve sürdürülebilir bir iklim adaptasyonu sağlayarak, yaşanabilir bir kentsel alan oluşturmayı hedeflemektedir (Anonim, Hans Tavsens Park, 2025). Yeni tasarlanan Kopenhag'daki Hans Tvesen Parkı'nın Şekil 2.44'te normal zamanda, Şekil 2.45'te şiddetli yağmur sonrasında oluşan görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 2.44 Normal zamanda Hans Tvesen parkı (Anonim, 2025)



Şekil 2.45 Yağmur sonrası Hans Tvesen parkı (Anonim, 2025)

2.8.5 Ulusal örnekler

Türkiye'de son yıllarda sürdürülebilir kentleşme ve iklim değişikliğine uyum bağlamında mavi-yeşil altyapı uygulamalarına yönelik farkındalık ve proje sayısı artmaktadır. Doğal peyzaj unsurlarının kent içi planlamaya entegre edildiği bu projeler, hem su yönetimi hem de kamusal alan kalitesinin artırılması açısından önemli katkılar sunmaktadır.

2.8.5.1 Eskişehir Porsuk Çayı kıyısı yeşil koridor

Eskişehir kent merkezinden geçen Porsuk Çayı, günümüzde şehirde önemli bir yeşil koridor işlevi görmektedir. Yaklaşık 10 kilometrelik çay kıyısı boyunca gerçekleştirilen bitki örtüsünü koruma, iyileştirme ve yeniden oluşturma çalışmaları sayesinde, kesintisiz bir yeşil alan ağı oluşturulmuş ve bu koridorun sürekliliği sağlanmıştır. 1970'li yıllara kadar Porsuk Çayı, Eskişehir halkı için sadece içme ve sulama suyu kaynağı olmakla

kalmamış, aynı zamanda balık tutma ve yüzme gibi rekreatif aktivitelerin de yapıldığı bir alan olmuştur. Ancak zamanla Eskişehir ve Kütahya'da artan sanayi faaliyetleri ve hızla gelişen kentleşme süreci, Porsuk Çayı'nın ciddi biçimde kirlenmesine yol açmış ve bu durum, kent için en büyük çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. 2000'li yılların başlarına dek çaya evsel ve endüstriyel atıkların kontrolsüz şekilde boşaltılması devam etmiş ve bu yük, Porsuk'un ekolojik kapasitesini aşmıştır (Şekil 2.46). Bu sorunun çözümü için, 2003 yılında Eskişehir Büyükşehir Belediyesi tarafından yürürlüğe konulan 'Eskişehir Kentsel Gelişim Projeleri' kapsamında, Doğal Afet Risklerinin Azaltılması Projesi ile Eskişehir Su ve Kanalizasyon İdaresi (ESKİ) tarafından yürütülen su projeleri devreye alınmıştır. Porsuk Çayı'nın yeniden kent yaşamına entegre edilmesi amacıyla uygulanan Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridor projesi çerçevesinde, doğa temelli çeşitli çözümler geliştirilmiştir. Bu çözümler arasında yeşil koridorlar, su yolları, sokak ağaçlandırmaları, kent parkları ve akarsu koridorları yer almaktadır (Arslantaş vd, 2020).



Şekil 2.46 Porsuk Çayı'nın Eskişehir kent merkezinde proje öncesi (Arslantaş vd, 2020)

Porsuk Çayı'nın şehre yeniden kazandırılarak çevresinin şehir için yeşil koridor haline dönüşmesini sağlayan Doğal Afet Zararlarını Azaltma Projesi (Porsuk Projesi) kapsamında; çay yatağının şehir içindeki 9,6 km'lik bölümü ıslah edilmiş, 13 taşıt ve 9 yaya köprüsü yenilenmiş, su seviye kontrol yapısı inşa edilmiş, 3 adet çok kapsamlı park kazandırılmış, Porsuk Çayı üzerinde 3 ada inşa edilmiş ve kentin 1.445.074 m² daha yeşil alana kavuşması sağlanmıştır. Proje sonrası kent merkezinde kalan bölümün günümüzdeki hali Şekil 2.47'de gösterilmiştir (Arslantaş vd, 2020).



Şekil 2.47 Porsuk Projesi sonrası kent merkezindeki Porsuk Çayı'nın düzenlenmiş görünümü (Anonim, 2021)

Projenin oluşturduğu değişimin gözlemlenebilmesi adına çeşitli noktalardan öncesi-sonrası görselleri Şekil 2.48-2.49-2.50'de gösterilmiştir.



Şekil 2.48 Tülomsaş önü Porsuk Çayı ve çevresinin peyzaj dönüşümü (Arslantaş vd, 2020)



Şekil 2.49 Porsuk Çayı üzerinde yer alan bir köprünün yenileme projesi (Arslantaş vd, 2020)



Şekil 2.50 Köprübaşı bölgesinde porsuk çayı kıyı projesi (Arslantaş vd, 2020)

Doğal Afet Zararlarını Azaltma Projesi olarak EBB tarafından başlatılan ve sürekli olarak yeni yeşil alanlarla desteklenen Porsuk Çayı kıyısı yeşil koridor hattı, yurt içinde ve yurt dışında sürdürülebilirlik ve şehircilik alanlarında birçok ödüle layık görülmüştür. İçinden akarsu geçen ancak kıymetinin farkında olmayan birçok dünya kentine proje ve uygulamasıyla öncülük etmiştir (Arslantaş vd, 2020).

2.8.5.2 Ankara İsmet İnönü Parkı

İsmet İnönü Parkı, Çankaya ilçesinde son dönemde planlanmış ve uygulamaya konulmuş yeni nesil kentsel yeşil alanlardan biridir. Yoğun nüfusa sahip Birlik Mahallesi'nde konumlanan park, aynı zamanda Yıldız Mahallesi'ndeki ticari alanlara yakınlığıyla stratejik bir konuma sahiptir (Şekil 2.51). Alanın daha önce inşa edilen Lozan Parkı ve eş zamanlı olarak geliştirilen Zafer Parkı ile birlikte, güneyde İmrahor Vadisi'nden başlayıp kuzeyde Cumhurbaşkanlığı yerleşkesine kadar uzanan, sürekliliği yer yer kesintiye uğrayan kentsel yeşil kuşağın bir bileşeni olduğu söylenebilir. Toplamda 52.000 m²'lik bir alana sahip olan parkta, yaklaşık 33.000 m²'lik bölüm aktif yeşil alan olarak düzenlenmiştir. Parkın giriş bölümünde yer alan tören alanı, kullanıcıları sembolik bir mekânsal karşılama işlevi görürken; orta kısımlarda konumlanan meydan, hem açık hem kapalı alanlara sahip kafeterya, büyük ölçekli bir süs havuzu, doğal özelliklerini koruyan yaklaşık 2 metre genişliğindeki dere yatağı ile araç ve bisiklet yolları parkın diğer öne çıkan mekânsal öğeleri arasındadır. Parkta yer alan 1.400 m² büyüklüğündeki biyolojik gölet, yalnızca estetik bir unsur olarak değil, aynı zamanda ekolojik işlevselliği açısından da önem taşımaktadır. Kimyasal madde kullanılmaksızın, su bitkileri ve faydalı

mikroorganizmalar yoluyla doğal bir arıtma süreci gerçekleştiren bu sistem, sürdürülebilir peyzaj yaklaşımının başarılı bir örneğini sunar. Gölet aynı zamanda bölgedeki kuş türlerinin su ihtiyacını karşılayarak yerel biyolojik çeşitliliğin desteklenmesine katkı sağlamakta ve su tüketimi ile bakım maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Arslantaş vd, 2020).



Şekil 2.51 İsmet İnönü Parkı (Çankaya Belediyesi, 2024)

İsmet İnönü Parkı, çevresinde alışveriş merkezleri ve ticaret alanlarının yoğunlukla bulunduğu bir konumda yer almakta olup, artan yapılaşma baskısına rağmen etkin bir yeşil alan olarak korunmasıyla dikkat çekmektedir. Parkın planlamasında, yalnızca rekreatif işlevler değil, aynı zamanda yeşil altyapı bütünlüğüne katkı sağlayacak çevresel bileşenler de göz önünde bulundurulmuştur. Bu kapsamda, kentsel ekolojik ağın sürekliliğini sağlamak amacıyla parkın diğer yeşil alanlarla bağlantı kurabilecek şekilde tasarlanması hedeflenmiştir (Arslantaş vd, 2020).

Yeşil altyapı stratejilerinin uygulanmasında, Çankaya Belediyesi Park ve Bahçeler Müdürlüğü'nün önceki projelerden elde ettiği saha deneyimleri, Avrupa Birliği projelerinden kazanılan bilgi birikimi ve dış kaynaklı teknik danışmanlık desteği etkili olmuştur. Parkın peyzaj tasarımında doğa temelli çözümler ön planda tutulmuş; bu kapsamda biyolojik göletin oluşturulması (Şekil 2.52), yerel flora elemanlarının tercih edilmesi, yeşil çatı sistemlerinin kullanımı, geçirgen zemin uygulamaları ve kapsamlı ağaçlandırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Arslantaş vd, 2020).



Şekil 2.52 İsmet İnönü Parkı biyolojik gölet (Çankaya Belediyesi, 2024)

2.8.5.3 İzmir Sünger kent projesi

İzmir Büyükşehir Belediyesi, küresel iklim değişikliği ve su kıtlığına karşı mücadele kapsamında "Sünger Kent İzmir" projesini hayata geçirmiştir. Bu proje, yağmur sularının etkin bir şekilde toplanması ve kullanılması amacıyla çeşitli uygulamaları içermektedir. Özellikle, 5.000 binaya 5.000 yağmur suyu hasadı deposu hibe edilerek, bu suların bahçe sulama, oto yıkama ve bina temizliği gibi alanlarda kullanılması hedeflenmektedir. Ayrıca, kentsel ve kırsal alanlarda yağmur bahçeleri oluşturularak, yağmur sularının yeraltı su kaynaklarına geri kazandırılması amaçlanmaktadır (İBB, 2025). Buca Bahçekapı sünger park projesi örneğine Şekil 2.53'te yer verilmiştir.



Şekil 2.53 Buca Bahçekapı sünger park projesi (İBB, 2025)

2.8.6 Mavi-Yeşil altyapı uygulamaları örneklerinin karşılaştırılması

Mavi-yeşil altyapı prensiplerinin kentsel alanlarda nasıl uygulandığını somutlaştırmak ve konunun pratikteki karşılığını ortaya koymak amacıyla, ulusal ve uluslararası düzeyde başarılı mavi-yeşil altyapı uygulama örneklerine ilişkin öne çıkan hususlar derlenmiştir. Çizelge 2.4'te detaylandırılan bu uygulama örnekleri, farklı coğrafi, iklimsel ve kentsel bağlamlardaki çözüm çeşitliliğini, uygulama stratejilerini ve elde edilen çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu örneklerden edinilen bilgiler, tezin Hatip Çayı özelinde yürüttüğü saha analizleri ve modelleme bulguları ışığında, alana özgü sürdürülebilir tasarım önerilerinin geliştirilmesinde kavramsal ve ilham verici bir zemin oluşturmuştur.

Çizelge 2.4 MYA uygulamalarından öne çıkanlar

Örnek	Projenin Amacı	Uygulanan Doğa Tabanlı Çözümler	Öne Çıkan Özellikler
North Carolina (Raleigh)	Yeşil Fırtına Suyu Altyapısı ile su yönetimi, su kalitesinin artırılması	Biyofiltrasyon sistemleri, yağmur bahçeleri, geçirgen yüzeyler	Chavis Park ve Union Station çevresinde estetik ve ekolojik işlevlerin birleştirilmesi, suyun yerinde yönetilmesi ve yüzey akışının azaltılması
North Carolina (Durham)	Ekosistem tabanlı yaklaşımlarla sel riski ve su yönetimi	Biyolojik hendekler, sulak alanlar, Tree Box Filter sistemleri	Ellerbe Creek havzasındaki Tree Box Filter uygulamaları, ağaç kökleriyle suyun arıtılması ve kentsel yeşil alan kalitesinin artırılması
North Carolina (Charlotte)	Su yönetimi ve iklim değişikliğine karşı dirençli altyapı oluşturulması	Yeşil kuşaklar, sel yönetimi, yağmur suyu filtrasyonu, akarsu restorasyonu	Little Sugar Creek Greenway Projesinde suyun doğal yollarla yönetilmesi
North Carolina (Carrboro ve Asheville)	Merkezi olmayan su yönetimi ve toplumsal farkındalık sağlanması	Geçirimli zeminler, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, biyofiltre sistemleri	Carrboro'da özel mülkiyet sınırlarında dikim uygulamaları ve Asheville'de yol kenarlarına entegre edilen yeşil altyapı çözümlerinin uygulanması

Çizelge 2.5 MYA uygulamalarından öne çıkanlar (devam)

North Carolina (Sanat Müzesi)	Doğa temelli çözümlerin kültürel alanlarla entegrasyonu	Biyolojik hendek sistemleri, teraslı sulak alanlar	Müze çevresinde uygulanan peyzaj tasarımının, doğa temelli çözümleri sanat ve eğitimi bir araya getiren bütüncül bir yaklaşımla ele alması
Avustralya (Melbourne – Moonee Ponds Creek)	Sel önleme, WSUD uygulaması	Geçirgen yüzeyler, sulak alanlar, biyolojik arıtma, taşkın basamakları	WSUD politikasının ilk uygulandığı alanlardan biri olarak, doğa temelli kentsel dönüşüm yaklaşımının uygulanması
Avustralya (Sydney – Victoria Park)	Endüstriyel alandan sürdürülebilir kentsel alana geçiş	Yeşil çatı sistemleri, biyofiltrasyon alanları, su tutma göletleri	Eski endüstriyel alanların ekolojik ve estetik niteliklere sahip sürdürülebilir kentsel konut alanlarına dönüştürülmesi
Avustralya (Adelaide)	Kurak iklim koşullarında su tasarrufu	Yeraltı depoları, park içi filtrasyon sistemleri, sulama suyu olarak kullanım	Kurak iklim koşullarına uyum sağlayan, yağmur suyunun geri kazanımı ve yeniden kullanımı açısından işlevsel bir model uygulanması
Shanghai Houtan Parkı	Ekolojik altyapıyı artırmak ve modern kent yaşamı ile doğayı birleştirmek	Sulak alan tesisleri, ekolojik sel kontrolü, geri dönüşüm, kent tarımı	Parkın, şehre ekolojik hizmetler sunarak sürdürülebilir yaşam alanı oluşturması
Tianjin Qiayuan Parkı	Doğal sulak alanların yeniden canlandırılması ve çevresel iyileştirme	Sulak çukurlar, su tutucu alanlar, ekolojik sulama sistemleri	220.000 m²'lik çöplük alanının sulak alanlara dönüştürülmesi, taşkınları önlemek için göletler ve doğal su arıtımı uygulanması
Qnuli Stormwater Park	Yağmur suyu yönetimi ve habitat koruma	Yağmur suyu toplama, arıtma ve depolama sistemleri	34 hektarlık alanda, rekreasyon ve doğal yaşam alanının oluşturulması
Shenwan Street Park	Kentsel canlılığı ve ekolojiyi artırmak	Yeşil kamusal alan, sosyal etkileşim alanları	1.16 hektarlık alanda küçük ölçekli ama işlevsel sünger park oluşturulması
Emscher Mavi-Yeşil Altyapı	Sanayi sonrası su kalitesini artırmak ve çevreyi iyileştirmek	Kanalizasyon ana hattı, nehir doğallaştırılması, yeşil alan dönüşümü	51 km kanalda, beton kanalların kaldırılması ve habitat iyileştirme uygulamarı yapılması

Çizelge 2.6 MYA uygulamalarından öne çıkanlar (devam)

Hans Tavsens Parkı	Sel riskini azaltmak ve yaşam kalitesini artırmak	Yağmur suyu toplama, gölet yönlendirme sistemleri	Peblinge Gölü'ne yağmur suyu aktarımı uygulaması
Porsuk Çayı Yeşil Koridoru	Kirliliği azaltmak, kente yeşil koridor kazandırmak	Akarsu koridoru düzenlemesi, yeşil alanlar, köprüler, parklar	9,6 km ıslah çalışması, 22 köprü yenilemesi, 1.445.074 m²'lik yeşil alan kazanımı
İsmet İnönü Parkı	Yoğun yapılaşmaya karşı yeşil alanı korumak	Biyolojik gölet, geçirgen yüzeyler, yerel bitki kullanımı	1.400 m² biyolojik gölet, 52.000 m² park alanı, geçirgen zeminler yeşil çatı uygulamalarının yapılması
İzmir Sünger Kent Projesi	İklim değişikliği ve su kıtlığına karşı direnç geliştirmek	Yağmur suyu hasadı, yağmur bahçeleri, sünger parklar	5.000 bina için su deposu uygulaması ve Buca Bahçekapı Sünger Park örneği uygulaması

2.8.7 Mavi-Yeşil altyapı kapsamında bitki seçim kriterleri ve bitki türleri

Mavi-yeşil altyapı sistemleri, doğa temelli çözümlerle su yönetimini, iklim adaptasyonunu ve ekosistem hizmetlerini bir arada ele almayı amaçlar. Bu bağlamda, bitkisel materyal seçimi yalnızca estetik değil, aynı zamanda işlevsel ve ekolojik kriterlere dayanmalıdır. Bitki türlerinin seçimi; yerel iklim koşullarına adaptasyon, su tüketim düzeyi, kök yapısı, ekolojik fayda, bakım ihtiyacı ve yerel biyoçeşitliliğe katkı sağlama gibi ölçütler doğrultusunda yapılmalıdır (Dunnet ve Kingsbury, 2008).

MYA kapsamında önerilen sistemler, örneğin yağmur bahçeleri, geçirgen yüzey kenarları, yeşil çatılar, biyofiltreler ve dere kenarı tampon bölgeleri farklı mikroklimatik, hidrolojik ve toprak koşullarına sahiptir. Bu nedenle bitkisel tasarımda hidrofit (su seven), mezofit (orta derecede su isteyen) ve kserofit (kuraklığa dayanıklı) türlerden oluşan çok katmanlı ve çeşitli bir doku kurulması önerilmektedir (EPA, 2020).

Bitki seçiminde ayrıca yerli türlere öncelik verilmesi, istilacı türlerden kaçınılması hedeflenmelidir. Bunun yanı sıra derin köklü bitkiler, toprağın infiltrasyon kapasitesini artırırken, yer örtücü bitkiler yüzeysel erozyonu önlemeye yardımcı olur (Oberndorfer vd, 2007). Seçilen bitki türlerine dair bilgiler Çizelge 2.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 MYA kapsamında seçilen bitki türleri

Türkçe Adı	Latince Adı	Uygulama Alanı	Özellikleri	Kaynak
Toros Akçaağacı	*Acer hyrcanum*	Yol kenarı, geçirgen yüzeyler	Kuraklığa dayanıklı, yerli tür, gölge sağlar	Avcıoğlu ve Babaç, 2010
Anadolu Palamudu	*Quercus ithaburensis*	Rekreasyon alanı, tampon zonlar	Yerli meşe türü, toprağı tutar, güçlü kök yapısı	Eminağaoğlu, 2011
Dağ Muşmulası	*Cotoneaster nummularia*	Yağmur bahçesi kenarları	Alçak boylu, örtücü, kuşlara besin sağlar	Eminağaoğlu, 2011
Sarıçam	*Pinus sylvestris*	Eğimli alanlar, yeşil koridorlar	Kuraklığa dayanıklı, hızlı gelişir	Çepel, 1992
Çit Böğürtleni	*Rubus sanctus*	Su kenarı tampon bölgeleri	Doğal yayılıcı, kuşlara ve böceklere yaşam alanı sağlar	Özyavuz, 2012
Tüylü Meşe	*Quercus pubescens*	Park ve rekreasyon alanları	Yerli tür, CO_2 emilimi yüksek, gölgelik	Avcıoğlu ve Babaç, 2010
Karaçalı	*Paliurus spina-christi*	Doğal yamaçlar, biyokoridorlar	Sık yapılı, erozyon önleyici, yerli çalı türü	Yücedağ vd., 2020
Mavi Kantaron	*Centaurea cyanus*	Yağmur bahçesi, açık çayır alanları	Polinatör dostu, kuraklığa dayanıklı, doğal otsu tür	Özyavuz, 2012
Dağ İğdesi	*Hippophae rhamnoides*	Su kenarı, taşkın alanları	Azot bağlayıcı, taşkına dayanıklı, yaban hayatına katkı sağlar	OGM, 2021
Sürünücü Ardıç	*Juniperus horizantalis*	Yol kenarları, eğimli alanlar, rüzgar kırıcı alanlar	Rüzgar kontrolü sağlar, kuraklığa dayanıklı, eğim stabilizasyonuna uygun	OGM, 2021
Ak Söğüt	*Salix alba*	Su kenarı, taşkın alanları	Suya çok dayanıklı, erozyon önleyici	OGM, 2021
Kayın	*Fagus orientalis*	Parklar, rekreasyon alanları	Gölgelik sağlar, nemli toprakta iyi gelişir, dekoratif	Avcıoğlu ve Babaç, 2010

2.9 Ankara Su Kaynakları

Ankara, İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve genellikle karasal iklimin hakim olduğu bir şehir olmasına rağmen, çeşitli su kaynaklarına sahiptir. Kaynaklar şehrin içme suyu ihtiyacını karşılamanın yanı sıra tarım, sanayi ve rekreasyon amaçlı kullanım için de önemlidir. Bu kaynaklar 3 ayrı kategoride incelenebilir.

2.9.1 Barajlar

Ankara'nın günlük su ihtiyacı Çamlıdere, Eğrekkaya, Kurtboğazı, Kavşakkaya, Akyar, Çubuk-2, Kesikköprü ve Elmadağ yeraltı barajlarından karşılanmaktadır. Bu barajların toplam su tutma kapasitesi 1,6 milyar m³ civarındadır. Ankara su kaynakları ve su miktarları Çizelge 2.6'da listelenmiştir.

Çizelge 2.8 Ankara su kaynakları

Su Rezervi	Hizmete Başlama Tarihi	Ankara'ya Temin Ettiği Su Miktarı (hm³/yıl)	Azami Su Miktarı (m³)
Kurtboğazı Barajı	1973	60	92.053.000
Kavşakkaya Barajı	2007	58	80.825.000
Çamlıdere Barajı	1987	142	1.220.150.000
Eğrekkaya Barajı	1992	73	112.300.000
Akyar Barajı	2000	45	56.000.000
Elmadağ-Kargalı Yeraltı Barajı	2014		2.500.000
Kesikköprü	1996	40	95.000.000
Çubuk-2 barajı	1936	20	22.445.000

(ABB, 2017)

Ayrıca park ve rekreasyon alanı olarak düzenlenen barajlar bulunmaktadır. Bu barajlar Çubuk 1 ve Kayaş Bayındır Barajlarıdır.

Çubuk 1 Barajı: Ağustos 1994'ten itibaren ağır kirlilik sebebiyle Çubuk I Barajı rezervuarından Ankara'ya içme suyu sağlanmamaktadır. 19.08.2003 tarihli protokol ile Çubuk I Barajı'nın park ve rekreasyon alanlarının işletme, bakım ve onarım sorumluluğu Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü'nden Ankara Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na devredilmiştir (ABB, 2017). Baraja dair görsellere Şekil 2.54'te yer verilmiştir.



Şekil 2.54 Çubuk 1 Barajı rekreasyon alanı (Orijinal, 2024)

Kayaş Bayındır Barajı: 1962-1965 yılları arasında inşa edilen Bayındır Barajı, Yunuslar, Bayındır, Karanlık ve Saray dereleri ile beslenir. Maksimum su hacmi 6.371.000 m³ olan barajdan, Ekim 2003'ten itibaren geçici olarak su alınmamakta ve rekreasyon amaçlı kullanılmaktadır (ABB, 2017).



Şekil 2.55 Kayaş Bayındır Barajı (Mamak Kaymakamlığı, 2024)

Bir diğer baraj türü ise elektrik üretimi amaçlı kullanılan barajlardır. Bu barajlar Kesikköprü, Hirfanlı ve Sarıyar Barajlarıdır. Ankara ili hidroelektrik santrallerinin özellikleri Çizelge 2.7'de listelenmiştir.

Çizelge 2.9 Ankara hidroelektrik santralleri ve özellikleri

Santral Adı	**Bulun-duğu İlçe**	**Hizmete Giriş Yılı**	**Tipi**	**Ünite Sayısı**	**Kurul (MW)**	**Yıllık (KW)**	**Güveni lir Enerji (KW)**
Kesikköprü	Bala	1967	Baraj	2x38	76	250.000.000	80.000.000
Hirfanlı	Bala	1959	Baraj		128	400.000.000	
Sarıyar HP	Nallıhan	1956	Baraj	4x40	160	300.000.000	180.000.000

(ABB, 2017)

2.9.2 Göller

Ankara İl sınırları içinde kalan Mogan, Eymir, Tuz Gölü ve Samsam Gölü ildeki önemli doğal göllerdir (ABB, 2017).

Tuz Gölü: Şereflikoçhisar ilçesinin 10 km batısında yer almaktadır (Şekil 2.56). Toplam göl alanı 490² km olup, bunun 160 km²'si Ankara ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Göl sularının tuzluluğu nedeniyle içme, kullanma ve sulama suyu olarak kullanılmamaktadır (ABB, 2017).



Şekil 2.56 Tuz Gölü (Anonim, 2024e)

Mogan Gölü: Ankara'nın 17 km güneyinde yer alan Mogan Gölü, 972 m normal su kotuna sahiptir. Bu kotta göl alanı 6,35 km², çevresi 14 km, uzunluğu 5,5 km ve ortalama derinliği 3-5 m'dir. Normal su seviyesinde göl hacmi ise 13,34 milyon m³'tür.
Göl, kirlilik nedeniyle içme, kullanma ve sulama suyu olarak kullanılamamaktadır. Kuzey yarısı günübirlik tesislerle çevrili olan Mogan Gölü'nde ticari balıkçılık yasaktır. Ancak gölde kuş gözlemciliği, sportif balıkçılık, kürekçilik, yelkencilik ve doğa fotoğrafçılığı gibi faaliyetler yapılmaktadır (Şekil 2.57). Özellikle hafta sonları göl kıyıları yoğun olarak piknik alanı olarak tercih edilmektedir (ABB, 2017).



Şekil 2.57 Mogan Gölü (ANFA, 2024)

Eymir Gölü: Ankara'nın 15 km güneyinde, tamamen ODTÜ arazisi içinde bulunan Eymir Gölü'nün normal su kotu 968,5 m'dir. Bu kotta göl alanı 1,25 km², çevresi 9 km, uzunluğu 4,2 km ve ortalama derinliği 6-10 m olarak ölçülmüştür. Normal su seviyesindeki hacmi ise 3,88 milyon m³'tür (Şekil 2.58). Mogan Gölü suyu, kuzeydoğusundaki regülatör kontrolünde Eymir Gölü'ne akmaktadır (ABB, 2017).



Şekil 2.58 Eymir Gölü (ODTÜ, 2024)

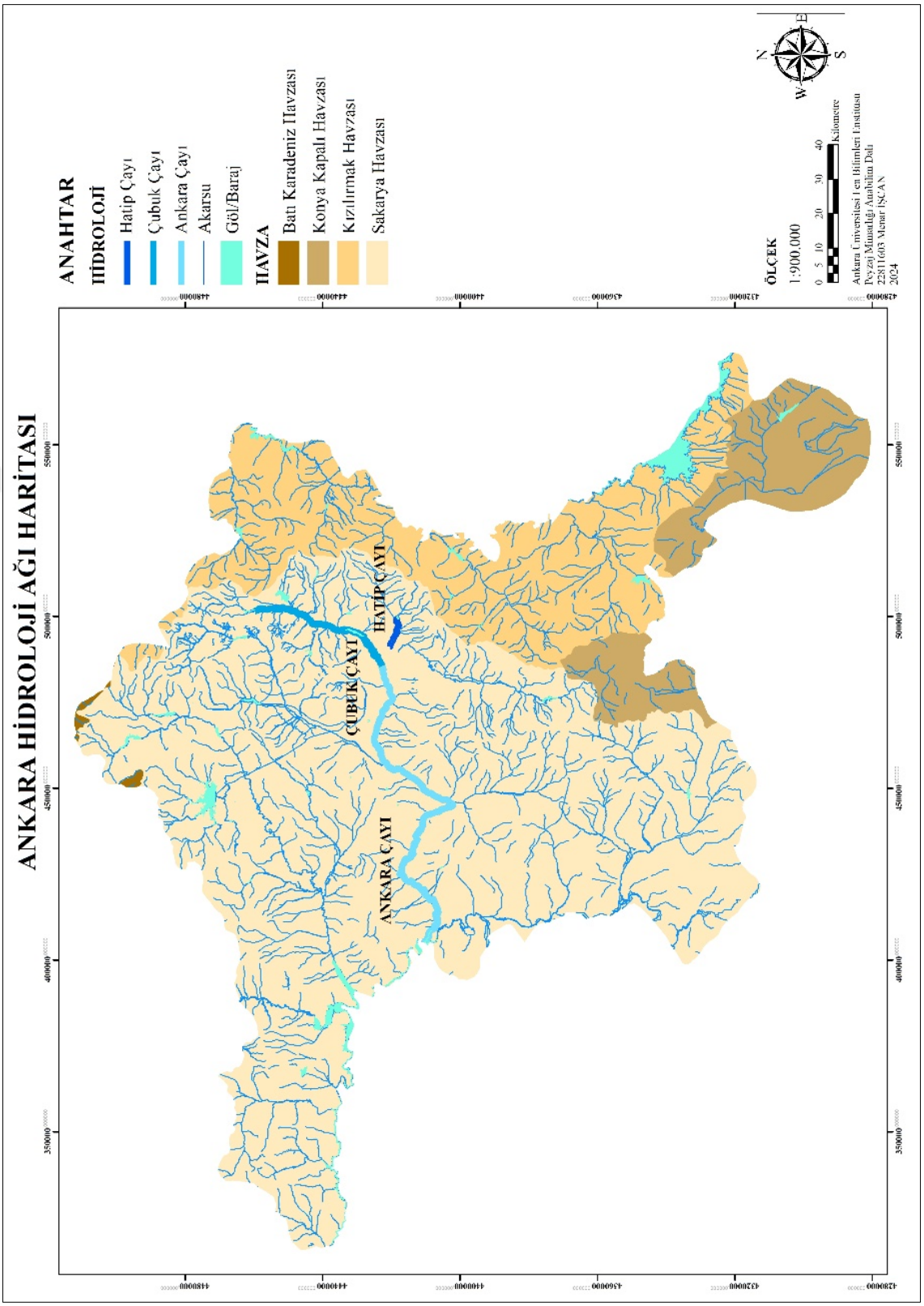
2.9.3 Akarsular

Ankara yüzey sularının drenajı, yani yağış ve kaynak sularının toplanıp akması ve büyük akarsulara ulaşması, başlıca üç ana kol vasıtasıyla gerçekleşir bu ana kollar; İncesu

Deresi, Hatip Çayı ve Çubuk Çayı'dır. Bu kollar birleşerek Ankara Çayı adını alır. Ankara'da bu derelere ulaşan ve çoğunluğu günümüzde kapatılmış olan yan dereler, oldukça karmaşık bir drenaj ağı oluşturur. Bu durum, şehir içindeki iniş çıkışların ve bazı dik yokuşların nedenidir. Şehir sakinlerini ve bu konuda çalışanları zorlayan bir diğer husus ise derelerin parça parça isimlendirilmiş olmasıdır. Bazen yan kolların adları, ana kol adı ile karıştırılabilmektedir (Kazancı vd, 2018).

Ankara'nın önemli su kaynakları arasında Kızılırmak havzasının büyük bir kısmı ile Delice, Acıçay, Devres Çayı gibi kolları bulunur. Ayrıca Sakarya havzasının bir bölümü ile Kirmir Çayı ve Ankara Çayı gibi büyük kolları, Batı Karadeniz havzasının bir bölümü, Konya kapalı havzasının bir kısmı ve Büyük Melen, Küçük Melen, Gerede Çayı gibi önemli kollar da sayılabilir. Bu akarsular ve kolları üzerindeki barajlar, içme, kullanma, sulama suyu temini, taşkın kontrolü ve enerji üretimi gibi çeşitli amaçlarla kullanılır. Ankara'daki akarsu rejimleri ulaşım, taşımacılık veya su sporları için uygun değildir. Yer yer dere ve çaylar üzerinde kum ocakları bulunurken, özellikle Kazan ve Çubuk ilçeleri arasında Ova Çayı üzerinde taş ve kum ocakları ile yıkama eleme tesisleri yer almaktadır (ABB, 2017).

Ankara il sınırları içerisinde 4 ayrı havza bulunmaktadır. Bu havzalar Batı Karadeniz Havzası, Konya Kapalı Havzası, Kızılırmak Havzası ve Sakarya Havzası'dır (ABB, 2017). Ankara'nın başlıca çaylarından Hatip Çayı, Çubuk Çayı ve Ankara Çayı ile birlikte akarsuların, göl/barajların ve havzaların görülebileceği Ankara Hidroloji Ağı Haritası Şekil 2.59'da gösterilmiştir.

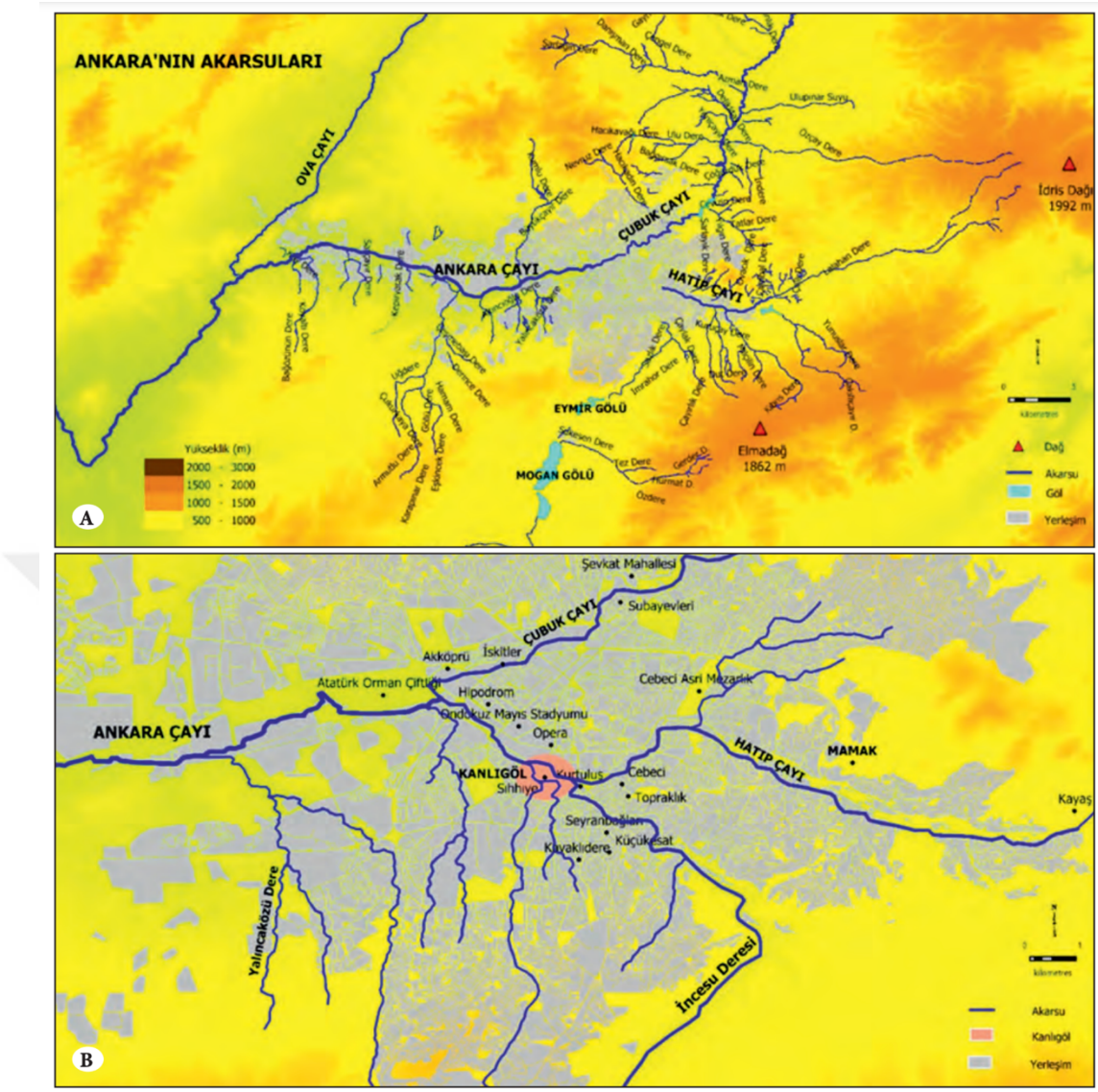


Şekil 2.59 Ankara hidroloji ağı haritası (Orijinal, 2024)

2.10 Hatip Çayı'nın Tarihçesi

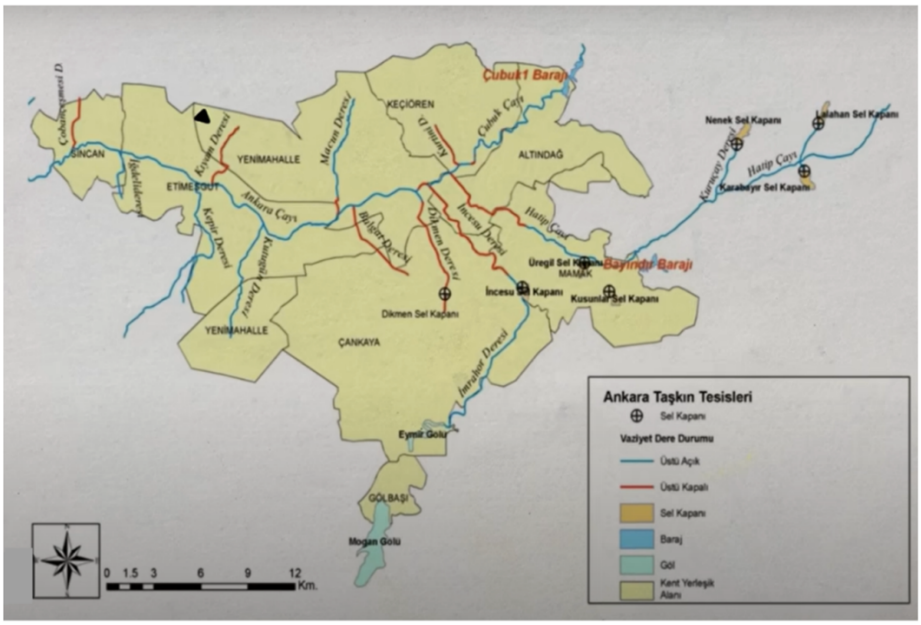
Hatip Çayı, Ankara şehir merkezinden geçerken üzerinde bulunan ve Romalılardan kalma bir su bendi nedeniyle "Bent Deresi" olarak anılsa da, 1930'ların başında yapılan müdahalelerle bu bentler orijinalliğini kaybetmiş ve tamamen yıkılmıştır. Akarsu, bentlerin ardından tabakhanelerin bulunduğu bölgeden geçtiği için "Tabakhane Deresi" veya "Debbağhane Deresi" olarak da adlandırılmıştır. Kaynağını Ankara'nın doğusunda yer alan yaklaşık 2.000 metre yüksekliğindeki İdris Dağı'ndan alan Hatip Çayı, öncelikle güneybatı yönünde akarak Hasanoğlan Ovası'ndan gelen suları toplamakta, ardından batıya yönelerek Kayaş Vadisi'ne girdiğinden dolayı "Kayaş Suyu" adıyla da bilinmektedir (Tamur, 2012). Hatip Çayı, tarih boyunca farklı isimlerle anılmış olup, özellikle Ankara Kalesi'nin eteklerinden geçtiği noktada yaygın olarak "Bent Deresi" adıyla tanınmaktadır (Kaynar, 2016).

Hatip Çayı Havzası, Sakarya Havzası'nın alt havzalarından biri olan Ankara Çayı'nın ana kollarından biridir. Toplam uzunluğu 43 km olan Hatip Çayı, 460 km²'lik bir drenaj alanına sahiptir (Şekil 2.60). Kaynağını, Ankara şehir merkezinin kuzeydoğusunda yer alan Kalecik ilçesindeki 1.992 metre yüksekliğindeki İdris Dağı'ndan alarak kuzeydoğu-güneybatı yönünde akışını sürdürür ve Yenimahalle ilçesindeki Akköprü Mevkii'nde Ankara Çayı ile birleşir (Göztepe vd, 2022).



Şekil 2.60 A) Hatip Çayı'nın şehir içindeki akış düzeni B) Yan kollar (Kazancı vd, 2018)

Ankara'daki yüzey sularının drenajı, yani yağış ve kaynak sularının toplanarak akarsulara ulaşması, üç ana kol üzerinden gerçekleşir: Güneyden başlayarak İncesu Deresi, Hatip Çayı ve Çubuk Çayı (Şekil 2.61). Bu akarsular birleşerek, İstanbul Boğazı'ndan itibaren Ankara Çayı adını alır. Ankara'da bulunan üstü kapatılmış ve açık olan dere ve çaylar Şekil 2.62'de görülmektedir.

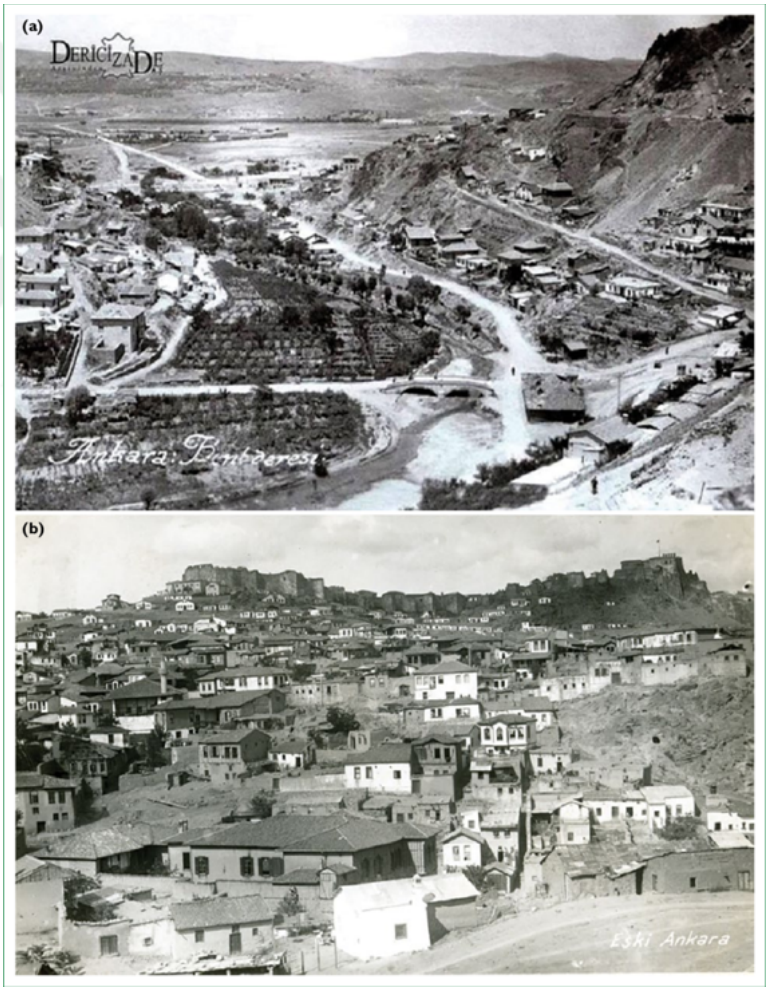


Şekil 2.61 Ankara dere ve çayları (Anonim, 2023)

Şehirde yalnızca üç büyük dere bulunmasına rağmen, bu derelere bağlanan yan dereler oldukça karmaşık bir drenaj ağı oluşturur. Günümüzde bu yan derelerin büyük bir kısmı kapatılmış olsa da, şehir içinde görülen iniş çıkışlı yollar ve dik yokuşlar bu doğal drenaj yapısının bir sonucudur. Hem şehir sakinleri hem de bu alanda çalışan uzmanlar için bir diğer zorluk, derelerin farklı kesimlerde farklı isimlerle anılmasıdır. Ayrıca, bazı yan kolların isimleri ana dere adlarıyla karıştırılabilmektedir. Bölge zaman zaman taşkınlara da maruz kalmış, özellikle 10 Temmuz 1963'te büyük bir sel felaketi yaşanmıştır. Mevcut veriler Hatip Çayı'nın debisi hakkında doğrudan bir bilgi sunmasa da, Bent Deresi'nin bir dönem değirmenleri çalıştırabilecek kadar su taşıdığı ve çamaşır yıkamak için yeterince temiz olduğu anlaşılmaktadır (Kazancı vd, 2018).

Bent Deresi ve yakın çevresinin şekillendirdiği tarihsel peyzajda, Ankara'nın geleneksel kentsel tarım alanları olan kazıkiçi bostanları da önemli bir yer tutmuştur (Şekil 2.62). Bu bostanlar, özellikle Ulus ve İskitler gibi, Bent Deresi aksına yakın merkezi alanlarda konumlanmış olup, kentin gıda ihtiyacının karşılanmasına katkıda bulunurken aynı zamanda önemli yeşil alanlar olarak da işlev görmüştür. Ancak, 20. yüzyıl boyunca hızlanan kentleşme, sanayileşme ve altyapı çalışmaları, bu bostanların giderek daralmasına ve birçoğunun zamanla yok olmasına neden olmuştur (Ankara Kalkınma

Ajansı, 2020). Bu durum, Hatip Çayı (Bent Deresi) havzasındaki kentsel dönüşüm süreçlerinin, geleneksel arazi kullanımlarını ve bu kullanımların ekolojik ve kültürel peyzaj öğelerini nasıl dönüştürdüğüne dair önemli bir örnek sunmaktadır. Ankara'nın kentsel peyzajındaki değişimlerin incelenmesi, kazıkiçi bostanları gibi geleneksel yeşil alanların bir dönem kentsel gelişime karşı varlıklarını sürdürmeye çalıştığını, ancak zamanla bu direncin kırıldığını ve sonunda bu alanların kaybolduğunu ortaya koymaktadır (KSPTÇ Ankara, 2021). Bu bostanların kaybı, günümüzde mavi-yeşil altyapı sistemleriyle yeniden canlandırılmaya çalışılan kentsel ekosistem hizmetlerinin ve özgün yerel peyzaj kimliğinin kaybını da simgelemektedir.



Şekil 2.62 Kazıkiçi Bostan (Özfındık, 2022)

2.10.1 Hatip Çayı Havzası ve çevresinde yaşanan taşkınlar

Ankara'nın önemli akarsu havzalarından biri olan Hatip Çayı Havzası, şehir merkezinde konumlanmaktadır. Hem yoğun nüfus baskısı hem de havzanın morfolojik yapısı, geçmişten günümüze bölgede sık sık taşkınların yaşanmasına neden olmuştur. Bu durum, havzanın gelecekte de yüksek taşkın riski taşıyan bölgeler arasında değerlendirilmesine yol açmaktadır. 1945 yılından itibaren neredeyse her yıl taşkın olayları meydana gelmiş, bu olaylar sonucunda önemli ölçüde can ve mal kayıpları yaşanmıştır. Zaman içerisinde farklı dönemlerde havza genelinde çeşitli ıslah çalışmaları gerçekleştirilmiş olmasına rağmen, taşkın olayları günümüzde de devam etmektedir. Özellikle son on yılda taşkınların sıklığında belirgin bir artış gözlemlenmiş olup, buna paralel olarak can ve mal kayıplarında da artış yaşandığı tespit edilmiştir. 1945 yılından günümüze kadar havzada meydana gelen taşkınlar ve bu taşkınlara karşı yapılan ıslah çalışmaları Çizelge 2.8'de özetlenmiştir (Göztepe vd, 2022).

Çizelge 2.10 Hatip Çayı Havzası'nda 1945-2022 yılları arasında yaşanan taşkın/ıslahlar ve etkileri

Taşkın/Islah	Tarih	Etki
Taşkın	04/05/1945	1 kişi öldü
Taşkın	08/05/1947	3 kişi öldü
Taşkın	22/05/1949	Maddi hasar
Taşkın	12-15/05/1951	30 büyük ve küçükbaş hayvan telef oldu
Taşkın	23/07/1952	Maddi hasar
Taşkın	11/09/1957	169 kişi öldü, 21.458.69 ₺ maddi hasar
Aktaş-Dışkapi Havza Islahı	1957-1960	Yetersiz
Ureğli ve Kusunlar Sel Kapanı inşası	1957	Aktif değil
Taşkın	07/06/1958	Maddi hasar
Karabayır ve Lalahan Sel Kapanı inşası	1958	Aktif
Taşkın	18/06/1961	3 kişi öldü
Nemek Sel Kapanı ve Baraj inşası Bentderesi	1961-1965	Aktif
Yatak değişikliği	1962-1964	Yetersiz
Taşkın	09/05/1963	Maddi hasar
Aktaş-Silmeakış Islahı	1964-1967	Aktif
Taşkın	12/03/1968	70.000 TL maddi hasar
Taşkın	14/03/1981	80 üstü ev yıkıldı
Taşkın	15/03/1988	Maddi hasar

Çizelge 2.11 Hatip Çayı Havzası'nda 1945-2022 yılları arasında yaşanan taşkın/ıslahlar ve etkileri (devam)

Taşkın	18/06/2015	Maddi hasar
Yatak Değişikliği ve Duvar Islahı	2015-2016	Yetersiz
Taşkın	12/06/2016	Maddi hasar
Taşkın	06/08/2017	Maddi hasar
Taşkın	05/05/2018	7 yaralı, 150 hurda araç, 20 üstü dükkan maddi hasar
Taşkın	15/02/2019	Millet Bahçesi'ne dönüştürüldü
Taşkın	09/06/2019	1 kişi öldü
Taşkın	18/10/2020	Maddi hasar
Taşkın	09/06/2021	Maddi hasar
Taşkın	09-11/06/2022	4 kişi öldü

(Göztepe vd, 2022)

1957 yılında Ankara'da meydana gelen sel felaketi, şehrin tarihindeki önemli doğal afetlerden biridir ve kentleşme ile ilgili bir dizi kritik sorunu gün yüzüne çıkarmıştır. 11 Eylül 1957'de, Hatip Çayı'nın taşması sonucu, özellikle Mamak, Saimekadın, Gülveren, Demirlibahçe gibi bölgelerde ciddi hasar meydana gelmiş ve 169 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu felaketin ardından, yaklaşık 480 ev yıkılmış ve maddi hasar yaklaşık 22 milyon lira olarak hesaplanmıştır (Aydın, 2021). Sel olayının etkileri, başta su taşkınları olmak üzere, kent altyapısının yetersizliğini ve çevresel risklerin büyüklüğünü gözler önüne sermiştir. Bu olaydan sonra, Ankara'nın dere yatakları yeraltına alınmış ve modern altyapı projeleri ile bu tür felaketlerin önlenmesi amaçlanmıştır (Demirci, 2019). 1957 seli, Ankara'nın doğal yapısının ve şehir planlamasının yeniden gözden geçirilmesine yol açan bir dönüm noktası olmuştur. Felakete ilişkin arşiv görselleri Şekil 2.63 ve 2.64'te görülmektedir.





Şekil 2.63 1957 Sel felaketinden görüntüler (Alyanak, 2021)

7 Haziran 2022 tarihinde meydana gelen sağanak yağış ve dolu yağışı sonucunda Ankara'da sel felaketi yaşanmıştır. Bu afet nedeniyle birçok konut ve iş yeri su altında kalmış, araçlar ise yollarda mahsur kalmıştır. Olayın ardından Ankara Valisi Vasip Şahin, kentte eğitime bir gün ara verildiğini duyurmuştur. 1 Temmuz 2022 tarihinde Ankara Büyükşehir Belediyesi, kente bir saat içinde ortalama 20 kg şiddetinde yağış düştüğünü ve toplamda 15 kurtarma operasyonu ile 1024 olaya müdahale edildiğini açıklamıştır. 15 Ağustos 2022 tarihinde meydana gelen sel felaketi sonucunda Emek Mahallesi'nde bazı iş yerleri kullanılamaz hale gelirken, Yenimahalle ilçesinde bir kişi hayatını kaybetmiştir. 7 Haziran ile 15 Ağustos 2022 tarihleri arasında gerçekleşen sel felaketleri sonucunda toplamda altı kişi yaşamını yitirmiştir (URL 10, 2022). Afete ilişkin görüntü Şekil 2.65'te görülmektedir.



Şekil 2.64 2022 Ankara seli (Anonim, 2022b)

Ankara'da 1 Mayıs 2024 tarihinde etkili olan şiddetli sağanak yağış, kentin birçok bölgesinde su baskınlarına yol açmıştır. Özellikle Altındağ ilçesinde, bir kişi sel sularına kapılarak yaşamını yitirmiştir. Kent genelinde alt geçitler, caddeler ve sokaklar su altında kalmış; araçlar suya gömülmüş ve trafikte aksamalar meydana gelmiştir. Ankara Büyükşehir Belediyesi, itfaiye ekiplerinin su baskınlarına müdahale ettiğini ve ASKİ ekiplerinin de mazgal temizleme çalışmalarını sürdürdüğünü belirtmiştir (Anonim, Ankara Selleri, 2024f). Sağanak yağışa dair görüntü Şekil 2.66'da görülmektedir.



Şekil 2.65 1 Mayıs 2024 Ankara sağanak yağış (Anonim, 2024f)

25 Ağustos 2024 tarihinde Ankara'da başlayan şiddetli sağanak yağış, kentin birçok bölgesinde yaşamı olumsuz etkilemiştir. Özellikle Çankaya, Çubuk, Akyurt, Kahramankazan, Pursaklar, Keçiören, Etimesgut, Yenimahalle, Sincan, Gölbaşı ve Mamak ilçelerinde alt geçitler, caddeler ve sokaklar su altında kalmış; bazı ev ve iş

yerlerinin zemin katlarını su basmıştır. Bu durum, trafikte aksamalara neden olmuş ve bazı araçlar su birikintileri içinde mahsur kalmıştır (Anonim, Ankara Sağanak Yağış, 2024g). Sağanak yağışa dair görüntü Şekil 2.67'de görülmektedir.



Şekil 2.66 Ankara 25 Ağustos 2024 sağanak yağış (Anonim, 2024g)

2.11 Literatür Özeti

Bu çalışmanın kavramsal ve kuramsal altyapısını oluşturmak amacıyla, kentsel yağmur suyu denetimi, mavi-yeşil altyapı sistemleri, doğa tabanlı çözümler ve suya duyarlı kentsel tasarım yaklaşımları üzerine yapılmış güncel ve anahtar nitelikteki ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalara ilişkin kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu tarama sonucunda elde edilen bulgular ve alana özgü öne çıkan yaklaşımlar sistematik bir biçimde özetlenmiştir.

Çizelge 2.9'da sunulan bu literatür özeti, çalışmanın üzerine inşa edildiği bilimsel zemini ortaya koyarak, konunun temel prensiplerini, mevcut bilgi birikimini ve farklı uygulama alanlarındaki deneyimleri gözler önüne sermektedir. Bu sayede, Hatip Çayı özelinde yürütülen araştırmanın metodolojisinin belirlenmesi, analiz sonuçlarının yorumlanması ve alana yönelik öneri tasarım kararlarının geliştirilmesi süreçlerine kavramsal ve bilgisel bir temel sağlanması amaçlanmıştır. Literatürden elde edilen bu bilgiler, tezin ilerleyen

bölümlerindeki saha analizleri, modelleme çalışmaları ve tasarım yaklaşımlarının şekillenmesinde rehber niteliği taşımaktadır.

Çizelge 2.12 Kentsel yağmur suyu denetimi ve mavi-yeşil altyapı üzerine yapılmış çalışmalara ilişkin literatür özeti

Yazar(lar)	Konu	Öne Çıkan Bulgular
Arslantaş vd (2020)	Eskişehir Porsuk Çayı örneği	Doğa-temelli taşkın azaltımı ve yeşil koridor uygulamalarıyla kentsel dönüşüm sağlanmıştır.
ASLA ve WEF (2012)	Enerji tüketimi ile MYA ilişkisi	Yeşil çatılar ve yağmur bahçeleri enerji verimliliğini artırır, ısı adası etkisini azaltır.
Benedict ve McMahon (2006)	Ekolojik ve sosyal faydalar	Mavi-yeşil altyapı sistemleri kentsel ekosistemi güçlendirir ve toplum sağlığını olumlu etkiler.
Chong vd (2018)	Yeşil altyapının sünger şehirlerdeki rolü	Ekolojik dengeyi koruyan ve suyun doğal çevrimini destekleyen uygulamaları kapsar.
Dussaillant vd (2005)	Su kalitesi ve yeraltı suyu korunumu	Biyofiltrasyon ve geçirgen yüzeyler suyun sızmasını artırarak yeraltı suyunu korur.
EPA (2020)	Gri ve doğa tabanlı altyapı karşılaştırması	MYA sistemleri, geleneksel altyapılardan daha az maliyetli ve daha çevre dostudur.
Frumkin vd. (2008)	İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri	Sel ve sıcaklık artışı gibi etkiler, altyapı sistemlerini zorlamakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir.
Göztepe vd (2022)	Hatip Çayı'nda yeşil altyapı kullanımı	Yeşil altyapı, taşkın riskini azaltmada ve yerinde su yönetiminde etkilidir.
Gülcü (2021)	MYA sistemlerinin çok yönlü etkileri	MYA sistemleri, sosyal, çevresel ve ekonomik faydalar sunarak sürdürülebilir kentsel yaşamı destekler.
İBB (2025)	İzmir Sünger Kent Projesi	Geçirimli yüzeyler ve yağmur bahçeleri ile kentte yağmur suyu yönetimi entegre edilmiştir.
Keestra vd (2018)	Doğa temelli çözümler	Ekosistem hizmetlerini artırır, doğal kaynakları korur ve afet risklerini azaltır.

Çizelge 2.13 Kentsel yağmur suyu denetimi ve mavi-yeşil altyapı üzerine yapılmış çalışmalara ilişkin literatür özeti (devam)

Li vd (2020)	Sünger şehir modeli	Sünger şehirler, suyu emen, tutan ve yeniden kullanan entegre sistemler sunar.
Novotnyvd (2010)	Yüzey akışı ve kanalizasyon üzerindeki etkiler	Geçirgen kaplamalar, tıkanma riskini azaltır ve kentsel altyapı üzerindeki yükü hafifletir.
Radcliffe (2019)	Yağmur suyu yönetiminin tarihsel gelişimi	Şehirleşme sürecinde yağmur suyu yönetimi beton altyapılara dayalı hale gelmiştir; bu durum ekosistemleri olumsuz etkilemektedir.
Rozos vd. (2013)	MYA'nın su yönetiminde kullanımı	Doğal süreçleri merkeze alan altyapı sistemleri, hem su kalitesini hem de miktarını düzenleyerek sürdürülebilirlik sağlar.
Sert (2013)	Su döngüsünün bozulması	Geçirimsiz yüzeylerin artışı, yüzeysel su akışlarını ve taşkınları artırmaktadır.
Yu (2012)	Sünger şehir felsefesi	Gri altyapının yetersiz kaldığı durumlarda doğa ile uyumlu, esnek sistemler önerir.
Zhou (2014)	Geleneksel yağmur suyu sistemlerinin yetersizliği	Geleneksel sistemler sürdürülebilir değildir; doğa-temelli alternatifler gereklidir.
Zwierzchowska vd. (2019)	Kentleşme ve ekosistem hizmetleri	MYA sistemlerinin sağlık, ekonomi ve çevreye katkısı çok yönlüdür.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Hatip Çayı

Hatip Çayı, Türkiye'nin Ankara ilinde bulunan önemli bir akarsudur. Kaynağını Kalecik ilçesindeki 1.992 metre yüksekliğindeki İdris Dağı'ndan alır ve yaklaşık 43 kilometre uzunluğundadır (Göztepe vd, 2022). Ankara ili içerisinde Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve Hatip Çayı Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1 Ankara il sınırları ve Ankara Çayı, Çubuk Çayı, Hatip Çayı

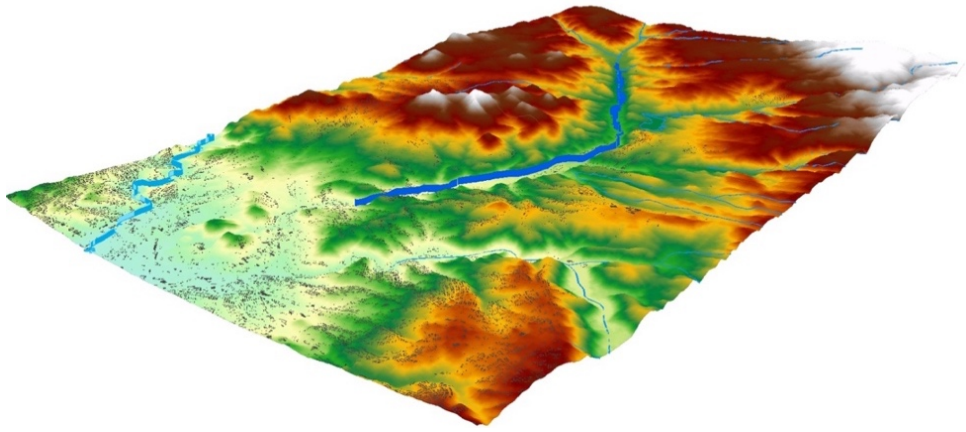
Toplam havza alanı 460 km² olan Hatip Çayı, Ankara'nın Altındağ, Elmadağ, Çankaya, Kalecik, Keçiören, Mamak ve Yenimahalle ilçelerinden geçerek, Yenimahalle ilçesindeki Akköprü mevkisinde Ankara Çayı'na bağlanır. Çay, Hasanoğlan, Lalahan, Nenek, Ortaköy, Kayaş, Mamak, Altındağ ve Ulus gibi yerleşim yerlerinden geçerek, Etlik semtinde Çubuk Çayı ile birleşip Ankara Çayı'nı oluşturur (Göztepe vd, 2022). Şehrin kentsel alanlarından geçen çay sınırları Şekil 3.2 ve 3.3'de görülmektedir. Alana dair 3 boyutlu yükseklik modeli Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.2 Kent sınırlarında Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve Hatip Çayı (Orijinal, 2024)



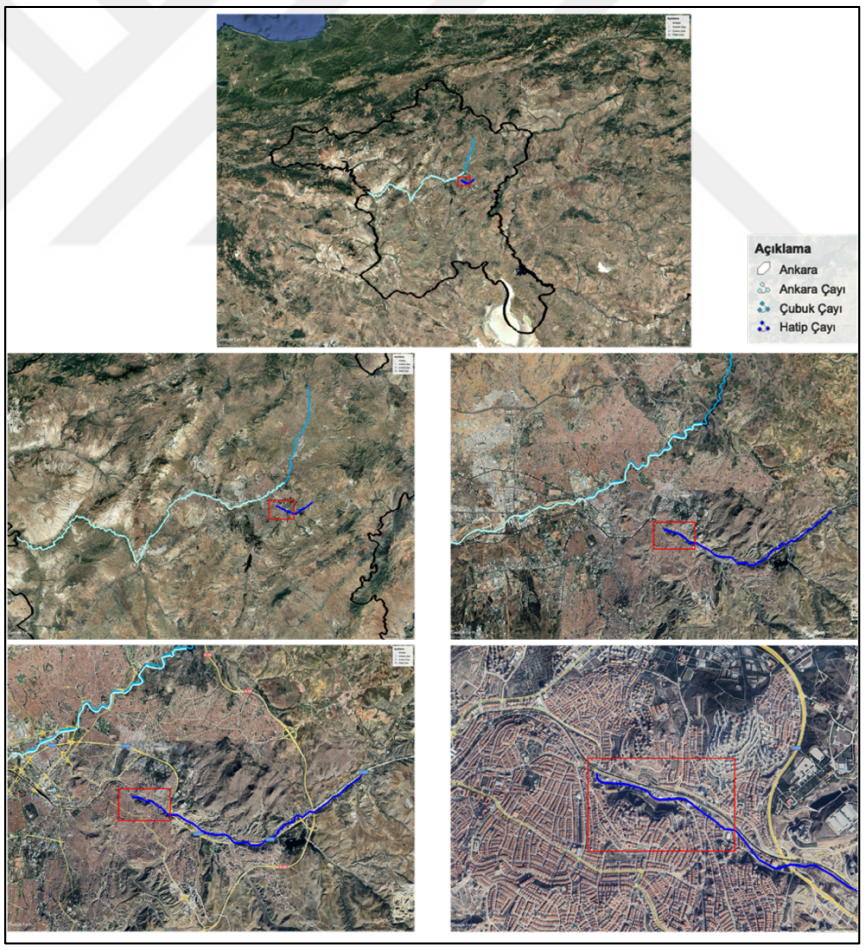
Şekil 3.3 Yerleşim sınırlarında Ankara Çayı, Çubuk Çayı ve Hatip Çayı (Orijinal, 2024)



Şekil 3.4 3 Boyutlu yükseklik modeli (Orijinal, 2024)

3.1.2 Çalışma alanı

Hatip Çayı, Ankara ili sınırları içerisinde önemli bir su sistemi oluşturan akarsulardan biridir. Bu akarsu, Çubuk Çayı ile birleşerek Ankara Çayı'nı meydana getirmektedir. Kentleşme süreci ve altyapı uygulamaları nedeniyle Hatip Çayı'nın büyük bir kısmı çeşitli noktalarda üstü kapatılarak kanal içerisine alınmıştır. Ancak, belirli bölgelerde doğal akış rejimini sürdürebilmektedir. Bu çalışma kapsamında, Ankara'nın Mamak ilçesi sınırları içinde yer alan ve Hatip Çayı'nın açık olarak aktığı son kesim araştırma alanı olarak belirlenmiş ve Şekil 3.5'te, Ankara geneline ait genel çerçeveden başlanarak kademeli olarak yakınlaştırılan bir görselleştirme ile sunulmuştur. Söz konusu bölge, çayın kentsel su sistemi içindeki doğal akış özelliklerini gözlemleme açısından önemli bir referans noktası oluşturmaktadır.



Şekil 3.5 Çalışma alanının konumlandırması (Orijinal, 2024)

Hatip Çayı'nın Mamak ilçesi sınırları içerisindeki açıkta akan bu kesimi, doğudan batıya uzanan doğrultusuyla Mamak ilçesinin merkez kentsel dokusu içinde önemli bir yer tutmaktadır. Çalışma alanı, Mamak Spor Salonu'nun bulunduğu noktadan başlayarak, Necmettin Erbakan Kongre Merkezi'nin çevresine kadar uzanan geniş bir hattı kapsamaktadır. Bu hat boyunca çayın yakın çevresinde hem kültürel ve sosyal yapılar hem de yoğun konut alanları yer almaktadır.

Alan, Mamak Caddesi ve Natoyolu Caddesi gibi ana arterlere yakınlığı sayesinde kolay erişilebilir bir konumda bulunmakta, ayrıca bir demiryolu hattına da komşudur. Doğudan batıya doğru sıralandığında, Mamak Spor Salonu, Mamak Halk Eğitim Merkezi, Mamak Belediyesi, Aktürk Şehitleri Parkı, Çağlayan Camii ve Necmettin Erbakan Kongre Merkezi gibi sosyal, eğitimsel ve kültürel yapılar çayın çevresinde yer almaktadır.
Bu genişletilmiş çalışma alanı, kentsel yoğunluk, ulaşım ilişkileri, sosyal altyapı ve ekolojik koridor potansiyeli bakımından hem analiz hem de mavi-yeşil altyapı önerileri açısından stratejik bir önem taşımaktadır. Hatip Çayı'nın bu kesimi, mevcut durumuyla kentsel dokunun içinde hem bir su ögesi olarak hem de ekolojik bir bağlantı hattı olarak değerlendirilmeye elverişlidir. (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Çalışma alanı uydu görüntüsü (Orijinal, 2024)

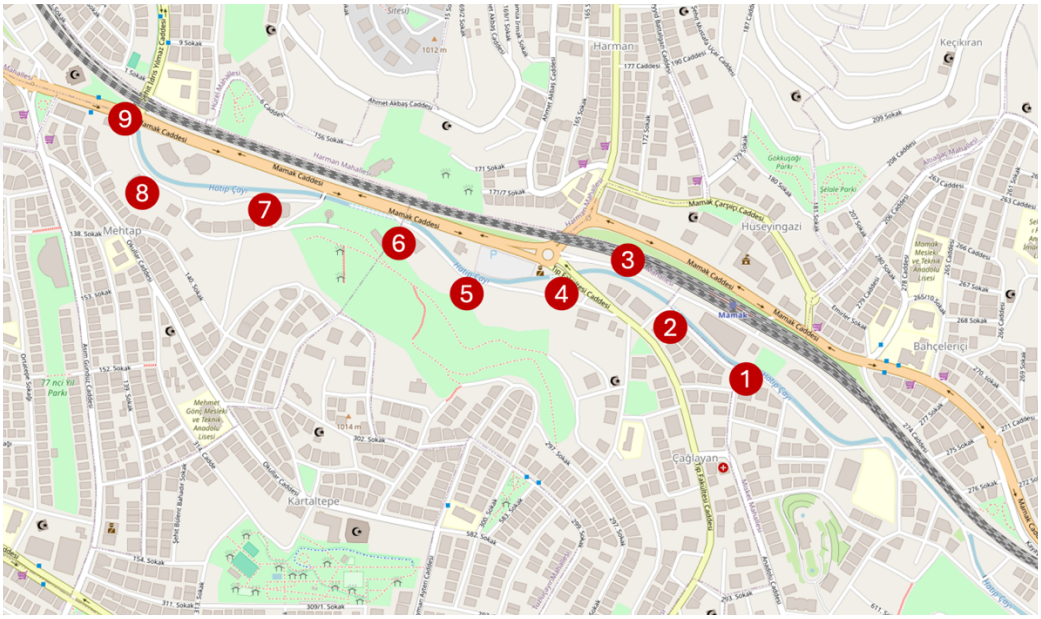
Hatip Çayı'nın Mamak ilçesi sınırları içerisindeki açıkta kalan bu kesimi, kent içi su sisteminin nadir örneklerinden birini temsil etmesine rağmen, çevresel süreklilik ve fonksiyonel bağlantılar açısından belirgin kopukluklar barındırmaktadır. Çayın belirli bölümlerinde üstünün kapatılmış olması, doğal akış rejiminin kesintiye uğramasına ve peyzaj ekosistemleri arasındaki geçiş alanlarının zayıflamasına neden olmaktadır. Ayrıca çay boyunca uzanan yeşil alanların sürekliliği sağlanamamış, bazı noktalar beton zeminler, çevre çitleri veya ulaşım altyapısı ile parçalanmıştır. Bu durum, hem ekolojik işlevlerin hem de sosyal kullanımların kısıtlanmasına yol açmaktadır. Alanda yapılan gözlemler, çayın bazı noktalarında kamusal erişimin sınırlı olduğunu, mevcut açık alanların ise sürdürülebilir peyzaj yönetimi ilkelerine göre tasarlanmadığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bu çalışma, söz konusu mekânsal kopuklukları ortaya koyarak Hatip Çayı'nın kent dokusu içindeki ekolojik ve sosyal bağlayıcılığını artıracak mavi-yeşil altyapı stratejilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir.

3.1.3 Çalışma alanı fotoğraflama noktaları

Bu çalışma kapsamında, Ankara ili Mamak ilçesi sınırları içerisinde yer alan Hatip Çayı'nın açıkta akan kesimi incelenmiş ve bu kesim üzerinde yerinde gözleme dayalı niteliksel bir analiz yöntemi benimsenmiştir. Fotoğraflamanın temel amacı, çayın mevcut fiziksel durumunun, çevresel bağlamının ve kullanıcı etkileşimlerinin yerinde gözlem yoluyla ortaya konmasıdır. Bu doğrultuda, çayın doğudan batıya doğru izlediği akış yönü boyunca, çevresindeki fiziksel, mekânsal ve kentsel farklılıkları yansıtacak şekilde dokuz adet stratejik gözlem ve fotoğraflama noktası belirlenmiştir. Bu noktaların seçiminde, çayın morfolojik ve yapısal özellikleri, çevresinde bulunan peyzaj elemanları (ağaç dokusu, rekreasyon alanları, suya yakın yeşil yüzeyler vb.), yaya ve araç erişilebilirliği, geçirgen ve geçirimsiz yüzeylerin oranı, mevcut yeşil doku yoğunluğu, altyapı sistemlerinin görünürlüğü ve durumu (kanalizasyon, yağmursuyu ızgaraları, menfezler vb.) ile alanın sosyal kullanım potansiyeli (oturma, dolaşma, oyun, gözlemleme gibi faaliyetler) gibi çok boyutlu kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

Belirlenen bu noktalar, hem nicel gözlemler (örneğin geçirgen yüzey oranı) hem de niteliksel yorumlar (örneğin peyzaj kalitesi veya kullanıcı davranışları) açısından karşılaştırmalı analizlere olanak sağlayacak şekilde konumlandırılmıştır.

Alan analizi için kullanılan temel harita altlığı, detay hassasiyeti ve açık kaynak erişimi nedeniyle OpenStreetMap tabanlı olarak düzenlenmiş ve her bir fotoğraflama noktası bu harita üzerinde konumlandırılmıştır. Fotoğraflama noktalarına dair şema Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Çalışma alanı fotoğraflama noktaları (Orijinal, 2024)

1. Fotoğraflama noktası: Birinci fotoğraflama noktası, Mamak Belediyesi yakınında yer alan Çoluk Çocuk Parkı'nın önünde bulunan köprü üzerinde konumlandırılmıştır (Şekil 3.8). Bu noktadan, hem çayın akış yönüne (Şekil 3.9-3.10) hem de park alanına yönelik çeşitli açılardan fotoğraflamalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11).

Seçilen bu nokta, Hatip Çayı'nın kent içerisindeki görünürlüğü, erişilebilirliği ve kamusal açık alan kullanımıyla olan etkileşimini belgelemek açısından önemli bir başlangıç noktasıdır.



Şekil 3.8 Hatip Çayı köprü noktası
(Orijinal, 2025)



Şekil 3.9 Köprü üzerinden Hatip Çayı'na bakış
(Orijinal, 2025)

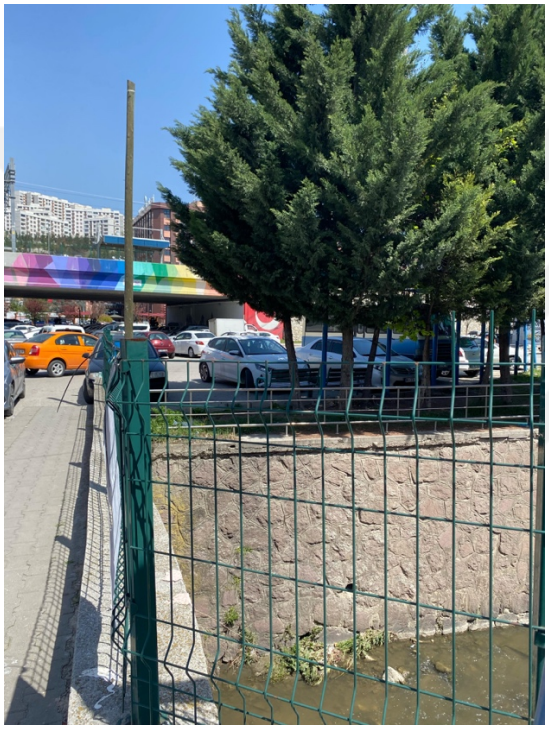


Şekil 3.10 Köprü üzerinden Hatip Çayı'na bakış
(Orijinal, 2025)



Şekil 3.11 Çocuk parkına bakış
(Orijinal, 2025)

2. Fotoğraflama noktası: İkinci fotoğraflama noktası, Mamak Belediyesi'nin karşısında, çayın yol altından aktığı kesimin hemen bitiminde konumlandırılmıştır. Bu nokta, demiryolu hattına yakın konumu ile dikkat çekmektedir. Çayın çevresinde yer alan kapalı pazar alanı, spor tesisi ve otoparkın karşısında yer alması sebebiyle hem kentsel altyapı hem de kullanıcı yoğunluğu açısından önemli bir gözlem alanıdır. Fotoğraflar, çayın sınırlarını belirleyen tel örgülere (Şekil 3.12) ve yol üzerinden çayın akış yönüne yönelik çeşitli açılardan (Şekil 3.13) çekilmiştir.



Şekil 3.12 Yol üzeri bakış noktası (Orijinal, 2025)



Şekil 3.13 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış (Orijinal, 2025)

3. Fotoğraflama noktası: Üçüncü fotoğraflama noktası, demiryolu hattına yakın konumlanan bir park alanı ile sağlık merkezi çevresinden seçilmiştir (Şekil 3.14). Bu noktadan çekilen ikinci karede (Şekil 3.15), çay, otopark alanı ve demiryolu birlikte kadraja alınarak alanın çok işlevli yapısı vurgulanmıştır. Üçüncü karede (Şekil 3.16) ise, çay kenarında bulunan bitki örtüsü ile birlikte gözlemlenen atık birikimi ve çevresel kirlilik unsurları dikkat çekmektedir (Şekil 3.17). Bu gözlemler, alanın ekolojik durumu ve bakım gereksinimlerine dair önemli ipuçları sunmaktadır.



Şekil 3.14 Hatip Çayı akış görüntüsü (Orijinal, 2025)



Şekil 3.15 Hatip Çayı, park alanı ve demir yolu (Orijinal, 2025)



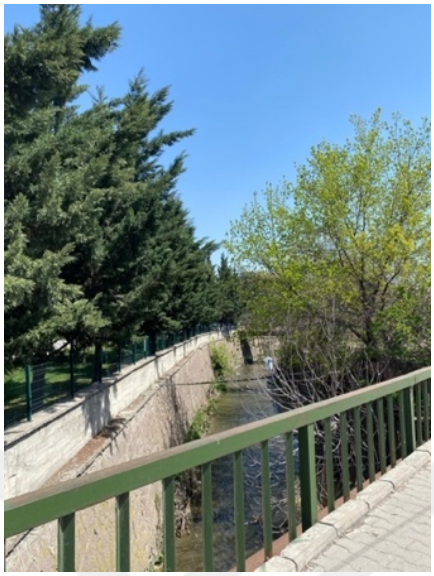
Şekil 3.16 Fotoğraflama noktası mevcut bitkiler (Orijinal, 2025)



Şekil 3.17 Hatip Çayı akış görüntüsü (Orijinal, 2025)

4. Fotoğraflama noktası Dördüncü fotoğraflama noktası, yol kesişiminden Hatip Çayı'na yönelen bir bakış açısını kapsamaktadır (Şekil 85-86). Bu noktadan çekilen görsellerde, çayın taşkın riskiyle ilişkisini gösteren DSİ taşkın koruma sahası sınırı uyarı levhası (Şekil 87) belirgin şekilde yer almakta, ayrıca kullanıma kapatılmış bir

yaya köprüsü dikkat çekmektedir (şekil 88). Seçilen bu açı, alanın hem güvenlik hem de erişilebilirlik açısından değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.



Şekil 3.18 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış (Orijinal, 2025)



Şekil 3.19 Yol üzerinden Hatip Çayı'na bakış (Orijinal, 2025)



Şekil 3.20 DSİ uyarı levhası (Orijinal, 2025)



Şekil 3.21 Hatip Çayı üzerinde kullanıma kapalı köprü (Orijinal, 2025)

5. ***Fotoğraflama noktası:*** Beşinci fotoğraflama noktası, Mamak Belediyesi Ahmet Çalık Buz Pateni Pisti'nin yanında yer alan otopark alanından, çay üzerindeki geçiş köprüsü çevresinde (Şekil 3.22) konumlandırılmıştır. Bu noktadan yapılan çekimlerde, köprünün karşısında yer alan park alanına bakış açısı sağlanmıştır (Şekil 3.23). Ayrıca, bölgede yer alan ASKİ Mamak-Gölbaşı İçme Suyu İletim Hattı yapısı da fotoğraf kompozisyonunda yer almaktadır (Şekil 3.24). Çayın karşı kıyısından çekimler yapılmıştır (Şekil 3.25). Yapılan çekimlerde akış yönü boyunca çevresel kirlilik unsurları (Şekil 3.26-3.27) ve atık birikimi dikkat çekmektedir. Bu gözlem, alanın ekolojik durumu ve bakım ihtiyaçlarına dair önemli ipuçları sunmaktadır.



Şekil 3.22 Hatip Çayı üzerinde köprü (Orijinal, 2025)



Şekil 3.23 Köprü karşısından akış durumu (Orijinal, 2025)



Şekil 3.24 ASKİ Mamak-Gölbaşı içme suyu iletim hattı (Orijinal, 2025)



Şekil 3.25 Köprü karşısından bakış (Orijinal, 2025)



Şekil 3.26 Hatip Çayı çevre kirliliği (Orijinal, 2025)



Şekil 3.27 Hatip Çayı çevre kirliliği (Orijinal, 2025)

6. ***Fotoğraflama noktası:*** Altıncı fotoğraflama noktası, akaryakıt istasyonu (Şekil 3.27), Mamak Caddesi (Şekil 3.28) konut yerleşimleri, Mamak Şelalesi ve çevresindeki restoran yapısını (Şekil 3.29) kapsayan kentsel bileşenlerin kesişiminde konumlanmıştır. Fotoğraflar, yerleşim alanı ile akaryakıt istasyonu arasındaki geçiş güzergâhında; restoran yapısı ve Mamak Caddesi bağlantısını sağlayan köprü çevresinden (Şekil 3.30) çekilmiştir. Bu nokta, günlük yaşamla çayın ilişkisini bağlantısını gözlemleme açısından önemli bir kesittir.



Şekil 3.28 Hatip Çayı ve akaryakıt istasyonu (Orijinal, 2025)



Şekil 3.29 Hatip Çayı akış durumu (Orijinal, 2025)

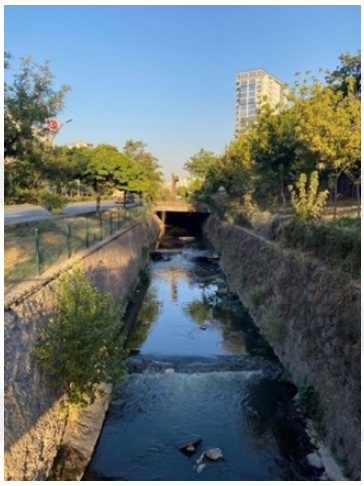


Şekil 3.30 Mamak Şelalesi yakınından Hatip Çayı ve restoran (Orijinal, 2025)



Şekil 3.31 Köprü üzerinden Hatip Çayı akışı (Orijinal, 2025)

7. ***Fotoğraflama noktası:*** Yedinci fotoğraflama noktası, 15 Temmuz Şehitleri Anıtı alanının yakın çevresinden seçilmiş olup, Mamak Caddesi kenarında, Mamak Şelalesi ile Necmettin Erbakan Kültür Merkezi arasında konumlanmaktadır. Bu noktada gerçekleştirilen çekimler, farklı zaman dilimlerinde çayın akış rejimini karşılaştırmalı olarak inceleme amacı taşımaktadır. Ağustos 2024'te çekilen ilk iki görselde (Şekil 3.32-3.33) çayın daha açık renkte aktığı gözlemlenirken, Nisan 2025'te aynı noktadan yapılan çekimlerde (Şekil 3.34-3.35) çayın renginde belirgin bir bulanıklaşma tespit edilmiştir.



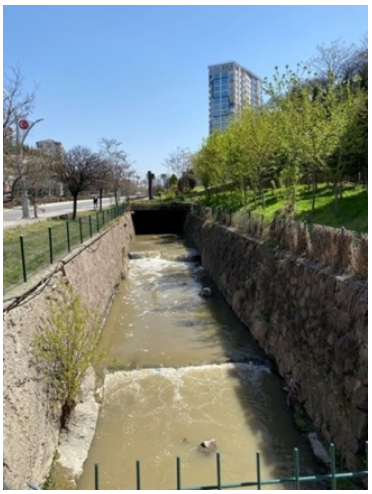
Şekil 3.32 Ağustos 2024'ten Hatip Çayı akışı (Orijinal, 2024)



Şekil 3.33 Ağustos 2024'ten Hatip Çayı akışı (Orijinal, 2024)

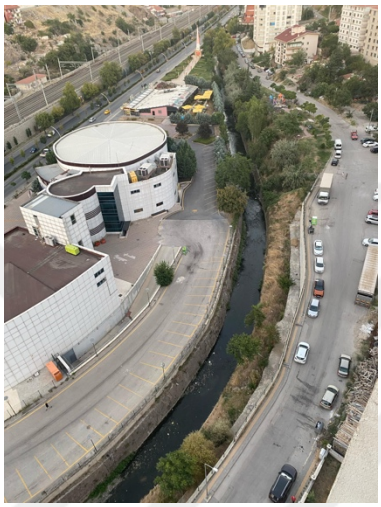


Şekil 3.34 Nisan 2025'ten Hatip Çayı akışı (Orijinal, 2025)

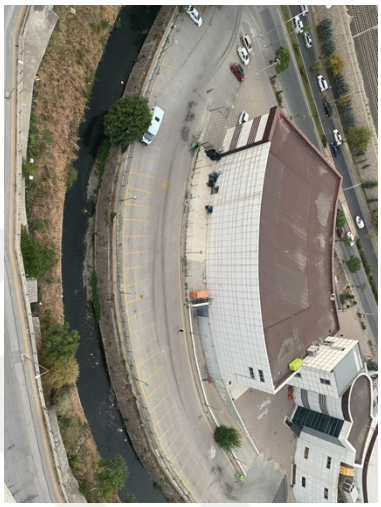


Şekil 3.35 Nisan 2025'ten Hatip Çayı akışı (Orijinal, 2025)

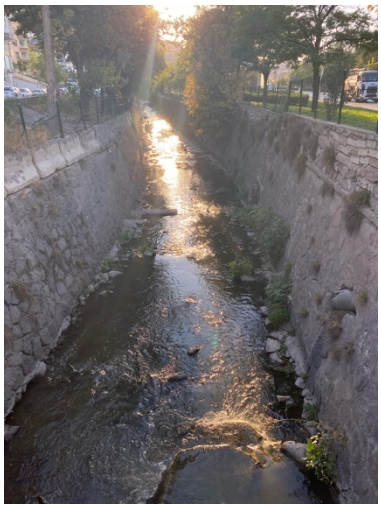
8. Fotoğraflama noktası: Sekizinci fotoğraflama noktası, Necmettin Erbakan Kültür Merkezi'nin yakın çevresinden seçilmiş olup, aynı zamanda yerleşim alanlarına da yakın konumda yer almaktadır. Bu noktadaki gözlemler, hem kuşbakışı (Şekil 3.36-3.37) yapılan çekimlerle hem de yer düzeyinden çekilmiş fotoğraflarla (Şekil 3.38-3.39) desteklenmiştir. Görsellerde, Hatip Çayı'nın bu kesimdeki akış yönü ve çevresel koşulları net bir şekilde izlenebilmektedir.



Şekil 3.36 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü (Orijinal, 2024)



Şekil 3.37 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü (Orijinal, 2024)

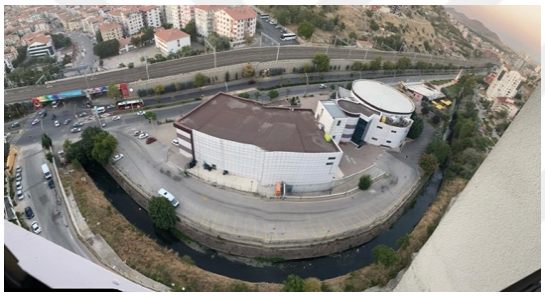


Şekil 3.38 Hatip Çayı akış durumu (Orijinal, 2024)



Şekil 3.39 Hatip Çayı akış durumu ve çevresi (Orijinal, 2024)

9. Fotoğraflama noktası: Dokuzuncu fotoğraflama noktası, Hatip Çayı'nın açık yatak içerisinde gözlemlenebildiği son kesimi temsil etmektedir (Şekil 3.40). Nokta, Necmettin Erbakan Kültür Merkezi ile Mamak Caddesi'nin kesişiminde, yerleşim alanlarının çevrelediği bir konumda yer almaktadır (Şekil 3.41). Bu bölgede yapılan belgelemeler, kuşbakışı ve yer düzeyinden elde edilen çekimlerle gerçekleştirilmiştir. Görsellerde, çayın çevresel özelliklerinin yanı sıra, alanda bulunan tanker dolum noktası (Şekil 3.42-3.43) ve uyarı levhaları dikkat çekmektedir. Bu durum, bölgenin hem ekolojik hem de kentsel risk ve potansiyeller açısından çok boyutlu olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.



Şekil 3.40 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü (Orijinal, 2024)



Şekil 3.41 Hatip Çayı kuşbakışı görünümü (Orijinal, 2024)



Şekil 3.42 tanker yolu (Orijinal, 2024)



Şekil 3.43 Tanker dolum noktası (Orijinal, 2024)

3.2 Yöntem

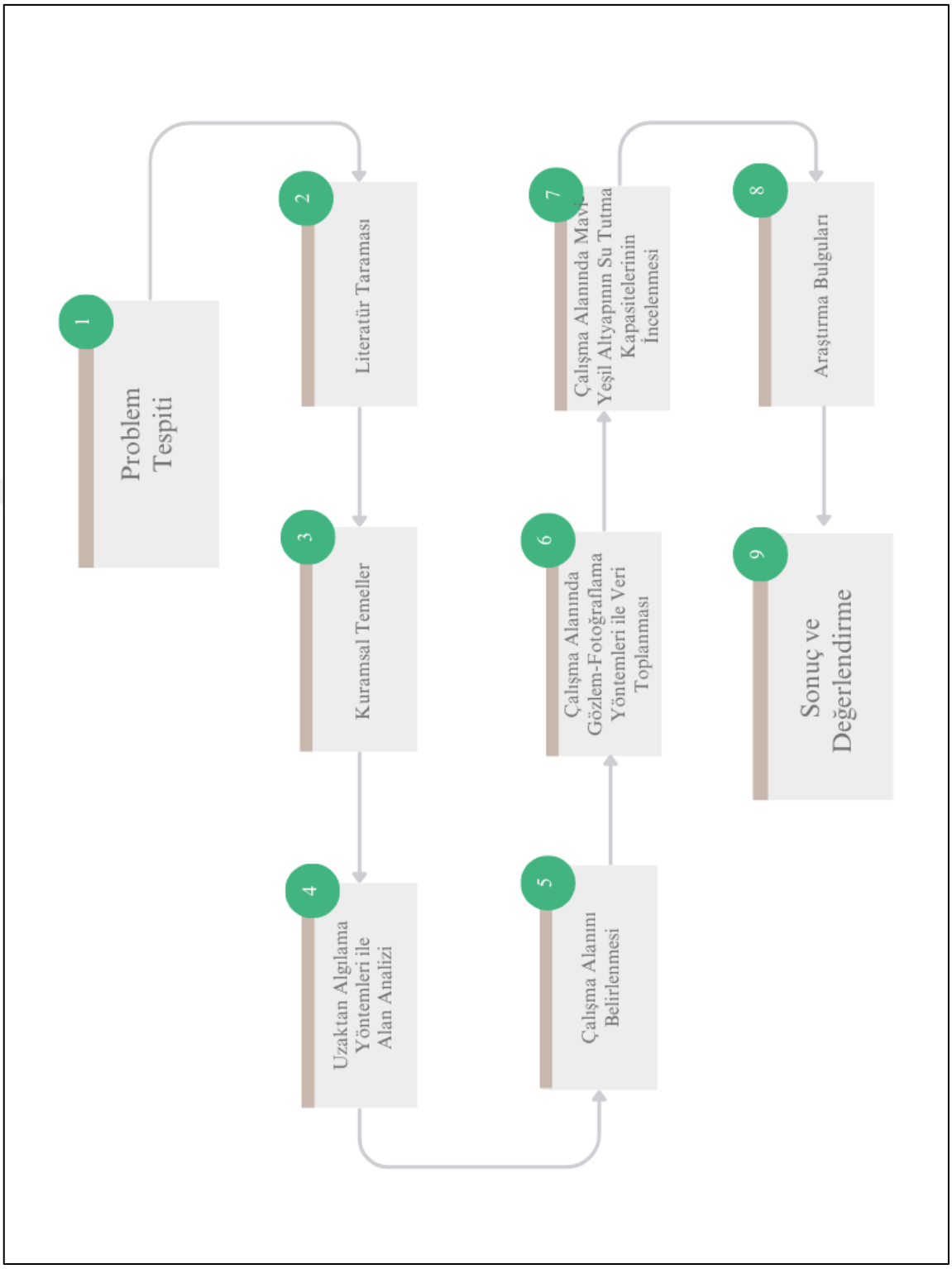
Çalışma yöntemi üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşama: Yağmur suyu denetimi, mavi-yeşil altyapı, kentsel drenaj konularında yapılan çalışmaların, makalelerin, tezlerin ve araştırmaların incelenmesi ve derlenmesi.

İkinci aşama: Hatip Çayı örneğinde mavi-yeşil altyapı kapsamında kullanımların mekânsal olarak uzaktan algılama teknikleri aracılığıyla tespit edilmesi; tespit edilen noktalarda yağmur suyunun dolaşımı, drenaj ağlarının durumu, mavi-yeşil altyapının kentsel dokuya etkilerinin incelenmesi; elde edilen verilerin yeşil alanların su tutma kapasitesi, geleneksel ve sürdürülebilir yağmur suyu toplama ve yönlendirme sistemleri açısından analiz edilmesi.

Üçüncü aşama: Elde edilen bulgular ile sonuç bölümünde Ankara-Hatip Çayı Örneği kentsel yağmur suyu denetimi ve mavi-yeşil altyapı modelinin oluşturulması ve tartışılması.

Yöntemin akış şeması Şekil 3.44'de gösterilmiştir.



Şekil 3.44 Yöntem akış şeması

3.2.1 Literatür taraması

Akademik araştırmalar, önceki bilimsel çalışmaların bulgularına, ortaya konulan fikirlere ve ele alınan yaklaşımlara dayanarak şekillenir. Bir araştırmanın sağlam bir temele oturabilmesi için, ilgili alanda daha önce yapılan çalışmaların incelenmesi gereklidir. Bu sürece literatür taraması denir ve araştırma konusuyla ilgili yayımlanmış eserlerin belirlenmesi, incelenmesi, sınıflandırılması, özetlenmesi ve yorumlanmasını kapsar. Literatür taramasının temel amacı, mevcut çalışmaların hangi noktaya ulaştığını anlamak, araştırma alanındaki eksiklikleri ve henüz ele alınmamış konuları belirlemek ve yürütülen çalışmanın bilimsel çerçevede nerede konumlandığını ortaya koymaktır (Demirci A. , 2014).

Bu çalışmada, Hatip Çayı ve mavi-yeşil altyapı ile ilgili mevcut bilgi birikimini değerlendirmek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması kapsamında, akademik makaleler, kitaplar, tezler, teknik raporlar ve ilgili kurumların yayımladığı belgeler incelenmiştir. Özellikle mavi-yeşil altyapı, yağmur suyu denetimi, uzaktan algılama teknikleri ve sürdürülebilir kentsel peyzaj tasarımı uygulamaları ile ilgili çalışmalara odaklanılmıştır. Seçilen kaynaklar, Google Scholar, Web of Science, Scopus ve YÖK Tez Merkezi gibi akademik veri tabanlarından taranmıştır. Ayrıca, ulusal ve uluslararası düzeyde çevresel planlama ve su yönetimi konusunda çalışan kuruluşların yayımladığı raporlar da değerlendirilmiştir. Bu yöntem sayesinde, Hatip Çayı özelinde mavi-yeşil altyapı uygulamalarının mevcut durumu, bilimsel yaklaşımlar ve iyi uygulama örnekleri ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Literatürden elde edilen bilgiler, saha çalışmaları ve uzaktan algılama analizleri ile desteklenerek araştırmanın sağlam bir teorik temele oturması sağlanmıştır.

3.2.2 Yağmur suyu akış modeli ve taşkın analizi

Bu çalışmada, HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) yazılımı kullanılarak, belirlenen alanda dere yataklarının performansı analiz edilmiştir. HEC-RAS, özellikle su akışının modellemesi ve taşkın risklerinin değerlendirilmesinde

yaygın olarak kullanılan bir yazılımdır. Yazılım, açık kanal akışlarını ve dere sistemlerinin hidrolik performansını simüle ederek, mevcut altyapının verimliliğini ölçmeyi mümkün kılmaktadır (Brunner, 2016).

Çalışmada, öncelikle dere yatağının topografik verileri ve su akış parametreleri (örneğin; debi, hız, eğim) HEC-RAS'a entegre edilmiştir. Bu veriler, alanın dijital yükseklik modeli (DEM- Dijital Elevation Model) ve mevcut arazi kullanımı verileri üzerinden elde edilmiştir. Ardından, farklı akış senaryoları (yağmur şiddeti, debi değişimlerinin simülasyonu) oluşturulmuş ve bu senaryolar altında dere yatağının akış durumu incelenmiştir. HEC-RAS modeli, taşkın senaryoları oluşturmak için kullanılan "1D Akış Modeli" üzerinden su seviyelerini ve taşkın alanlarını tahmin etmekte kullanılmıştır. Çalışma, özellikle dere yataklarının performansının iyileştirilmesi ve olası taşkınların önlenmesi amacıyla mavi-yeşil altyapı çözümlerinin uygulanabilirliğini değerlendirmektedir.

Hatip Çayı özelinde bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, alanın yerleşimle iç içe geçmiş yapısı ve geçmişte yaşanan su baskınlarıdır. Kentleşmenin artmasıyla birlikte geçirimsiz yüzeylerin çoğalması, yağmur suyu akışının doğal döngüsünü bozmuş ve bu durum taşkın riskini önemli ölçüde artırmıştır. Hatip Çayı'nın çevresindeki mevcut altyapının bu riskleri ne ölçüde karşılayabildiğini değerlendirebilmek, olası müdahale senaryolarını test edebilmek ve taşkın alanlarını doğru biçimde haritalandırmak için HEC-RAS, yüksek çözünürlüklü verilerle çalışabilen ve mühendislik temelli simülasyonlara olanak tanıyan güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca modelleme çıktıları, mavi-yeşil altyapı gibi doğa tabanlı çözümlerin planlanmasında bilimsel bir zemin oluşturarak, sürdürülebilir ve yerel bağlama uygun önerilerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır.

Veri Toplama ve Hazırlık: İlk aşamada, Hatip Çayı Havzası'na ait topografik veriler, arazi kullanımı bilgileri ve hidrolojik veriler temin edilmiştir.

- Topografik veriler, sayısal arazi modeli (DEM) üzerinden elde edilmiş,

- Hidrolojik veriler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DSİ) akım gözlem yıllıkları ve akademik yayınlardan temin edilmiştir. (DSİ, Akım Gözlem Yıllıkları, 2025)

Ayrıca, akarsu yatağına ilişkin uydu görüntüleri ve haritalar kullanılarak nehrin fiziki yapısı analiz edilmiştir.

Geometrik Modelleme: Toplanan veriler HEC-RAS yazılımı kullanılarak modelleştirilmiştir. Bu kapsamda:

- Bank Line (Şev Sınırları): Nehrin sağ ve sol sınırlarını göstermek amacıyla yaklaşık 200 metre genişliğinde bank line çizimi yapılmıştır. Bu işlem, nehir kesitlerini tanımlamak ve akarsu yatağının taşkın dış sınırlarını belirlemek için gereklidir.
- Flow Path (Akım Yolu): Akım yönü boyunca yaklaşık 100 metrelik flow path (akım hattı) oluşturulmuş, böylece kesitlerin doğru sıralanması sağlanmıştır.
- Cross Sections (En Kesitler): Akarsu yatağının yapısal profilini temsil eden en kesitler, HEC-RAS RAS Mapper arayüzü üzerinden otomatik aralıklarla yerleştirilmiştir. En kesit sayısı ve yerleşimi, arazinin topografyasına göre sistem tarafından optimize edilmiştir.

Bu adımların ardından modelin geometrik doğruluğu kontrol edilerek hidrolik hesaplamalara geçilmiştir.

Akım Verilerinin Belirlenmesi (Steady Flow Analysis): Hatip Çayı'nın maksimum taşkın debisini temsil edecek değer, DSİ verileri ve bölgesel hidrolojik çalışmalar incelenerek 15 m^3/s olarak belirlenmiştir. Bu değer, HEC-RAS sistemine uygun olacak şekilde cfs (cubic feet per second) birimine dönüştürülmüştür.

$$15\ m3/s \times 35.3147 = \mathbf{529.72\ cfs}$$

Hatip Çayı'nın farklı kesimlerinden elde edilen uydu görüntüleri ve alan fotoğrafları kullanılarak, akarsu yatağına ait yüzey, malzeme ve çevresel koşullar değerlendirilmiştir. Cowan yöntemi esas alınarak yapılan analiz sonucunda, pürüzlülük katsayısı (Manning) belirlenmiştir (Cowan, 1956). Yatak çoğunlukla yapay malzemeden (beton) oluşmakta, ancak bazı kesimlerde doğal zemin ve engeller de yer almaktadır. Bitki örtüsü, kanal

boyunca düzensiz dağılım göstermektedir. Bu bağlamda kullanılan n değeri, hem mevcut koşullara uygun hem de literatürde önerilen sınırlar içerisindedir.

Bu yöntem, Batman Çayı gibi benzer akarsularda yapılan çalışmalardan esinlenilerek uygulanmıştır (Efe ve Önen, 2015).

Cowan (1956) tarafından geliştirilen yöntem aşağıdaki gibi tanımlanır:

n = (nb + n1 + n2 + n3 + n4) · m

Burada;

- **nb**: Taban malzemesi (doğal malzeme)
- **n1**: Yüzey düzensizlikleri
- **n2**: Kanal şekli ve kesit değişimleri
- **n3**: Engeller (köprü, yapı vb.)
- **n4**: Bitki örtüsü
- **m**: Mendereslilik düzeltme katsayısı

Hatip çayı'na dair cowan yöntemi hesaplamalarına ilişkin parametre ve değerler 3.1'de listelenmiştir.

Çizelge 3.1 Cowan yöntemine göre Hatip Çayı manning katsayısı hesabı

Parametre	Açıklama	Değer
nb	Taş ve beton taban	0.11
n1	Orta düzey yüzey düzensizliği	0.002
n2	Az değişkenlik gösteren kanal şekli	0.001
n3	Küçük yapısal engeller (menfez vb.)	0.001
n4	Seyrek ve düşük boylu bitki örtüsü	0.002
m	Hafif menderesli yapı	0.75

$$\boldsymbol{n}=(0.11+0.002+0.001+0.001+0.002)\times 0.75=0.024\times 0.75=\boldsymbol{0.087}$$

Bu değerler, Steady Flow Data sekmesine girilerek model çalıştırılmıştır. HEC-RAS ile yapılan hidrolik analizler sonucunda, bölgedeki mevcut drenaj sisteminin yağmur suyu denetimi açısından yeterli olup olmadığı, olası taşkın riski taşıyan bölgeler ortaya konulmuştur. Bu analizlerin, bölgedeki suyun taşınması ve yönetilmesi ile ilgili gelecekteki altyapı planlamalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

Modelleme sürecinde kullanılan tüm veriler, analiz sürecinde kullanılan kaynaklar, ölçüm değerleri ve yapılan varsayımlar sistematik olarak çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Yağmur suyu akış modeli ve taşkın analizi için kullanılan veriler

Veri/Parametre	Değer/Format	Açıklama	Kaynak/Yöntem
Çalışma Alanı Uzunluğu	14 km	43 km uzunluğundaki Hatip Çayı'nın kent merkezinden geçen 14 km'lik kısmı kullanılmıştır.	Görsel analizler / Google Earth / Yer gözlemi
Bank Line Length (Şev Sınırları)	200 m (yaklaşık)	Sağ ve sol akarsu sınırları belirlenmiştir.	HEC-RAS manuel çizim
Flow Path Length (Akış Yolu)	100 m (yaklaşık)	HEC-RAS'ta ana akış yönü uzunluğu belirlenmiştir	HEC-RAS manuel çizim
Cross Sections (En Kesitler)	Otomatik 10–20 m aralıklarla	HEC-RAS'ta arazi verisi üzerinden otomatik olarak oluşturulmuştur	HEC-RAS Auto Cross Sections seçeneği ile
Sayısal Yükseklik Modeli (DEM)	.tif formatı	Akarsu kot verilerini oluşturmak için kullanılmıştır.	ArcGIS / Coğrafi veri altlıkları
Manning (Pürüzlülük) Katsayısı (n)	0.015–0.018	Cowan yöntemine göre hesaplanmıştır.	Cowan (1956), Arazi gözlemi
Debi Birimi	15 $m^3/s \approx 529.72$ cfs	HEC-RAS için metrik debi cfs'ye çevrilmiştir.	1 $m^3/s = 35.3147$ cfs dönüşümü
Koordinat Sistemi	WGS 84 / UTM Zone 36N	Tüm veriler bu sistemle eşleştirilmiştir.	HEC-RAS / GIS eşleştirmesi
Yüzey Örtüsü Durumu	Seyrek bitkili, çoğunlukla kentsel dokunun hakim olduğu çevre	Düşük bitki örtüsü etkisi hakimdir.	Gözlemler, Uydu görüntüsü ve CORINE2018 verisi

3.2.3 Mevcut durum analizi ve kesit çalışmaları

Mevcut durum analizinde, çalışma alanında belirlenen kritik noktalardan yerinde gözlemler yapılmış ve bu noktalara ilişkin fotoğraflamalar gerçekleştirilmiştir. Seçilen noktalar, çayın doğal akışı, çevresel koşullar, bitki örtüsü, insan etkisi ve altyapı ilişkileri dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu analiz, hem alanın mevcut peyzaj karakterinin hem de

mavi-yeşil altyapı uygulamaları için potansiyel müdahale alanlarının ortaya konulması açısından önem taşımaktadır.

Kesit çalışmaları aşamasında, mevcut durum analizinde elde edilen veriler ve fotoğraflardan yararlanılmıştır. Belirlenen temsili noktalar üzerinden, hem mevcut durumu yansıtan hem de gelecekte önerilebilecek mavi-yeşil altyapı uygulamalarını destekleyecek kesitler hazırlanmıştır. Ayrıca, kesit çalışmalarında yer verilecek bitkisel düzenlemelerin, hem ekolojik hem de estetik açıdan işlevsel olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, MYA sistemleri kapsamında kullanılabilecek bitki türlerine yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Seçilen türler, yerel iklim koşullarına uyumlu, düşük bakım gerektiren, su tutma kapasitesi yüksek ve biyolojik çeşitliliği destekleyici özellikler göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Özellikle yağmur bahçeleri, yeşil koridorlar, geçirgen yüzey kenarları ve su kenarı bitkilendirmeleri için uygun olan yerli ve doğal türlere öncelik verilmiştir. Bitki seçiminde, derin kök yapısına sahip türler suyun toprakta tutulmasını sağlarken, yoğun yapraklı ve yer örtücü bitkiler yüzey akışını azaltıcı etki sunmaktadır (Dunnet ve Kingsbury, 2008).

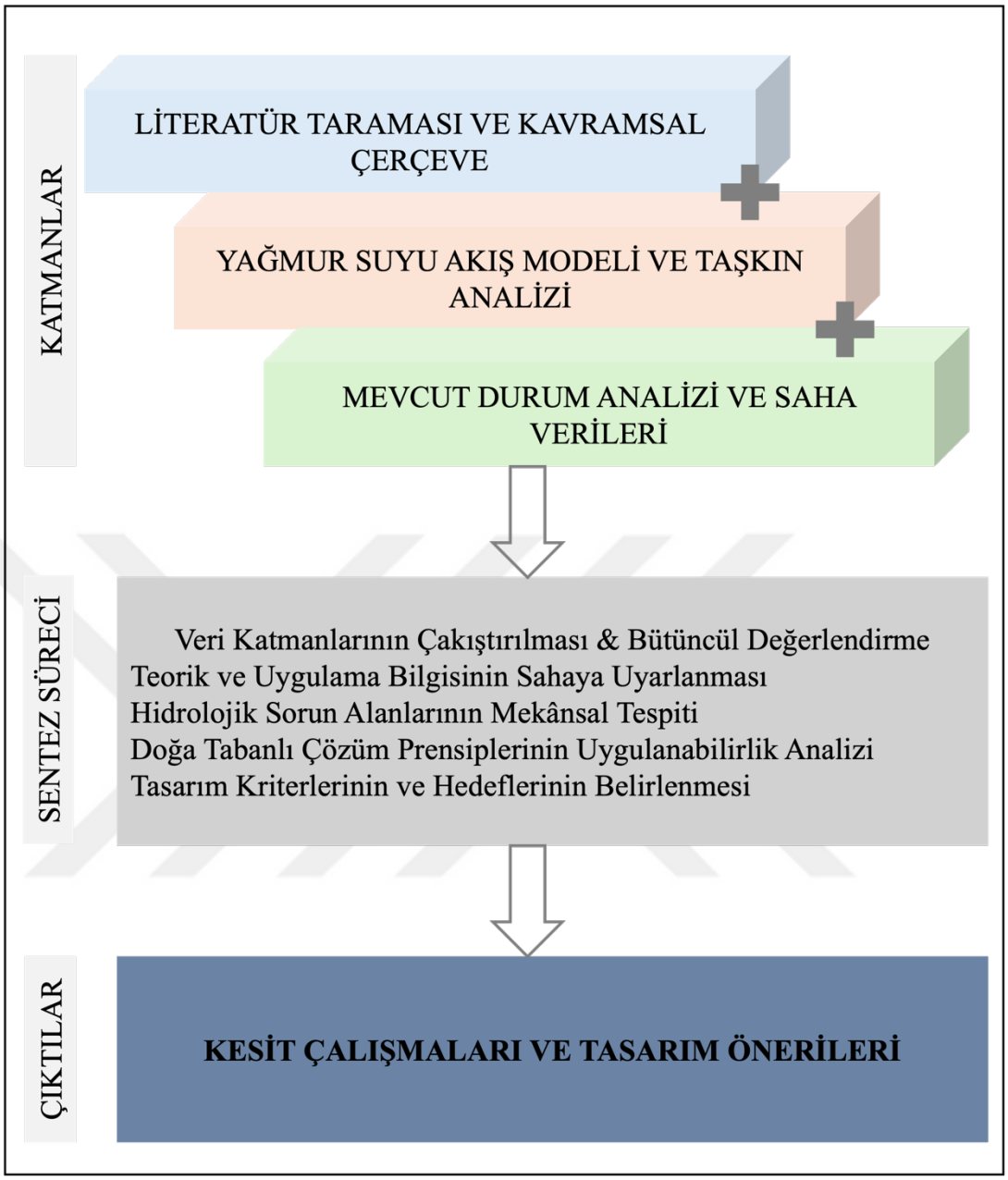
Hazırlanan kesitlerde, su yönetimi, taşkın kontrolü, ekolojik koridor oluşturulması, yeşil rekreasyon alanlarının entegrasyonu gibi mavi-yeşil altyapı ilkeleri dikkate alınmıştır (Benedict ve McMahon, 2006).

Bu yöntemin tercih edilmesinin temel nedeni, alanın mevcut potansiyelini görsel ve analitik verilerle ortaya koymak ve önerilerin somutlaştırılmasını sağlamaktır. Özellikle su odaklı peyzaj tasarımlarında, mevcut durumun doğru analizi ve hedefe yönelik öneri geliştirilmesi sürecinde kesit çalışmalarının büyük katkı sunduğu bilinmektedir (Waldheim, 2016).

Belirlenen çalışma alanı kapsamında toplam dokuz farklı noktada yerinde fotoğraflama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her bir fotoğraflama noktasından elde edilen görseller arasından, mavi-yeşil altyapı uygulamaları açısından temsil kabiliyeti yüksek olanlar seçilmiş ve bu görseller üzerinden kesit çalışmaları hazırlanmıştır.

3.3 Sentez Süreci

Bu çalışmada yürütülen sentez süreci, birbirini tamamlayan dört temel analiz katmanının bütüncül ve karşılıklı etkileşim içinde değerlendirilmesine dayanmaktadır. Öncelikle, literatür taraması aracılığıyla oluşturulan kavramsal çerçeve; doğa tabanlı çözümler, mavi-yeşil altyapı sistemleri ve suya duyarlı kentsel tasarım gibi sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi yaklaşımlarının ilkesel temellerini sunmuş, bu yaklaşımların ulusal ve uluslararası düzeydeki uygulama örnekleri çalışma kapsamında önerilecek stratejilere yön vermiştir. Bu teorik altyapının ardından geliştirilen yağmur suyu akış modellemesi ve taşkın analizleri, çalışma alanına ilişkin hidrolojik dinamiklerin anlaşılmasını sağlamış; yüzey akışı, debi, akış yönü ve taşkın riski gibi sayısal veriler sayesinde müdahale önceliği gerektiren alanların belirlenmesine olanak tanımıştır. Sentez sürecinde üçüncü bileşeni oluşturan mevcut durum analizleri ve saha çalışmaları kapsamında ise alanın topoğrafik özellikleri, geçirimsiz yüzeylerin dağılımı, kamusal kullanım yoğunluğu ve altyapı durumu gibi fiziksel ve sosyal veriler belgelenmiş; bu bulgular, modelleme sonuçlarının yerel koşullarla uyumunun test edilmesine ve sahaya özgü ihtiyaçların ortaya konulmasına katkı sunmuştur. Sürecin son katmanı olan kesit çalışmaları ise, tüm bu analizlerin sahaya mekânsal olarak aktarılmasını sağlayan araçlar olarak işlev görmüş; farklı alt bölgeler için önerilen tasarımların uygulanabilirliğini temsil eden temsili kesitler aracılığıyla, doğa tabanlı çözümlerin tasarımsal ve işlevsel boyutları somutlaştırılmıştır. Bu dört katmanın bir arada değerlendirilmesiyle, yalnızca teknik ihtiyaçlara değil, aynı zamanda ekolojik sürdürülebilirlik ve sosyal fayda kriterlerine yanıt veren bütüncül tasarım kararları geliştirilmiştir. Elde edilen öneriler, bilimsel verilere dayalı, yerel bağlamla uyumlu ve literatür temelli yaklaşımların sahada uygulanabilir çözümlere dönüştürülmesini mümkün kılarak tez çalışmasının sentez bölümüne temel teşkil etmiştir. Sentez sürecine dair şema Şekil 3.45'de gösterilmiştir.



Şekil 3.45 Sentez süreci

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, Ankara-Hatip Çayı örneği üzerinden yürütülen araştırmanın bulguları, çalışmanın kuramsal ve yöntemsel çerçevesi doğrultusunda sistematik bir biçimde ele alınmaktadır. Çalışma alanına ilişkin mevcut durumu ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen saha gözlemleri ve fotoğraflama noktalarına dayalı belgelenme süreci, alanın fiziksel, ekolojik ve sosyo-mekânsal karakteristiklerinin çok boyutlu olarak analiz edilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen görsel ve mekânsal veriler, Hatip Çayı'nın mevcut arazi kullanım deseni, topografik eğilimler, bitki örtüsü durumu ve kullanıcı etkileşimleri gibi parametreler bağlamında değerlendirilmiştir.

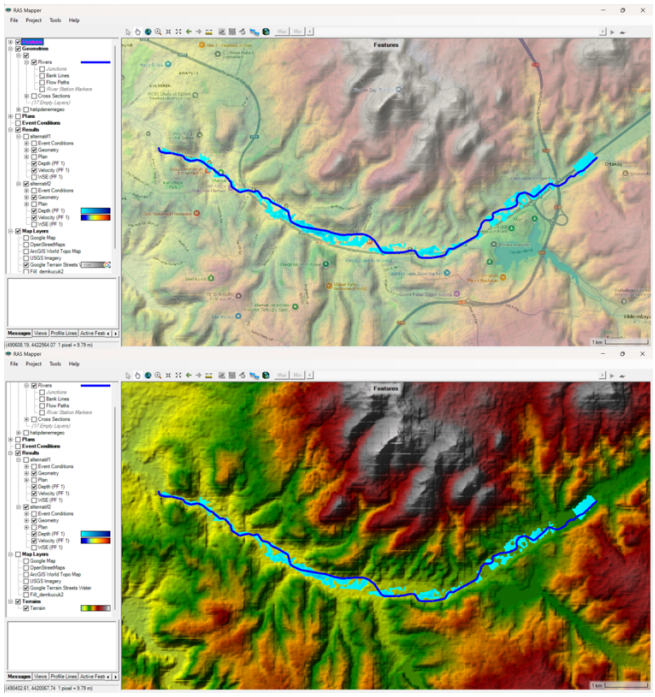
Bu bulgulara paralel olarak uygulanan Yağmur Suyu Akış Modeli ve Taşkın Analizi, çalışma alanındaki hidrolojik dinamikleri nicel olarak ortaya koymakta; taşkın riski taşıyan bölgelerin mekânsal dağılımını, akış yoğunluğu ve yönelimlerini teknik düzlemde tanımlamaktadır. Modelleme çıktıları, alandaki mevcut altyapı kapasitesinin yetersizliklerini ve suyun doğal akış rejimiyle olan çelişkilerini açığa çıkarırken; aynı zamanda su yönetimine yönelik müdahale gerekliliklerini ve öncelikli alanları belirleme sürecine bilimsel dayanak sağlamaktadır.

Tüm bu analiz çıktıları, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin Hatip Çayı havzasında uygulanabilirliğini değerlendirme açısından kritik öneme sahiptir. Zira elde edilen veriler yalnızca mevcut sorun alanlarının tespitine değil, aynı zamanda doğa tabanlı çözümler için uygun mekânsal eşikler ve işlevsel potansiyellerin belirlenmesine de olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, saha gözlemleri ile sayısal modelleme sonuçlarının birlikte okunması, bütüncül bir peyzaj planlama yaklaşımının temellerini oluşturmaktadır.

4.1 Yağmur Suyu Akış Modeli ve Taşkın Analizi Bulguları

HEC-RAS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen yağmur suyu akış modelleme çalışmaları ve taşkın analizi bulguları sunulmaktadır. Çalışma kapsamında, Hatip Çayı'nın şehir içinden geçen 14 km'lik kesimi modelleme alanı olarak belirlenmiştir. Analizler kapsamında kullanılan topografik veriler, akış yolları, en kesitler, debi parametreleri ve yüzey örtüsü verileri detaylı şekilde HEC-RAS ortamına entegre edilmiştir (Çizelge 3.2).

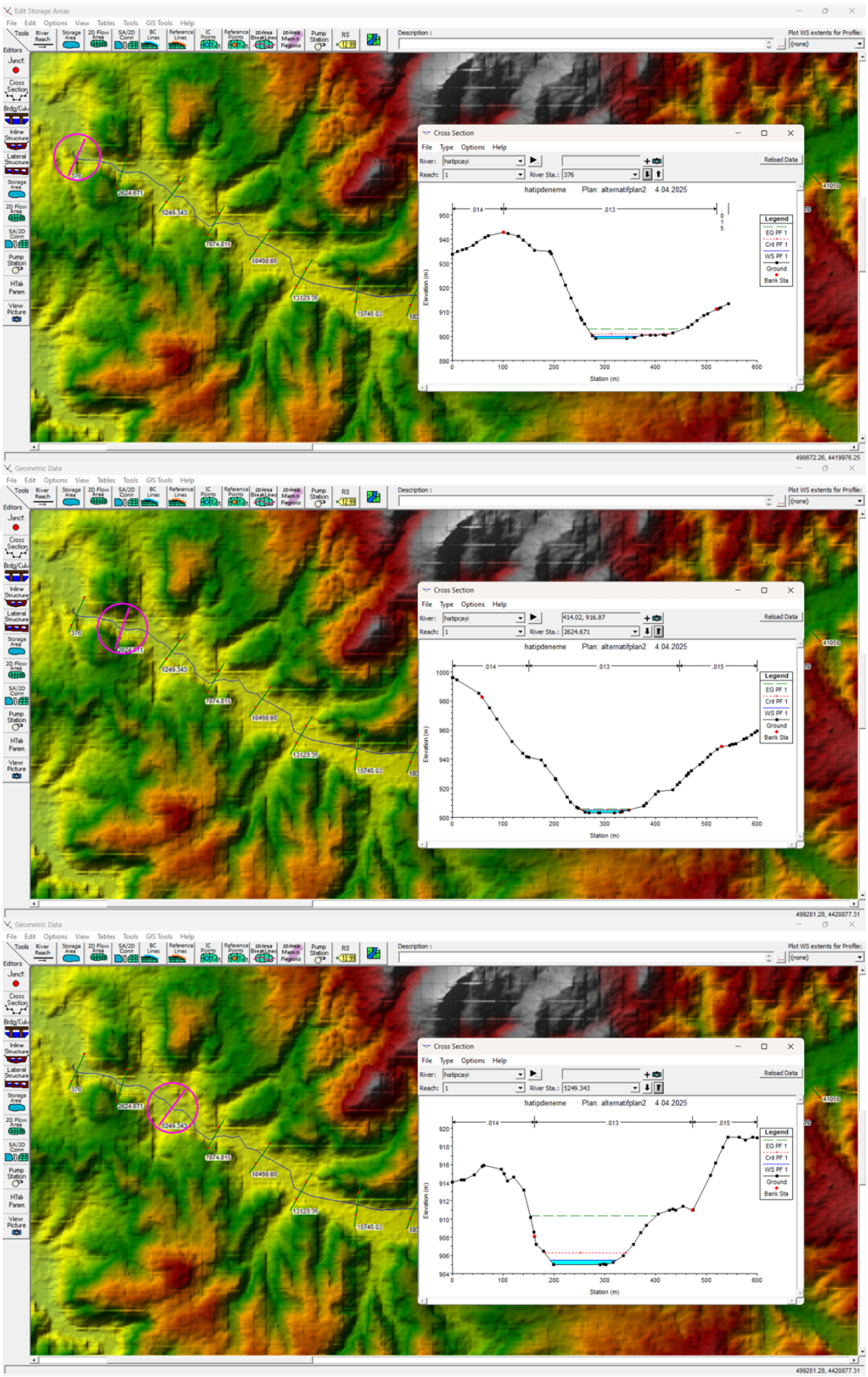
Model sonuçlarına göre, akış hattı boyunca belirli bölgelerde taşkın sınırlarının mevcut kanal sınırlarının dışına taştığı gözlemlenmiştir. Özellikle dere yatağının daraldığı ve çevresindeki yapılaşmanın arttığı noktalarda taşkın riski artmıştır. Şekil 4.1'de görüldüğü üzere, batı ve kuzeybatı yönündeki kesitlerde taşkın sınırları dere yatağının dışına taşmakta ve çevresindeki yerleşim birimlerini tehdit etmektedir. Orta ve doğu bölgelerinde de taşkın sınırlarının arttığı görülmekte fakat bu alanlarda mevcut bulunan açık yeşil alanların bu tehditi yumuşattığı düşünülmektedir. Bu durum, bölgedeki yüzey akışlarının düzenlenmesinin gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.



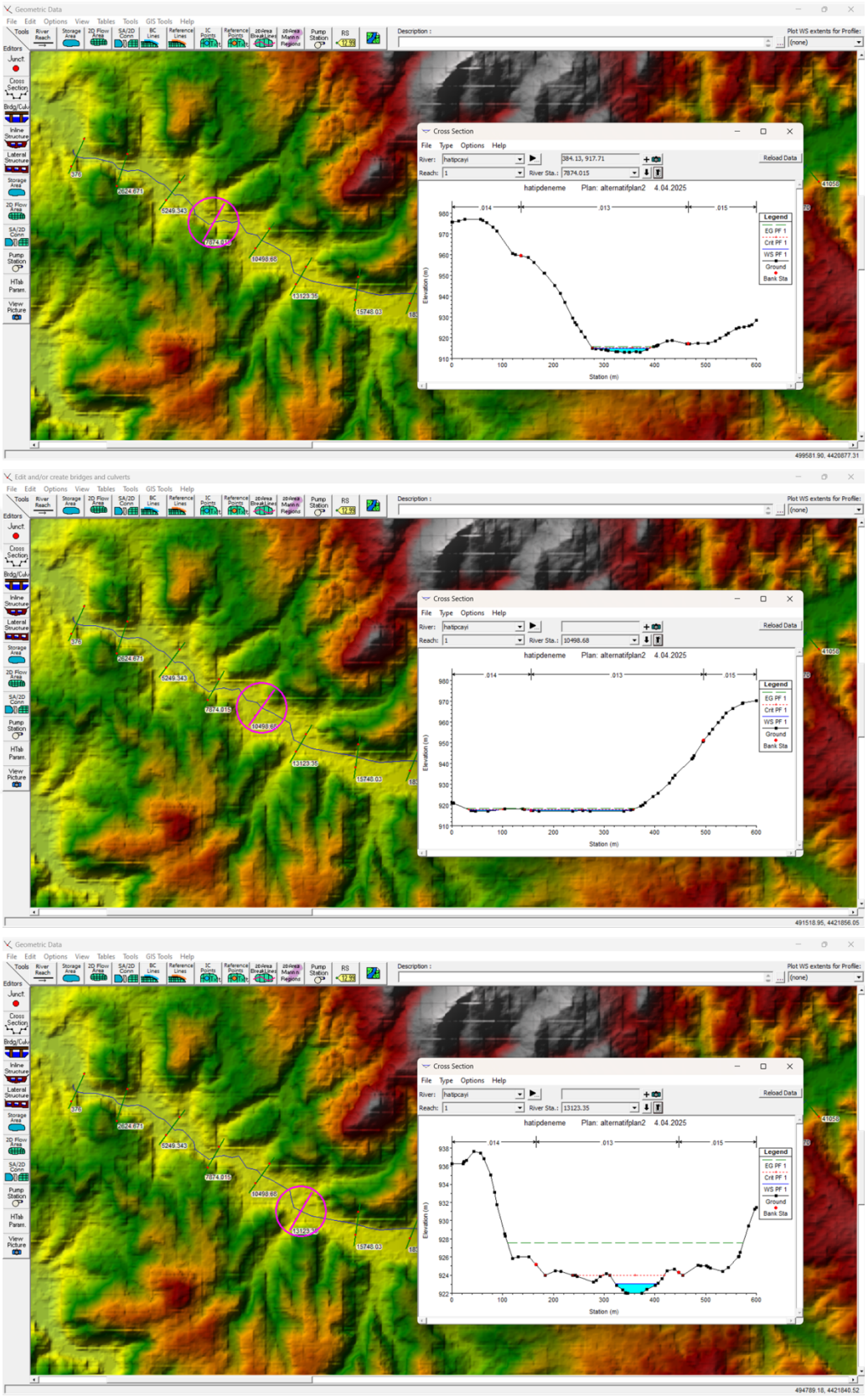
Şekil 3.1 Taşkın sınırları (Orijinal, 2025)

Şekil 4.2-4.6 arasında sunulan 16 en kesite ait taşkın simülasyonu çıktıları, Hatip Çayı boyunca taşkın potansiyelinin batıdan doğuya doğru önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymaktadır. Güzergâhın en batısında yer alan ilk kesitlerde, çayın her iki yakasında yerleşim alanlarının bulunduğu ve kanal çevresinin daraldığı görülmektedir. Bu kesitlerde dere yatağının kapasitesinin yetersiz kaldığı ve taşkın riski oluştuğu gözlemlenmektedir. Batıdaki ilk birkaç kesitte, özellikle yol dokularına ve sert zeminlere yakın alanlarda geçirgenliğin azalması taşkın hacmini artıran temel etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Orta bölümde yer alan kesitlerde, kanal profili yer yer genişlemekte ancak yapılaşma baskısı devam etmektedir. Bu nedenle taşkın suyu zaman zaman kanal sınırlarını aşmakta, taşkın riski orta seviyede seyretmektedir. Fakat simülasyon sonucu taşkın riski yüksek çıkmasına karşın bölgede mevcut durumdaki açık yeşil alanlar bu taşkın riskini azaltmaktadır. Güzergâhın doğu kesitlerine yaklaşıldıkça, dere yatağının genişlediği ve çevresindeki açık alanların arttığı, buna bağlı olarak da suyun daha rahat tahliye edildiği anlaşılmaktadır. Son birkaç kesitte, taşkın sınırlarının neredeyse tamamen kanal içinde kaldığı, kanal kapasitesinin yeterlilik sağladığı ve taşkın riskinin minimum düzeye indiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda, Hatip Çayı boyunca yapılan kesit analizleri, batıdan doğuya doğru azalan taşkın riskini açıkça ortaya koymakta; özellikle yerleşim baskısının yüksek olduğu batı kesimlerinde riskin azaltılması için altyapısal ve yeşil altyapı temelli önlemlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

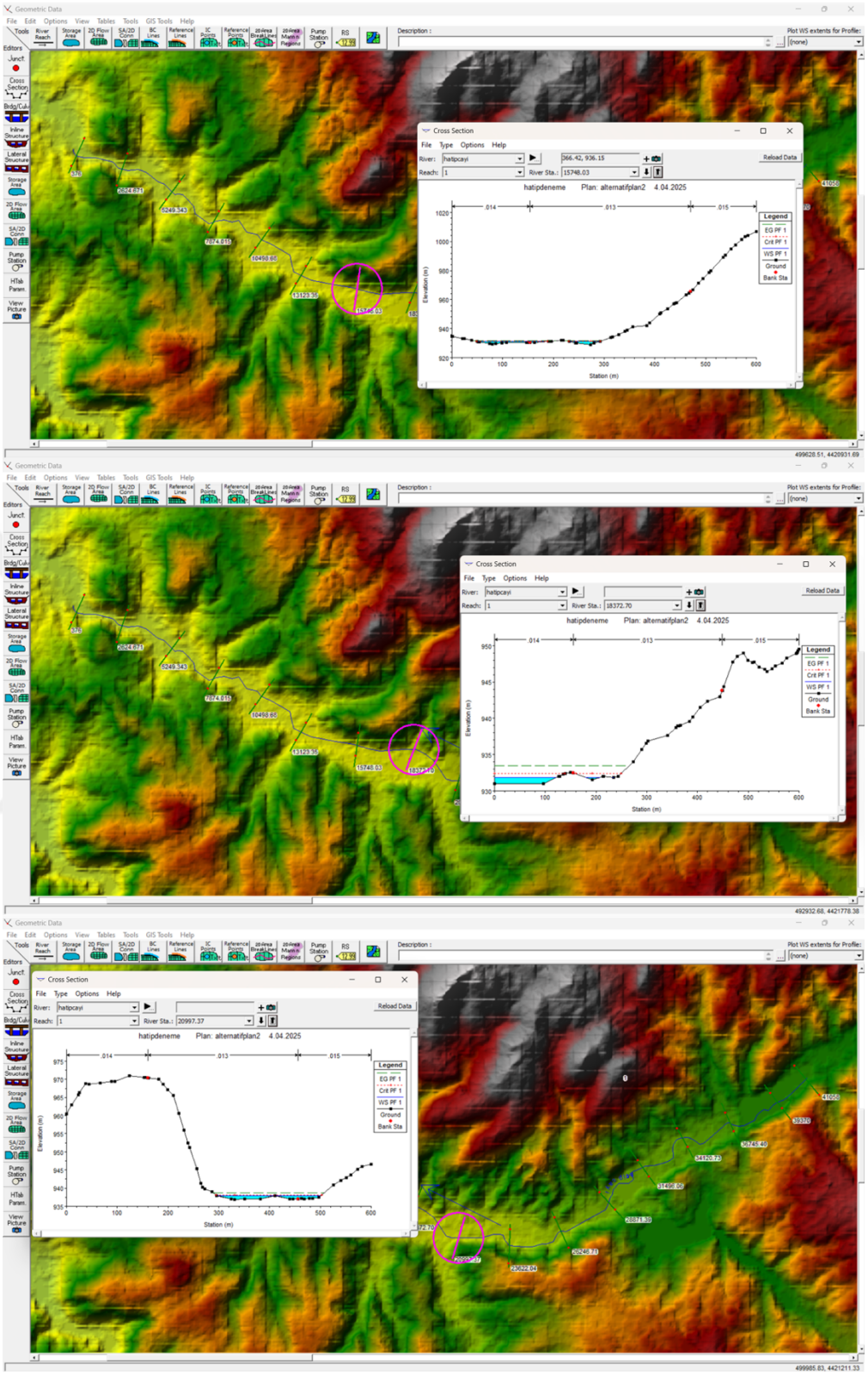
Çalışmada detaylı analizlerin yapıldığı Hatip Çayı güzergâhının en batı kesimi, taşkın riski açısından kritik bir bölge olarak öne çıkmaktadır. Bu alan, aynı zamanda çayın açık kanal biçiminde aktığı son bölüm olup, doğal akışın gözlemlenebildiği nadir kesitlerden biridir. Bu bağlamda çayın açık olarak aktığı 14 km'lik son kesimi çalışma alanı olarak belirlenmiş; fotoğraflama ve kesit çalışmalarının odak noktası olmuştur.Çayın her iki yakasında yoğun yapılaşma baskısı bulunmakta ve dere yatağı büyük ölçüde yol ağı ile çevrelenmiş durumdadır. Aynı zamanda yeşil alanların yetersizliği ve doğal tampon bölgelerin bulunmaması, suyun yönlendirilmesini zorlaştırmakta ve bu da bölgeyi taşkına daha duyarlı hâle getirmektedir. Bu bulgular, ilerleyen aşamalarda geliştirilecek yağmur suyu yönetim stratejilerine ve Hatip Çayı çevresindeki mavi-yeşil altyapı uygulamalarının tasarımına doğrudan katkı sağlayacaktır.



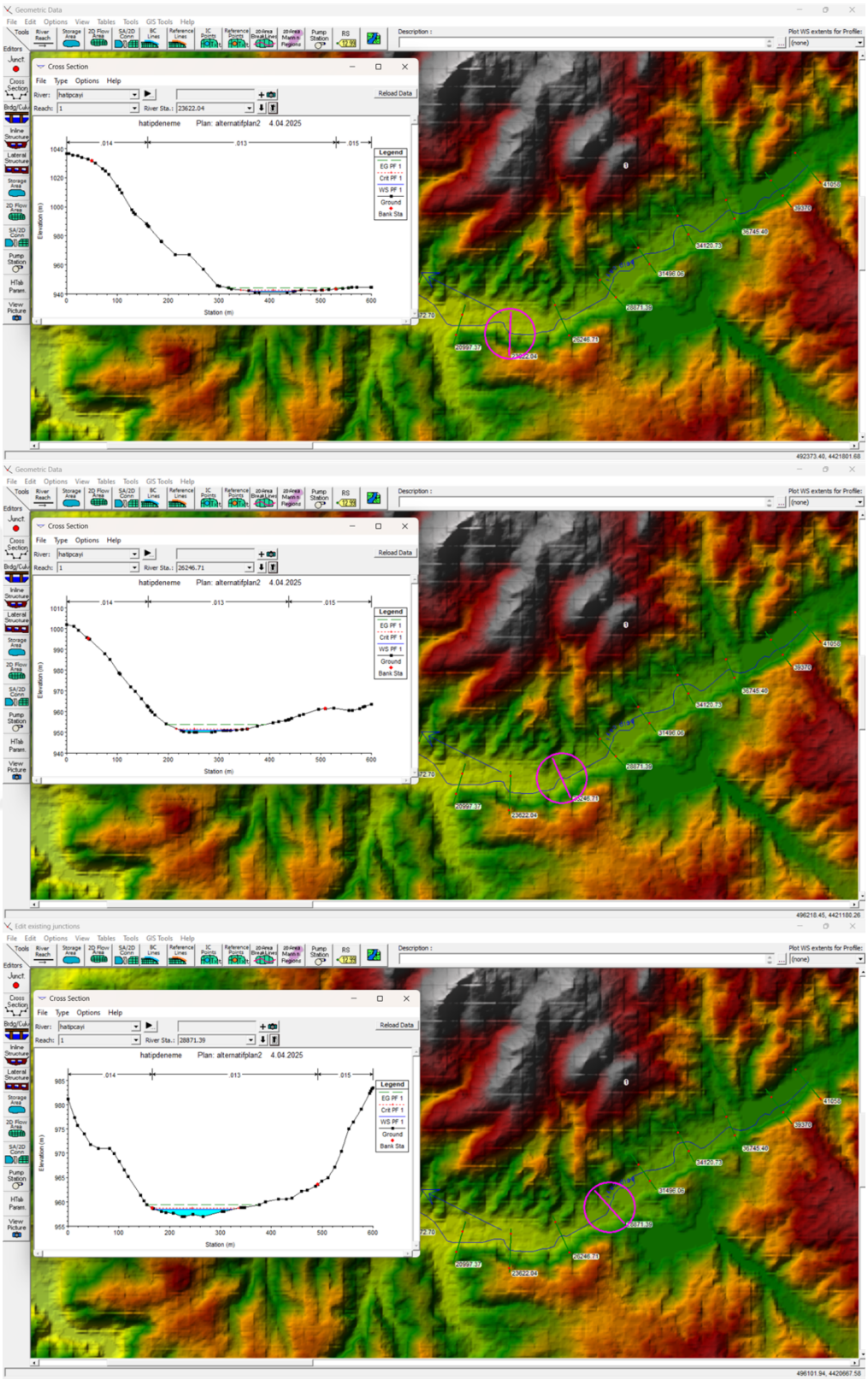
Şekil 3.2 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 1 (Orijinal, 2025)



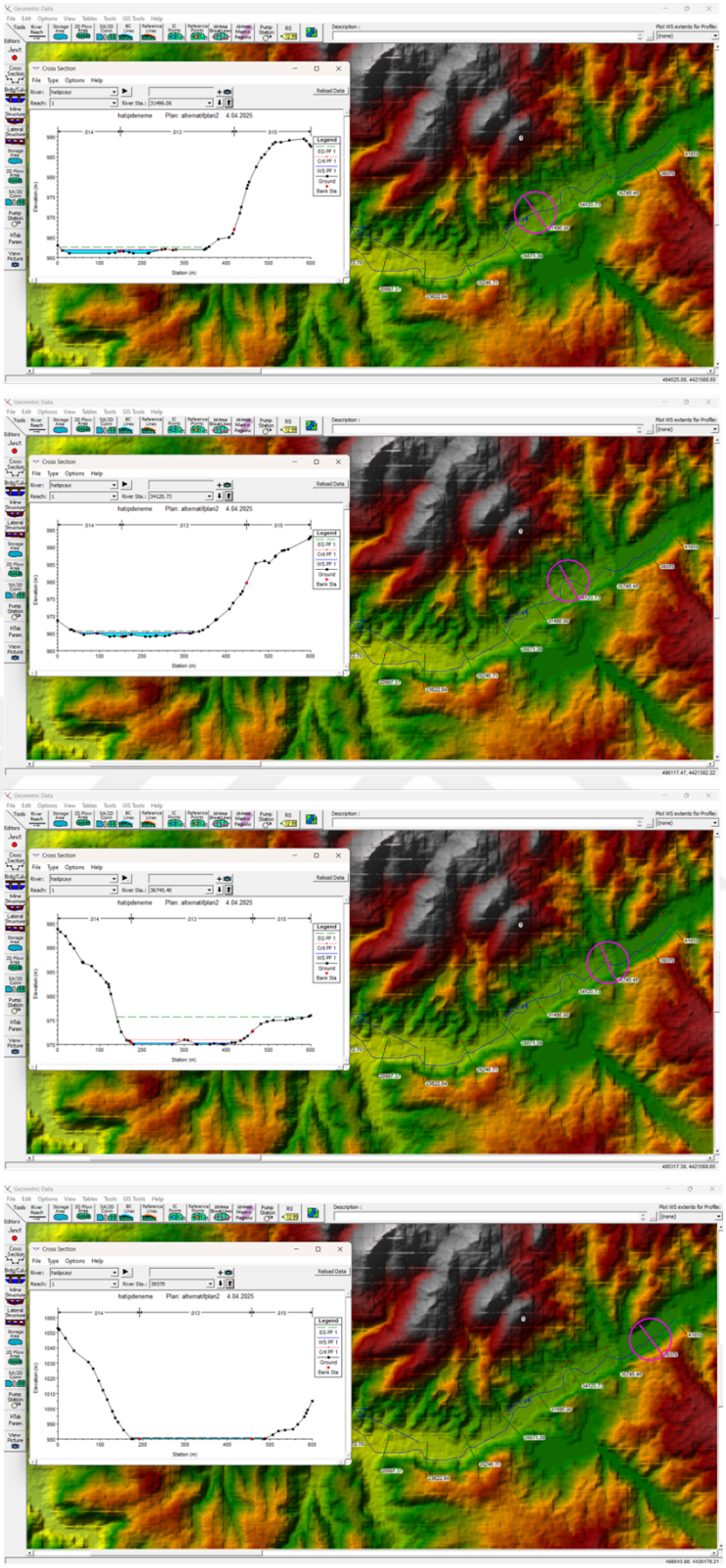
Şekil 3.3 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 2 (Orijinal, 2025)



Şekil 3.4 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 3 (Orijinal, 2025)



Şekil 3.5 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 4 (Orijinal, 2025)



Şekil 3.6 Hatip Çayı güzergâhında en kesitlere ait taşkın simülasyonu çıktıları 5 (Orijinal, 2025)

4.2 Mevcut Durum Analizi Bulguları

Çalışma alanı olarak belirlenen Hatip Çayı'nın Mamak ilçesi sınırları içerisindeki açık kesiminde gerçekleştirilen yerinde gözlemler ve fotoğraflama çalışmaları (Şekil 3.8 - Şekil 3.43), alanın mevcut peyzaj karakterine, kentsel entegrasyon düzeyine ve mavi-yeşil altyapı uygulamaları açısından taşıdığı potansiyel ve kısıtlara ilişkin önemli bulgular ortaya koymuştur. Analiz edilen kesim genel olarak, çayın kentsel doku içerisinde parçalanmış, çevresi altyapı elemanları ve yapılaşmayla yoğun biçimde kuşatılmış bir karakter sergilediğini göstermiştir.

Yapılan gözlemlerde Hatip Çayı yatağının önemli bölümlerinin betonarme duvarlar ve kanallarla sınırlandırıldığı tespit edilmiştir. Bu durum, çayın doğal akış rejimini bozmakla kalmayıp, sucul ekosistem ile karasal peyzaj arasındaki ekolojik sürekliliği de ciddi biçimde kesintiye uğratmaktadır. Betonlaşmanın yoğun olduğu alanlarda, çayın çevresindeki doğal bitki örtüsünün azaldığı ve dere kenarlarının işlevsiz ve erişilemez hale geldiği gözlemlenmiştir.

Çalışma alanı boyunca, özellikle yollara, otoparklara ve binalara yakın kesimlerde geçirimsiz yüzeylerin yaygınlığı dikkat çekicidir. Bu durum, yağış anında yüzey akış hacminin hızla artmasına ve suyun doğal yollarla toprağa sızmasının engellenmesine neden olmaktadır (Şekil 3.18 - Şekil 3.19). Mevcut yeşil alanlar (Şekil 3.16), bazı noktalarda nispeten geniş olmakla birlikte, genellikle parçalı bir yapı göstermekte ve kentsel doku veya altyapı elemanları (örneğin demiryolu (Şekil 3.19), tel örgüler (Şekil 3.12) ile sürekliliği kesilmektedir. Bu durum, ekolojik koridor potansiyelini sınırlamaktadır.

Alan analizi sırasında, çay yatağı içerisinde ve kenarlarında çevresel kirlilik ve atık birikimi gibi sorunlar gözlemlenmiştir (Şekil 3.16 - Şekil 3.17, Şekil 3.26 - Şekil 3.27). Bu bulgular, çayın mevcut ekolojik sağlığının bozulmuş olduğunu ve su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik müdahalelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bazı noktalarda DSİ tarafından yerleştirilmiş taşkın uyarı levhaları (Şekil 3.20) ve kullanıma kapatılmış köprüler (Şekil 3.21) gibi altyapı elemanları, alanın geçmişte yaşadığı taşkın

sorunlarını ve mevcut risk algısını yansıtmaktadır. ASKİ içme suyu iletim hattı gibi diğer altyapı yapıları (Şekil 3.24) da çayın yakın çevresinde yer almakta ve potansiyel tasarım kararları için dikkate alınması gereken kısıtlar veya veriler sunmaktadır.

Kamusal erişim ve kullanıcı deneyimi açısından, çay kenarlarının bazı bölgelerde tel örgüler veya dik eğimler nedeniyle sınırlı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.12). Mevcut park ve rekreasyon alanları (Şekil 3.11, Şekil 3.14, Şekil 3.15), çay ile tam bir etkileşim kuramamaktadır. Buna karşın, Mamak Şelalesi gibi mevcut çekim noktaları (Şekil 3.30) ve çevresindeki kamusal yapılar, alanda rekreasyonel ve sosyal potansiyelin var olduğunu göstermektedir. Farklı zamanlarda çekilen fotoğraflar (Şekil 3.32 - Şekil 3.35 arası), çayın akış rejiminde ve suyun görünümünde (örneğin bulanıklık) mevsimsel veya dönemsel değişiklikler olduğunu ortaya koymuştur.

Son olarak, çalışma alanının batı ucunda yer alan tanker dolum noktası gibi özgün kullanımlar (Şekil 3.42 - Şekil 3.43), çayın kentsel doku içindeki farklı ve bazen çatışan işlevlerini göstermekte ve potansiyel mavi-yeşil altyapı uygulamaları için özel çözümler gerektiren alanlar olarak belirlenmiştir.

Bu bulgular, Hatip Çayı'nın incelenen kesiminin, hem su yönetimi hem de ekolojik ve sosyal iyileştirme açısından acil müdahale gerektiren sorunlara sahip olduğunu, ancak aynı zamanda mavi-yeşil altyapı prensipleriyle rehabilite edilmeye uygun potansiyeller barındırdığını net bir şekilde ortaya koymuştur.

4. SORUNLAR ve KISITLAR

Bu bölümde, tez çalışmasında karşılaşılan temel sorunlar ve çalışmanın kapsamını etkileyen kısıtlılıklar ele alınmaktadır. Bu kısıtların tanımlanması, çalışmanın bilimsel geçerliliğinin ve sonuçlarının yorumlanmasının doğru bir zeminde yapılmasına katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu çalışma, mevcut zaman ve kaynak kısıtlamalarıyla sınırlı bir kapsamda yürütülmüştür. Bu sebeple, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin uzun vadeli sosyo-ekonomik etkilerinin analizi veya toplumsal kabul süreçlerinin derinlemesine incelenmesi gibi bazı önemli konular çalışmanın sınırları dışında kalmıştır.

Veri Erişimi ve Kapsamına İlişkin Kısıtlar: Hatip Çayı'nın uzun dönemli hidrolojik rejimi, geçmiş taşkın olaylarının frekansı, su kalitesindeki değişim dinamikleri ve arazi kullanımındaki tarihsel dönüşümleri detaylı bir şekilde incelemek için gereken kapsamlı ve sürekli tarihsel veri setlerine erişim, önemli zorluklar yaratmıştır. Mevcut verilerin mekânsal ve zamansal çözünürlükleri ile farklı formatlardaki yapıları, verilerin güncel analizlere entegrasyonunu sınırlamaktadır. Özellikle erken dönemlere ait taşkın kayıtları ve su kalitesi ölçümlerindeki eksiklikler, havzadaki değişim süreçlerinin modellenmesinde belirsizliklere neden olmuştur.

Güncel hidrolojik (akım, yağış vb.), meteorolojik veriler, sayısal yükseklik modeli (DEM), uydu görüntüleri ve sosyo-ekonomik verilere erişim sırasında kurumsal engeller ve veri paylaşım politikaları nedeniyle bazı kısıtlamalar yaşanmıştır. Temin edilebilen verilerin çözünürlüğü ve güncelliği, mavi-yeşil altyapı sistemlerinin mikro ölçekteki tasarım ve etkinlik analizlerinde beklenen hassasiyeti elde etmeyi zorlaştırmıştır. Örneğin, kullanılan DEM verisinin çözünürlüğü, yüzeysel akış yollarının ve potansiyel su birikim alanlarının hassas bir şekilde belirlenmesinde sınırlayıcı bir etken olmuştur.

Çalışma Alanına Özgü Sorunlar ve Kısıtlar: Hatip Çayı havzasının özgün fiziksel, çevresel ve sosyo-ekonomik yapısı, araştırma sürecini ve önerilen mavi-yeşil altyapı çözümlerinin uygulanabilirliğini etkileyen çeşitli sorun ve kısıtlamaları beraberinde getirmiştir. Hatip Çayı ve çevresi, Ankara kent merkezine yakınlığı nedeniyle yoğun bir kentleşme baskısı altındadır. Bu durum, geçirimsiz yüzeylerin artmasına, doğal drenaj

ağlarının bozulmasına ve yeşil alanların azalmasına yol açmakta; yağmur suyu akışını hızlandırarak hacmini artırmaktadır. Yoğun yapılaşma, mavi-yeşil altyapı uygulamaları için yeterli büyüklükte kamusal alanların bulunmasını ve mevcut kentsel dokuyla entegrasyonu zorlaştırmıştır.

Hatip Çayı, evsel ve endüstriyel deşarjlar, tarımsal faaliyetler ve kentsel yüzeylerden yıkanan kirleticiler nedeniyle yüksek bir kirlilik yükü taşımaktadır. Bu durum, çay ekosisteminin sağlığını olumsuz etkilemekte ve suyun yeniden kullanımını veya biyolojik arıtımını hedefleyen mavi-yeşil altyapı uygulamalarının performansını tehdit etmektedir. Kirlilik kaynaklarının tespiti ve kontrolü, çalışmanın kapsamı dışında kalmakla birlikte çözüm önerilerinin başarısı için kritik öneme sahiptir.

Hatip Çayı'nın kentsel alanlardan geçen önemli bölümleri, üzeri kapatılmış veya dar kesitli beton kanallar içerisine alınmıştır. Bu durum, doğal taşkın yataklarını ve sel ovası fonksiyonlarını ortadan kaldırmakta; suyun doğal akış rejimini bozmaktadır. Mevcut yapıların, mavi-yeşil altyapı sistemleriyle entegrasyonu ya da bu yapıların kısmi olarak doğal hallerine dönüştürülmesi, teknik, ekonomik ve mülkiyet sorunları nedeniyle büyük zorluklar yaratmaktadır.

Literatürdeki Örneklerin Yerel Koşullara Uyarlanabilirliği Kısıtları: MYA sistemlerine yönelik planlama ve tasarım uygulamaları, küresel ölçekte giderek artan bir ilgi görmekte ve birçok ülkede başarılı örneklerle desteklenmektedir. Özellikle Kuzey Amerika, Batı Avrupa, Avustralya ve bazı Asya ülkelerinde geliştirilen MYA projeleri, taşkın kontrolü, su kalitesinin artırılması, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, rekreasyonel alanların çoğaltılması ve biyoçeşitliliğin teşviki gibi çok sayıda faydayı bir arada sunmaktadır. Ancak bu örneklerin büyük bölümü, bu ülkelerin kendine özgü iklimsel özellikleri (yüksek yağış rejimi, yıl boyunca düzenli su akışı vb..), kentsel tasarım anlayışları (düşük yoğunluklu kentleşme, açık alan koruma politikaları vb..) ve toplumsal katılım kültürü çerçevesinde şekillenmiştir.

Hatip Çayı örneğinde ise, bu başarılı uygulamaların aynı biçimde, doğrudan ve tüm bileşenleriyle aktarılmasında zorluklar ve kısıtlar bulunmaktadır. Ankara'nın yarı kurak

iklimi, düzensiz ve kısa süreli sağanak yağış karakteri, topoğrafik yapısı ve mevcut yapılaşma yoğunluğu gibi özgün çevresel ve fiziksel faktörler, dış kaynaklı örneklerin birebir uygulanabilirliğini sınırlandırmaktadır. Ayrıca yeraltı su seviyesi, toprak geçirgenliği ve kentsel altyapı sistemleri gibi yerel parametrelerin uyumsuzluğu, ithal edilen modellerin performansını doğrudan etkileyebilir.

Bununla birlikte, Türkiye'de MYA uygulamalarına dair literatür, uygulama pratiği ve kurumsal bilgi birikiminin henüz gelişmekte olduğu söylenebilir. Yerel yönetimlerin, planlamacıların, mühendislik ekiplerinin ve özellikle peyzaj mimarlarının bu sistemlere ilişkin teknik bilgi düzeyi, mevzuat yorumlama becerisi ve multidisipliner uygulama pratiği, sürecin doğasına göre çeşitlilik gösterebilmektedir. Bazı durumlarda bilgi eksiklikleri veya uygulamada karşılaşılan karmaşıklıklar, önerilerin hayata geçirilmesini zorlaştırabilmektedir.

Bu bağlamda, uluslararası literatürden elde edilen bilgiler, Hatip Çayı gibi yerel örnekler için yalnızca ilham kaynağı olarak değerlendirilmelidir. Önerilen her çözümün, yerel çevresel, ekonomik, sosyo-kültürel ve kurumsal bağlam dikkate alınarak yeniden tasarlanması ve uyarlanması büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, yerel veriye dayalı pilot uygulamalar, yerinde izleme çalışmaları ve kullanıcı katılımını önceleyen planlama süreçleri ile Türkiye bağlamına uygun, sürdürülebilir ve uygulanabilir MYA çözümleri geliştirilebilir. Böylece hem literatür temelli bilgi hem de yerel deneyim bütünleşerek daha dayanıklı, adapte edilebilir ve işlevsel altyapı sistemlerinin tasarımı mümkün hale gelebilecektir.

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışması, kentsel alanlarda ekolojik bütünlüğü koruyan, su odaklı tasarım ilkelerini benimseyen ve özellikle Hatip Çayı gibi göz ardı edilmiş kentsel su varlıklarının yeniden tasarımıyla yaşanabilir kent mekânları yaratmayı amaçlayan bütüncül bir kentsel peyzaj yaklaşımı sunmaktadır. Ankara gibi hızla büyüyen ve su varlıklarıyla olan ilişkisini büyük ölçüde altyapı sorunları nedeniyle kaybetmiş kentleri, mavi-yeşil altyapı stratejileri aracılığıyla yeniden suyla buluşturmak, bu çalışmanın temel önermelerinden birini oluşturmaktadır. Ankara'nın Mamak ilçesinde bulunan Hatip Çayı, uzun yıllardır plansız yapılaşmaların ve altyapı sorunlarının etkisiyle hem ekolojik hem de sosyal bağlamda işlevsizleşmiş durumdadır. Bu çalışmada, çayın mevcut durumu analiz edilmiş, sorun alanları tespit edilmiş ve hem morfolojik hem de kullanıcı odaklı verilere dayalı tasarım önerileri geliştirilmiştir.

Taşkın Analizine Dair Değerlendirme: Geçmişte Hatip Çayı bölgesinde yaşanan seller, su yönetimi stratejilerinin ve kentsel altyapının ne denli kritik olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle 2000'li yıllarda meydana gelen taşkınlar, mevcut altyapının yetersizliğini ve doğa tabanlı çözümlerin eksikliğini gözler önüne sermiştir. Bu afetler, sadece fiziksel değil, aynı zamanda ekolojik ve sosyal zararlar da doğurmuş; mavi-yeşil altyapı uygulamalarının önemini vurgulamıştır.

Hatip Çayı örneğinde, geçmişte yaşanan sellerin analiz edilmesi, bugünkü çözüm önerilerinin geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu taşkınlar, bölgedeki su akışının kontrolsüz hale geldiği ve altyapının yetersiz kaldığı zamanlarda ekolojik ve sosyal zararların boyutunu açıkça göstermektedir. Sellerin yarattığı zararlar, özellikle altyapı zararları, su kirliliği ve habitat kayıpları, mavi-yeşil altyapı çözümlerinin uygulanabilirliğini ve önemini vurgulamaktadır. Bu doğrultuda, geçmiş taşkınların analizi günümüz çözüm önerilerinin geliştirilmesinde önemli bir referans noktası olmuştur. HEC-RAS modellemesi, Hatip Çayı'ndaki akış özelliklerini ve taşkın risklerini detaylı biçimde analiz ederek, kritik kesit noktalarının belirlenmesine katkı sağlamıştır. Bu analizlerle suyun debisi, akış hızı ve taşkın potansiyeli tespit edilmiş; ekolojik ve yapısal açıdan öncelikli bölgeler belirlenmiştir.

HEC-RAS ile yapılan analizler sonucunda, farklı kesit noktalarında su seviyelerinin değişimi ve akış özelliklerinin gözlemlenmesi sağlanmıştır. Bu noktalar, özellikle mavi-yeşil altyapı çözümlerinin uygulanacağı bölgeler olarak ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda Hatip Çayı'nın tamamının değil, kentsel kesimde akışta bulunan 14 km'lik alanının çaçışması uygun görülmüştür. Belirlenen çalışma alanında 9 noktada fotoğraflama çalışmaları yapılmış ve bu noktalarda kesit çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Kesitler, Hatip Çayı'nın kentsel alanla ilişkisini iyileştirecek doğa tabanlı çözümler için temel tasarım noktaları oluşturmuştur. Bu sayede, suyun akışını doğal yollarla yönlendirecek, biyolojik çeşitliliği artıracak ve taşkın risklerini azaltacak uygulamalar için stratejik alanlar belirlenmiş ve bu bağlamda tasarım kararları alınmıştır.

Tasarım Kararlarına Dair Değerlendirme: Hatip Çayı özelinde geliştirilen peyzaj tasarım önerileri, suya duyarlı kentsel gelişme yaklaşımlarıyla ve mavi-yeşil altyapıda doğa tabanlı uygulamalar ile doğrudan ilişkili biçimde kurgulanmıştır. Bu kapsamda elde edilen bilgiler ile kesitleme çalışmasında kullanılacak tasarım krtiterleri ve kullanımlar ihtiyaçlar ışığında belirlenmiştir.

Tasarımlarda, geçirgen yüzeylerin kullanımı ön plana çıkarılması öngörülmüş; bu sayede yüzeysel akışın azaltılarak yeraltı suyu beslenmesinin desteklenmesi amaçlanmıştır. Yürüyüş yolları ve açık alan donatıları, doğal malzemelerle ve geçirgen yapıda ele alınmış; bu alanların aynı zamanda sosyal etkileşim ve rekreatif kullanım olanakları sunacak biçimde tasarlanması önerilmiştir. Ayrıca, çayın mevcut kanal yapısından çıkarılarak doğal yatağına daha yakın bir formda yeniden kurgulanması, mavi-yeşil altyapı kapsamında suyun doğal döngüsüne entegrasyonunu sağlayacak; taşkın yönetimi, ekolojik denge ve peyzaj sürekliliği açısından sürdürülebilir çözümler sunacaktır.

Yağmur bahçeleri ve doğal taşlarla sınırlandırılan yönlendirme sistemleri ile çayın taşkın riski taşıyan noktalarında kontrollü su yönetiminin hedeflenmesi önerilmiştir. Bitkilendirme kararlarında hem ekolojik dayanıklılığı yüksek türlerin seçilmesi hem de mevsimsel renk ve doku değişimleriyle estetik değerin artırılması önerilmiştir. Kıyı

bitkilendirmeleri ile suyun peyzajla bütünleşmesi sağlanması, tampon zonlarla hem biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi hem de kullanıcı erişiminin kontrollü hale getirilmesi öngörülmüştür. Ayrıca önerilen yeşil köprü uygulaması ile çayın iki yakası yaya bağlantıları üzerinden bağlanarak ekolojik ve sosyal sürekliliğin güçlendirilmesi önerilmiştir.

Kesit Çalışmaları: Hatip Çayı'nın mevcut yapısal özellikleri incelendiğinde, dere yatağının büyük ölçüde betonarme kanallarla sınırlandığı ve bu durumun hem ekolojik süreklilik hem de kullanıcı deneyimi açısından ciddi kopukluklara yol açtığı gözlemlenmiştir. Betonarme yapı, suyun doğal akış rejimini bozmakta, çevresindeki peyzajla görsel ve işlevsel bir bütünlük kuramamakta; bu da çayın kentle olan ilişkisini zayıflatmaktadır.

Kesitleme yöntemi, yalnızca fiziksel bir çizim aracı olmanın ötesinde, çay ekosisteminin çevresiyle ilişkisini, kentsel kullanım biçimleriyle etkileşimini ve mekânsal kalitenin artırılmasına yönelik potansiyelleri çok boyutlu olarak ele alma imkânı sunmuştur.

Çalışmada yer alan 9 temsili kesit, peyzaj elemanlarının kullanıcı ihtiyaçları, mevcut altyapılar ve çevresel koşullar çerçevesinde nasıl yerleştirildiğini göstermektedir. Bu kesitler aracılığıyla; çay kenarında önerilen kıyı bitkileri ve ağaçlandırma çalışmaları, suyun doğallaştırılmasına yönelik taş ve çakıl uygulamaları, geçirgen yüzeyli yürüyüş yolları ve yağmur bahçeleri gibi peyzaj elemanlarının alanla kurduğu fiziksel ve işlevsel ilişkiler okunabilir hale gelmiştir. Her bir kesit, kamusal yaşam kalitesini artırmaya yönelik müdahalelerin çay ekosistemiyle uyum içinde nasıl geliştirilebileceğini somutlaştırmaktadır.

Sonuç olarak, bu tezde kullanılan kesitleme yöntemi, kentsel açık alanlara özgü sorunların analizinde, kullanıcı odaklı peyzaj kararlarının alınmasında ve bu kararların ekolojik işlevlerle desteklenmesinde bütüncül bir araç olarak işlev görmüştür. Kesitler, hem alanın mevcut peyzaj değerlerinin okunmasına hem de mavi-yeşil altyapı sistemlerinin kullanıcı deneyimiyle bütünleşik biçimde tasarlanmasına katkı sunmuştur. Çalışmaya ilişkin kesit çıktıları aşağıda sunulmuştur.

1 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 1 numaralı kesit çalışması, uluslararası ölçekte öne çıkan Melbourne, Moonee Ponds Creek ve Charlotte, Little Sugar Creek Greenway projelerinden ilham almaktadır. Bu projeler, doğa temelli su yönetimi, biyofiltrasyon, geçirgen yüzeyli rekreasyon alanları ve sel riski taşıyan derelerin ekolojik rehabilitasyonu ile çok işlevli yeşil kuşaklar oluşturma prensiplerini başarıyla sergilemektedir (Wong, 2006, URL 15, 2024).

Bu kesit, Hatip Çayı'nın doğal akış rejimini barındıran bir bölgesinde yer almakta olup; mevcutta çocuk oyun alanı, yaya yolları ve çaya paralel açık alanları içeren kamusal bir kullanıma sahiptir. Suyun mevsimsel taşkın potansiyeli ve kullanıcı etkileşimi dikkate alındığında, bu noktada kontrollü yüzey drenajı, erozyon yönetimi ve güvenli kamusal alan düzenlemesi gibi hedefler öncelikli hale gelmektedir (Şekil 6.1).

Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkilerle Dere Yatağı Düzenlemesi: Su hızını azaltarak taşkın etkisini minimize edecek, çakıl ve doğal taş tabanlı bir dere profili oluşturulması; bu düzenlemenin aynı zamanda görsel çeşitlilik ve ekohidrolik denge sunması uygun görülmektedir. Dar ve geçirimsiz kenarlarda ise, fazla büyümeyen ancak su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmektedir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

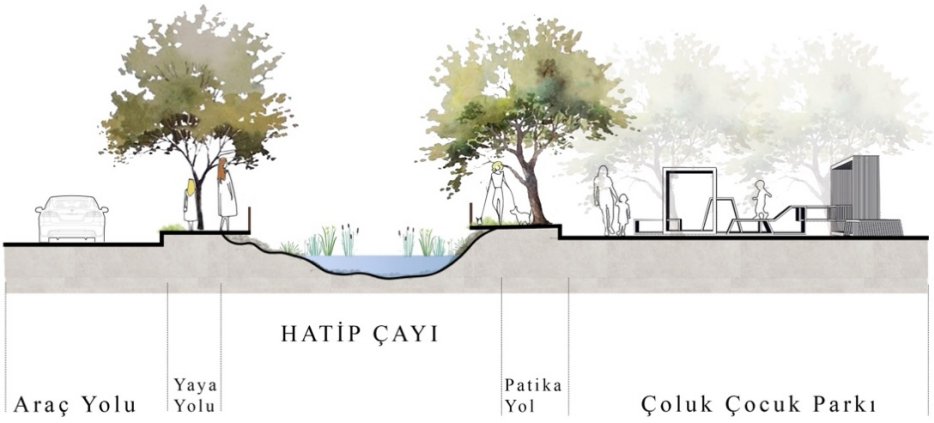
Biyofiltrasyon Alanları: Yağmur suyu yüzey akışını filtrelemek amacıyla, patika yolda ve yaya yolu ile araç yolu arasında kalan tampon bölgede, *Cotoneaster nummularia (Dağ Muşmulası)* gibi türlerle desteklenen emilim bölgelerinin oluşturulması; bu sayede hem görsel hem de ekolojik işlevlerin bir arada sunulması uygun görülmektedir.

Geçirgen Yüzeyler: Yaya yollarında ve çocuk oyun alanında beton yerine çakıl, kilitli taş veya geçirgen beton gibi malzemelerin kullanılması yoluyla su sızımının teşvik edilmesi ve yüzey akışının azaltılması önerilmektedir. Ayrıca, çocuk oyun alanında doğa tabanlı malzemeler ile yenileme çalışmalarının gerçekleştirilmesi önerilmiştir. Yer örtücü bitki olarak ise taşkına dayanıklı *Rubus sanctus* (Çit Böğürtleni) önerilmiştir.

Gölgelik Ağaçlandırma: Çocuk parkı çevresinde ve yaya yolu kenarında, mikroklimayı düzenleyen, sosyal konforu artıran ve yerel türler aracılığıyla biyoçeşitliliğe katkı sağlayan *Salix alba* (Ak Söğüt), *Quercus pubescens* (Tüylü Meşe) gibi gölge ağaçları önerilmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.1 1 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

2 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 2 numaralı kesit çalışması, uluslararası ölçekte öne çıkan North Carolina eyaletinin Durham ve Carrboro/Asheville projelerinden ilham almaktadır. Durham'da, kaldırımla bütünleşik, yüzey suyunu filtreleyen ve mikro yeşil altyapı oluşturan Tree Box Filter sistemleri; Carrboro ve Asheville kentlerinde ise kullanıcı katılımını teşvik eden, mahalle ölçekli geçirgen yüzeyler ve yağmur bahçeleri gibi merkezi olmayan çözümler öne çıkmaktadır (City of Durham, 2023, Town of Cary, 2023).

Bu kesit araç yolu ile çay arasında kalan dar ve genellikle geçirimsiz bir yaya alanı ile bu alana bakan eğimli bir yamaçtan oluşmaktadır. Bu kesit için temel hedefler; yaya güvenliğinin artırılması ve yüzey akışının etkin bir şekilde yönetilmesidir. Bu doğrultuda, Durham'daki Tree Box Filter uygulamalarına benzer, alan tasarrufu sağlayan dikey yağmur bahçesi modülleri ile Carrboro ve Asheville örneklerindeki gibi geçirgen yüzeyli yaya yolları ve mikro ölçekli yağmur suyu hendekleri önerilmektedir (Şekil 6.2).

Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkilerle Dere Yatağı Düzenlemesi: Su hızını azaltarak taşkın etkisini minimize edecek, çakıl ve doğal taş tabanlı bir dere profili oluşturulması; bu düzenlemenin aynı zamanda görsel çeşitlilik ve ekohidrolik denge sunması uygun görülmektedir. Ayrıca, su seviyesi üzerinde kalabilen ve taşkın koşullarına dayanıklı *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmektedir.

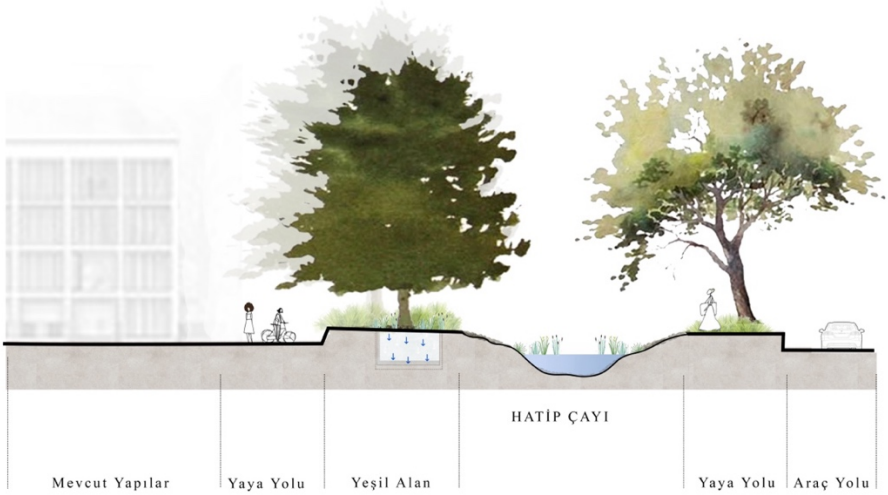
Tree Box Filter Benzeri Filtrasyon Modülleri: Sol tarafta bulunan yoğun bitkisel dokuda yüzey suyunu filtreleyecek, *Hippophae rhamnoides* (Dağ İğdesi*)* türü ağaçlarla, kompakt ve dikey tasarımlı yağmur bahçesi modüllerinin yerleştirilmesi uygun görülmektedir.

Geçirgen Yüzeyli Yaya Yolu: Araç yolu ile dere arasındaki yaya güzergahında, kilitli taş veya geçirgen beton gibi malzemeler kullanılarak ve yüzeye hafif bir eğim verilerek suyun toprağa sızmasının teşvik edilmesi planlanmaktadır. Bu alanda taşkına dirençli ve kuşlara yaşam alanı sunan *Paliurus spina-christi* (Karaçalı) türü kullanımı önerilmiştir.

Tampon Bitkilendirme Şeridi: Çaya bakan kenarlarda, çalı ve otsu türler kullanılarak oluşturulacak, kontrollü erişimi destekleyen ve taşkın anında suyun akış hızını yavaşlatan emici bir yeşil sınır olacaktır. Sol tarafta sık ağaçlandırmanın korunması ve *Pinus sylvestris* (Sarıçam) gibi yerli ve kuraklığa dayanıklı türlerle desteklenmesi önerilmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.2 2 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

3 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması : 3 numaralı kesit çalışması, uluslararası alanda dikkat çeken Raleigh Şehri ve North Carolina Sanat Müzesi projelerinden ilham almaktadır. Raleigh Şehri, yağmur suyunun yüzey akışını azaltmak, suyun yerinde infiltre olmasını sağlamak için biyofiltrasyon sistemleri, yağmur bahçeleri ve geçirgen yüzeyler gibi teknikleri başarıyla uygularken; North Carolina Sanat Müzesi kampüsü ise doğa temelli çözümlerin kültürel alanlarla nasıl estetik, işlevsel bir biçimde entegre edilebileceğini gösteren bütüncül bir peyzaj anlayışı sunmaktadır (NC DEQ, 2023, ABC11, 2024).

Bu kesit, Hatip Çayı'nın bir tarafında araç yolu ve otopark, diğer tarafında ise yapılaşmış alanlar ve mevcut yeşil kuşağın devam ettiği, kentsel dokuyla yoğun etkileşimli bir bölgesini temsil etmektedir. Mevcut durumda, çay yatağının bir kısmı taş duvarlarla sınırlandırılmış olup, yaya sirkülasyonu ve rekreasyonel kullanım için potansiyel barındırmaktadır (Şekil 6.3).

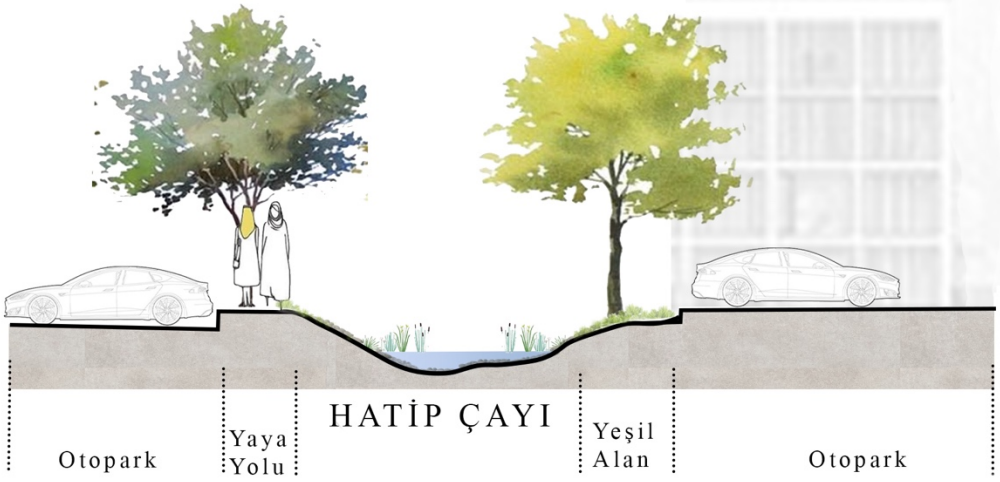
Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkiler ile Dere Yatağı Düzenlemesi: Su hızını azaltarak taşkın etkisini minimize edecek, çakıl ve doğal taş tabanlı bir dere profili oluşturulması; bu düzenlemenin aynı zamanda görsel çeşitlilik ve ekohidrolik denge sunması uygun görülmektedir. Ayrıca, su seviyesi üzerinde kalabilen ve taşkın koşullarına dayanıklı *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmektedir.

Otopark Alanı ve Geçirgen Yüzeyli Yaya Yolu: Yüzey akışını azaltmak ve filtrelemek için geçirgen parke taşları veya otopark adalarında *Centaurea cyanus (Mavi Kantaron)* türü ile küçük biyofiltrasyon alanları oluşturulması önerilmiştir. Araç yolu ile dere arasındaki yaya güzergahında, çakıl, kilitli taş veya geçirgen beton gibi malzemeler kullanılması önerilmiştir.

Gölgelik ve Fonksiyonel Ağaçlandırma: Hem yaya yolu kenarlarında hem de otopark ile çay arasında kalan yeşil bantta, gölge sağlayan ve estetik değeri yüksek, *Salix babylonica* (Salkım Söğüt) ve *Tilia tomentosa* (Ihlamur) türleri ile ağaçlandırma yapılması önerilmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.3 3 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

4 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 4 numaralı kesit çalışmasının tasarım ilhamı, Eskişehir Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridor Projesi'nin başarılı kentsel entegrasyon ve ekolojik canlandırma yaklaşımı ile Emscher Mavi-Yeşil Altyapı Stratejisi'nin bozulmuş nehir havzalarında uyguladığı kapsamlı restorasyon ve doğa tabanlı su yönetimi prensiplerinden alınmıştır (Perini, 2017, Arslantaş vd, 2020).

Bu kesit, mevcut yeşil alanların bulunduğu, bir tarafında ise doğal bir şev ile sınırlanan bir bölümü kapsamaktadır. Belirlenen öncelikli hedefler; kanal yatağına doğal taşlar yerleştirerek suyun akış hızını yavaşlatmak, yerel kıyı ağaç türleriyle desteklenmiş tampon zonlar oluşturarak kara ve su ekosistemleri arasındaki geçişi güçlendirmek ve yeşil alanlarda tasarlanacak küçük ölçekli tutma ile yüzey akışını geçici olarak depolayarak su döngüsünü doğal süreçlerle desteklemektir (Şekil 6.4).

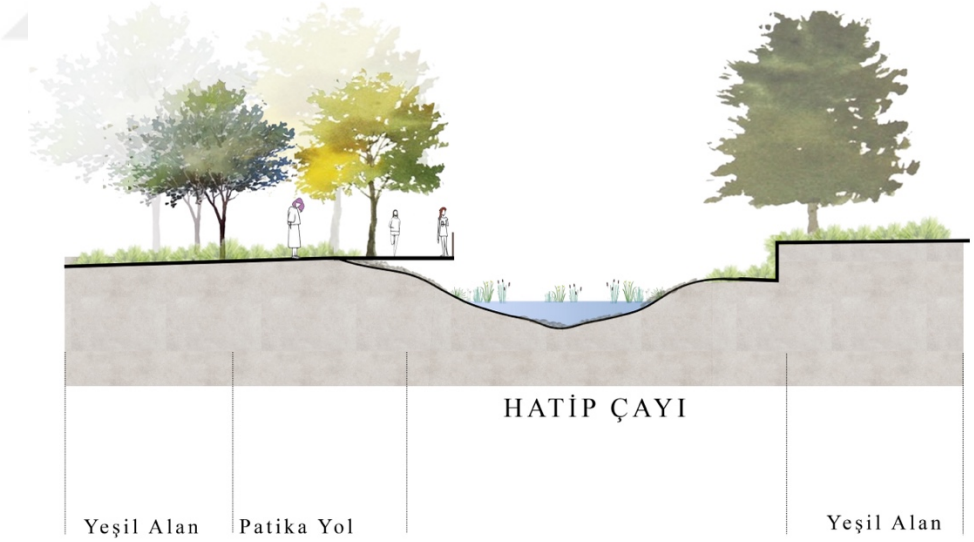
Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkiler ile Dere Yatağı Düzenlemesi: Çakıl ve doğal taşlarla dere yatağı düzenlemesi yapılarak su hızı yavaşlatılarak, taşkın etkisinin azaltılması, aynı zamanda görsel ve ekohidrolik denge sağlanması, kenarlarda su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmiştir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

Patika Tasarımı: Mevcut patikanın, doğal ve geçirimli malzemelerle yenilenerek, bilgilendirici panolar ve ekolojik gözlem noktalarıyla desteklenmesi önerilmiştir. Patika boyunca *Tilia tomentosa* (Ihlamur) ve *Pinus nigra* (Karaçam) türlerinin kullanımı önerilmiştir.

Küçük Ölçekli Su Tutma Havuzcukları: Yeşil alanlara entegre edilecek küçük tutma havuzcukları ve biyo-sızma alanlarının, yüzey akışını yöneterek taşkın riskini azaltması, suyun sızmasını sağlayarak ve ekolojik habitatlar oluşturması beklenmektedir. *Quercus pubescens* (Tüylü Meşe*)* ve *Salix alba* (Ak Söğüt) gibi türlerin kullanımı önerilmiştir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.4 4 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

5 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 5 numaralı kesit çalışması, sünger şehir prensibini benimseyen Çin'den Tianjin Qiayuan Sulak Alan Parkı Projesi ile su duyarlı kentsel tasarım prensibini benimseyen Avustralya'dan Sydney – Victoria Park projelerinden ilham almaktadır. Bu referanslar, atıl ve kirlenmiş alanların ekolojik hizmetler sunan canlı parklara dönüştürülmesi ve su duyarlı kentsel tasarım prensibi konularında başarılı örneklerdir. (URL 5, 2016, City of Sydney, 2025).

Bu kesitte, sağda benzin istasyonu beton duvarı, solda tanımsız açık alan ve kanal içinde atık birikimi bulunmaktadır. Öncelikli hedefler; atıkların temizlenmesiyle su kalitesini geri kazandırmak, sol kıyıda ise suya duyarlı, rekreasyonel ve ekolojik yeşil alanlar oluşturmaktır (Şekil 6.5).

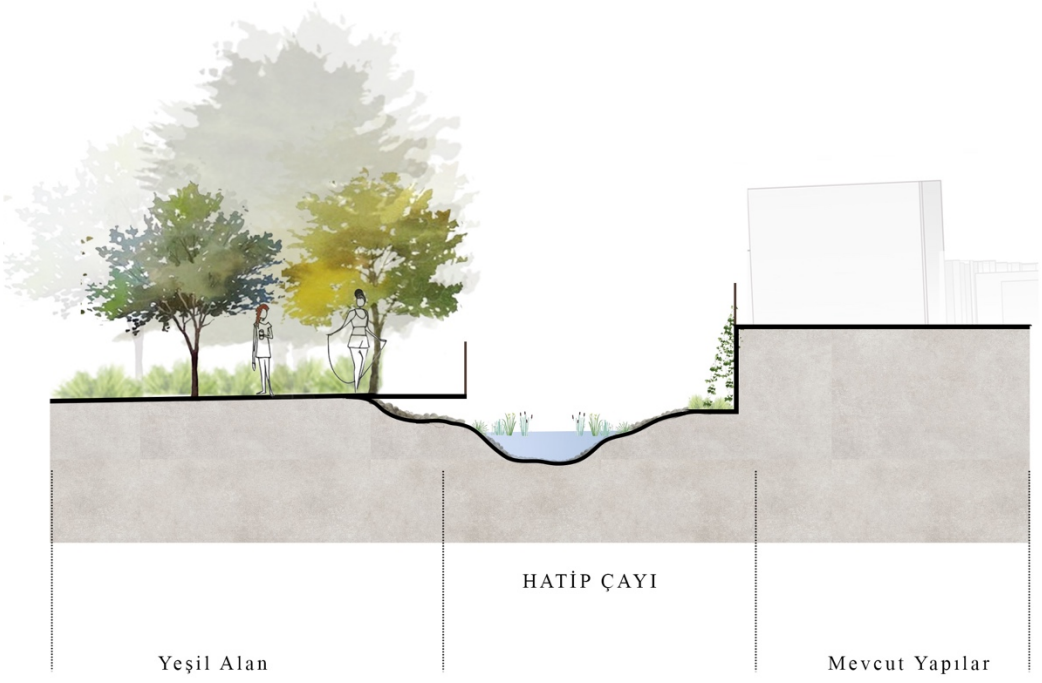
Çakıllar ve Sarılıcı Bitkilerle Dere Yatağı ve Kıyı Düzenlemesi: Dere yatağında, su hızını düşürerek taşkın riskini minimize etmek, görsel çeşitliliği artırmak amacıyla çakıl ve doğal taş esaslı bir yatak profili önerilmektedir. Kenarlarda su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmiştir. Sağ tarafta kalan duvarda *Hedera helix* (Kaya Sarmaşığı) gibi türlerin kullanımı önerilmiştir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

Geçirgen Çim Yüzeyler ve Yağmur Bahçeleri: Sol kıyıdaki geniş açık alanda, suyun toprağa sızmasını sağlayacak dayanıklı ve geçirgen çim yüzeylerin kullanımı önceliklendirilmiştir. Yüzey akışını yönetmek üzere, küçük ölçekli yağmur bahçeleri veya biyofiltrasyon alanları tasarlanması önerilmiştir. Tampon zonları güçlendirmek amacıyla suya dayanıklı kıyı ağaç türlerinden *Pinus brutia* (Kızılçam), yağmur bahçesine uygun *Cotoneaster nummularia* (Dağ muşmulası) gibi türlerinin kullanımı önerilmiştir.

Gölgelik Ağaçlandırma: Sol kıyı şeridinde ve devamındaki yeşil alanda, gölge etkisi yaratarak mikroklimatik konforu artıracak, hava kalitesine olumlu katkı sağlayacak ve mevcut ağaç dokusuyla bütünleşerek kesintisiz bir ekolojik koridor oluşturacak *Fagus orientalis* (Kayın) ve Prunus mahalep (Mahlep) türleri ile ağaçlandırma çalışmaları gerçekleştirilmesi önerilmiştir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.5 5 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

6 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 6 numaralı kesit çalışması, Kopenhag - Hans Tavsens Park'ın kentsel iklim adaptasyonu ve canlı kamusal mekan yaratma başarısı ile Çin - Qnuli Stormwater Park'ın 'Sünger Şehir' konseptiyle entegre yağmur suyu yönetimi ve ekosistem koruma yaklaşımlarından ilham almaktadır (URL 14, 2025, ArchDaily, 2025).

Bu kesit, kentsel altyapı, eğimli yeşil alan ve köprünün bulunduğu bir noktayı göstermektedir. Öncelikli hedefler; kanal içinde doğal taş ve sucul bitkilerle akışı yavaşlatmak, habitat ve sediment tutulumunu artırmak; sol kıyıda eğimli araziyi stabilize etmek ve ağaçlandırmak; araç yolu ile çay arasında insan-doğa etkileşimini ve taşkın direncini artıran bir geçiş zonu oluşturmak ve mevcut köprüyü bitkilendirerek "yeşil köprü"ye dönüştürmektir (Şekil 6.6).

Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkiler ile Dere Yatağı Düzenlemesi: Çakıl ve doğal taşlarla dere yatağı düzenlemesi yapılarak su hızı yavaşlatılarak, taşkın etkisinin azaltılması, aynı zamanda görsel ve ekohidrolik denge sağlanması, kenarlarda su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmiştir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

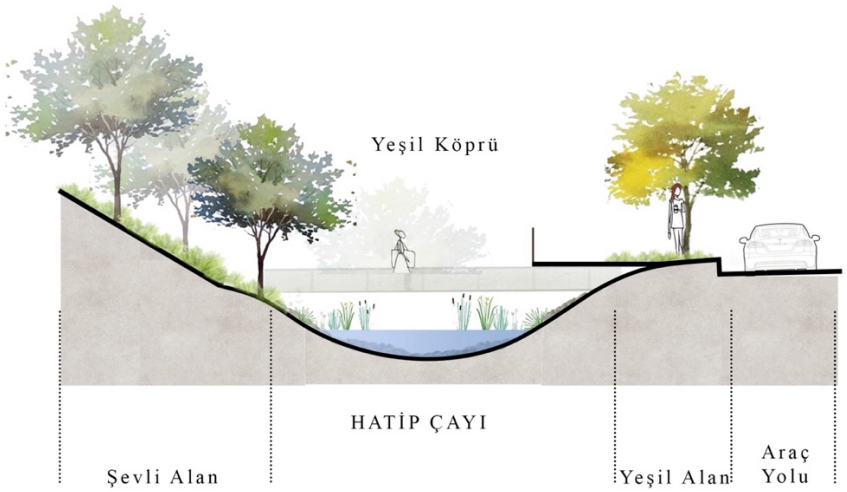
Eğim Stabilizasyonu ve Kademeli Yeşil Alan: Sol taraftaki eğimli arazide, toprak kaymasını önlemek ve estetik bir geçiş sağlamak amacıyla, kök sistemleri *Pinus nigra* (Karaçam) gibi güçlü ağaçlar, *Juniperus horizantalis* (Sürünücü Ardıç) gibi çalılar ve dayanıklı yer örtücü bitkilerle kademeli bir yeşil alan düzenlemesi yapılması önerilmiştir.

Suya Duyarlı Geçiş Zonu: Sağ kıyıda, araç yolu ile çay arasında kalan bölge, mevcut yaya yolu doğal ve su geçirimli malzemelerle genişletilerek üzerine tampon zonlara uygun *Fagus orientalis* (Kayın) ve *Acer hyrcanum* (Toros Akçaağacı) gibi gölgelik ağaçların eklenmesi önerilmiştir. Yüzey akışını etkin bir şekilde yönetmek ve filtrelemek amacıyla, yeşil alan içine entegre edilmiş biyofiltrasyon şeritleri oluşturulabilir.

Yeşil Köprü Tasarımı: Mevcut köprünün strüktürü korunarak, köprü üzerine ve kenarlarına uygun bitkilendirme (örneğin, *Hedera helix* (Kaya Sarmaşığı) gibi sarılıcı bitkiler, saksılarda veya özel tasarlanmış yataklarda çalılar ve çiçekler) yapılarak "yeşil köprü" kimliği kazandırılması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda hem estetik bir değer katılması hem de ekolojik koridorun devamlılığına katkı sağlanması öngörülmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.6 6 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

7 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 7 numaralı kesit çalışması, Çin'den Shanghai Houtan Parkı'nın kentsel ekolojik restorasyon ve doğa-kent bütünleşmesi alanındaki yenilikçi çözümleri ile Ankara'dan İsmet İnönü Parkı'nın yoğun kentsel dokuda doğa tabanlı çözümlerle yarattığı başarılı ekolojik ve rekreasyonel kamusal alan örneklerinden ilham almaktadır (WOA, 2010, Arslantaş vd, 2020)

Bu kesit, kentsel altyapı ile eğimli yeşil alanın kesişiminde konumlanmıştır. Temel hedefler; kanal içinde doğal taş ve sucul bitkilerle akışı yavaşlatmak, sağdaki eğimli arazide bitkilendirme ve kıyı ağaçlandırmasıyla topoğrafyayı korumak ve eğimi stabilize etmek; solda ise araç yolu ile su hattı arasında, yaya yolu, ağaçlandırma ve geçirgen yeşil alanlarla kullanıcı konforunu ve doğa-temelli geçiş koridorunu geliştirmektir (Şekil 6.7).

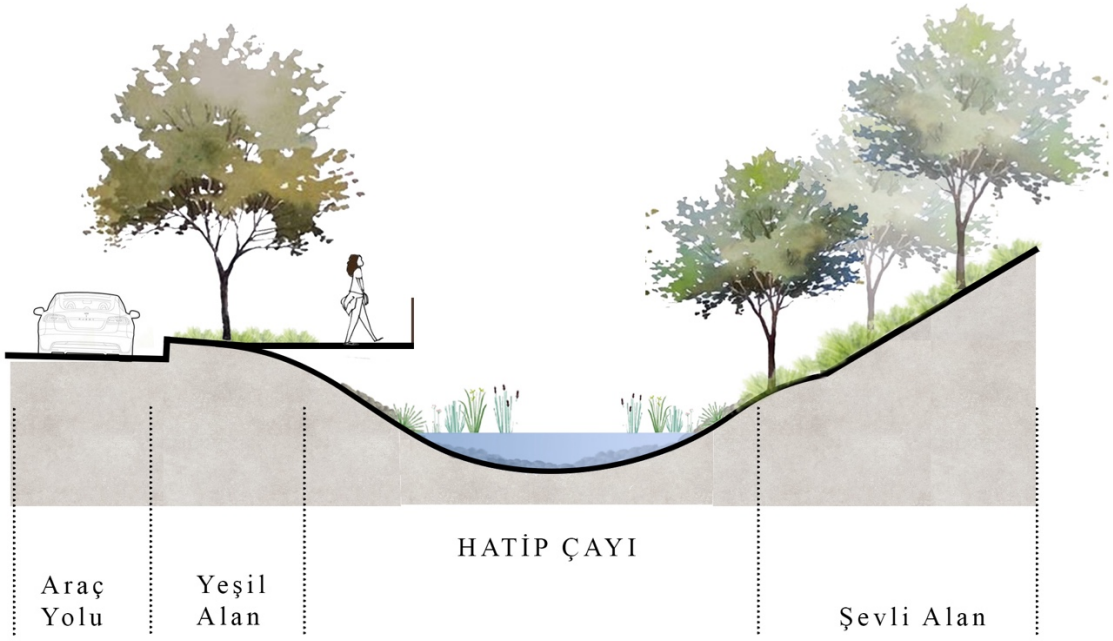
Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkiler ile Dere Yatağı Düzenlemesi: Çakıl ve doğal taşlarla dere yatağı düzenlemesi yapılarak su hızı yavaşlatılarak, taşkın etkisinin azaltılması, aynı zamanda görsel ve ekohidrolik denge sağlanması, kenarlarda su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmiştir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

Eğim Stabilizasyonu: Sağ taraftaki eğimli alanda, mevcut topoğrafyayı koruyarak erozyonu önleyecek, kök sistemleri güçlü *Paliurus spina-christi* (Karaçalı) gibi ve *Juniperus horizantalis* (Sürünücü Ardıç) gibi türler ile yoğun bir bitkilendirme yapılması önerilmektedir. Yüzey akışının yoğunlaşabileceği stratejik noktalara, suyun yerinde yönetimini sağlayacak küçük biyofiltrasyon alanları veya yağmur bahçeciklerinin entegre edilmesi uygun görülmektedir.

Suya Duyarlı Geçiş Koridoru ve Rekreasyonel Alan: Sol tarafta, mevcut yaya yolunun doğal ve su geçirimli malzemelerle (sıkıştırılmış toprak, taşlar vb..) genişletilmesi ve üzerine gölge sağlayacak *Acer hyrcanum* (Toros Akçaağacı) gibi dayanıklı ağaç türlerinin dikilmesi önerilmektedir. Yaya yolu ile çay arasında kalan yeşil alanların ise, yağmur suyunun toprağa sızmasını kolaylaştıran geçirgen çim veya *Centaurea cyanus* (Mavi kantaron) gibi otsu türlerle kaplanması uygun görülmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.7 7 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

8 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 8 numaralı kesit çalışması, North Carolina'dan Carrboro ve Asheville Örnekleri'nin merkezi olmayan su yönetimi ve yeşil altyapı entegrasyonu ile Türkiye'den İzmir Sünger Kent Projesi'nin sürdürülebilir su kaynakları yönetimi yaklaşımlarından ilham almaktadır. Bu referanslar, geçirimli yüzeyler, yağmur bahçeleri, bütünleşik biyofiltre sistemleri ve yağmur suyunun etkin toplanıp yeniden kullanılması gibi kentsel dirençlilik ve adaptasyon stratejileri sunmaktadır. (Town of Carry, 2023, İBB, 2025).

Bu kesit, Hatip Çayı'nın bir yanında araç yoluna paralel dar bir yeşil bant ve patika, diğer yanında ise daha geniş, ağaçlandırılmış ve eğimli bir yeşil alanın bulunduğu bir bölümü temsil etmektedir. Öncelikli hedefler; kanal içi ekolojik iyileştirmelerle doğal akış rejimini koruyarak habitat çeşitliliğini artırmak; eğimli alanda yer örtücüler ve kıyı uyumlu ağaçlarla toprak stabilitesini ve peyzaj bütünlüğünü güçlendirmek; sağ kıyıdaki dar alanda ise patika ve gölgelik ağaçlandırmalarla yaya erişimini desteklemektir (Şekil 6.8).

Çakıllar ve Yer Örtücü Bitkiler ile Dere Yatağı Düzenlemesi: Çakıl ve doğal taşlarla dere yatağı düzenlemesi yapılarak su hızı yavaşlatarak, taşkın etkisi azaltılması, görsel ve ekohidrolik denge sağlanması, , kenarlarda su üzerinde kalabilen *Campanula latifolia* (Kirpikli Çıngırak) ve *Ciscus creticus* (Tüylü Laden) gibi yer örtücü bitkilerin kullanımı önerilmiştir. Suya doğrudan yaklaşabilmeye olanak tanıyan ahşap platformlar tercih edilmiştir.

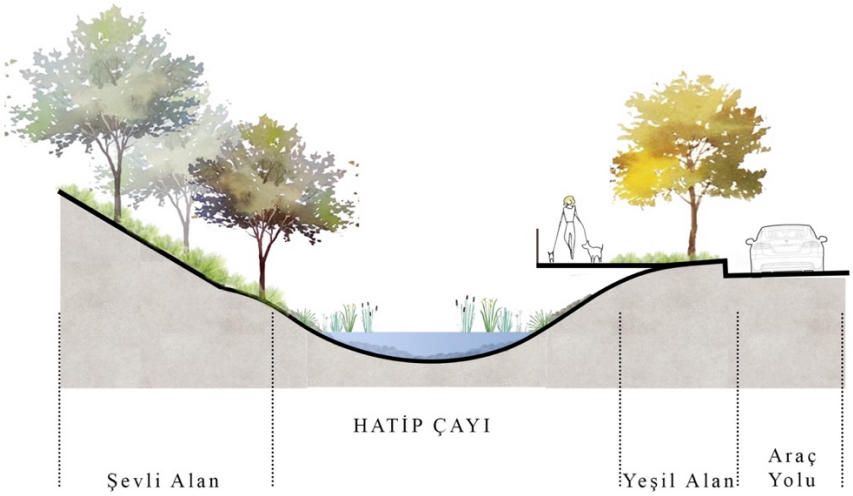
Eğim Stabilizasyonu ve Katmanlı Bitkilendirme: Eğimli arazide, toprak stabilitesini sağlayacak, erozyonu önleyecek ve peyzaj bütünlüğünü koruyacak bir bitkilendirme stratejisi benimsenecektir. Bu kapsamda, derin köklü yer örtücüler, *Quercus ithaburensis* (Anadolu palamudu) gibi ağaçlar, *Juniperus horizantalis* (Sürünücü Ardıç) gibi çalılar ile katmanlı bir yeşil doku oluşturulması düşünülmüştür.

Erişilebilir Yeşil Koridor ve Geçirgen Yüzeyler: Araç yoluna paralel sağ kıyıda, mevcut yaya yolunun su geçirimli malzemelerle iyileştirilmesi veya yeniden tasarlanması önerilmektedir. Bu yolun sol kıyısı boyunca, *Tilia tomentosa* (Ihlamur) gibi gölge

sağlayacak ağaç türleri dikilerek kullanıcı konforu artırılacaktır. Yeşil alanda konumlandırılacak küçük yeşil ceplerde, yüzey sularının toprağa sızmasını kolaylaştıracak basit biyofiltrasyon alanlarının entegre edilmesi önerilmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.8 8 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

9 Numaralı Fotoğraflama Noktası Kesit Çalışması: 9 numaralı kesit çalışmasının tasarım ilhamı, işlevsel ve geçiş niteliğindeki bu alanın çevresel kalitesini artırmak amacıyla, Çin'den Shenzhen Shenwan Street Park'ın kentsel yeşil eksenleri ekolojik canlılıkla birleştirme yaklaşımından ve North Carolina'dan Raleigh Şehri'nin Yeşil Fırtına Suyu Altyapısı prensiplerinin kentsel yüzey geçirgenliği ve yüzey akışı yönetimi odaklarından alınmıştır (Doğan, 2022, ABC11, 2024).

Hatip Çayı'nın açık akışının sonlandığı ve tanker dolum tesisiyle birleştiği bu kesitte, sağda tanker yolu, solda mevcut ağaçlık alan yer almaktadır. Çayın yer altına girişi nedeniyle kanal içi müdahaleden kaçınılacaktır. Temel hedefler; soldaki ağaçlık alanın korunup geliştirilmesi ve işlevselleştirilmesidir. Sağdaki tanker yolu boyunca ise, mevcut ağaçlar korunarak seçici bitkilendirme yapılacak ve tanker geçişine uygun geçirgen yüzeylerle yeşil alan düzenlemeleriyle çevresel kalite yükseltilecektir (Şekil 6.9).

Mevcut Yeşil Alanın İyileştirilmesi ve İşlevselleştirilmesi: Sol taraftaki mevcut ağaçlandırma alanının bakımı yapılarak, gerekli yerlerde *Pinus nigra* (Karaçam) ve *Acer hyrcanum* (Toros Akçaağacı) gibi dayanıklı türlerle tamamlayıcı dikimler gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

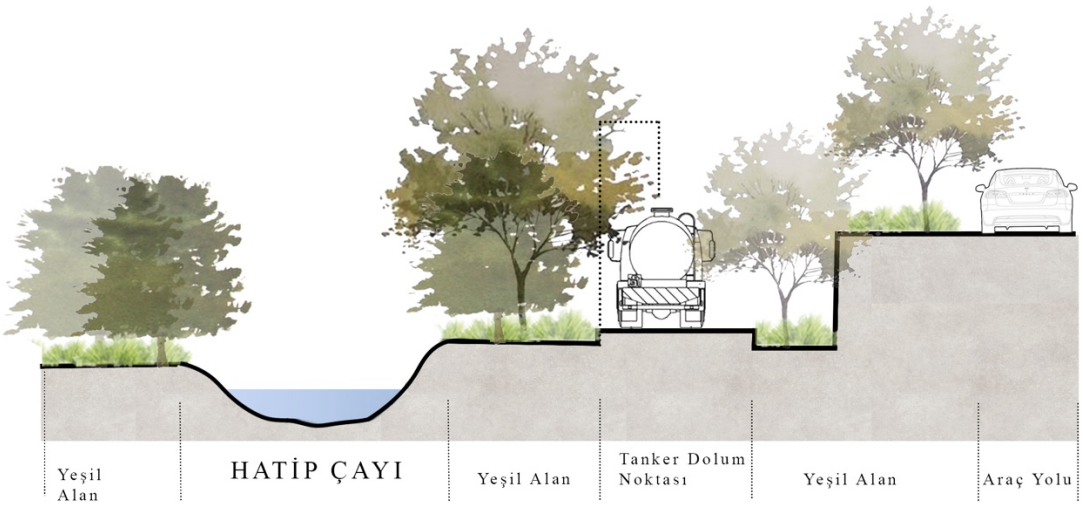
Tanker Yolu Çevresinde Seçici Bitkilendirme ve Geçirgen Yüzey Uygulamaları: Tanker yolu boyunca, mevcut ağaç dokusunu tamamlayacak, gölge sağlayarak mikroklimayı iyileştirecek, toz ve gürültüyü filtreleyebilecek; ancak tanker manevralarını engellemeyecek, dayanıklı ve az bakım gerektiren *Prunus mahalep* (Mahlep) gibi yerel ağaç türleri ve *Quercus ithaburensis* (Anadolu palamudu) gibi toprak tutan türler ile seçici bir bitkilendirme yapılması önerilmektedir. Sağ tarafta bulunan küçük yeşil alanlarda yer örtücüler ve kurakçıl bitkilerle peyzaj düzenlemesi yapılması önerilmiştir.

Çayın Yer Altına Giriş Noktasının Düzenlenmesi: Çayın yer altına alındığı giriş yapısının çevresinde, tıkanıklığa neden olmayacak şekilde, estetik ve bakımı kolay peyzaj düzenlemeleri önerilmektedir.

Bilgilendirme ve Yönlendirme: Alanın hem işlevsel (tanker dolum) hem de potansiyel rekreasyonel (sol kıyı) kullanımlarını desteklemek üzere açık ve anlaşılır bilgilendirme ve yönlendirme tabelaları yerleştirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.



MEVCUT DURUM



ÖNERİ KESİT

Şekil 5.9 9 Numaralı fotoğraflama noktası için geliştirilen öneri kesit çalışması (Orijinal, 2025)

Alana Dair Tasarım Yaklaşımları: Bu çalışmada ele alınan temel hedeflerden biri, Hatip Çayı çevresindeki peyzajın MYA ilkeleri doğrultusunda yeniden biçimlendirilerek doğaya dönüşün sağlanması, suyla fiziksel ve görsel temasın artırılması ve bu sürece kullanıcıların yalnızca seyirci olarak değil, aynı zamanda katılımcı olarak dahil olabilmelerinin teşvik edilmesidir. Bu kapsamda ilk olarak çayın mevcut kanal yapısından çıkarılarak, doğal akış rejimine uygun bir yatak morfolojisine kavuşturulması hedeflenmiştir. Sert zeminli ve ekolojik bağlantıyı kesintiye uğratan kanal yapısı yerine, menderesli ve geçirgen tabanlı doğal bir dere yatağı önerilerek hem ekolojik hem de görsel peyzaj sürekliliği sağlanmaya çalışılmıştır. Böylece çayın yapay bir öğe olmaktan çıkıp, kentsel ekosistemin işlevsel bir bileşeni haline gelmesi amaçlanmıştır.

MYA yaklaşımlarının önemli bir bileşeni olan suyla temas, alanda belirli noktalarda önerilen ahşap platformlar aracılığıyla sağlanmıştır. Bu platformlar, hem kullanıcıların suya doğrudan yaklaşabilmelerine olanak tanıyan güvenli ve kontrollü yapılar olarak kurgulanmıştır. Suyla kurulan bu bağ, doğaya dönüşün yalnızca görsel bir anlatıdan ibaret kalmaması, aynı zamanda fiziksel ve deneyimsel bir etkileşime dönüşmesi açısından önemlidir.

Alanda kullanılan bitkiler, suya dayanıklı, yerel ve düşük bakım gerektiren türler arasından seçilerek hem biyolojik çeşitlilik artırılmış, hem de yeşil altyapının taşkın riskini azaltma potansiyelinden faydalanılmıştır. Özellikle dere kenarlarına yerleştirilen geçirgen toprak yapıları ve doğal filtrasyon sağlayan bitkisel tampon zonlar sayesinde taşkın riski minimize edilmiştir. Bu sayede, yalnızca mühendislik çözümlemelerine dayalı bir taşkın kontrolü değil, doğa tabanlı ve sürdürülebilir bir yaklaşım benimsenmiştir.

Sonuç olarak; doğala dönüş, suyla temas ve seyirci olma ilişkisi, mavi-yeşil altyapı ilkeleriyle bütüncül bir şekilde ele alınarak alanın hem ekolojik hem de sosyal yönden işlevselliği artırılmıştır. Bu yaklaşım, kullanıcıların pasif seyirci konumundan çıkarılarak, doğayla bütünleşik ve etkileşimli bir kamusal alan deneyimi yaşamalarını sağlamayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşımlarla elde edilmek istenen alana dair görsel Şekil 6.10'da gösterilmiştir.



ALANA YAKLAŞIMLAR

Şekil 5.10 Alana dair tasarım yaklaşımları (Orijinal, 2025)

Önerilen MYA Sistemlerinin Hatip Çayı'na Katkılarının Değerlendirilmesi: Bu tez çalışması kapsamında Hatip Çayı'nın incelenen kesimi boyunca önerilen MYA uygulamaları, tekil müdahaleler olmanın ötesinde, bütüncül bir sistem yaklaşımıyla ele alınmıştır. Farklı fotoğraflama noktalarında detaylandırılan kesit çalışmaları (Şekil 6.1-6.9), Hatip Çayı'nın ekolojik, hidrolojik, sosyal ve estetik potansiyelini artırmaya yönelik bir dizi stratejiyi içermektedir. Önerilen geçirgen yüzeyler, yağmur bahçeleri, biyolojik tutma alanları, kıyı ve sucul bitkilendirme, yeşil köprüler ve rekreasyonel düzenlemeler, bir araya geldiğinde MYA kapsamında doğa tabanlı çözümler sunarken, aynı zamanda alanın yaşam kalitesini yükseltmeyi hedeflemektedir.

Bu entegre sistemin en önemli katkılarından biri, literatürde de sıklıkla vurgulandığı üzere, yağmur suyu akışının yavaşlatılması, yerinde tutulması ve doğal yollarla filtrelenerek yeraltı suyuna sızdırılmasıdır. Bu sayede, özellikle taşkın riski taşıdığı belirlenen batı kesimlerinde, taşkın hacminin ve hızının azaltılması öngörülmektedir. Önerilen kıyı bitkilendirmesi ve doğal taş uygulamaları, suyun akış rejimini düzenlerken erozyonu önlemeye ve sediman tutulumuna yardımcı olacaktır. Yağmur bahçeleri ve biyotutma alanları ise yüzey akışıyla taşınan kirleticilerin filtrelenmesine katkı sunarak Hatip Çayı'nın su kalitesinde potansiyel bir iyileşme sağlayacaktır.

Sosyal ve estetik açıdan değerlendirildiğinde, önerilen yaya yolları ve yeşil köprü gibi elemanlar, halkın suyla ve doğayla yeniden bağ kurmasını teşvik edecektir. Bu düzenlemeler, Hatip Çayı kıyısını pasif bir geçiş alanı olmaktan çıkarıp, aktif rekreasyon olanakları sunan, kentsel yaşamın bir parçası haline gelen canlı bir yeşil koridora dönüştürme potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca, seçilen yerel ve adapte olmuş bitki türleri, alanın biyolojik çeşitliliğini artıracak, kuşlar ve diğer küçük canlılar için habitat oluşturacak ve mevsimsel değişimlerle dinamik bir peyzaj sunacaktır. Sonuç olarak, önerilen MYA sistemi, Hatip Çayı'nı sadece bir drenaj kanalı olarak değil, kentsel ekosistemin değerli bir bileşeni ve toplum için önemli bir kamusal alan olarak yeniden tanımlamaktadır.

Bu dönüşümde peyzaj mimarlarının üstlendiği rol oldukça belirleyicidir. Alanın ekolojik kapasitesi, topoğrafyası, kullanıcı ihtiyaçları ve estetik değerleri gibi çok boyutlu girdileri

bütüncül bir yaklaşımla değerlendirme becerisi, peyzaj mimarlarının mavi-yeşil altyapı sistemlerinin tasarımında stratejik konumda olmalarını sağlar.

Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Bu tez çalışması, Hatip Çayı örneği üzerinden mavi-yeşil altyapı (MYA) sistemlerinin kentsel kentsel yağmur suyu denetimi kapsamında potanisyel katkılarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Bununla birlikte, araştırmanın kapsamı ve alanın çok boyutlu yapısı, yeni soruların gündeme gelmesine ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutabilecek çeşitli araştırma alanlarının belirlenmesine neden olmuştur.

Bu çalışmada kullanılan HEC-RAS modeli, taşkın yayılımı ve hidrolik davranışlar hakkında temel düzeyde bilgi sağlamıştır (Brunner, 2016). Ancak, farklı yağış senaryoları, iklim değişikliği projeksiyonları ve kentsel gelişim örüntüleri dikkate alınarak yapılacak daha kapsamlı, dinamik ve entegre modeller ile sistemin hidrolojik tepkisinin daha gerçekçi bir biçimde analiz edilmesi mümkündür (Rossman, 2010).

Mavi-yeşil altyapı sistemlerinin uygulama ve bakım maliyetlerinin yanı sıra taşkın önleme, su arıtımı, rekreasyonel faydalar, karbon tutumu ve halk sağlığı gibi sunduğu çok yönlü ekosistem hizmetlerinin ekonomik değere dönüştürülmesi, kamu yatırımları açısından önemli bir karar destek aracı niteliği taşımaktadır (Elmqvist vd, 2013). Bu doğrultuda yapılacak maliyet-fayda analizleri, MYA sistemlerinin geleneksel gri altyapıya göre sağladığı uzun vadeli avantajları görünür kılabilecektir.

Hatip Çayı çevresinde yaşayan halkın, ilgili meslek disiplinlerinin ve yerel yöneticilerin MYA yaklaşımlarına yönelik bilgi düzeyi, tutumları ve katılım istekliliği üzerine yapılacak nicel ve nitel araştırmalar (anket, derinlemesine mülakat, odak grup görüşmeleri gibi) MYA uygulamalarının toplumsal sürdürülebilirliği açısından kritik önemdedir (Kabisch vd, 2016). Özellikle katılımcı tasarım süreçlerinin planlamaya entegrasyonu, kullanıcı memnuniyeti ve benimseme düzeyi ile doğrudan ilişkilidir.

Hatip Çayı veya benzer nitelikteki kentsel akarsular üzerine kurulacak pilot MYA projeleri kapsamında, ekolojik, hidrolojik ve sosyal etkilerin düzenli olarak izlenmesi büyük önem arz etmektedir. Uzun vadeli izleme verilerinin toplanması, değerlendirilmesi ve adaptif yönetim stratejileri geliştirilmesi, sistemin sürdürülebilirliğini destekleyecek ve yeni uygulamalar için yol gösterici olacaktır (Chaffin vd, 2014).

Genel Değerlendirmeler

Hatip Çayı örneği üzerinden mavi-yeşil altyapı (MYA) sistemlerini kentsel kentsel yağmur suyu denetimi kapsamında inceleyen bu çalışmada kentsel derelerin çoğu zaman göz ardı edilen ekolojik ve sosyal işlevlerine yeniden dikkat çekmek amaçlamaktadır.

Bu kapsamda önerilen MYA çözümleri, yalnızca taşkın riskinin azaltılması ve su kalitesinin iyileştirilmesi gibi mühendislik temelli hedeflere değil; aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin artırılması, rekreasyonel olanakların geliştirilmesi, kentsel ısı adası etkisinin hafifletilmesi ve en önemlisi, kent sakinlerinin doğayla yeniden bağ kurabileceği yüksek nitelikli kamusal alanların oluşturulmasına da odaklanmıştır.

Türkiye'de MYA uygulamalarının henüz yaygınlaşmamış olması, bu çalışmanın hem akademik alana hem de yerel yönetim ve uygulayıcı kurumlara yönelik olarak yol gösterici bir kaynak olma potansiyelini artırmaktadır. Kentsel su varlıklarının beton kanallara hapsedildiği, üzerlerinin kapatıldığı veya atık su deşarj alanı olarak değerlendirildiği geleneksel uygulamaların aksine, bu tez doğa temelli çözümler ve ekolojik tasarım ilkelerinin, kentsel su yönetimi ve peyzaj planlamasının merkezinde yer alması gerektiğini savunmaktadır.

Sonuç olarak, Hatip Çayı ve benzeri kentsel su varlıkları, teknik bilgi kadar kurumlararası işbirliği, toplumsal katılım ve sürdürülebilirlik ilkesine bağlılıkla desteklenen bütüncül müdahaleler sayesinde, çevresel sorun kaynağı olmaktan çıkarak sosyal, ekolojik ve ekonomik açıdan çok yönlü fayda üreten birer kent değeri haline gelebilir. Bu tez çalışmasının, bu yönde geliştirilecek politikalara ve uygulamalara mütevazı bir katkı sunması umulmaktadır.

KAYNAKLAR

ABB. (2017). 2038 Ankara Çevre Düzeni Planı. Ankara: Ankara Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı.

ABC11. (2024, Eylül 5). *Stormwater protection: Raleigh leading North Carolina in climate-ready infrastructure.* https://abc11.com/post/stormwater-protection-raleigh-leading-north-carolina-climate-ready/16180605/ adresinden alındı

Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning, 33(1–3)*, 131-155.

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.

Aksoy, H., & Özçelik, A. (2011). *Peyzaj Bitkileri I: Ağaç ve Ağaççıklar.* . Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları.

Alyanak, A. (2021, Kasım 26). *Ankara'nın sel ile tanışıklığı: 1957 sel felaketinden bugüne, ne değişti?* https://ayrancim.org.tr/?p=9398 adresinden alındı

Amati, M., & Yokohari, M. (2006). Temporal changes and local variations in the functions of London's green belt. *Landscape and Urban Planning, 75(1–2)*, 125–142.

ANFA. (2024). *Mogan Parkı*. https://anfa.com.tr/mogan-parki/ (Erişim Tarihi: 05.007.2024) adresinden alındı

Angelakis, A., Koutsoyiannis, D., & Tchobanoglous, G. (2005). Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. *Water Research, 39(1)*, 210–220. .

Ankara Kalkınma Ajansı. (2020). Kentsel Tarım Stratejisi Belgesi.

Anonim . (2022). *Rudaw*. https://www.rudaw.net/turkish/middleeast/13062022 adresinden alındı

Anonim. (2008). *Arkitera*. https://www.arkitera.com/haber/ruhr-bolgesini-basariyla-donusturen-projenin-sirlari/ adresinden alındı

Anonim. (2021). *Eskişehir'in Kalp Atışı*. Plant Dergisi: https://www.plantdergisi.com/haber-eskisehir%E2%80%99in-kalp-atisi-4082.html adresinden alındı

Anonim. (2022b). *Ankara Sel*. https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-61770826 adresinden alındı

Anonim. (2023, Haziran 12). *Ankara Çayı Taşma Seviyesinde*. Su Politikaları Derneği: https://supolitikalaridernegi.org/2023/06/12/ankara-cayi-tasma-seviyesinde-spd-baskani-yildiz-uyarmisti/ adresinden alındı

Anonim. (2024a). https://andirinpostasi.net/ankarada-saganak-yagmur-sonucu-meydana-gelen-sel-felaketinde-agir-hasarlar-olustu/ adresinden alındı

Anonim. (2024b). https://www.aco.com.tr/ueruenler/aco-drain-lineer-drenaj-kanallari adresinden alındı

Anonim. (2024c). https://bahcehavuz.com/sarnic-yagmur-suyu-biriktirme-deposu/ adresinden alındı

Anonim. (2024d). *SPONGE CITIES.* LUKMAAN IAS: https://blog.lukmaanias.com/2024/09/27/sponge-cities/ adresinden alındı

Anonim. (2024e). Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Tuz (Erişim Tarihi: 05.07.2024) adresinden alındı

Anonim. (2024f). *Ankara Selleri*. https://www.bbc.com/turkce/articles/c99z72j252go adresinden alındı

Anonim. (2024g). *Ankara Sağanak Yağış*. TRT Haber: https://www.trthaber.com/haber/turkiye/ankarada-saganak-yollar-gole-dondu-araclar-suya-gomuldu-874493.html adresinden alındı

Anonim. (2025, 02 20). *Hans Tavsens Park*. from https://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Tavsens_Park adresinden alındı

Anonymus. (2024). *Little Sugar Creek Greenway.* https://en.wikipedia.org/wiki/Little_Sugar_Creek_Greenway adresinden alındı

ArchDaily. (2025, 02 25). *Qnuli Stormwater Wetland Park – Turenscape*. https://www.archdaily.com/446025/qunli-stormwater-wetland-park-turenscape adresinden alındı

Arslantaş, F., Sanalan, K. C., & Çil, A. (2020). *Şehirlerde Yeşil Altyapı ve Doğa Tabanlı Çözümler İyi Uygulama Örnekleri.* Doğa Koruma Derneği.

ASLA. (2010). *Honor Award, The Qinhuangdao Beach Restoration: An Ecological Surgery*. http://www.asla.org/2010awards/015.html adresinden alındı

ASLA, A., AR, A., WEF, T., & Econorthwest. (2012). *Banking on Green: A Look at How Green Infrastructure Can Save Municipalities Money and Provide Economic Benefits Community-Wide.*

Avcıoğlu , Ü., & Babaç, M. T. (2010). Türkiye'de doğal yayılış gösteren bazı meşe türlerinin ekolojik ve fitocoğrafik özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(17)*, 1-10.

Avrupa Birliği, Türkiye Sivil Toplum Diyaloğu Programı. (2017). *Yağmur Hasadı Uygulamalarına Giriş Rehberi: İklim Değişikliğine Uyum Kapsamında Bir Çözüm Önerisi. (M. Tokuş Coşgun, & G. Özdemir, Dü).* Ankara: Türkiye: Peyzaj Araştırmaları.

AWWA. (2024). *Infiltration Trench: Do-It-Yourself Conservation Practices.* https://awwatersheds.org/infiltration-trench-do-it-yourself-conservation-practices/ adresinden alındı

Aydın, Ö. (2023). *Kentsel Alanlarda Uygulanan Geleneksek ve Sürdürülebiir Yağmur Suyu Yönetim Modellerinin Karşılaştırılması.* Tekirdağ: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aydın, M. (2021). *1957 Ankara seli ve kentleşme.* Ankara: Ankara Üniversitesi Yayınları.

Bayrak, G., & Küp, C. (2021). Yeşil Altyapı Uygulamaları Kapsamında Biyotutma Sistemlerinin Yağmur Suyu Kirletici Giderim Verimlerinin Değerlendirilmesi. *Kent Akademisi 14(3)*.

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). Green infrastructure: Linking landscapes and communities. . *Island Press.*

Berndtsson, J. C. (2010). Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. . *Ecological Engineering, 36(4),*, 351-360.

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

Brown, G., & Raymond , C. (2019). *Integrating Spatial Analysis into Landscape Planning. Routledge.*

Brunner, G. W. (2016). HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual. *U.S. Army Corps of Engineers.*

Butler, D., & Davies, J. W. (2004). Urban Drainage. *Spon Press Taylor & Francis Group*, s. 1-5.

Castells, M. (1977). The Urban Question: A Marxist Approach. *Edward Arnold* .

Cengiz , B. (2009). *Kentsel Açık ve Yeşil Alan Sistemleri.* Ankara: Palme Yayıncılık.

Chaffin, B., Gosnell, H., & Cosens, B. A. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: Synthesis and future directions. *Ecology and Society, 19(3)*.

Chong, Z., Wang, P., & Li, Y. (2018).). Sponge city development and water management strategies in urban areas. *Environmental Science & Technology, 52(12)*, 6852-6861.

City of Durham. (2023). *Green Infrastructure in Durham.* . https://www.durhamnc.gov/1619/Green-Infrastructure adresinden alındı

City of Sydney. (2025). *Victoria Park*. https://www.cityofsydney.nsw.gov.au/parks/victoria-park adresinden alındı

Coşkun, H. Ç. (2019). *Kentlerde İklim Değişikliği ile Mücadele için Yeşil Altyapı Çözümleri.* Ankara: İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi.

Cosier, M., & Shen, D. (2009). Urban water management in China. *International Journal of Water Resources Development*, 249-268.

Cowan, W. L. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. . *Agricultural Engineering, 37(7)*.

Çakıroğlu, G. (2011). *Peyzaj Tasarımında Su Tasarrufuna Yönelik Güncel Uygulamaların İrdelenmesi: İstanbul Örneği. Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı .

Çankaya Belediyesi. (2024). https://www.cankaya.bel.tr/pages/7967/ISMET-INONU-PARKI-VE-LOZAN-ZAFER-ANITI/ adresinden alındı

Çepel, N. (1992). *Ekosistem Ekolojisi.* İstanbul Üniversitesi Yayınları.

Çetinkaya, A. (2019). *Sürdürülebilir yağmur suyu depolama yöntemleri: Muğla yöresi kırsal sarnıçların araştırılması ve MSKÜ merkez yerleşkesiiçin alternatif çözüm önerilerinin geliştirilmesi.* Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çezik, A. (1982). *Kentleşme Yerleşme Sektör Raporu.* Ankara: DPT SPD Yayını.

Demir, D. (2012). *Konvansiyonel yağmursuyu yönetim sistemleri ile sürdürülebilir yağmursuyu yönetim sistemlerinin karşılaştırılması: İTÜ Ayazağa Yerleşkesi örneği.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ç.

Demirci, A. (2014). Literatür Taraması. *Coğrafya Araştırma Yöntemleri* (s. 73-109). içinde Balıkesir.

Demirci, R. (2019). Doğal afetler ve şehirleşme: 1957 Ankara selinin etkileri. *İstanbul İleri Araştırmalar Dergisi, 12(4)*, 45-49.

Dietz, M. E. (2007). Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air, and Soil Pollution, 186(1-4)*, 351-363.

Doğan, İ. (2022). *Sünger Şehir: Shenzhen Shenwan Parkı*. Peyzax: https://www.peyzax.com/sunger-sehir-shenzhen-shenwan-parki/ adresinden alındı

DSİ. (2024). *Devlet Su İşleri Taşkın Resimleri*. Devlet Su İşleri: https://www.dsi.gov.tr/Galeri/ResimGaleriDetay/614 adresinden alındı

DSİ. (2025). *Akım Gözlem Yıllıkları*. https://www.dsi.gov.tr/sayfa/detay/744 adresinden alındı

Dunnet, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls.* Timber Press.

Dussaillant, A. R., Wu, C. H., & Potter, K. W. (2005). Hydraulic performance of a bioretention cell. *Journal of Hydrologic Engineering, 10(1),*, 1-6.

Eşbah, H. (2021). *Suya Duyarlı Şehirler.* İstanbul: Türkiye Su Enstitüsü.

Efe, H., & Önen, F. (2015). Batman Çayı'nın taşkın analizinin HEC-RAS programıyla yapılması. *Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 83-92.

Elmqvist , T., Fragkias, M., Goodness , J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I., . . . Wilkinson, C. (2013). *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities.*

Eminağaoğlu , Ö. (2011). Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren Cornaceae familyasına ait taksonların taksonomik ve ekolojik özellikleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1)*, 65-72.

EPA. (2020). *Stormwater Management Best Practices.* United States Environmental Protection Agency.

Ertek, T. (2021). *Yer Sistemleri-Su Döngüsü.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafya.

Escobedo, F. J., Kroeger, T., & Wagner, J. E. (2010). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. . *Environmental Pollution, 159(8–9),* , 2078-2087.

European Commission. (2017). *Urban Green Infrastructure: Connecting People and Nature for Sustainable Cities.* Munich: Green Surge Project Seventh Framework Programme, Freising.

European Commission. (2024). *Nature-based solutions for climate resilience: Policy and practice.* European Union Publication Office.

Fletcher , T. D., Shuster, W., Hunt , W., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., & Mikkelsen, P. S. (2015). SUDS, LID, BMPs and more–The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal, 12(7)*, 525–542.

Frumkin, H., Hess, J., Luber, G., Malilay, J., & McGeehin, M. (2008). *Climate Change; The Public Health Response.* American Journal oof Public Health.

Göztepe, S., Bahadır, M., & Şen, H. (2022). Hatip Çayı Havzası'nın (Ankara) doğal coğrafya özellikleri ve arazi kullanımı,. *Mavi Atlas Dergisi, 10(2)*, 564-581.

Gül, H. (2020). Kentlerin Yapısı, Türleri ve İşlevleri. M. Tuna içinde, *Yerleşim Sosyolojisi* (s. Bölüm 4). Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.

Gülcü, G. (2021). *Kentsel Alanlarda Yağmur Suyu Yönetiminin Mekânsal Bileşenlerinin Üsküdar Meydanı Havzası Üzerinden Değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Güven, A. (2016). Kent,, Kentlileşme ve Kentsel Yönetim İhtiyacı. *Journal of International Management, Educational and Economics Perspectives*, s. 21-30.

Gill, S. E., Handley, J. F., Ennos, A. R., & Pauleit, S. (2007). Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure. . *Built Environment, 33(1),*, 115-133.

Goonetilleke, A., Thomas, E., Ginn, S., & Gilbert , D. (2005). Understanding the role of land use in urban stormwater quality management. *Journal of Environmental Management, 74(1)*, 31-42.

Hodge, A. T. (2002). Roman Aqueducts & Water Supply. *London: Duckworth Publishers*.

Holden, J., Chapman, P., & Palmer, S. (2018). Soil water dynamics and surface runoff generation in permeable urban surfaces: A review. *Hydrological Processes, 32(22)*, 3340–3354.

İşcan, M. (2024). Orijinal. *Doğal su döngüsü ve kentsel alanlarda su döngüsü karşılaştırması*.

İşcan, M. (2024). Orijinal a. *Mazgal Örneği*. Ankara.

İşcan, M. (2024). Orijinal b. *Çubuk 1 Barajı Rekreasyon Alanı*.

İşcan, M. (2024). Orijinal c. *Hatip Çayı Çalışma Alanı Görselleri*.

İşcan, M. (2025). Orijinal d. *Hatip Çayı Çalışma Alanı Görselleri*.

İşcan, M. (2025). Orijinal, e. *Hatip Çayı Taşkın Analizi Çıktıları*.

İşcan, M. (2025). Orijinal, f. *Fotoğraflama Noktaları Kesit Çalışmaları*.

İBB. (2025, 02 20). *Sünger Kent İzmir*. https://sungerkent.izmir.bel.tr/ adresinden alındı

IUCN. (2020). *Nature-based Solutions Global Standard.* . International Union for Conservation of Nature.

Jaber, F., Woodson, D., LaChance, C., & York, C. (2012). *Stormwater Management: Rain Gardens.* USA: The Department of Soil and Crop Sciences and Texas A&M AgriLife Communications The Texas A&M System.

Jacobson, C. R. (2011). Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: A review. *ournal of Environmental Management, 92(6)*, 1438-1448.

Jongman, R., & Pungetti, G. (2004). Ecological Networks and Greenways: Concept, Design, Implementation. . *Cambridge University Press.*

Külekçi Akpınar, E. (2017). Geçmişten Günümüze Yeşil Çatı Sistemleri ve Yeşil Çatılarda Kalite Standartlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, s. 35-53.

Kabisch vd, N. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities. *Ecology and Society, 21(2).*

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective.* Cambridge University Press.

Karaca, Y. (2021, Mayıs 14). *Tasarım Rehberleri 28.04.2024 tarihinde*. Su ve Kentler: https://www.tasarimrehberleri.com/yesildonusum/su-ve-kentler/ adresinden alındı

Kaya, E., & Karaaslan, A. (2017). Efes Antik Kenti Su Sistemleri Üzerine Bir İnceleme. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 23(4)*, 523–530. .

Kaynar, İ. (2016). *Engürü'den Ankara'ya: 1892-1962 arasında Ankara'nın iktisadi değişimi.* . istanbul: Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, .

Kazancı, N., Aytun, A., & Emine, G. (2018). Kanlıgöl ve Ankara'nın Kent Kimliğini Oluşturabilecek Yerbilimsel Özellikler. *Ankara Araştırmaları Dergisi*, s. 97-109.

Keestra, S., Nunes , J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerda, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. Science of the Total Environment. *Science of the Total Environment, 610*, s. 997-1009.

Keleş, R. (1998). *Kentbilim Terimleri Sözlüğü.* Ankara: İmge Kitapevi.

Keleş, R. (2015). *Kentleşme Politikası.* . İmge Kitabevi.

Kent Araştırmaları Enstitüsü. (2021). *Kent Araştırmaları Enstitüsü "Yeşil Kuşak (Green Belt)" Kavramı* . https://kentarastirmalari.org/tr/ adresinden alındı

Konyalı Dereli, C., & Çay, R. D. (2020). Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Sisteminin Değerlendirilmesi: Fırınlarsırtı TOKİ Konutları (Edirne) Yerleşimi İçin Bir Öneri. *Kent Akademisi, 13(4)*, s. 668-687.

Korkut, A., Kiper, T., & Üstün, T. T. (2017). Kentsel alanlarda ekolojik bahçe tasarım anlayışları. *5. Uluslararası Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu:.* Bakü, Azerbaycan.

KSPTÇ Ankara. (2021). Ankara Kentsel Peyzajı ve Yeşil Alan Kullanımı. Kentsel Stratejiler ve Planlama Teknik Çalışmaları.

Lefebvre, H. (1991). *The Production of Space.* Blackwell.

Levi, S. (2007). *Yağış sularının sürdürülebilir yönetimi. Yüksek Lisans Tezi.* İstanbul: Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü .

Li, Y., Yu, X., & Zhang, W. (2020). Nature-based solutions for sustainable urban water management. *Water Research*.

Liu, J., Yang, W., & Liu, Y. (2021). Hydrological modeling and its application in sustainable water resources management. *Water Resources Research*.

Müftüoğlu, V., & Perçin, H. (2015). Sürdürülebilir kentsel yağmur suyu yönetimi kapsamında yağmur bahçesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, s. 27-37.

Maas, J., Verheij, R., Groenewegen , P., & Vries, S. d. (2006). Green space, urbanity, and health: how strong is the relation? . *Journal of Epidemiology and Community Health, 60(7),*, 587-592.

Mamak Kaymakamlığı. (2024). *Mavi Göl Tanıtımı*. http://www.mamak.gov.tr/mavi-gol-tanitim# (Erişim Tarihi: 05.07.2024) adresinden alındı

Melbourne Water. (2024). *Reimagining Moonee Ponds Creek*. https://www.melbournewater.com.au/services/projects/reimagining-moonee-ponds-creek adresinden alındı

Mueller, B. W. (2016, 23 Mayıs- 4 Haziran). Su Tutma Peyzajları Eğitim Dokümanları. Odemira, Portekiz.

National Stormwater Center. (2021). *Stormwater Inspection and Maintenance Guide*. https://www.npdes.com/ adresinden alındı

NC DEQ. (2023). *Green Stormwater Infrastructure Primer for Local Elected Officials. North Carolina Department of Environmental Quality.* https://www.deq.nc.gov/environmental-assistance-and-customer-service/rbac/grants/green-stormwater-infrastructure-primer-local-elected/download adresinden alındı

NC Resilience Exchange. (2024). *Asheville transportation project integrates green infrastructure for flooding. .* https://www.resilienceexchange.nc.gov/identify-actions/success-stories/asheville-transportation-project-green-infrastructure-flooding adresinden alındı

Newman , P., & Jennings, I. (2008). *Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices. .* Island Press. .

Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). Water Centric Sustainable Communities: Planning, Retrofitting, and Building the Next Urban Environment. . *John Wiley & Sons.*

Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution, 193*, 119-129.

Oberndorfer, E., & vd. (2007). Green roofs as urban ecosystems: Ecological structures, functions, and services. *BioScience, 57(10)*, 823–833.

ODTÜ. (2024). *Eymir Gölü*. 60 Yıl ODTÜ: https://60yil.metu.edu.tr/eymir-golu (Erişim Tarihi: 05.07.2024) adresinden alındı

OGM. (2021). *Yerli Ağaç Türleri Veri Tabanı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.* Orman Genel Müdürlüğü (OGM): https://www.ogm.gov.tr adresinden alındı

Ortloff, C. R. (2009). Water engineering in the ancient world: Archaeological and climate perspectives on societies of ancient South America, Mesoamerica, the Middle East and South East Asia. *Oxford University Press*.

Özdemir, A. (2009). KATILIMCI KENTLİ KİMLİĞİNİN OLUŞUMUNDA KAMUSAL YEŞİL ALANLARIN ROLÜ: ANKARA KENT PARKLARI ÖRNEĞİ. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* , 144-153.

Özdemir, A. (2017). Application of Stormwater Runoff Estimation Methods in the Case of Faculty of Agriculture Main Campus. *International journal of Sciences*, 22-27.

Özeren, M. (2012). *Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası ve Çevresinin Kurgulanması.* İzmir: Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özfındık, F. S. (2022). Urban Growth in Ankara: Planning and Policy Tools For Controlling Growth at the Urban Fringe. *Journal of Planning 32(3)*, 488-509.

Özfındık, F. S. (2022). Urban Growth in Ankara: Planning and Policy Tools For Controlling Growth at the Urban Fringe. *Journal of Planning 32(3)*, 488-509.

Özyavuz, M. (2012). *Peyzaj Bitkileri.* . Şehir Kitapları Yayınları. .

Parlak, E., & Atik, M. (2020). Dünyadan ve Ülkemi<den Mavi-Yeşil Altyapı Uygulamaları. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* , s. 86-100.

Paul, M. J., & Meyer, J. L. (2001). Streams in the Urban Landscape. . *Annual Review of Ecology and Systematics, 32*, 333-365.

Perini, K. (2017). Emscher River, Germany Strategies and Techniques . *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure.* , s. Bölüm 9.6.

Poleto, C., & Tassi, R. (2012). *Sustainable urban drainage systems.* Intech Open 28.04.2024 tarihinde: https://www.intechopen.com/chapters/30388 adresinden alındı

Radcliffe, J. C. (2019). History of Water Sensitive Urban Design/Low Impact Development Adoption in Australia and Internationally. *Approaches to Water Sensitive Urban Design*, s. 1-24.

Ramboll Faundation. (2016). *Strengthening BlueGreen Infrastructure atroCities Enhancing BlueGreen Infrastructure Social Performance In High Density Urban Environments.* Liveable Cities Lab.

Rossman, L. A. (2010). Storm Water Management Model User's Manual Version 5.0. U.S. Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.

Rozos, E., Makropoulos , C., & Maksimovic, C. (2013). Rethinking urban areas: an example of an integrated blue-green approach. *Water Science and Technology: Water Supply*, s. 1534-1542.

Rui, X., Liu, Q., & Liang, X. (2013). Present and Future of the Hydrology. *Water Science and Engineering, Cilt 6, Sayı 3*, s. 241-249.

SAKY. (2014). *Sulak Alanların Korunması Yönetmeliğİ*. https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=19546&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5 adresinden alındı

Schmidt, K. (2006). Göbekli Tepe: A Stone Age Sanctuary in Southeastern Anatolia. *Documenta Praehistorica, 33*, 1–13.

Semiz, M. (2016). *Yeşil altyapı sistemleri ve kent sürdürülebilirliği ilişkisi. Yükksek Lisans Tezi.* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sert, E. (2013). *Enerji etkin peyzaj tasarımında yağmur suyu (Yüksek Lisans Tezi).* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sevimli, A. (2021). *Sürdürülebilir yağmur suyu yönetimi uygulamaları: Bursa Uludağ üniversitesi görükle kampüsü örneği. (Yüksek Lisans Tezi).* Bursa: Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Sharma, A., Begbie, D., & Gardner , T. (2015). *Rainwater Tank Systems for Urban Water Supply Design, Yield, Energy, Health Risks, Economics and Community Perceptions.* IWA Publishing.

Sharp, W., & Wallock, L. (1987). From ‘great town’ to ‘nonplace urban realm’: Reading the modern city. *Visions of the modern city*, s. 1-50.

Shen, X. (2010). Flood risk perception and communication within risk management in different cultural contexts: A comparative case study between Wuhan, China, and Cologne, Germany.

Shuster, W. D., Bonta, J., Thurston, H., Warnemuende, E., & Smith, D. R. (2005). Impacts of impervious surface on watershed hydrology: A review. *Urban Water Journal, 2(4),*, 263–275.

Soydan, O. (2013). *ANTALYA KONYAALTI BÖLGESİ PARKLARININ DRENAJ SORUNLARININ PEYZAJ MÜHENDİSLİĞİ KAPSAMINDA İRDELENMESİ.* Antalya: Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

Şimşek, Ö. F. (2023). *Yağmur Suyu Hasadı ile Kendi Kendine Yetebilen Peyzaj Alanları Oluşturulması.* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

Türkmen, B. (2010). Sifonik Yağmur Suyu Sisteminde Gerçekler ve Tasarım. *IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, s. 1167-1171.

Tamur, E. (2012). *Suda suretimiz çıkıyor.* Ankara: Kebikeç Yayınları.

TDK. (2025). *Türk Dil Kurumu Sözlüğü*. https://sozluk.gov.tr/ adresinden alındı

Teber, S. (1985). *İlk Toplumların Değişimleri.* İstanbul: Say Yayın Evi.

Tekeli , İ. (2011). *Modernitenin Kent Planlaması.* Tarih Vakfı Yurt Yayınları.

Tekeli, İ., & Ataöv, A. (2017). *Sürdürülebilir Toplum ve Yapılı Çevre Stratejiler Yelpazesi.* İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

Town of Cary. (2023). *Green stormwater techniques for your yard.* https://www.carync.gov/services-publications/water-sewer-stormwater/stormwater-management/green-stormwater-techniques-for-your-yard adresinden alındı

Town of Davidson. (2025). *Davidson, Kuzey Karolina – Greenway Haritası*. https://www.townofdavidson.org/ adresinden alındı

UNEP. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.*

UNESCO. (2021). *Nature-based solutions for climate resilient cities.* . https://www.unesco.org adresinden alındı

URL 10. (2022). *2022 Ankara Selleri*. https://tr.wikipedia.org/wiki/2022_Ankara_selleri#:~:text=1%20Temmuz%202022%20g%C3%BCn%C3%BC%20Ankara,Yenimahalle'de%201%20ki%C5%9Fi%20%C3%B6ld%C3%BC. adresinden alındı

URL 2. (2024). https://andirinpostasi.net/ankarada-saganak-yagmur-sonucu-meydana-gelen-sel-felaketinde-agir-hasarlar-olustu/ adresinden alındı

URL 3. (2024). https://www.aco.com.tr/ueruenler/aco-drain-lineer-drenaj-kanallari adresinden alındı

URL 5. (2016). Arkitera: https://www.arkitera.com/haber/peyzaj-mimarliginda-sulak-alanlar/ adresinden alındı

URL 6. (2008). *Arkitera*. https://www.arkitera.com/haber/ruhr-bolgesini-basariyla-donusturen-projenin-sirlari/ adresinden alındı

Van Renterghem, T., & Botteldooren, D. (2008). Reducing the acoustical façade load from road traffic with green roofs. . *Building and Environment, 43(6)*, 1081-1087.

Waldheim, C. (2016). Landscape as Urbanism: A General Theory. . *Princeton University Press.* .

Walsh, C. J., Fletcher, T. D., & Burns, M. J. (2012). Urban stormwater runoff: A new class of environmental flow problem. *PLoS ONE, 7(9)*, e45814.

Water Sensitive. (2025). *Water Sensitive Image Gallery*. Water Sensitive SA: https://www.watersensitivesa.com/wsud-projects-main/image-gallery/?utm_source=chatgpt.com adresinden alındı

WEF. (2012). The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation. . *Water Environment Federation.*

WOA. (2010). *World Architects* . Shangai Houtan Park: https://www.world-architects.com/en/turenscape-haidian-district-beijing/project/shanghai-houtan-park adresinden alındı

Wong, T. H. (2006). An overview of water sensitive urban design practices in Australia. *Water Practice and Technology, 1(1),*, 1-8.

Yücedağ, C., Özbayram, A. K., & Sivritepe, N. (2020). Su kenarı bitkilendirmelerinde kullanılan odunsu türlerin peyzaj açısından değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 22(1),* , 25–37. .

Yu, K. (2012). *Designed Ecologies: The Landscape Architecture of Kongjian Yu.* . William S. Saunders. .

Zeytinci, H. İ. (2021, Aralık 3). *Taichung Yeşil Koridoru*. Arkitera: https://www.arkitera.com/proje/taichung-yesil-koridoru/ adresinden alındı

Zhou, Q. (2014, Nisan). A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. *Water 6(4)*, s. 976-992.

Zwierzchowska, I., Fagiewicz , K., Ponizy, L., Lupa , P., & Mizgajski, A. (2019, Haziran). Introducing nature-based solutions into urban policy – facts and gaps. Case study of Poznań. *Land Use Policy*, s. 161-175.