

T.C
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİ VE UNSURLARININ PEYZAJ TASARIM
ÖLÇEĞİNDE İRDELENMESİ; DÜŞLER VADİSİ RİVA PROJESİ
(İSTANBUL) ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖMER AKAY

Danışman
Doç. Dr. Derya SARI

ARTVİN-2022

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yeğil Altyapı Sistemleri ve Unsurlarının Peyzaj Tasarım leğinde İrdelenmesi; Dğler Vadisi Riva Projesi (İstanbul) rneği” bağlıklı bu alığmayı bağtan sona kadar danığmanım Doç. Dr. Derya SARI’nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, bağka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, alığma sürecinde bilimsel arağtırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/11/2022

Ömer AKAY

İmza

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİ VE UNSURLARININ PEYZAJ TASARIM
ÖLÇEĞİNDE İRDELENMESİ; DÜŞLER VADİSİ RİVA PROJESİ (İSTANBUL)
ÖRNEĞİ

Ömer AKAY

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 21.11.2022

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 23.09.2022

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Derya SARI

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hilal SURAT

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ömer Lütfü ÇORBACI

ONAY

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2022 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve sayılı kararıyla Kabul edilmiştir.

.../.../.....
Prof. Dr. Hüseyin PEKER
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Yeşil Altyapı Sistemleri ve Unsurlarının Peyzaj Tasarım Ölçeğinde İrdelenmesi; Düşler Vadisi Riva Projesi (İstanbul) Örneği” konusunda yapılan bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış olup, ilk olarak ilgili kurum/kuruluşlara ve benzer konulara ilgi gösteren ve bu alanlarda bilimsel araştırma yapacak olanlara yararlı olmasını diliyorum.

Öncelikle, tez konusunun ve çalışma alanının belirlenmesi ile sonuç kısmına kadar ki her aşamasında bilgisini, samimiyetini ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım sayın hocam Doç. Dr. Derya SARI’ ya en içten hislerimle teşekkür ederim. Tez araştırmalarım boyunca, gerekli verilerin sağlanmasında ve arazi çalışmalarında yardımcı olan yüklenici Emlak Konut ve Yılmaz İnşaat FBA Yapı Düşler Vadisi Projesi yönetim kurulu başkanı Fatih AKSÖZ ve Hakan YILMAZ’a teşekkür ederim.

Ve son olarak her zaman desteklerini üzerimde tutan aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ömer AKAY

Artvin- 2022

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BEYANNAMESİ.....	I
JÜRİ KABUL TUTANAĞI.....	II
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1 GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
1.2 Literatür Özeti	5
2 YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİ.....	12
2.1 Yeşil Altyapı.....	12
2.2 Yeşil Altyapının Faydaları	14
2.3 Yeşil Altyapının İlkeleri	15
2.4 Yeşil Altyapı Unsurları ve Su Yönetimi	16
2.4.1 Bioswale.....	17
2.4.2 Yeşil Çatı	19
2.4.3 Geçirgen Kaplamalar	21
2.4.4 Yağmur Bahçesi.....	22
2.4.5 Downspout Kesilmesi (Yağmur İnişi)	24
2.4.6 Yağmur Suyu Toplama.....	24
2.4.7 Dikim Kutuları.....	25
2.4.8 Yeşil Sokaklar	25
2.4.9 Yapılandırılmış Sulak Alanlar	26
3 DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI	27
3.1 Dünyadan Örnekler	28
3.1.1 Seattle Kenti Puget Körfez Bölgesi	28
3.1.2 Portland, Oregon.....	29

3.1.3 Meishe Nehri Yeşil Yolu ve Fengxiang Parkı	30
3.1.4 Singapur	31
3.1.5 Santa Monica, California	32
3.2 Türkiye’den Örnekler	33
3.2.1 İzmir Yeşil Altyapı Stratejisi	33
3.2.2 Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridor	35
3.2.3 Antalya Green Hub	36
3.2.4. Ankara ODTÜ Üniversitesi	37
3.2.5 Gaziantep Allaben Deresi Boyunca Uzanan Yeşil Koridor.....	37
4 MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
4.1 Materyal.....	39
4.1.1 Çalışma Alanının Özellikleri	39
4.1.2 Çalışma Alanının Biyofiziksel Özellikleri.....	41
4.2 Yöntem	45
5 BULGULAR	48
5.1 Çalışma Alanının Fiziksel Yapısına İlişkin Genel Bulgular	48
5.1.1 Çalışma Alanının Yapısal Alanları	48
5.1.2 Çalışma Alanının Nüfus Verileri	54
5.2 Çalışma Alanı Su Toplama Sistemi.....	55
5.3 Çalışma Alanı Yeşil Sistemi.....	61
5.4 Çalışma Alanının Yeşil Altyapı Unsurlarına İlişkin Bulgular	67
6 TARTIŞMA	75
7 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ.....	88

ÖZET

YEŞİL ALT YAPI SİSTEMLERİ VE UNSURLARININ PEYZAJ TASARIM ÖLÇEĞİNDE İRDELENMESİ; DÜŞLER VADİSİ RİVA PROJESİ (İSTANBUL) ÖRNEĞİ

Günümüzde kentleşme olgusuyla şehirlerin hızla genişlemesi, çevre ve doğal kaynaklar üzerindeki antropojen baskıların artmasına neden olmaktadır. Kentleşme ile birlikte, doğal kaynaklar ve yaşam kalitesi olumsuz bir biçimde etkilenmektedir. Bu bağlamda kentlerde ortaya çıkan çevresel problemlerin etkilerinin en aza indirilmesi için birçok sürdürülebilir yaklaşımlar geliştirilmiştir. Yeşil altyapı yaklaşımı bunlardan biridir. Ülkemizde bu yaklaşım stratejik planlama ve uygulama aşamasında yeni yeni gelişim göstermektedir.

Tez araştırması kapsamında, öncelikle gelişmekte olan bu yaklaşımın özelliklerinin tanımlanması ve sistem unsurlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Ülkemizde, mevcut su yönetim sistemi, geleneksel gri altyapıya dayanmaktadır ve farklı ölçeklerdeki su sorunları etkin bir şekilde çözülememektedir. Yaşanan sorunlar göz önünde bulundurularak, kentsel alanlar inşa edilirken gri-yeşil altyapı entegrasyonu oluşturularak su yönetimi odaklı yeşil altyapı unsurlarının uygulamaları irdelenmiştir.

Bu tez çalışmasında yeşil altyapı yaklaşım ile tasarlanan, İstanbul'un Beykoz ilçesinde yapılmakta olan, 95 hektar tasarım alanına sahip Düşler Vadisi Riva Projesi araştırma alanı olarak ele alınmıştır. Bu kapsamda, bölgenin biyofiziksel yapısı ve hidrolojik verileri CBS ortamında haritalanmış ve mevcut durum ortaya konulmuştur. Bununla birlikte tasarım alanında uygulanan yeşil altyapı unsurları ve su toplama stratejileri irdelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, yeşil altyapı ilkelerine göre araştırma alanının değerlendirilmesi yapılmış ve alandaki yağmur suları ve atıl sular kullanılarak su tasarrufu sağlayabilecek bir bioswale sistem önerisi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su Yönetimi, Yeşil Altyapı, Gri Altyapı, Bioswale, Riva

SUMMARY

EXAMINATION OF GREEN INFRASTRUCTURE SYSTEMS AND ITS ELEMENTS AT THE LANDSCAPE DESIGN SCALE; DREAMS VALLEY RIVA PROJECT (İSTANBUL) EXAMPLE

Today, the rapid expansion of cities with the phenomenon of urbanization causes an increase in anthropogenic pressures on the environment and natural resources. With urbanization, natural resources and quality of life are negatively affected. In this context, many sustainable approaches have been developed to minimize the effects of environmental problems in cities. The green infrastructure approach is one of them. In our country, this approach shows a new development in the strategic planning and implementation phase.

Within the scope of the thesis research, first of all, it was tried to define the characteristics of this developing approach and to determine the system elements. In our country, the current water management system is based on traditional gray infrastructure and water problems of different scales cannot be solved effectively. Considering the problems experienced, the applications of green infrastructure elements focused on water management were examined by creating gray-green infrastructure integration while constructing urban areas.

In this thesis, the Dreams Valley Riva Project, which is designed with a green infrastructure approach and is being built in Beykoz district of Istanbul, with a design area of 95 hectares, is considered as a research area. In this context, the biophysical structure and hydrological data of the region were mapped in the GIS environment and the current situation was revealed. In addition, green infrastructure elements and water collection strategies applied in the field of design are examined. In line with the data obtained, the research area was evaluated according to the green infrastructure principles and a bioswale system proposal was developed that can save water by using the rain water and waste water in the area.

Keywords: Water Management, Green Infrastructure, Gray Infrastructure, Bioswale, Riva

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yeşil altyapı faydaları (EPA, 2010).....	15
Tablo 2. Doğal bir bioswale'de uygulanabilecek bitki türleri (URL-4).	19
Tablo 3. Yeşil altyapı uygulama örnekleri.....	27
Tablo 4. Sıcaklık-yağış tablosu (ölçüm periyodu 1937-2021) (URL-18).....	44
Tablo 5. Konut sayıları.....	51
Tablo 6. Yerleşik Nüfus	55
Tablo 7. Proje alanında bulunacak tesisler ve kapasiteleri	55
Tablo 8. Proje alanı toplam su ihtiyacı	56
Tablo 9. Kullanılan bitki türleri	67
Tablo 10. Çalışma alanı bioswallerde kullanılan bitki türleri.....	71

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Yeşil altyapı	13
Şekil 2. Yeşil altyapı; (Anahtar: GR: yeşil çatılar; UP: kentsel parklar; GC: yeşil koridorlar; EC: kapsüllenmiş kırsal alan; DL: terkedilmiş arazi; HG: yeşil alan ve ev bahçeleri CS: kilise bahçeleri, mezarlıklar ve okul alanları; OW: açık duran ve akan su).....	17
Şekil 3. Bioswale Sistemi; a: kesit görünüşü; b: diyagramı;.....	18
Şekil 4. Yeşil Çatı Sistemi a: Yeşil çatı katmanının kesiti; b: Yeşil çatı katmanının şematik bileşimi.	21
Şekil 5. Geçirgen kaplamalar a: şekil görünümü; b: Kesit görünümü	22
Şekil 6. Yağmur bahçesi	23
Şekil 8. Yağmur toplama sistemleri	25
Şekil 9. Dikim kutuları bir örnek	25
Şekil 10. Yeşil sokaklar	26
Şekil 11. Yapılandırılmış sulak alan örneği	26
Şekil 15. Singapur’da yeşil altyapı uygulamaları örnekleri	32
Şekil 16. Santa Monica, California da uygulanan bazı yeşil altyapı unsurları	33
Şekil 17. İzmir Yeşil Altyapı Stratejisine ilişkin görseller	34
Şekil 18. Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridoru	35
Şekil 19. Antalya Green Hub’ a ilişkin görseller	36
Şekil 20. ODTÜ üniversitesi	37
Şekil 21. Gaziantep Allaben Deresi	38
Şekil 23. Riva Beldesi	41
Şekil 24. Çalışma alanının yükseklik haritası	42
Şekil 25. Çalışma alanının eğim haritası.....	42
Şekil 26. Çalışma alanının su yüzeyleri haritası	43
Şekil 27. Çalışma alanının yağış haritası	44
Şekil 28. Çalışma alanı kuşbakışı görüntüleri	45
Şekil 29. Yöntem akış şeması	47
Şekil 30. Çalışma alanının 1. ve 2. Etapları	49
Şekil 31. Çalışma alanının yapısal alan zonu.....	50

Şekil 32. Çalışma alanındaki yapısal alanlar	51
Şekil 33. Çalışma alanı ulaşım sistemi.....	52
Şekil 34. Çalışma alanı site içi araç yolu	53
Şekil 35. Çalışma alanı site içi araç yolu uygulama aşaması.....	54
Şekil 36. Çalışma alanı su toplama kanalları	57
Şekil 37. Çalışma alanı su toplama alanları	58
Şekil 38. Çalışma alanı su biriktirme alanları	59
Şekil 39. Çalışma alanı su ve atık su yönetimi ve alternatifleri.....	60
Şekil 40. Su arıtma tesisi yeri ve isale hattı güzergâhı uydu görüntüsü.....	61
Şekil 41. Çalışma alanı vadi yamaçları yeşil sistemi	62
Şekil 42. Çalışma alanı vadi yamaçları tarımsal alanlar	62
Şekil 43. Çalışma alanı vadi tabanı park alanı	63
Şekil 44. Çalışma alanı konut bahçeleri plan görünümü	64
Şekil 45. Çalışma alanı konut bahçeleri kesit görünümü- I	65
Şekil 46. Çalışma alanı konut bahçeleri kesit görünümü-II.....	66
Şekil 47. Yağmur bahçeleri detay kesiti	68
Şekil 48. Çalışma alanı tasarlanan yağmur bahçeleri	69
Şekil 50. Çalışma alanı bioswale sistemi	70
Şekil 51. Çalışma alanı bioswale sistemi uygulama aşamaları.....	71
Şekil 52. Çalışma alanı yeşil çatı	72
Şekil 53. Çalışma alanı biyolojik gölet yapısı.....	72
Şekil 54. Çalışma alanı biyolojik gölet uygulama aşamaları	73
Şekil 55. Çalışma alanı sulak alan	73
Şekil 56. Çalışma alanı geçirgen kaplamalar	74
Şekil 57. Çalışma alanı geçirgen kaplamalar uygulama örneği	74

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GI	Green Infrastructure(Yeşil Altyapı)
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
PPS	Permeable Pavement Systems (Geçirgen Kaplama Sistemleri)
UGI	Urban Green Infrastructure (Kentsel Yeşil Altyapı)
YA	Yeşil Altyapı
YAB	Yeşil Altyapı Bileşeni

1 GİRİŞ

İnsanların yerleşik hayata geçmesiyle doğanın tahribi başlamış ve sanayi devrimiyle birlikte insan-doğa arasındaki dengede bozulmalar meydana gelmiştir. Bu bağlamda insanlar bulunduğu ortamları kendi ihtiyaçları ve istekleri üzerine şekillendirmeye başlamıştır. Kentlerin ve kentleşmenin yüzyılı olan 21. Yüzyıl (Wong ve Brown, 2009), artan insan odaklı hızlı ve plansız kentleşme ile birçok çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Aynı zamanda kentler, yakın gelecek için öngörülen çevresel problemlerin ve iklimsel değişikliklerin ana itici unsuru olarak küresel toplumların etkilendiği kritik sıcak noktalardır (Grimm, 2008). Ek olarak kentlerdeki geçirimsiz yüzeylerin oluşması kentsel alanlardaki yüzeysel akışların artmasına ve çevresel sorunlara karşı daha az direnç göstermesine neden olabilmektedir.

Su, geçmişte kentlerin konumlandırılmasını ve gelişimini etkileyen en önemli faktördür. Yaşamsal faaliyetlerimizi devam ettirebilmek için su kaynağına ihtiyacımız vardır. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı yakın gelecek için önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu doğrultuda su kaynaklarının sınırlı olduğunu göz önünde bulundurarak su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi önemlidir.

Sürdürülebilirlik arayışı, doğal kaynakları korumak ve muhafaza etmek ve yaşam tarzlarını destekleyici altyapıları teşvik etmeye yönelik girişimler ve insanların kaynakları tasarruflu kullanıp çevresel kaliteyi de kirletmedikleri sürece süresiz olarak dayanabilir (Wong ve Brown, 2009; Wong ve Eadie, 2000).

Sürdürülebilir su yönetimi, su kullanımında israfın önüne geçilerek doğayla uyumlu olacak şekilde etkin kullanımıdır. Bu bağlamda, sürdürülebilir yönetim modelinin geliştirilmesi etkin su kullanımını ve su kullanım oranının azaltılmasında gerekli bir uygulamadır (Kırtorun ve Karaer, 2018) .

Su aynı zamanda kentlerde yeşil altyapının kurulması ve sürdürülmesi için de gereklidir. Bu nedenle etkin bir “mavi” yönetimi, “yeşil”in yönetimi ve geliştirilmesinde stratejik bir birliktelik sağlanmalıdır (Everett ve ark., 2017).

Kentsel alanlarda yüzeysel su akışları şiddetine göre su baskınlarına, kuraklığa, su kalite oranının azalması ve yer altı sularına yönelik negatif etki oluşturmaktadır. Bu kapsamda yüzeysel akışlar zeminde bulunan kimyasal ve katı atıkların su havzalarına taşınımıyla kaynak sularının kirlenmesine neden olmaktadır (Dereli ve Çay, 2020; University of Arkansas Community Design Center, 2010).

Bu nedenle sorunlar için alınacak önlemler ve uygulamalar günümüzde ve gelecekte tüm kentsel alanlar için büyük önem taşımaktadır. Kentsel bağlamda, su düzenlemesi genellikle yağmur suyu akışının ve ilgili taşkınların kontrolüne atıfta bulunur (Gómez-Baggethun ve ark., 2010; McPhearson ve ark., 2014).

Geleneksel altyapı sistemlerine alternatif olarak karşımıza çıkan yeşil altyapı sistemleri küresel ısınma ve iklim değişikliğinin neden olduğu aşırı yağışların aniden bastırmasının etkilerini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için kullanılan yeni bir uygulamadır. Yağışlar sonucunda birikme olan yüzey sularındaki fazlalığı belirli alanlarda toplayarak veya bu suları yeraltı sularına aktararak su baskını, sel gibi doğal afetleri azaltmaya yaramaktadır (Arslan, 2021). Gri altyapı, her türlü insan yapımı su yönetim kaynağını içerirken yeşil altyapı, yağmur suyu akışını, taşkınları ve diğer çevresel sorunları yönetmek için doğal yaşam alanlarını kullanır (Ladapo, 2020).

Kentsel yeşil altyapı kavramı gelişmekte olan ülkeler için kentleşme olgusunun daha sürdürülebilir şehirler oluşturmak ve sosyal açıdan büyük öneme sahiptir (Adegun ve ark., 2021). Kentsel su yönetimi için yeşil altyapının kullanılması yenilikçi, ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan tercih edilebilir ve sürdürülebilir çözümler sunabilir. Yeşil altyapı, kentsel alanlardaki su yönetiminin sağlanmasında kullanılan stratejik bir yaklaşımdır ve bu değişim sürecinin mümkün olduğunca hızlı ve adil bir şekilde ilerlemesini sağlamaya yardımcı olmak için, ilgili meslek disiplinlerinin ve yerel yönetimlerin etkili çözümlerin geliştirilmesine katkıda bulunabilmesi esastır (Everett ve ark., 2017).

Mavi-Yeşil altyapı ortak bir amacı hizmet ederek kentsel alanlardaki su yönetiminin devamlılığının sağlanmasında önemli bir tasarım ve planlama yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (Karlı ve Artar, 2021).

Yeşil altyapı tarihine bakıldığında Avrupa’da yeşil altyapı kavramının henüz stratejik bir sistemde olmadığı ve yeşil altyapının içeriğine bağlı olarak farklı yorumlandığı görülmektedir. Ayrıca yeşil altyapı planlama ve uygulama için artış gösteren makro ve mikro ölçeklerde farklılıklar kaydedilmektedir. Bu farklılıklar Avrupa’daki farklı hiyerarşik yapıları ve ulusal politikalar bu farklılıkların nedeni anlaşılmaktadır (Slatmo ve ark., 2019).

Günümüzde yeşil altyapı yeni bir terim olarak görülse de yeni bir fikir değildir. 150 yıl önce başlayan planlama ve koruma anlamında bağları vardır. Ana düşünce iki önemli emsalden evrilmiştir: (1) insanların yararına parkların ve diğer yeşil alanların birbirine bağlanması ve (2) biyolojik çeşitliliğe fayda sağlamak ve habitat parçalanmasına karşı koymak için doğal alanların birbirine bağlanması (Benedict ve McMahon, 2002).

Avrupa Komisyonu, “hızlı kentleşme ve peyzaj parçalanmasına karşı biyolojik çeşitliliği koruma hedeflerini desteklemek için, AB’de kentsel ve kırsal alanlarda yeşil altyapının yaygınlaştırılmasını teşvik etmek için” 2013 yılında bir Yeşil Altyapı Stratejisi kabul edildiğinden bahsedilmiştir (URL-1).

Yeşil altyapı sistemleri stratejik planlar ve tasarımlar geliştirerek doğal ve yapay ekolojik alanların oluşturulup korunmasında, biyoçeşitliliğin korunmasında ve çevre hizmetlerinin sağlanmasında etkilidir. Bu kapsamda kentsel alanlarda yaşayan insanlar için sosyal ve çevresel faydalar sağlamaktadır (Yılmaz ve Şahin, 2018).

Yeşil altyapı sistemleri, gelecek için kalkınma stratejisi olarak çeşitli ekolojik, sosyal ve ekonomik faydaların sağlanmasıyla doğal olarak işleyen ekosistemlerin korunmasına ve eski haline getirilmesine yardımcı olur (Benedict ve McMahon, 2002).

Farklı YA ve gri altyapı unsurlarının uygulanacağı yere ve işlevine göre değişiklik göstermesi yağmur suyu ve su yönetimi sorunlarına doğal çözümler sunması ve bu bağlamda uygun sistem unsurlarının seçilmesi bakımından daha iyi sonuçlar alınmasını sağlayacaktır (Hoang ve Fenner, 2016).

Yeşil altyapı unsurlarının uygulanması; “kentlerdeki antropojenik baskıların artması ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlardan kaynaklanan ve suyun doğal döngüsündeki sızma, buharlaşma ve yüzeysel akış miktarlarındaki aksamalar ve değişimlerin kent hayatında doğaya yakın bir hale gelmesinde yardımcı olur. Kentsel alanların sürdürülebilirliği bakımından suyun dinamik döngüsünün doğal devamlılığı için önem taşımaktadır” (Ünal ve Akyüz, 2018).

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada İstanbul Beykoz ilçesi sınırları içerisinde Riva beldesinde yer alan Düşler Vadisi Projesinin proje uygulamasında kullanılan yeşil altyapı unsurları ele alınmıştır. Bu alanın seçilmesindeki amaç, Türkiye’de tasarlanan toplu konut projeleri içerisinde yeşil altyapı unsurlarını kullanarak tasarlanan projelerden biri olması ve alanın topografik yapısı göz önüne alınarak uygulama aşamasında yeşil-gri entegrasi sağlanarak atıl suların tekrardan kullanımıyla su yönetim stratejilerinin hayata geçirilmesidir. Yeşil altyapının gri altyapılara entegrasi projenin her kısmında düşünülmüş olup suyu tekrar döngü halinde bahçe sulamalarında ve yangın hidrant hatlarında kullanımları ile İSKİ isale hattı suyunu kullanımının minimum seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir. Tez araştırması kapsamında, özellikle yeşil altyapı sistemlerinin, kentsel su yönetimi üzerine kurgulanmasında birçok etken etkili olmuştur. Bunlardan biri; son yıllarda tüm dünyada iklim değişikliği ve kentleşme nedeniyle, kentsel alanlarda yaşanan su sorunları olmuştur. Bu kapsamda yeşil altyapı sistemleri ve unsurları kentsel ölçekte irdelenmiş ve yeşil altyapı sistemleri ve unsurları ile ilgili yerli ve yabancı kaynaklardan literatür taraması yapılarak Dünya’daki ve Türkiye’deki yeşil altyapı örnekleri incelenmiştir.

Tez çalışması dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada çalışma konusu ile ilgili literatür araştırması yapılmış ve kuramsal temellere ilişkin bilgiler verilmiştir. İkinci aşamada çalışma alanı olarak seçilen Düşler Vadisi Riva Proje alanına ilişkin özellikler sunularak, yerinde incelemeler, veri toplama ve işleme süreçleri anlatılmıştır. Üçüncü bölümde çalışma alanında uygulanan yeşil altyapı unsurlarına ilişkin bulgular ortaya konulmuş, su toplama stratejileri ve yeşil sistemler irdelenmiştir. Dördüncü bölümde ise yeşil altyapı ilkelerine göre çalışma alanının değerlendirilmesi yapılmış ve alandaki

yağmur suları ve atıl sular kullanılarak su tasarrufu sağlayan bir sistem önerisi geliştirilmiştir.

1.2 Literatür Özeti

Tez çalışmasının bu kısmında, konuyla ilişkili önceki çalışmalar ve yazınsal kaynaklar araştırılmış, elde edilen literatür ve benzer çalışma örnekleri sunulmuştur.

Tzoulas ve ark (2007), “Promoting Ecosystem and Human Health in Urban Areas Using Green Infrastructure: A Literature Review (Yeşil Altyapıyı Kullanarak Kentsel Alanlarda Ekosistemi ve İnsan Sağlığını Geliştirmek: Literatür Taraması)” isimli makale çalışmasında, kentsel yeşil alan ile ekosistem ve insan sağlığı arasındaki ilişkilerin kavramsal bir çerçevesini oluşturmaktır. Disiplinler arası bir literatür taraması ile yeşil altyapı, ekosistem sağlığı, insan sağlığı ve refahı kavramları tartışılmaktadır. Kentsel ve peri-kentsel yeşil alan sistemlerinin veya yeşil altyapının hem ekosistem hem de insan sağlığı üzerindeki olası katkıları eleştirel olarak gözden geçirilmektedir. Son olarak, literatürün bir sentezine dayanarak kavramsal bir çerçeve sunulmuştur. Önerilen kavramsal çerçeve, kentsel alanlarda ekosistem sağlığını ve insan sağlığını etkileyen birçok dinamik faktörü ve bunların karmaşık etkileşimlerini vurgulamaktadır. Bu çerçeve, mevcut ve yeni araştırmaların yerleştirilebileceği bağlamı oluşturur. Böylece disiplinler arası yeni bir araştırma gündeminin temelini oluşturur.

Özeren (2012), “Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası ve Çevresinin Kurgulanması” isimli çalışmasında, İzmir kent merkezindeki Meles Deltası ve çevresi tarihi geçmişi, kentsel dönüşüm, mühendislik, doğal sistem ve sosyal yaşam konuları bağlamında çok yönlü ve ölçekli yeşil altyapı yaklaşımıyla ele alınarak; mevcut sorunlarına yeşil altyapı tabanlı çözümler getirilmesi hedeflenmiştir. Stratejik konumu, ekolojik yapısı, tarihi referanslar, erişim ve rekreatif potansiyeli ile İzmir kenti içinde yeni bir çekim merkezi haline getirilmesi amaçlanmıştır. Stratejilerin uygulanabilirliği açısından hukuksal, idari ve teknik yönden uygulanabilirliği ele alınıp bu yolda öneriler geliştirilmiş ve yeşil altyapı sisteminin uygulanmasına yönelik bir model önerisi sunulmuştur.

Shakouri (2016), “Kentlerde Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Peyzaj Planlama ve Tasarım Yaklaşımı: Sakarya-Hendek Örneği” isimli tez çalışmasında, yağmursuyu yönetimi odaklı bir planlama anlayışı ile bölgedeki potansiyel yeşil altyapı bileşenleri saptanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, çalışma alanı olan Sakarya Hendek ilçe merkezi yağmur suyu yönetimi kapsamında, yeşil altyapı planı geliştirilmiştir. Ayrıca, bu planı destekleyecek tasarım araçları ve çözümleri önerilmiştir.

Semiz (2016), “Yeşil Altyapı Sistemleri ve Kent Sürdürülebilirliği İlişkisi” isimli çalışmasında, yeşil altyapı sistemleri, doğrudan etki ettiği kent sürdürülebilirliği ile birlikte ele alınmış ve bu iki kavramın tarihsel gelişimleri ile beraber dünyada nasıl değerlendirildiği literatür taraması ile araştırılmıştır. Genel olarak kentleşmenin getirdiği problemlere duyulan çözüm ihtiyacı ile ortaya çıkmış olan yeşil altyapı sistemlerinin dünya kentlerinde nasıl ele alındığı, hangi yöntemler ile uygulandığı, kente ve kentliye sağladığı faydaları, kentlerin geleceklerinde üstlendiği sürdürülebilirlik rolünün önemi yeşil altyapı sistemi uygulanmış örnek kentler üzerinden yanıtlanmaya çalışılmıştır. Türkiye’de yeşil altyapı kavramı Antalya Green Hub projesi örneği üzerinden araştırılmış ve ekolojik duyarlılıkları ile öne çıkan projede yer alan yeşil altyapı uygulamaları diğer örnek kentler ile karşılaştırılarak, ekolojik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik adına ortaya koyduğu faydalar incelenmiştir.

Aslan ve Yazıcı (2016), “Yeşil Altyapı Sistemlerinde Mevcut Uygulamalar” isimli makale çalışmasında, yeşil altyapı sistemlerinin amaçları, hedefleri ve uygulama sistemleri dünyadan uygulamalar ve örnek projelerle de desteklenerek açıklanmıştır.

Demir (2017), “Van Kent Merkezi ve Yakın Çevresinin Yeşil Altyapı Bileşenlerinin Belirlenmesi” isimli tez çalışmasında, araştırma alanı olarak belirlenen Van kent merkezi ve yakın çevresinin mevcut durum analizi yapılarak, yeşil altyapı bileşenleri bakımından bileşenler arasında bağlantıların güçlendirilmesi ve kent merkezinin bu bileşenlerle bağlantısının kurulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda belirlenen ekolojik ve kültürel değişkenler analiz edilerek YAB belirlenmiştir. Van Kent merkezi ve yakın çevresinde YAB belirlenip bu bileşenler arasında bağlantıların sağlanması için gerekli açık yeşil alan uygulamaları belirlenmiştir.

Li ve Bergen (2017), “Green Infrastructure for Sustainable Urban Water Management: Practices of Five Forerunner Cities (Sürdürülebilir Kentsel Su Yönetimi için Yeşil Altyapı: İlk Beş Şehrin Uygulamaları)” isimli makale çalışmasında, su yönetimine ilerici yaklaşımlarıyla ünlü beş şehrin GI tabanlı kentsel su yönetimi uygulamaları araştırılmış. Çalışma, sürdürülebilirlik geçişi için kentsel su yönetimi rejiminin bilişsel, normatif ve düzenleyici koşullarında eşzamanlı bir değişikliğe ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu beş şehir, diğer şehirlerin geçiş yönetimi için ilham kaynağı olabilecek şehir çapında stratejiler ve kılavuzlar, pilot proje programları ve düzenleme ve teşvik programlarından oluşan kayda değer bir listeye katkıda bulunmuştur.

Maragno ve ark (2018), “Fine-Scale Analysis of Urban Flooding Reduction from Green Infrastructure: An Ecosystem Services Approach for The Management of Water Flows (Yeşil Altyapıdan Kentsel Taşkınların Azaltılmasının İnce Ölçekli Analizi: Su Akışlarının Yönetimi için Bir Ekosistem Hizmetleri Yaklaşımı)” isimli makale çalışmasında, GI yoluyla kentsel sel azaltma hizmetlerine yönelik arz ve talebi modellemek için uzaktan algılama ve nüfus sayımı verilerini kullanan yeni bir planlama aracı sunulmuş. Çalışma, İtalya, Venedik metropolitan alanı içinde yer alan Dolo Belediyesi'nin tarihi kent merkezinin kentsel GI'nin akış yakalama/sel azaltma kapasitesini kentsel iklim değişikliği planlamasına dahil etmek için yeni bir metodoloji önermektedir. Kentsel yeşil altyapıların yönetimi için öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesi için yüzey akışı ölçümlerinin mevcudiyeti olmasa bile uygulanabilecek bir yöntem detaylandırılmış. Nitel yaklaşım ile farklı bölgelerde GI yönetimi ihtiyacına öncelik vermek için uygun maliyetli önlemlerin belirlenmesine yardımcı olabileceği öne sürülmüştür.

Gülçin (2018), “Yeşil Altyapı Bağlamında Açık/Yeşil Alan Sistemlerinin Uygulama Olanaklarının Araştırılması: Aşağı Büyük Menderes Havzası Örneği” isimli çalışması, Aşağı Büyük Menderes Havzası'nda çeşitli ekosistem servislerini bir arada sunabilen peyzajların belirlenmesi, bunların bir ağ şeklinde bağlantılılığının değerlendirilmesi ve böylelikle peyzaj potansiyelini, planlama alanı bütününde temsil eden ve korumada öncelikli olacak yeşil altyapı sisteminin haritalanmasını kapsamaktadır. Bu kapsamda üretilen çıktıların uygulamaya aktarılabilmesi amacıyla açık/yeşil alan planlaması çerçevesinde, yeşil altyapının planlanmasında ulusal mevzuat yönünden karşılaşılan

darboğazların çözümüne yönelik önerilerin sunulması hedeflenmiştir. Böylelikle mekânsal planlama kapsamında; kentsel ve kırsal peyzaj birimlerinin bütünleştirilerek "Açık/yeşil Alan Sistem Planları" yoluyla imar planlamaya aktarılması sürecine altlık oluşturacak örnek bir çalışma sunulmuştur.

Slätmo ve ark (2019), "Implementing Green Infrastructure in Spatial Planning in Europe (Avrupa'da Mekansal Planlamada Yeşil Altyapının Uygulanması)" isimli makale çalışmasında, GI'nin arkasındaki temel fikir, biyolojik çeşitliliği koruma, gıda, yem, yakıt ve lif sağlama, iklim değişikliğine uyum sağlama ve azaltma ve insan sağlığı ve yaşam kalitesinin artmasına katkıda bulunma yeteneği de dâhil olmak üzere topluma çok çeşitli faydalar sağlayabilecek bir altyapı olarak fiziksel olarak inşa edilmemiş çevrenin anlaşılmasıdır. Çalışmanın amacı, Avrupa stratejisinin uygulanıp uygulanmadığını ve nasıl uygulandığını araştırmaktır. Çalışma, Avrupa'daki mevcut GI politikaları ve önlemleri hakkındaki bilgi birikimine, çevrimiçi bir anket ve önceki araştırmalara ilişkin içgörüler aracılığıyla katkıda bulunmuştur.

Yakut (2019), "Kentsel Çevre ve Yeşil Altyapı Bağlamında Açık Alanların Performanslarının Değerlendirilmesi ve Optimizasyonuna Yönelik Parametrik Bir Model Önerisi" isimli tez çalışmasında, "kentsel açık alanların sahip olduğu ekolojik ve sosyal performanslarının geliştirilmesini ve mekânsal devamlılığını amaçlayan bir misyondan temellendirilmiş tasarım disiplinlerindeki ekolojik yaklaşımların paralelinde ortaya çıkan teknolojik gelişmelerin, hesaplamalı tasarım gibi yansımaları kentsel açık alanların makro ve mikro ölçekteki değerlerinin geliştirilmesinde önemli katkılar sağlayacağı" fikri ile çalışmanın yöntemi peyzajın parametrizasyonu üzerinden geliştirilmiştir. Performansa dayalı optimizasyon modelinin çalıştırılacağı farklı mekânsal kullanım niteliği ve boyutlara sahip, yoğun kullanıcı hareketinin hakim olduğu, iki farklı yüzey örneklem alanı olarak seçilmiştir. Bu alanlar Fatih ve Kadıköy bölgelerinde yer alan Sirkeci Parkı ile Moda Meydanı olarak belirlenmiştir. Alan gözlemlerine dayalı olarak toplanan yere özgü veriler optimizasyon sürecine parametreler halinde tanımlanarak model geliştirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılarak yeşil altyapı bağlamında ekolojik ve kullanım performanslarının optimize edilebileceği kentsel yüzey tipolojilerinin belirlenmesine yönelik temel çıkarımların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Demiroğlu ve ark (2019), “Türkiye’de Yeşil Altyapı Sisteminin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Değerlendirme” isimli makale çalışmasında, yeşil altyapı sistemlerinin Türkiye’de uygulanabilirliğini, mekânsal planlama, temelinde değerlendirilmiştir. Bu amaçla “14.06.2014 tarih ve 29030 sayılı Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği (MPYY) ile Bütün şehir Yasası (BŞY) olarak da bilinen 06.12.2012 tarih ve 6360 sayılı kanun”, yeşil alt yapı sistemlerinin bileşenlerini oluşturan alanların korunması ve bağlantısının sağlanması noktasında incelenmiş ve bu bağlamda her iki mevzuatta yer alan ilgili yargı ve hükümler ortaya konulmuş ve değerlendirilmiştir. Sonuç olarak ortaya konulan yargı ve hükümler, yeşil alt yapı sistemlerinin Türkiye’de uygulanabilirliğinin gerek mevzuat, gerek yönetsel aşamada yetersizlik olduğunu göstermiştir.

Pauleit ve ark. (2020), “Green Infrastructure for The City of the Future (Geleceğin Kentleri için Yeşil Altyapı)” isimli çalışmasında, kentsel yeşil altyapı (UGI) sisteminin topluma çok fazla fayda sağlayan mavi ve yeşil alanların ağlarını geliştirmeye yönelik yeni bir yaklaşım olduğunu söylemişlerdir. Çalışmanın ana çerçevesini Kentsel yeşil altyapı (UGI) kavramının kavramsal yapısını araştırmak ve UGI’nin planlanması ve uygulanması için çeşitli iyi uygulamalar oluşturulmuştur.

Sun ve ark. (2020) “Integration of Green and Gray Infrastructures for Sponge City: Water And Energy Nexus (Sünger Şehir için Yeşil ve Gri Altyapıların Entegrasyonu: Su ve Enerji Bağlantısı)” isimli makale çalışmasında, gri altyapı, yeşil altyapı, sünger şehir vb. kavramlarını tanıtmakta, temel çağrışımalarını anlamakta, kentleşmenin getirdiği farklı su sorunları, ekolojik sorunlar ve sünger şehirler inşa etme ve gri-yeşil altyapıyı entegre etme yönetim konularını önermektedir. Sünger şehir, gelişmiş bir yağmur suyu yönetim teknolojisi olarak kentsel dönüşüm ve yeni inşaatlarda hayati bir rol oynamaktadır. Sünger kent inşa edilirken gri altyapı entegre edilerek gri-yeşil altyapı entegrasyonu oluşturulacak ve sünger kentte su ve enerji ilişkisi koordine edilecektir. Bu bildiri de, sünger kentin gri altyapısının yeşil altyapıya dönüştürülmesinde karşılaşılan sorunları ve alınması gereken önlemleri önermektedir.

Kaya (2021), “İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü için Epa Swmm İle Yeşil Altyapı içeren Yağmur Suyu Yönetim Modeli” isimli tez çalışmasında, kentsel bölgelerde giderek artan geçirimsiz alanlar altyapıların kapasitelerinin zorlanması ve

salt drenaj sistemleri yüzeyde biriken yağmur suyunu toplamada yetersiz kalmasıyla İstanbul'un yoğun yerleşim yerlerinden biri olan Avcılar bölgesinde yer alan İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü'nün yağmur suyu yönetim modeli hazırlanmıştır. Bu kapsamda, kampüsün mevcut altyapı drenaj sisteminin değerlendirmesi yapılmış; kampüsün yeniden inşasına uygun olarak yağmur suyunun etkin olarak toplanabilmesi için uygun drenaj sistemi ve yeşil altyapı sistemi tasarlanarak yağmur suyu yönetim modeli hazırlanmıştır.

Arslan (2021), "Küresel Isınmaya Bir Çözüm Olarak Yeşil Şehirler ve Yeşil Altyapı Sistemleri: Kamu Maliyesi Açısından Bir Değerlendirme" isimli tez çalışmasında, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla ülkelerde uygulanan mali politikalar ele alınarak mevcut politikalar değerlendirilirken, mevcut politikalara ek olarak neler yapılabileceği irdelenmiştir. Çalışma kapsamında yeni yeşil düzenin ortaya çıkardığı yeşil şehir ve yeşil altyapı sistemlerinin iklim değişikliğinin önlenmesindeki önemi ortaya konularak ülkelerin yeşil altyapı ve sürdürülebilir altyapı kavramının ilişkisi, bahsedilen kavramların küresel ısınmayla mücadeledeki önemi ortaya konulmuş, mevcut yeşil altyapı çalışmaları örneklendirilmiştir. Çalışmada genel olarak gelişmiş ülkelerin uygulama örneklerinden bahsedilmiş, bahsedilen ülkelerin harcama politikaları ele alınmıştır.

Kılıç (2021), "Mavi-Yeşil Altyapı Kapsamında bir Riparian Zonun Ekolojik Değerlendirmesi: Gaziantep Alleben Deresi" isimli tez çalışmasında, kenti ikiye bölen sel ve taşkınların yaşandığı, doğal yapısı ve yaşam alanı niteliği bozulmuş Gaziantep Alleben Deresi ele alınmıştır. Bu noktadan hareketle mavi yeşil altyapı kapsamında Alleben Deresi riparian zonu, ekolojik açıdan değerlendirmek amaçlanmıştır. Bu amaçla yürütülen çalışmada, öncelikle havza ve dere ölçeğinde veriler toplanmış, toplanan veriler arazi gözlemlerinden yararlanılarak havza ve dere ölçeğinde ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, Alleben deresinin kanal içine alınmış olmasının su geçirimsizliğini önlediği ve su döngüsünü bozduğu belirlenmiş, havza ve dere ölçeğinde mavi yeşil altyapı kapsamında riparian zon önerileri geliştirilmiştir.

Tuna (2021), "İngiltere'de Yeşil Altyapı Kavramının Uygulama Örnekleri Üzerinden İrdelenmesi" isimli makale çalışmasında, İngiltere'deki yeşil altyapı kavramının kuramsal boyutu, planlama ve uygulama sürecindeki gelişim, benimsenen ilkeler,

belirlenen hedefler ve elde edilen sonuçlarla kent ekosistemi için katkılarının ekolojik göstergeler ile tarifledebildiği ve yerinde gözlemlene olanağına sahip olduğu İngiltere’de yer alan başarılı uygulama örnekleri üzerinden irdelenmiştir. İncelenen örnekler kapsamında yeşil altyapı stratejilerinin aktif kent yaşamı içinde bütünleşmesinde uygulanan peyzaj temelli yaklaşımlar ortaya konulmuş ve Türkiye için öneriler geliştirilmiştir.

Bayrak ve Küp (2021), “Yeşil Altyapı Uygulamaları Kapsamında Biyotutma Sistemlerinin Yağmur Suyu Kirleticiler Giderim Verimlerinin Değerlendirilmesi” isimli makale çalışmasında, çeşitli biyotutma sistemlerinin giderim süreçleri göz önünde bulundurularak saha çalışmalarında elde edilen azot, fosfor ve bazı ağır metallerin giderim verimleri incelenmiştir. Giderim veriminin; kirleticiler tür ve konsantrasyonu, arazi kullanım çeşitleri, biyotutma ortamı olarak hazırlanan toprak karışımı ve yağış miktarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Adegun ve ark (2021), “Urban Green Infrastructure in Nigeria: A Review (Nijerya’da Kentsel Yeşil Altyapı: Bir İnceleme)” isimli makale çalışmasında, Nijerya’da kentsel GI üzerine yapılan bilimsel çalışmalar gözden geçirilmiş. Literatürden yola çıkarak, ev bahçeciliği, yeşil çatılar, dikey yeşillendirme sistemleri, halka açık parklar, kent ormanı ile ilgili uygulamalar, faydalar, dezavantajlar, engeller ve fırsatlar gösterilmiştir. Yeşil altyapının, ülkenin büyüyen şehirlerinde  evre kalitesi ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi için büyük bir potansiyele sahip olduğuna dair güçlü kanıtlar bulunduğu tespit edilmiştir. Nijerya’da ve büyük ölçüde Afrika bağlamı için farklı GI bileşenleri hakkında daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu, ikincil şehirlere daha fazla önem verilmesi gerektiği ve büyük şehirlere odaklanan çalışmalar ise daha fazla olması gerektiği vurgulanarak kentsel altyapıya yeşil-gri yaklaşımı üzerinde maliyet-fayda analizleri araştırılması önerilmiştir.

2 YEŞİL ALTYAPI SİSTEMLERİ

2.1 Yeşil Altyapı

Yeşil altyapı ile ilgili Avrupa Komisyonu'nun bildirisinde yeşil altyapı; “doğaya dayalı çözümlerle ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalar sağlamak, doğanın insana sunduğu faydaları anlamaya yardımcı olmak, bu faydaları sürdüren ve geliştiren yatırımları harekete geçirmek için bir araç” olarak tanımlanmaktadır (Avrupa Çevre Ajansı, 2015).

“Yeşil altyapı teriminin birden fazla bilimsel alanda araştırılmış olsa da en çok doğal kaynaklar bilim alanında kullanılan bir terim olduğu saptanmıştır” (Benedict ve McMahon 2002). Yeşil altyapı, bina ve sert zeminlerde yağmur suyunu toplamak için depoları kullanırken, doğal alanlarda ise yağmur suyunu düştüğü yerde yönetmek için de bitki örtüsünü ve toprağı kullanılır. Su toplama stratejisiyle yağmur suyunun sürdürülebilirliğinin sağlanması ve infiltrasyonun kolaylaşması adına bitkisel elemanlar tasarımda büyük önem taşımaktadır (Dereli ve Çay, 2020).

Avrupa Komisyon'unun yaptığı bildirilerinde; “Ekosistemin doğal fonksiyonlarını koruyarak, bölgede yaşayan insanlara da yarar sağlamak amacıyla planlanan doğal ve yarı doğal dış mekân alanlarının oluşturduğu ağ ve yeşil teknolojiler yeşil altyapı olarak adlandırılmaktadır” (European Commission, 2013). Bir diğer tanımlamada, “Yeşil altyapı, doğa tabanlı çözümlerle birlikte iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadelede kentlerin dayanıklılığını artırmada önemli bir araçtır” şeklindedir (European Commission, 2013). Tzoulas ve ark. (2007)' e göre Yeşil Altyapı (GI), Tüm mekânsal ölçeklerde ele alınan kentler, kendi arasında ve yakın çevresiyle birden fazla işleve sahip ekolojik sistemlerin tüm doğal, yarı doğal ve yapay ağları olarak adlandırılmaktadır.

Yeşil altyapı, şehirleri sürdürülebilir, sağlıklı ve daha yaşanabilir kılmak için ortaya çıkan bir yaklaşımdır. Kentlerde yeşil altyapı kurgusu, kent merkezi, kent çeperi ve kırsal peyzajlarda stratejik olarak planlanmış doğal ve yarı doğal alanlar ağına dayanan sürdürülebilir kentsel gelişme sağlamayı ve hem mekânsal hem de bölgesel ölçekte mavi-yeşil etkin kullanımını amaçlar (Atik ve ark., 2021).

Yeşil altyapı, ekolojik ve sosyal alanlarda fayda sağlayan dünya üzerinde kentsel, kırsal, karasal ve deniz habitatları için doğal ve yarı doğal alanların oluşturulması ve ekosistemin dengesini ve direncini arttırarak biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunan yeşil ağlardır. Bu bağlamda yeşil altyapı bozulmaya uğrayan kentsel alanlardaki doğal alanların geri kazanımı, özelliklerinin devamlılığı, iyileştirme ve bağlantınlılığı hedeflenilerek geliştirilen stratejiler yardımıyla güçlendirilebilir (Naumann ve ark., 2011).

“Yeşil altyapı dünyanın doğal yaşam destek sistemi olarak adlandırılabilir. Açık alanlar, ormanlık alanlar, peyzajlar, geçiş hakları, suyolları ve tarihi parklar gibi doğal ve insan yapımı özelliklerden oluşan, toplulukları ve kırsal alanları birbirine bağlayan ve bunlara hizmet eden bir ağıdır”(Cambridgeshire Horizons. 2006).

Yeşil altyapı, topluma çok işlevli faydalar sağlayan ekolojik sistemler ve yeşil teknolojiler olarak tanımlanır. Bu tanımda kapsanan yeşil teknolojiler, yağmur suyu depolama ve filtreleme gibi ekosistemlerin işleyişini taklit eden kopyalayan geçirimli kaplamalar, yağmur varillerini ve sarnıçları içerir. Yeşil altyapı, iklim eylemi, su, sağlık, tarım, büyüme ve afet risk yönetimi dâhil olmak üzere bir dizi politika alanının etkin bir şekilde uygulanmasına katkıda bulunabilir (Green infrastructure guide, 2017) (Şekil 1).



Şekil 1. Yeşil altyapı (URL-2)

Bu tanımlardan yola çıkarak yeşil altyapı kavramı için şunlar söyleyebilir; yapılaşmanın ve iklimsel değişikliklerin artmasıyla ortaya çıkan çevre sorunlarına

karşılık var olan altyapı sistemlerinin yetersiz kalması ve sürdürülebilir çözümler sunamamasından dolayı alternatif olarak karşımıza çıkan yeşil altyapı yaklaşımı kentsel bölgelerde ekonomik, ekolojik ve sosyal alanlarda fayda sağlayan yeşil sistemler olarak tanımlanabilir.

2.2 Yeşil Altyapının Faydaları

Yeşil altyapılar kendiliğinden işleyen ekosistemlerin korunmasını sağlamakla birlikte kentler için çevresel, sosyal ve ekonomik faydalar sağlayarak kalkınma için bir çerçeve hazırlar (Arslan, 2021). Kamunun sunduğu altyapı ve üstyapı hizmetlerinin maliyetlerini azaltarak kamu işlerinin daha düşük bir maliyetle yapılmasını sağlar (Benedict ve McMahon, 2002).

Kentsel alanlarda ekolojik bir çerçeve; sosyal, ekonomik, ekolojik açıdan sürdürülebilir olması yeşil altyapı sistemleriyle sağlanabilmektedir. Doğal ve kültürel peyzajlarının bütünlüğünü amaçlayan bu sistem, kentsel yaşamı destekleyen ve geliştiren parça-bütün hiyerarşik bir sistemdir. Doğa tabanlı planlama süreçlerinde kentsel alanlardaki yapılaşmalara ekolojik çözümler sunan kapsamlı bir sistemin en önemli bileşenidir (Selim, 2021) (Tablo 1).

Çevresel kazanımlar; yeşil altyapı uygulaması sayesinde sistemin uygulandığı bölgelerde hava ve su açısından temiz değerlerle karşılaşıldığı görülür. Özellikle toprak kalitesini yükselterek erozyonla mücadelede oldukça önemli olan bu sistem, yağmur sularını biriktirme ve kullanma konusunda da ileri düzeyde fayda sağladığı kabul edilir.

İklim değişikliği etkilerinden korunma; iklim değişikliğinin etkileri yüzünden aşırı yağmurların yağdığı bir bölgede sel ve taşkın risklerini ortadan kaldırma açısından bu uygulamaya muhtaç olduğu görülür. Yeşil bir sistem olması dolayısıyla karbon salınım miktarını azaltarak kentin ısı adası etkisini düşürerek küresel ısınmanın etkilerini azaltmada oldukça etkili bir sistemdir. Sosyo-ekonomik kazanımlar; uygulandığı kentsel bölge açısından sağlık koşullarını iyileştirmekte de yerel ekonominin çeşitlenmesini sağlayarak bölgeyi oldukça avantajlı bir konuma getirmektedir.

Tablo 1. Yeşil altyapı faydaları (EPA, 2010).

Fayda Grubu	Belirli Yeşil Altyapı Faydaları
Çevresel	Karbon sekestrasyonunu artırılması Hava kalitesini iyileştirilmesi Rekreasyon alanı Verimli arazi kullanımı İnsan sağlığının iyileştirilmesi Sel koruması İçme suyu kaynağı koruması Yeraltı suyunu yenileme Havza kalitesinin iyileştirilmesi Yaban hayatı habitatını korunması Kanalizasyon taşması olaylarının azalması Atık suların geri kullanımı Su almak için düzenleyici gereksinimlerin karşılanması
Ekonomik	Zorlu altyapı inşaat maliyetlerinin azalması Eskiye altyapının korunması Arazi değerlerinin artması Ekonomik kalkınmanın teşvik edilmesi Enerji tüketimini ve maliyetlerinin azalması Yaşam döngüsü maliyet tasarruflarının artırılması
Sosyal	Kentsel yeşil yolların oluşturulması Yaya ve bisiklet erişiminin sağlanması Yaşanabilirliği ve kentsel yeşil alanı artıran çekici sokak manzaraları ve çatılar yaratılması Halkı yağmur suyu yönetimindeki rolleri hakkında eğitilmesi Kentsel ısı adasının azaltılması

Biyo-çeşitlilik artışı: ekosistemde yer alan canlılar için temiz ve yeni bir habitat sunmakla birlikte ekosistemi küresel ısınmanın etkilerinden kurtararak hem insanlar hem de ekosistemde bulunan diğer canlılar için daha yaşanabilir bir çevre sunmaktadır (Arslan, 2021).

2.3 Yeşil Altyapının İlkeleri

Ülke ve dünya çapında devam eden birçok yeşil altyapı girişimleri, başarı için kritik olan ortak bir dizi varsayım ve ilke ortaya çıkarmıştır. Aşağıda özetlenen bu ilkeler, insanlara ve doğaya fayda sağlarken arazinin sürdürülebilir kullanımını ilerletebilecek bir korumaya yönelik stratejik bir yaklaşım ve bir çerçeve sunmaktadır. İlkeler, yeşil bir altyapı yaklaşımının mevcut planlama faaliyetlerine dahil edilmesi ve ekolojik olarak değerli arazilerin korunması ve muhafaza edilmesi için mevcut çabaların güçlendirilmesi için ölçütler olarak kullanılabilir (Benedict ve McMahon, 2002).

Benedict ve McMahon (2002) yeşil altyapı ilkelerini yedi başlık altında ele almıştır. Aşağıdaki ilkeler, insanlara, vahşi hayata ve ekonomiye fayda sağlarken arazinin

sürdürülebilir kullanımını ilerletebilecek bir koruma çerçevesi ve stratejik bir yaklaşım sağlamaktadır.

İlke 1: Yeşil altyapı, koruma ve geliştirme çerçevesi olarak işlev görmelidir.

İlke 2: Geliştirmeden önce yeşil altyapı tasarlanmalı ve planlanmalıdır.

İlke 3: Bağlantı anahtardır.

İlke 4: Yeşil altyapı, yetki alanlarında ve farklı ölçeklerde çalışır.

İlke 5: Yeşil altyapı, sağlam bilime ve arazi kullanımı planlama teorileri ve uygulamalarına dayanmaktadır.

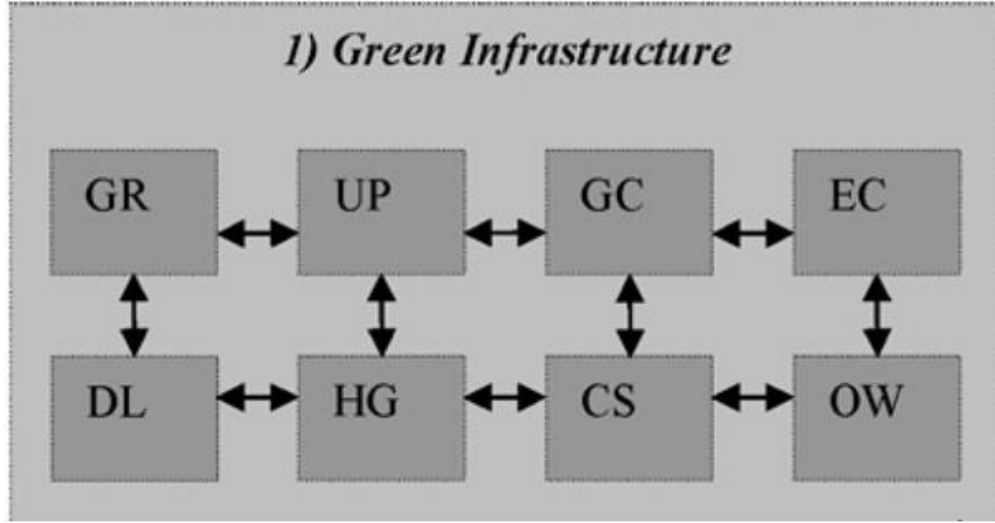
İlke 6: Yeşil altyapı kritik bir kamu yatırımdır.

İlke 7: Yeşil altyapı, kilit ortakları bir araya getirir ve çeşitli paydaşları içerir.

2.4 Yeşil Altyapı Unsurları ve Su Yönetimi

Son yıllarda birçok ülke su döngüsündeki üzerindeki antropojenik etkilerin azaltılmasında yeşil sistemlerin önemli bir araç olduğunu kabul etmektedir. Bu bağlamda kentsel alanlar için daha sürdürülebilir ve daha ekonomik su yönetim stratejisi kentleri daha yaşanılabilir alanlar haline getirebilecektir. Yeşil altyapı sistemlerinin ana misyonu su tutma oranını artırarak yeşil ve gri altyapı entegrasyonunu sağlamaktır (Karlı ve Artar, 2021; Berland ve ark., 2017; Kuehler ve ark., 2017).

Kentsel ve kırsal alanlarda yeşil altyapı uygulamaları veya yeşil altyapı güçlendirme çalışmalarıyla kente birçok yeni fırsat alanları doğması sağlanmaktadır. Bu çalışmalar yeşil altyapı sisteminin uygulanacağı yere ve uygulanma amacına göre çeşitlilik göstermektedir (Semiz, 2016). Tzoulas ve ark. (2007) kentsel yeşil altyapı unsurlarını Şekil 2' deki gibi tanımlamıştır.

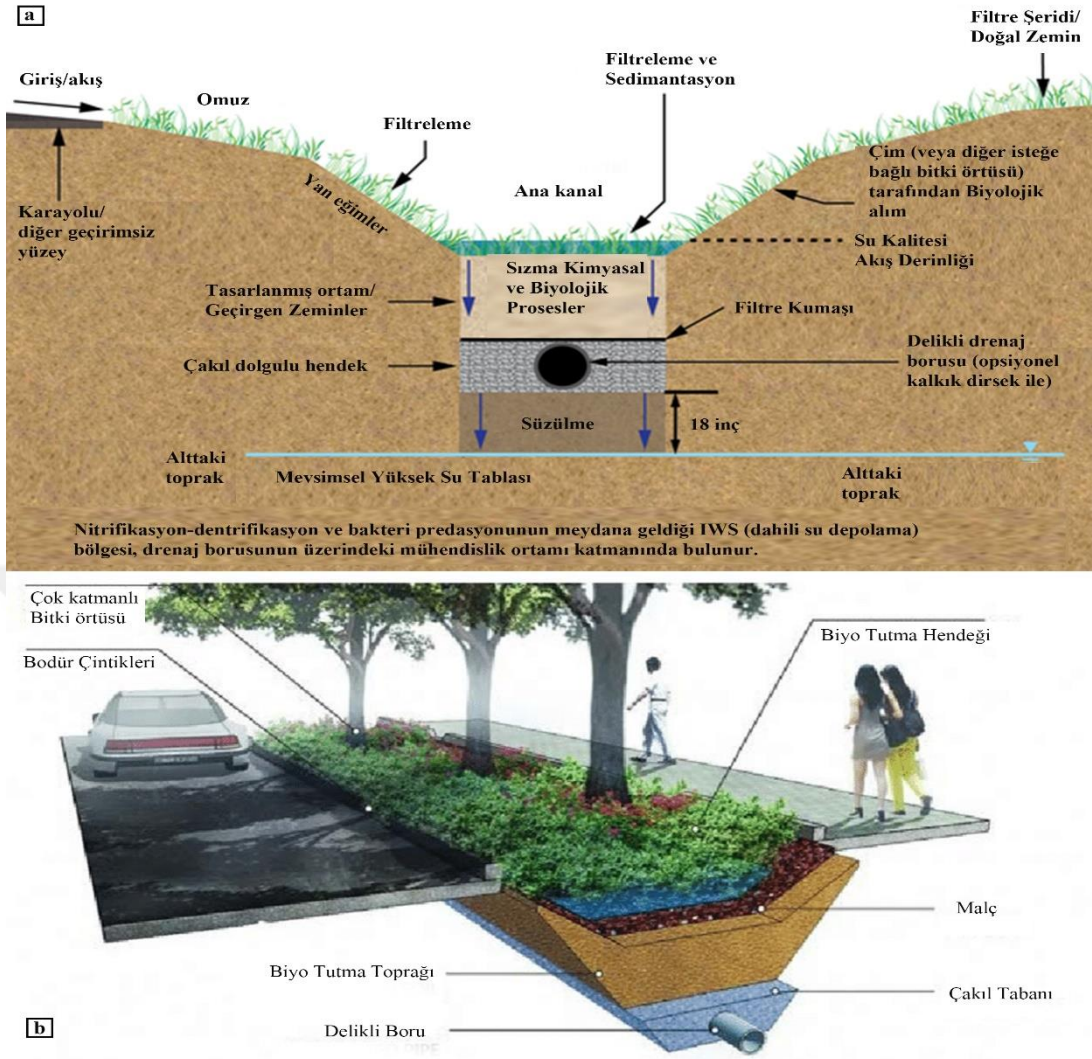


Şekil 2. Yeşil altyapı; (Anahtar: GR: yeşil çatılar; UP: kentsel parklar; GC: yeşil koridorlar; EC: kapsüllenmiş kırsal alan; DL: terkedilmiş arazi; HG: yeşil alan ve ev bahçeleri CS: kilise bahçeleri, mezarlıklar ve okul alanları; OW: açık duran ve akan su) (Tzoulas ve ark., 2007)

Tzoulas ve ark. (2007)' e göre kentsel yeşil altyapı unsurları olarak bahsettiği; kent içerisindeki yeşil çatılar, parklar, yeşil koridorlar, terkedilmiş arazi, yeşil alan ve ev bahçeleri, kilise bahçeleri, mezarlıklar ve okul alanları, su kanalları ve kırsal alanlar birbiriyle etkileşim halinde ve kentsel yeşil altyapı sisteminin önemli yapı taşlarıdır.

2.4.1 Bioswale

Bioswale veya bitkili hendek, su kalitesini kısmen arıtmak, sel potansiyelini azaltmak ve yağmur suyunu kritik altyapıdan uzaklaştırmak için kullanılan doğrusal bir biyolojik tutma şeklidir (Brankoviç ve ark., 2019). Bioswale sistemlerinde, çatılardan ve yollardan akan su kanalizasyona akmaz, bunun yerine toprak üstü oluklar ve/veya hendekler yoluyla bioswaleye yönlendirilir. Bioswales yeşil altyapıya dâhil edilerek biyolojik çeşitliliğin ve yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olabilmektedir (URL-3) (Şekil 3).



Şekil 3. Bioswale Sistemi; a: kesit görünüşü (Ekka ve Hunt, 2020); b: diyagramı; (Brankoviç ve ark., 2019).

Genellikle kaldırım kenarlarında ve park yerlerinde bulunan bioswales, yağmur suyu akışlarını yavaşlatmak ve filtrelemek için bitki örtüsü veya malç kullanır (EPA, 2022).

Bioswales, sızma yoluyla akış hacmini azaltmak için tasarlanmış sığ, açık kanallardır. Ek olarak, bioswales çöpleri yakalar ve kanal içindeki bitki örtüsü ve toprak yoluyla suyu filtreleyerek bazı kimyasallar gibi kirleticileri uzaklaştırır (Tablo 2) (URL-4).

Tablo 2. Doğal bir bioswale'de uygulanabilecek bitki türleri (URL-4).

Bitki büyüme formu	Taksonlar
Odunsu bitkiler (ağaçlar ve çalılar)	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i>
Helofitler	<i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Butomus umbellatus</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Scirpus lacustris lacustris</i> <i>Typha latifolia</i> <i>Typha angustifolia</i>
Daha yüksek büyüyen bitki türleri (helofit yok)	<i>Angelica sylvestris</i> <i>Berula erecta'nın</i> <i>Centaurea jacea</i> <i>Chamaerion angustifolium</i> <i>Spartium Junceum</i> <i>Filipendula ulmaria</i> <i>Galium palustre</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Lotus pedunculatus</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Myosotis scorpioides</i> <i>Sparganium erectum</i> <i>Thalictrum flavum</i> <i>Teucrium furitans</i>
Diğer bitki türleri (düşük kalıyor)	<i>Ajuga reptans</i> <i>Cardamine pratensis</i> <i>Lysimachia nummularia</i> <i>Ranunculus flammula</i> <i>Scutellaria galericulata</i> <i>Stellaria graminea</i> <i>Stellaria palustris</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Veronica chamaedrys</i>

2.4.2 Yeşil Çatı

Yeşil çatılar, altında çeşitli drenaj ve yalıtım sistemleri bulunan birkaç su geçirmezlik katmanının üzerine toprak veya benzer alt tabakalara dikilmiş aktif olarak büyüyen bitkilerden oluşan çeşitli konsorsiyumlardan oluşur (Manso ve ark., 2020).

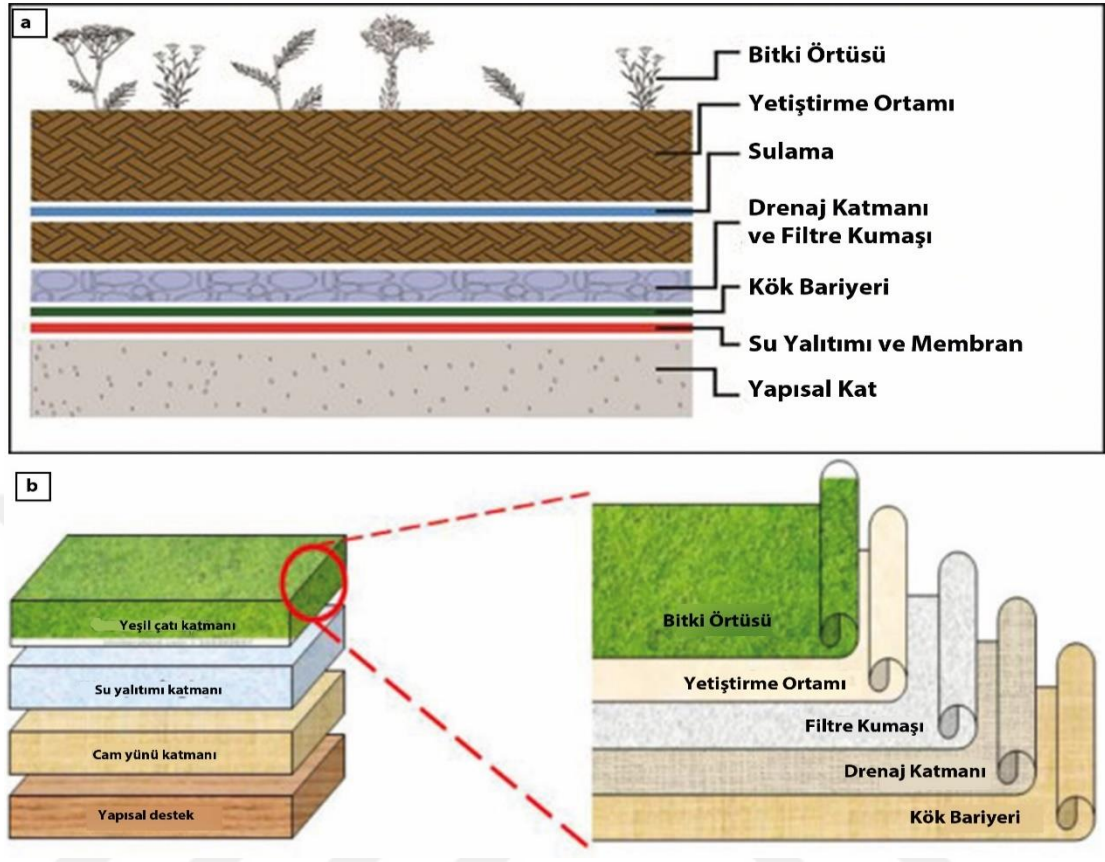
Yeşil çatılar, diğer yeşil altyapı biçimleri gibi, genellikle kentsel ekosistem bileşenlerini şehrin yapıları formuna entegre eden melez yeşil-gri altyapılardır (Depietri ve McPhearson 2017).

Yeşil çatılar, yağmurun sızmasını ve depolanan suyun buharlaşmasını sağlayan büyüyen ortam ve bitki örtüsü ile kaplıdır. Özellikle arazi değerlerinin yüksek olduğu yoğun kentsel alanlarda ve yağmur suyu yönetim maliyetlerinin yüksek olduğu büyük endüstriyel veya ofis binalarında uygun maliyetlidirler (EPA, 2022).

Yeşil çatılar, iklim değişikliği etkilerini, kentsel genişleme sorunlarını ve insan müdahaleli ekosistemlerle ilgili diğer olası endişeleri dengelemek için şehir planlarına dahil edilebilecek çoklu azaltma araçlarından biri olarak sunulmaktadır (Grullon–Penkova ve ark., 2020). Hızlı kentleşmenin çoğu zaman yapılaşmış ortamlardaki yeşil alanların daralmasına yol açtığı düşünüldüğünde, yeşil çatı çözümleri bu sorunların çözümünde veya en azından azaltılmasında rol oynayabilir (Seyedabadi ve ark., 2021).

Yeşil çatı tipleri genel olarak intansif yeşil çatı ve ekstansif yeşil çatı olmak üzere iki ana tipe ayrılmaktadır (Peng ve Jim, 2015). Kalınlığı, bitki örtüsü yüksekliği hariç 15 cm üzerinde olan yeşil çatı sistemlerine intansif, 15 cm ve altında olan sistemlere ise ekstansif yeşil çatı adı verilmiştir (Kaya, 2021).

Yeşil çatı sistemi, minimumda yüksek kaliteli su yalıtımı, kök kovucu sistem, drenaj sistemi, filtre bezi, hafif bir yetiştirme ortamı ve bitkiler içeren mevcut çatının bir uzantısıdır (Şekil 4) (URL-5).



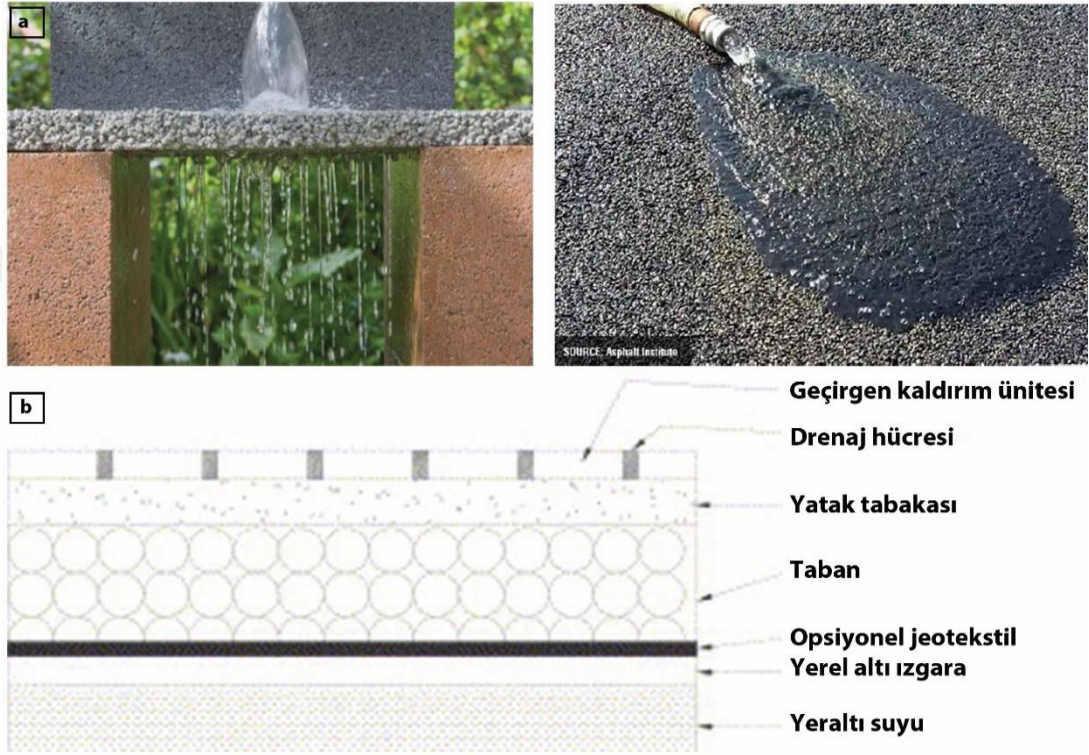
Şekil 4. Yeşil Çatı Sistemi a: Yeşil çatı katmanının kesiti (URL-5); b: Yeşil çatı katmanının şematik bileşimi (Seyedabadi ve ark., 2021).

2.4.3 Geçirgen Kaplamalar

Suyu içine alarak altındaki toprağa sızdırma yeteneğine sahip, suyun doğal yollarla süzülerek filtre edilmesi, kirleticilerden arınması ve yeraltı su kaynaklarının beslenmesine olanak sağlayan beton ya da asfalt vb. materyallerden üretilen, araç ve yaya yollarında kullanılabilen döşeme türüdür (Hepcan, 2019).

Geçirgen kaplamalar yağmur suyunu düştüğü yerde süzer, arıtır ve/veya depolar. Geçirimli betondan, gözenekli asfalttan veya geçirgen kilitli finişlerden yapılabilirler. Bu uygulama, özellikle arazi değerlerinin yüksek olduğu ve sel veya buzlanmanın sorun olduğu durumlarda uygun maliyetli olabilir (EPA, 2022).

Kentleşmiş alanlarda toplanan yağmur suyunun akış oranlarını ve artan hacimlerini azaltmak için gözenekli kaplamalar geliştirilmiştir (Scholz ve Grabowiecki, 2007). Ayrıca, PPS'nin akışın azaltılması, yeraltı suyunun yeniden şarj edilmesi, geri dönüşüm yoluyla su tasarrufu sağlanması ve kirliliğin önlenmesi gibi birçok potansiyel faydası vardır (Pratt ve ark., 1999) (Şekil 5).



Şekil 5. Geçirgen kaplamalar a: şekil görünümü (Hepcan, 2019); b: Kesit görünümü (Scholz ve Grabowiecki, 2007).

2.4.4 Yağmur Bahçesi

Yağmur bahçeleri, çatılardan, sokaklardan ve kaldırımlardan gelen yağmur suyunu toplayan küçük, sığ, batık ekim alanlarıdır. Biyolojik tutma hücreleri olarak da bilinen bu hücreler, yağmur suyu kirliliğini azaltmak için suyun aktığı ve toprağa süzülmesi doğal yolları taklit edecek şekilde tasarlanmıştır (EPA, 2022).

Yağmur sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan direk olarak yönlendirildiği ve üzerinde doğal ve yabancı yurtlu bitkilerin yetiştirilebildiği sığ çukur alanlara “yağmur

Yağmur bahçesi kumlu topraklardan killi topraklara kadar çeşitli toprak türlerinde, farklı iklimsel koşullarda ve konut bahçesinden otopark alanlarına kadar farklı ölçeklerde tasarlanabilmektedir (Müftüoğlu ve Perçin, 2015; Jaber ve ark., 2012). Aynı zamanda yağmur bahçeleri, yağmur suyunun alana veya yüzeye gelişi, hareketi, alanı terk edişi evrelerini, yapının kendisinden başlayıp dışarısındaki en alt seviyelere kadar tasarlanan bütüncül bir sistem olarak değerlendirilmektedir (Ekşi ve ark., 2016).

- Atık su kanalına gidecek yağmur suyunu toplayarak miktarın azaltılmasını sağlar,
- Yeraltı suyunu besler, terleme ve buharlaşmayı artırır,
- Uygulanan alanlarda tespit edilen drenaj sorunlarına çözüm alternatifi sunar,
- Yüzey akışı azaltır, yağmur suyunun zararlı yabancı maddelerden (yağ, ağır metal vb.) temizlenmesini sağlar ve su kalitesini artırır,
- Kentler manzarasını iyileştirir ve estetik kaygıyı minimum seviyeye düşürür,
- Ekolojik dengenin ve ekosistemler arası geçişlerde uyumun sağlanmasına yardımcı olur.

2.4.5 Downspout Kesilmesi (Yağmur İnişi)

Bu basit uygulama, çatıdaki drenaj borularını yağmur suyunu yağmur kanalizasyonuna boşaltmaktan yağmur varillerine, sarnıçlara veya geçirgen alanlara boşaltmaya yönlendirir. Yağmur suyunu depolamak ve/veya yağmur suyunun toprağa sızmasına izin vermek için kullanılmaktadır. Downspout bağlantısının kesilmesi, özellikle birleşik kanalizasyon sistemlerine sahip şehirler için faydalı olabilir (EPA, 2022).



Şekil 7. Downspout kesilmesi (Yağmur İnişi) bir örnek (EPA, 2022)

2.4.6 Yağmur Suyu Toplama

Yağmur suyu toplama sistemleri, akışı yavaşlatılması ve daha sonra kullanılmak üzere yağmur toplayarak yağmur suyu kirliliğini azaltır. Sistemlerin çeşitliliği, arka bahçedeki yağmur fiçisinden ve ticari bina sarnıcından yer seviyesindeki çukurlara, akiferlere ve hatta çiy ve sisi yakalayan ağırlara kadar uzanır. Bu tür sistemler dünya çapında uygulanmaktadır (EPA, 2022).

Bu sistemle bina çatılarından gelen yağmur suyu, tekrar kullanılması için çatı ile varil arasındaki bağlantıyı sağlayan boru yardımı ile variller veya depolarda

toplanmaktadır. Toplanan su, peyzajın sulanmasında veya diğer su ihtiyaçlarında kullanılmaktadır (Şekil 8) (Semiz, 2016).



Şekil 8. Yağmur toplama sistemleri (Semiz, 2016)

2.4.7 Dikim Kutuları

Dikim kutuları, dikey duvarları ve açık veya kapalı dipleri olan kentsel yağmur bahçeleridir. Genellikle şehir merkezlerinde bulunurlar, caddelerden, kaldırımlardan ve otoparklardan gelen akıntıları toplar ve emerler. Sınırlı alana sahip alanlar için ideal olan dikim kutuları, şehir sokaklarını güzelleştirmenin yararlı bir yolu olabilir (EPA, 2022).



Şekil 9. Dikim kutuları bir örnek (EPA, 2022)

2.4.8 Yeşil Sokaklar

Yeşil sokaklar yağmur suyunu depolamak ve filtrelemek için yeşil altyapı öğelerini tasarımlarına entegre ederek birden fazla özelliği birleştirmektedir. Geçirgen kaldırım, bioswales, dikim kutuları ve ağaçlar, sokak veya sokak tasarımına dokunabilen unsurlar arasındadır (Şekil 10) (EPA, 2022).



Şekil 10. Yeşil sokaklar (EPA, 2022)

2.4.9 Yapılandırılmış Sulak Alanlar

Sulak alanlar, zengin biyolojik çeşitliliğin olanak sağlandığı, erozyon kontrolü, yeraltı suyu boşaltma, rüzgârı engelleme ve en önemlisi de su baskını kontrolü gibi olumlu etkilerinin yanı sıra ekosistemin bir parçası niteliğindedir. Yapılandırılmış sulak alanlar (constructed wetlands) kentsel alanlarda önceden farklı bir amaçlı kullanılan ancak sonradan işlev ve fonksiyon değişikliği ile şarj edilebilir geçirgen bir yüzey oluşturmaya ve benzer yararlar sağlayan alanlardır (Büyükkurt, 2019; Sert, 2013) (Şekil 11).



Şekil 11. Yapılandırılmış sulak alan örneği (URL-7)

3 DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI

Çalışmanın bu bölümünde yeşil altyapı sisteminin uygulandığı dünyada farklı ülkelerde örnekleri olan Seattle Puget Körfez bölgesi (ABD), Haikou (Çin), Tilburg (Hollanda), Portland, Oregon (ABD), Santa Monica (Kaliforniya) kentleri ile ülkemizden İzmir, Antalya, Ankara, Gaziantep ve Eskişehir kentlerindeki büyük ve küçük ölçekli projeler incelenmiştir. Bu örneklerde yeşil altyapı unsurlarının hangilerinin kullanıldığı Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yeşil altyapı uygulama örnekleri

Örnek	Konum	Yeşil Altyapı Unsurları
Seattle Kenti Puget Körfez bölgesi	ABD	Yeşil sokak Yağmur bahçesi Fitreleme(Bioswale)
Portland, Oregon	ABD	Yağmur bahçeleri Yağmur hendekleri Geçirimli yüzeyler Yeşil çatı Downspout Kesilmesi (Yağmur İnişi) Yeşil sokak
Singapur	Güney Asya	Biyolojik gölet Yeşil çatı Bioswale Sulak alan Yağmur hendekleri
Meishe Nehri Yeşil Yolu ve Fengxiang Parkı	Çin	Sulak alanlar Filtreleme(Bioswale)
Santa Monica	Kaliforniya	Geçirimli yüzeyler Yağmur suyu toplama Yeşil sokak
İzmir Yeşil Altyapı Stratejisi	Türkiye	Geçirimli yüzeyler Dikim Kutuları Yağmur suyu toplama Filtreleme (Bioswale) Yeşil çatı Yağmur hendekleri
Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridor	Türkiye	Yeşil koridor
Antalya Green Hub	Türkiye	Geçirimli yüzeyler Yağmur suyu toplama Yeşil çatı Yağmur bahçeleri

Tablo 3'ün devamı

Ankara Üniversitesi	ODTÜ	Türkiye	Geçirimli yüzeyler Yağmur bahçeleri Yağmur varilleri Yeşil çatı
Gaziantep Deresi Uzanan Yeşil Koridor	Allaben Boyunca	Türkiye	Geçirimli yüzeyler Filtreleme (Bioswale) Yeşil çatı Yağmur bahçeleri

3.1 Dünyadan Örnekler

3.1.1 Seattle Kenti Puget Körfez Bölgesi

Seattle, Amerika Birleşik Devletleri'nin Washington eyaletinde bulunan bir şehirdir. Seattle kenti ve Puget Körfez bölgesi çok yağış alan yerlerdir. Bu yağışlardan sonra oluşan atık suların Puget Körfezine karışmasıyla körfezin ekosistemini tehdit eden ciddi krizlere karşı yeşil altyapı yaklaşımıyla doğal çözümler getirilmiştir. Körfez bölgesinde büyük ölçüde ağaç ve diğer bitkiler kullanarak doğal su tutma ve filtreleme özelliklerini devreye sokulmuştur. Ağaçlar kirli suyu sokaklara ve kanalizasyon sistemlerine girmeden durdurup buharlaşma ve topraktan süzme yöntemleriyle temizlenmesini sağlamaktadır. Körfez bölgesinde fazla yağmur suyunu emebilen ağaç ve yerel bitkilerden oluşan özel “yağmur bahçeleri” yöntemi kullanılmıştır (URL-8) (Şekil 12).



Şekil 12. Seattle Kenti Puget Körfez bölgesi (URL-9)

3.1.2 Portland, Oregon

Oregon eyaletinde bulunan Portland şehri yağmur suyu yönetimi için özel örnekler içermektedir. Şehrin yeşil altyapı programı ile tam anlamıyla örtüşen politikalara sahiptir. Portland, kısmen büyük gri altyapı maliyetlerini dengelemek için yeşil altyapıya yatırım yapmaktadır. Portland'da Yağmur bahçeleri, yağmur hendekleri, yağmur suyu hasadı, yeşil sokaklar, yeşil çatı sistemleri ve bağlantısız iniş boruları gibi çeşitli yeşil altyapı teknolojileri en iyi örnek teşkil etmektedir. Bu uygulamalar öncelikle otopark, apartman binaları, özel iş ve hükümet ofisleri, parklar ve meydanlar gibi halka açık alanlar da kurulmuştur. Yağmur suyunun ayrı olarak toplanması ve kullanılması için idari yöneticiler çeşitli hibe ve teşvik programları uygulamaktadır. Portland yeşil sokak kent konseyi tarafından kabul edilmiştir. Bunun sonucunda toplanan yağmur suyunu bitki sulamada kullanmak, yeraltı suyu takviyelerini desteklemek, mahallelerin yaşanılabilirliğini arttırmak gibi faydalar sağlamıştır. Peyzaj düzenlemede yağmur suyunun kullanımı sonucunda oluşturulan yeşil sokaklar şehir çapındaki politikalar ve fonlar ile kurumsallaştırılmıştır (Şekil 13) (EPA, 2010).



Şekil 13. Portland, Oregon da uygulanan bazı yeşil altyapı unsurları (EPA, 2010)

3.1.3 Meishe Nehri Yeşil Yolu ve Fengxiang Parkı

Çin'in güneyinde Haikou, muson iklimine sahip bir turizm şehridir. Şehrinin ana nehri olan Meishe Nehri, yıllarca şehrin kanalizasyon çöplüğü haline gelmiş ve su kirliliğine maruz kalmıştır. Bu projede gri beton nehri dayanıklı yeşil bir altyapıya dönüştürülerek kanalizasyon arıtmada doğa temelli çözümler kullanılmış. Arazi, kullanımı ve hidrolojik sürece dayalı olarak, yağmur suyunu kanalizasyondan ayırmak için yağmur suyu drenajı merkezli bir yeşil sistem, sulak alanlar böylece tüm nehire entegre edilen potansiyel yeşil alanlar oluşturulmuştur. Su kalitesinin ve taşkınların iyileştirilmesinde ve kültürel ve sosyal hizmetler sunan Fengxiang Parkı 80 hektar büyüklüğünde ve 13 kilometre uzunluğunda doğrusal bir nehir koridoru olarak yeniden tasarlanmıştır (Şekil 14) (URL-10).



Şekil 14. Meishe Nehri Yeşil Yolu ve Fengxiang Parkı (URL-10)

3.1.4 Singapur

Singapur, dünyanın en fazla nüfus yoğunluğuna sahip bir şehir devletidir. Bu yoğun nüfusuyla sürdürülebilirliği ve yaşam kalitesini artırmak kapsamlı yaklaşımlar geliştirilmesi hedef olarak belirlemiştir. Kabul edilen yaklaşım Singapur'un durumuna özgü olsa da, kentleşmiş ülkeler için de benzer sorunlar karşısında örnek teşkil edebilmektedir. Singapur'un karşı karşıya olduğu sorunlarından en önemlileri içme suyu kaynak sıkıntısı ve bir deltada yer almaktadır ve sürekli su taşkınları tehdidi altında olmasıdır. Bu sorunları çözmek için alınan önlemler yeşil, temiz ve mükemmel bir altyapı sunan, sürdürülebilir ve yoğun olarak kullanılan bir şehri olmasını amaçlamaktadır. Şehir kanalları yeşil-mavi ızgaralara dönüştürülerek Singapur'un tropik ikliminde, yağmur suyu beton kanallarda boşaltılması sağlanılmıştır. Yeşil-mavi ızgaralar şehrin su rezervuarlarını, kanallarını ve nehirlerini içerir ve yağmur suyunu tamponlanması ve arıtılması için şehrin yeşil ızgaraları ve parkları ile bağlantılıdır. Yeşil ızgaralar, rekreasyon alanları ve kentsel ısı derecesinin azaltılması gibi faydalar sağlayarak kenti çekici bir yer yapmaktadır. Tasarım öğeleri, tutma tesisleri, arıtma sistemleri ve tutma sistemlerine ayrılmıştır. Sistemlerin çoğu, çevreye uygun şekilde entegre edilmiş ekolojik su tutma ve arıtma biçimlerini ve çözümleri içerir. Tasarım, biyolojik hendekler, tutma havuzları ve sulak alanlar olarak tanımlayabileceğimiz bir tesisler zincirinin yanı sıra daha büyük nehirlerle bağlanan yolların altında ve yanında tutma tesisleridir. Bu sistem kanallarıyla toplanan sular Singapur'un en büyük rezervuarı olan Marina Barajı'na akmaktadır. Marina Barajı; temiz su deposu, rekreasyon alanı ve şehir için taşkın koruması olarak önemli işlevler görmektedir. Marina Barajı 10.000 hektarlık bir su tutma tesisidir. Singapur kent içerisindeki yeşil altyapı unsuru olan yeşil çatı sistemini kullanarak binaları serin tutulması ve iklimlendirme için kullanılan enerji miktarının azaltılması sağlanmıştır (Şekil 15) (URL 11).



Şekil 15. Singapur’da yeşil altyapı uygulamaları örnekleri (URL-11)

3.1.5 Santa Monica, California

Santa Monica Şehri, Kaliforniya, Santa Monica Körfezi'nde yer alır ve diğer üç tarafı Los Angeles Şehri ile çevrilidir. Su kalitesi, sahildeki konumu nedeniyle Santa Monica'nın ekonomisinin ve toplumunun merkezinde yer almaktadır. Yaklaşık 87.000 nüfusa ve 8 mil karenin biraz üzerinde bir araziye sahip olan Santa Monica, yağmur suyu akışını geçirimsiz yüzeylerden yönetmesi gereken çok yüksek yoğunluklu bir şehirdir. Araba yıkama, manzaraların aşırı sulanması ve diğer ıslak olmayan hava olaylarından kaynaklanan, kuru hava akışı. Santa Monica, geçirgen kaldırımlar, su bazlı çevre düzenlemesi ve yağmur suyu hasadı dâhil olmak üzere hem kuru hava hem de ıslak hava akışını yönetmek için çeşitli yeşil altyapı biçimlerini kullanır. Santa Monica, yeşil altyapıyı sokaklara, parklara ve özel mülklere entegre etmek için düzenlemeler, teşvikler ve halk eğitimi kampanyaları kullanmaktadır. Santa Monica'nın yeşil altyapı çalışmaları, hem içme suyu kullanımını sınırlayan hem de sahadaki akışı yöneten yağmur suyu yönetimi uygulamalarının kullanımı için bir çerçeve sağlayan Sürdürülebilir Şehir Planı ile desteklenmektedir. Şehir, Bicknell Bulvarı gibi gözenekli kaldırım ve biyoinfiltrasyon alanlarını içerecek şekilde mevcut birkaç cadde ve otopark güçlendirilmiştir (Şekil 16) (EPA, 2010).



Şekil 16. Santa Monica, California da uygulanan bazı yeşil altyapı unsurları (EPA, 2010)

3.2 Türkiye’den Örnekler

3.2.1 İzmir Yeşil Altyapı Stratejisi

Türkiye’nin Ege bölgesinde yer alan İzmir, 44,367 milyon nüfusu yoğunluğu ile Türkiye’nin üçüncü büyük kentidir. Modern ve dinamik altyapısı ile Ege Bölgesi’nin merkezi konumundadır. URBAN GreenUP projesi Avrupa Birliği’nin Ufuk 2020 Programı tarafından desteklenmektedir. Bu projenin amacı kent üzerindeki iklim değişikliği etkilerinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, su yönetiminin geliştirilmesi ve aynı zamanda yenilikçi doğa tabanlı çözümler yoluyla kentlerin sürdürülebilirliğini arttırmaktır. Kent içerisindeki potansiyeller ve risklere bakıldığında; mevcut kentsel gri altyapı ile mavi-yeşil altyapının entegrasyonunun yetersiz olması, kontrolsüz kentsel büyüme, kent içerisinde yeşil-mavi ağ sisteminin kurulamaması, gri ve yeşil altyapı projelerinin entegrasyonunun eksikliği, yerel yönetimler arası iş birliği eksikliği ve kentte uygulanan diğer tematik strateji ve projelerinin ilişkisinin zayıf olması gibi nedenler doğrultusunda, İzmir Yeşil Altyapı

Stratejisi geliştirilmiştir. Yeşil altyapı unsurları ile geliştirilen çözüm önerileri genel olarak yeşil koridor oluşturma ve kentsel ısı adası etkisinin azaltılması üzerine odaklanılmıştır. Kentleşmenin yeniden doğallaştırılması, su yönetimi ile suyun depolanması ve filtrelenmesi için saklama havuzları ve doğal yağmur hendekleri yapılması, yeşil örtücü gölgelikler ve geçirimli kaldırım uygulamaları gibi stratejik planlamalar yapılmış ve uygulanmaya başlanmıştır (Şekil 17) (URL-12).



Şekil 17. İzmir Yeşil Altyapı Stratejisine ilişkin görseller (URL-12)

3.2.2 Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridor

İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer alan Eskişehir; 13.652 km²'lik yüz ölçümüne sahiptir. Eskişehir'e ortasından nehir geçen nadir kentlerden biri olma özelliği kazandıran Porsuk Çayı, Kütahya sınırında bulunan Murat Dağı'ndan doğup Kütahya ve Eskişehir kent merkezinden geçerek Sakarya Nehri'ne dökülmektedir. Porsuk Çayı'nın akım hızı yılda ortalama 15 m³/sn'dir. 2003 yılında uygulamaya başlanan 'Eskişehir Kentsel Gelişim Projeleri' kapsamında Doğal Afet Zararlarını Azaltma Projesi ve Eskişehir Su ve Kanalizasyon İdaresi (ESKİ) Su Projeleri; Porsuk Çayı'nın kente kazandırılması amacıyla hayata geçirilen çalışmalar olmuştur. Bu proje kapsamında mavi-yeşil altyapı sistemin kentsel entegrasyonu ile yeşil koridor oluşturulmuş (Şekil 18) (Arslantaş ve ark., 2020).



Şekil 18. Porsuk Çayı Kıyısı Yeşil Koridoru (Arslantaş ve ark., 2020)

3.2.3 Antalya Green Hub

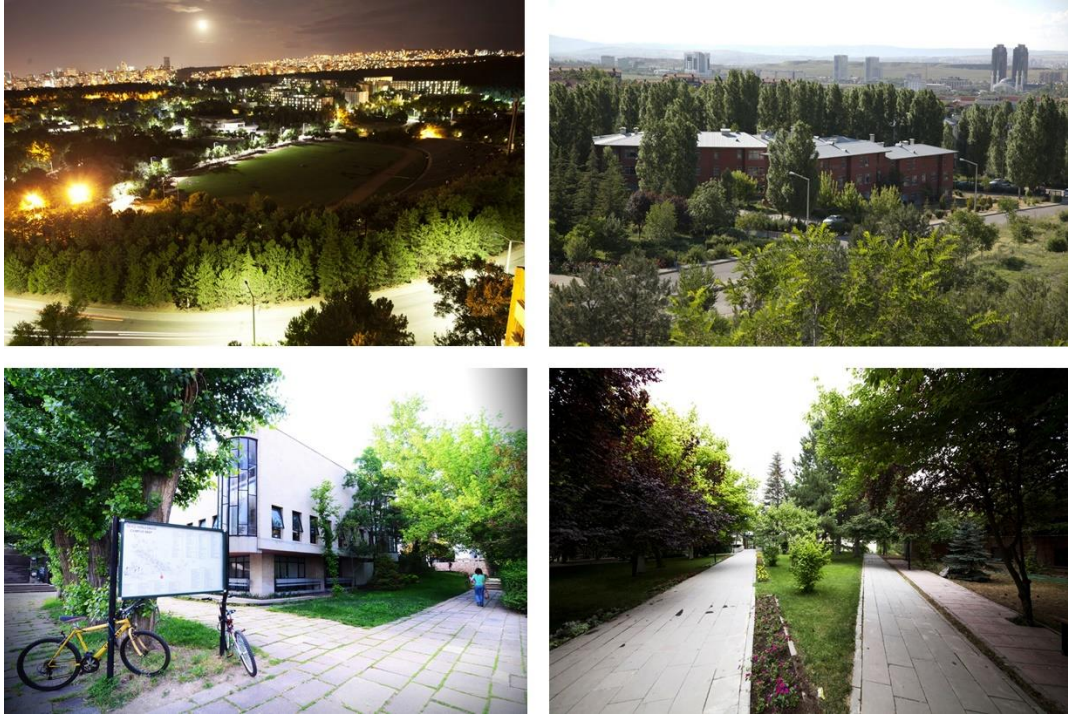
Antalya Green Hub (Antalya Yeşil Merkez) projesi yeşil altyapı sistemleri ve kent sürdürülebilirliği adına Türkiye için örnek bir çalışmadır. Yeşil altyapı sistemlerinin hem üst ölçekte hem de mahalle/sokak ölçeğinde ele alındığı bu çalışma ile sürdürülebilir kent için önemli bir örnek oluşturmaktadır. Antalya Büyükşehir Belediyesi'nin Kepez'in Santral bölgesini dönüştürmek üzere başlatmış olduğu Antalya Green Hub projesi Antalya'yı boydan boya kateden yeşil bir koridora dönüştürülmüştür. Bu projede yeşil altyapı uygulamaları kullanılarak ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalar sağlanmış, doğal havalandırmayla iyi bir hava kalitesi elde edilmesi ve sosyal anlamda aktiviteler için çeşitli açık hava tesisleri oluşturulmuştur. Bu projede yeşil altyapı ekolojik ve ekonomik anlamda ise; yenilenebilir güneş enerjisi ile enerji ihtiyacının bir kısmını karşılayabilen mahalleler, yeşil çatı sistemleri ve yağmur suyunun toplanmasını sağlayan geçirgen yüzeyler ve yağmur bahçeleri gibi yeşil altyapı uygulamalarıyla atık su arıtılarak yeniden kullanılabilir (Şekil 19) (Semiz, 2016).



Şekil 19. Antalya Green Hub' a ilişkin görseller (Semiz, 2016)

3.2.4. Ankara ODTÜ Üniversitesi

Ülkemizin Green Metrik sıralamasında ikinci sırada yer alan ODTÜ üniversitesi yeşil kampüs uygulaması adı altında su ihtiyacını karşılamak ve küresel ısınmanın etkilerini azaltmak amacıyla yağmur suyu ile su ve katı atık ile ilgili sürdürülebilir projeler yapılmıştır. Bu projelerin uygulanmasında yeşil altyapı unsurları ile kampüs içinde yer alan geçirimli ve geçirimsiz alanlar belirlenerek, yüzey akış miktarlarına göre geçirimsiz alanların yüzey akış suyu miktarına etkisi belirlenmiş, yağmur suyunun tekrar kullanılabilmesi için yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, yağmur varilleri uygulamaların yerleşke içine nasıl yerleştirileceği belirlenmiştir. Böylece sürdürülebilirlik kapsamında çalışmalar yapılarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada kampüs içi uygulamalardan faydalanılmaktadır (Arslan, 2021) (Şekil 20).



Şekil 20. ODTÜ üniversitesi (URL-13)

3.2.5 Gaziantep Allaben Deresi Boyunca Uzanan Yeşil Koridor

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Gaziantep karasal iklime sahiptir. Gaziantep'te aktif yeşil alan büyüklüğü 17.575.076 m² olup kentlilerin kullanabileceği 593 park ve üç adet kent ormanı bulunmaktadır. Kent merkezinden batı-doğu yönünde

akan Alleben Deresi geçmektedir. Dere boyunca yeşil koridor bulunmaktadır. Gaziantep’te batı-doğu yönünde akan Allaben Deresi boyunca 18 tematik park ve doğal alan bulunmaktadır. Bu parkların tamamında, dere kenarı boyunca yağmur suyu yüzey akış suyu kontrolü, sızdırma ve filtreleme işlevine sahip bitki şeridi bulunmaktadır. Bu parklardan Kavaklık Park’ta doğa tabanlı çözümler ve yeşil altyapı uygulamalarından geçirgen döşeme, dere kenarı boyunca yer alan 18 parkta ise yağmur suyu bitki şeridi bulunmaktadır. Kavaklık Park boyunca kiremit irmiğinden yapılmış olan yaya aksı yağmur suyunu içine alarak toprağa sızdırmaktadır. Tematik park içerisinde Planetaryum, Botanik Bahçesi ve Yeşil Bina gibi özellikli yapılar ve bahçeler bulunmaktadır (Şekil 21) (Arslantaş ve ark., 2020).



Şekil 21. Gaziantep Allaben Deresi (Arslantaş ve ark., 2020)

4 MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde tez çalışmasında kullanılan materyal ve araştırma kapsamında elde edilen verilerin değerlendirilip sentezlenmesinde izlenen yöntem akışına yer verilmiştir.

4.1 Materyal

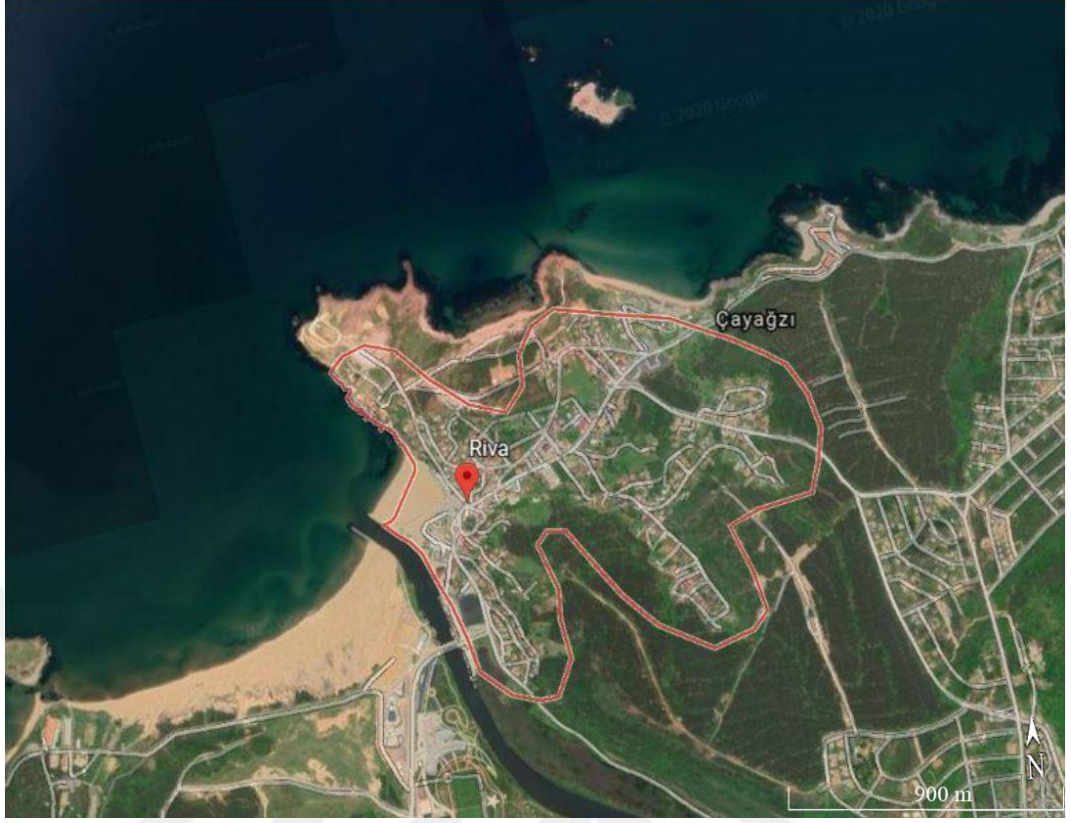
Çalışmanın materyalini öncelikle konu ile ilgili temel içeriği oluşturan yeşil altyapının tanımı, ilkeleri, faydaları ve kentsel alanlardaki sürdürülebilir su yönetimi için geliştirilen yeşil altyapı unsurları gibi bilgilerin edinildiği yerli yabancı literatür oluşmaktadır. Yeşil altyapı unsurlarının peyzaj tasarım ölçeğinde irdelenebilmesi için hâlihazırda uygulanmakta olan bir peyzaj projesi üzerinde çalışma yapılmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda araştırma alanı olarak Marmara Bölgesi'ndeki İstanbul iline bağlı, Beykoz ilçesinin Riva mahallesinde yer alan Düşler Vadisi Projesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Tez kapsamında bu alanın seçilmesindeki amaç, Türkiye çapında tasarlanan toplu konut projelerinde yeşil altyapı unsurlarını kullanarak tasarlanan projelerden biri olması ve alanın topografik yapısı göz önüne alınarak tasarlanan yeşil altyapı unsurlarının uygulama aşamasında yeşil-gri entegrasi sağlanılarak atıl suların tekrardan kullanımıyla su yönetim stratejilerinin hayata geçirilmesidir. Yeşil altyapı unsurlarının uygulandığı çalışma alanı iki etaptan oluşmaktadır. 1. Etapı 2022 yılında, 2. Etapı ise 2025 yılda tamamlanması planlanan 95 hektar tasarım alanına sahip büyük ölçekli alanın fizibilite raporuna göre geliştirilen yeşil altyapı uygulama projesi olarak alanın ekolojik yapısında etkili olan doğal özelliklere sahiptir. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin bir kısmı basılı ve elektronik kaynaklardan ve resmi kurumlardan temin edilmiştir.

4.1.1 Çalışma Alanının Özellikleri

İstanbul Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara bölgesinde bulunan şehirdir. İstanbul kıtalararası bir şehir olup, Avrupa'daki bölümüne Avrupa Yakası veya Rumeli Yakası, Asya'daki bölümüne ise Anadolu Yakası veya Asya Yakası denir. Anadolu Yakasında

Anadolu Yakası'nın Karadeniz kıyısında, Anadolu Feneri'nin doğusunda yer alan Riva'nın isminin, Rumca kökenli bir kelime olan ve “sulak alan” anlamına gelen Rhebas'tan geldiği düşünülmektedir (URL-15). Şehir merkezine yakınlığı sebebiyle bir cazibe merkezi olan Riva; temiz havası ve yeşiliyle huzur bulmak için oldukça çekici bir lokasyondur (Şekil 23).

40



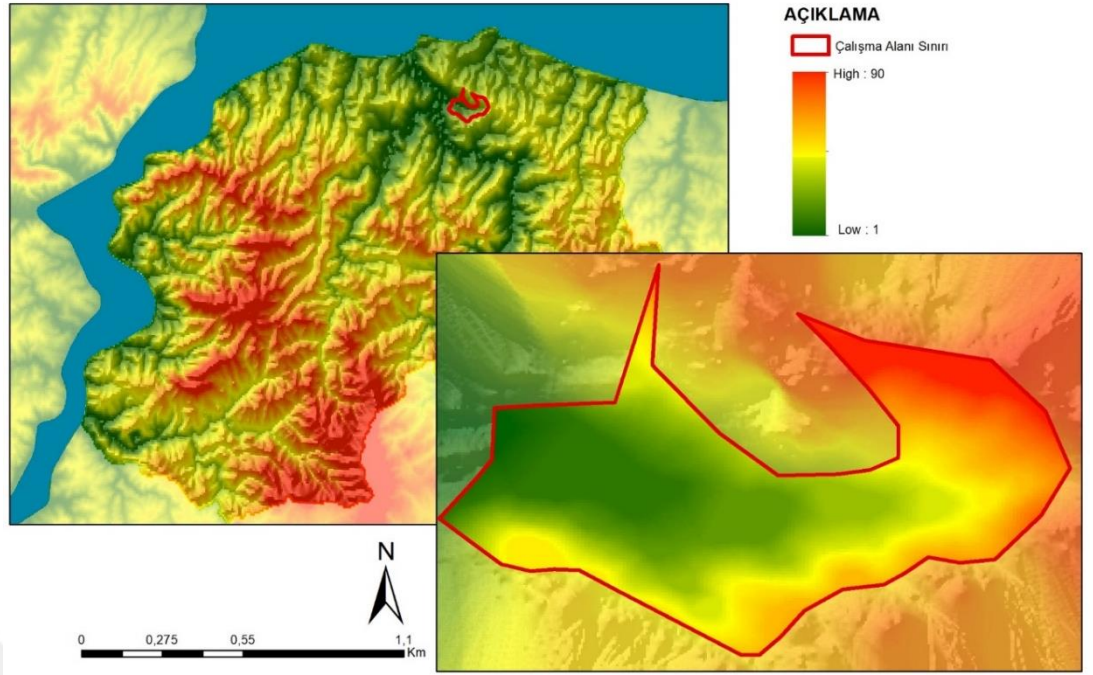
Şekil 23. Riva Beldesi (Orijinal, 2022)

4.1.2 Çalışma Alanının Biyofiziksel Özellikleri

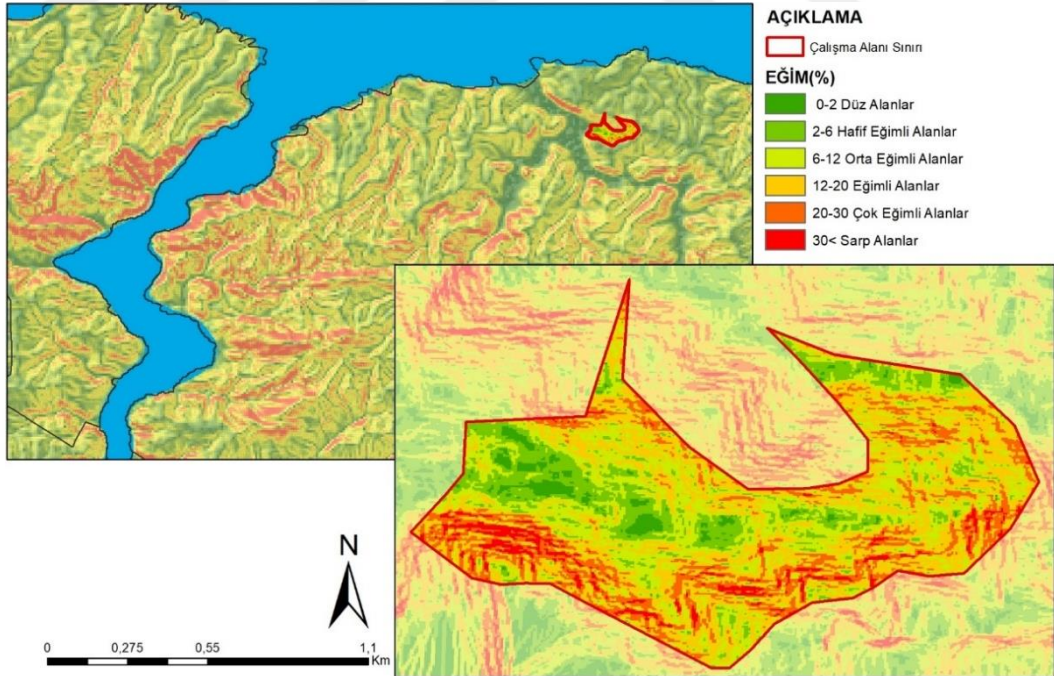
4.1.2.1 Topografik Yapı

Topografik özellikler yükseklik ve eğim analizi kapsamında belirlenmiştir. Çalışma alanının önemli özelliklerinden biri farklı yüksekliklere sahip olmasıdır. Çalışma alanının bulunduğu Beykoz ilçesinin yükseklik deniz seviyesinden 270m'ye kadar değişmektedir. Çalışma alanının; yükseklik değerlerinin en fazla olduğu yer alanın Kuzeydoğusudur. Yükseklik değeri 1 m ile 90 m arasında değişmektedir (Şekil 24).

Eğim % 0 ile % 30'dan büyük değerler arasında değişmektedir. Genel olarak arazi eğimi % 12'nin üzerindedir. Alanda % 6-20 arasındaki eğimler en çok görülen eğim sınıflarıdır. Arazi orta eğimli ve eğimli alanlardan oluşmaktadır (Şekil 25)



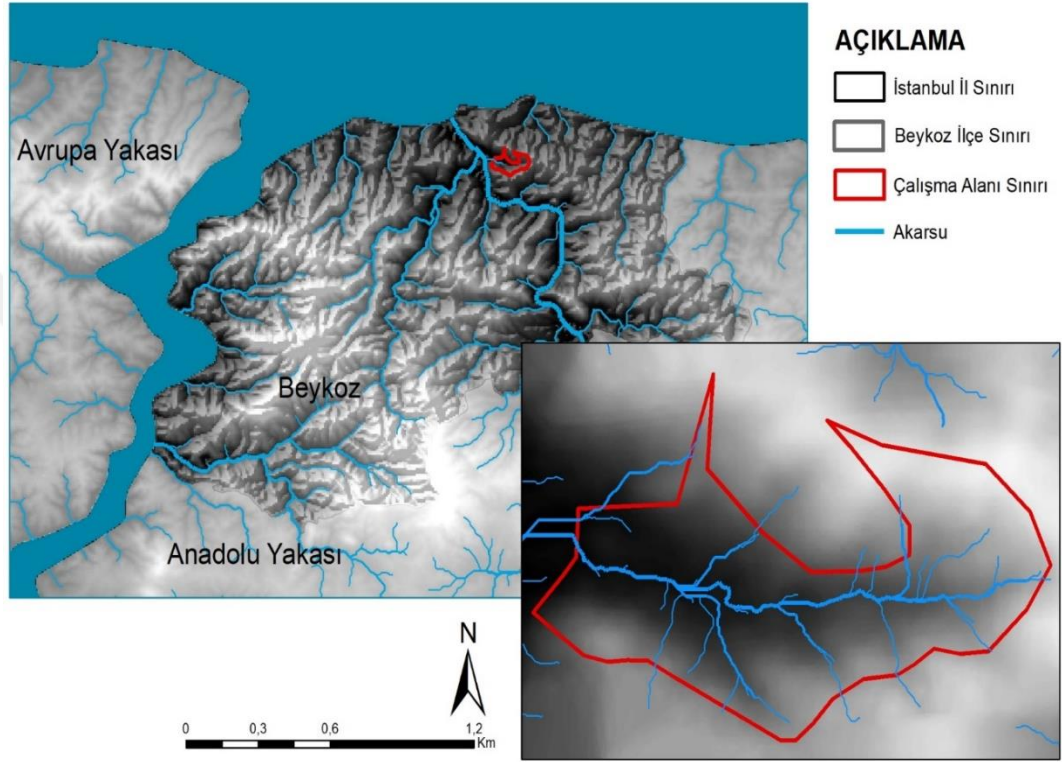
Şekil 24. Çalışma alanının yükseklik haritası (Orijinal, 2022)



Şekil 25. Çalışma alanının eğim haritası (Orijinal, 2022)

4.1.2.2 Hidrolojik Yapı

İstanbul ve Beykoz ilçesinin hidrolojik yapısını dere ve çaylar oluşturmaktadır. Çalışma alanının yakınında Riva deresi bulunmaktadır. Çalışma alanına baktığımızda alanın tabanında dere yatağı ve dereyi besleyen kolları bulunmaktadır (Şekil 26).



Şekil 26. Çalışma alanının su yüzeyleri haritası (Orijinal, 2022)

4.1.2.3 İklim Özellikleri

İstanbul ilçelerinin iklim haritası oluşturulurken Climate-data.org sitesindeki istasyonlarda ki verilerden yararlanılmıştır (URL-17). Çalışma alanının yer aldığı Beykoz ilçesinde sıcak ve ılıman bir iklim hâkimdir; Beykoz Kış aylarında yaz aylarından çok daha fazla yağış düşmektedir. Beykoz, yağış parametresi yönünden çok yüksek, yüksek, orta ve düşük potansiyellere sahiptir. Beykoz ilçesinin kuzeydoğusunda bulunan çalışma alanı yüksek yağış potansiyeli görülmektedir. Güneybatıya doğru gidildikçe ise, potansiyel değer kademeli olarak düşmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı: 689 mm'dir (Şekil 27).

4.1.2.4 Çalışma Alanı Uygulama Aşaması

Araştırma kapsamında seçilen Riva Düşler Vadisi Proje alanının 2018 Aralık ayında uygulama çalışmalarına başlanmıştır. 2018-2022 yılları arasında 2 etaptan oluşan projenin 1. Etabı 2022 yılı içerisinde bitmesi planlanmaktadır. Bu süreçte yapısal alanlar bitirilerek bitki dikim uygulamalarına başlanması hedeflenmiştir. Projenin 1. Etabında bulunan A-B-C tepelerinin konut alanları ve vadi tabanındaki biyolojik gölet ve lagün alanı tamamlanmıştır. Şekil 28’de yüklenici firma Emlak konut tarafından çekilen hava fotoğraflarıyla desteklenmektedir.



Şekil 28. Çalışma alanı kuşbakışı görüntüleri (URL-19)

4.2 Yöntem

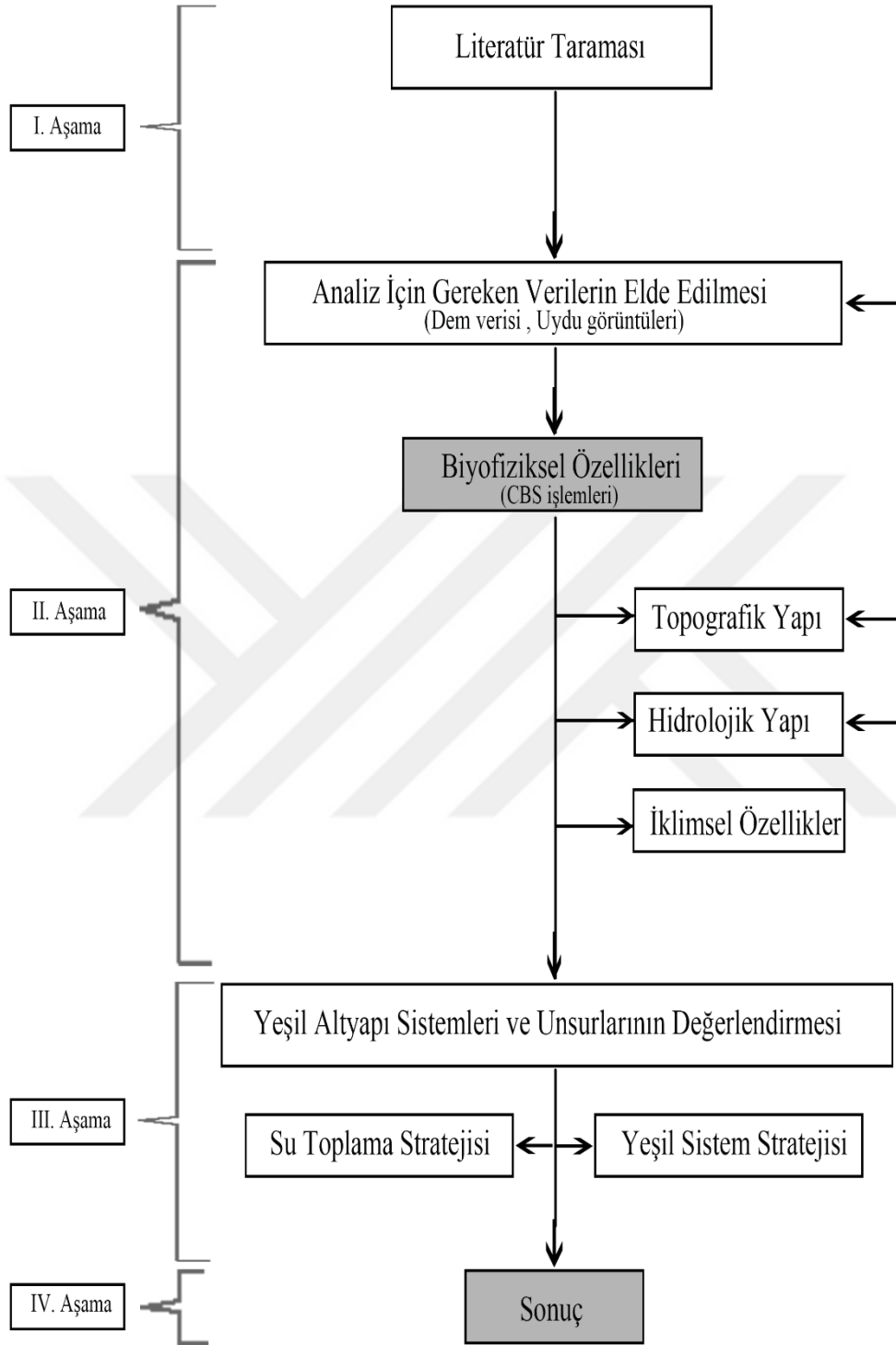
Çalışmanın yöntemi IV aşamadan meydana gelmiştir (Şekil 29);

I. Aşama; Literatür kapsamında araştırmada etüt envanter veri toplama veri analizleme ve sentezleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu aşamada her türlü literatür verisi ve sayısal bilgiler toplanarak kavramsal çatı oluşturulmuştur.

II. Aşama; Düşler Vadisi Riva Projesine 2020-2022 yılları arasında yerinde incelemeler yapılmıştır. Çalışma alanının özel arsa olduğundan dolayı sınırları İstanbul Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiştir. Alanın topografik yapısına ait verileri İstanbul Büyükşehir Belediyesi Fen işleri müdürlüğünden alınmıştır. Analiz aşamasında İstanbul'un dem haritası Earth Explorer sitesinden elde edilerek ArcMap 10.5 programında eğim ve yükseklik verileri elde edilmiştir. Hidroloji verisinde daha doğru bir sonuç alabilmek için Google Earth'den Riva mahallesinin eş yükselti eğrileri daha özel ölçekte elde edilerek ArcMap 10.5 programında akarsu sistemi belirlenmiştir. Bu veriler CBS ortamında işlenerek haritalandırılmıştır. Bu aşamada mevcut durum analiz edilmiştir.

III. Aşama; Analizler ve yerinde gözlemler doğrultusunda çalışma alanında yeşil altyapı yaklaşımıyla su toplama stratejisi ve yeşil sistem stratejisi geliştirilmiştir. Bu aşamada peyzaj tasarım projesiyle alanda oluşturulan su toplama alanları ve yeşil altyapı unsurları irdelenmiştir.

IV. Aşama; Yeşil altyapı unsurlarıyla yapılan tasarımda ekonomik, ekolojik ve sosyal fayda sağlandığı tespit edilmiştir. Sonuç aşamasında alandaki yağmur suları ve atıl sular kullanılarak su tasarrufu sağlayan bir sistem geliştirilmiştir.



Şekil 29. Yöntem akış şeması

5 BULGULAR

Tezin bu aşamasında, çalışma alanı üzerinde yapılan gözlem ve incelemeler sonucunda elde edile bulgular dört ana başlık altında toplanmıştır. Bunlar; ilk bölüm, bölgenin mevcut durum analizleri sonucunda elde edilen alanın fiziksel, yapısal ve demografik bilgilerini içermektedir. İkinci bölümde, alanın hidrolojik özellikleri ele alınarak, özellikle su toplama sistemine ilişkin bulgular ortaya konulmuştur. Üçüncü bölüm ise bölgenin yeşil sistem yapısına ilişkin bilgileri içermektedir. Son bölümde, alanda tasarlanan ve uygulanan yeşil altyapı unsurlarına ilişkin bulgular yer almaktadır.

5.1 Çalışma Alanının Fiziksel Yapısına İlişkin Genel Bulgular

Bu bölümde, Düşler Vadisi Projesi fiziksel yapı özellikleri, tasarımdaki yapısal alanlar ve yerleşim alanı nüfus verilerine ilişkin bulgular yer almıştır.

5.1.1 Çalışma Alanının Yapısal Alanları

Araştırma alanında inşa edilen yapısal alan verileri tasarım projesi incelenerek elde edilmiştir. Proje alanı yaklaşık 95 hektar yüzölçümüne sahiptir. Bunun yaklaşık 55 hektarı yapısal alan olarak planlanmıştır. Araştırma alanı için yapılan proje 2 etaptan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında 1.Etap üzerinde değerlendirme yapılmıştır (Şekil 30).

Çalışma alanı 1.Etap A-B-C tepelerinden oluşmaktadır Şekil 31'deki Google Earth görüntüsünde planlanan yapısal alan zonlaması görülmektedir. Düşler Vadisi Projesi kapsamında; konut alanlarının haricinde eğitim alanı, sosyal ve eğlence alanları, park alanı ve ekolojik alanlar oluşturulmuştur.



Şekil 29. Çalışma alanının 1. ve 2. Etapları (Orijinal, 2022)



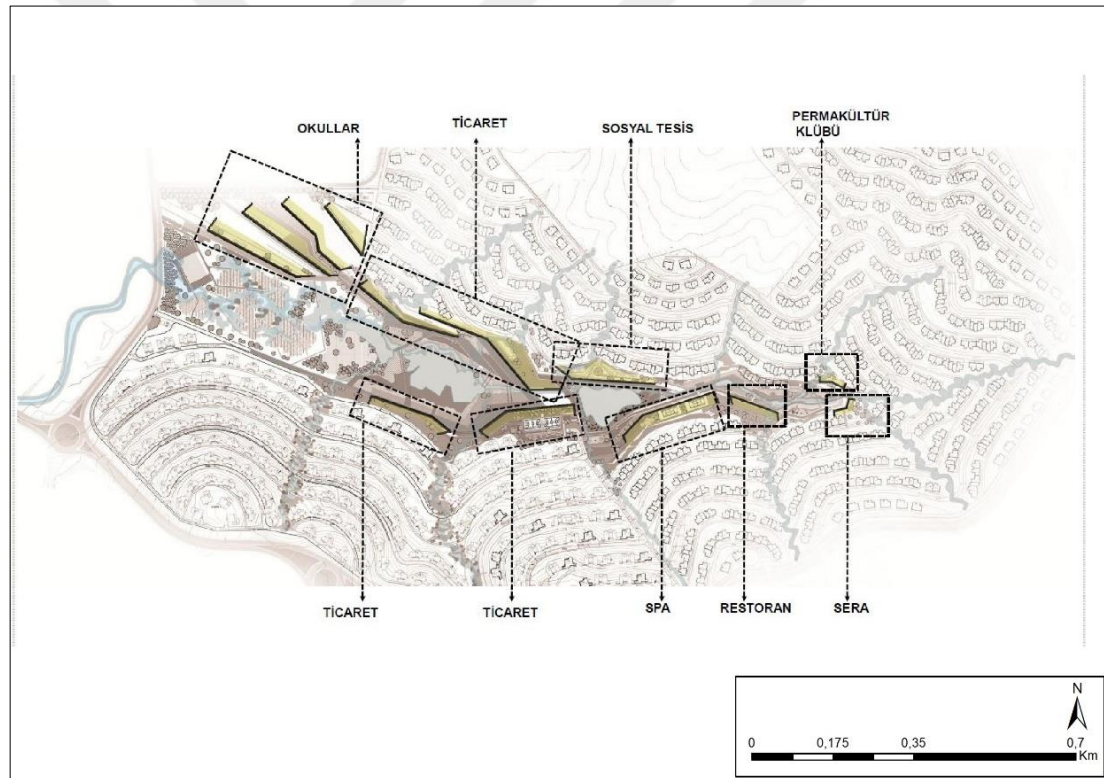
Şekil 30. Çalışma alanının yapısal alan zonu (Orijinal, 2022)

Araştırma alanında her tepeyi ayıran vadiler bulunmaktadır. Bu proje bir vadi üzerine tasarlanmış ve yamaçlara konut alanları vadi tabanına ise ticari ve ticari olmayan yapılar inşa edilmiştir (Şekil 32).

Konut sayısı, proje kapsamında 1.Etap dâhilinde 509 konut, 2. Etap dâhilinde 884 adet olmak üzere toplam 1393 adet bağımsız konut olarak planlanmış olup konut dağılımları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Konut sayıları

1. ETAP								
Konut	2+1	3+1	3.5+1	4+1	4.5+1	5+1		
Adet	112	274	13	82	13	15		509
%	22%	54%	2%	16%	%2	%3		100%
2. ETAP								
Konut	2+1	3+1	3.5+1	4+1	4.5+1	5+1	6+2	
Adet	101	403	92	93	92	93	10	884
%	11%	46%	10%	11%	10%	11%	1%	100%
TOPLAM								
Konut	2+1	3+1	3.5+1	4+1	4.5+1	5+1	6+2	
Adet	213	677	105	175	105	108	10	1393
%	15%	49%	8%	13%	8%	8%	1%	100%



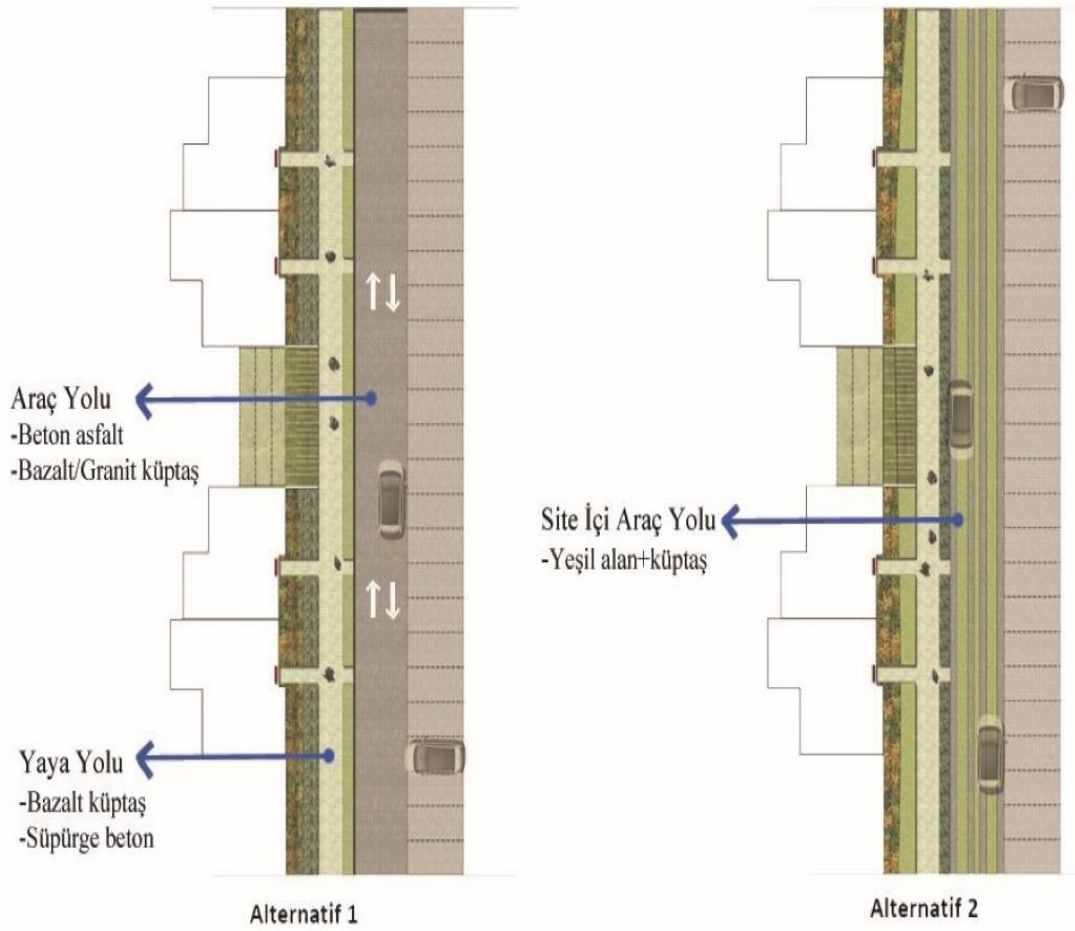
Şekil 31. Çalışma alanındaki yapısal alanlar (Orijinal, 2022)

Proje kapsamında konut alanlarına erişim için yaya ve araç yolları alanın topografik yapısı göz önüne alınarak en uygun %5 eğim derecesiyle en iyi alternatif çözümler sunacak şekilde tasarlanmış araç ve yollar için ulaşım kolaylığı sağlanmıştır (Şekil 33).



Şekil 32. Çalışma alanı ulaşım sistemi (Orijinal, 2022)

Çalışma alanının ulaşım sistemi tasarlanırken yeşil sisteme hizmet edecek şekilde alternatif tasarımlar geliştirilmiştir. Yollar iki araç 5.50 metre genişliğinde ve aks boyunca yeşil bantlar kullanılarak tasarlanmıştır (Şekil 35). Uygulama aşamasında tasarım alternatifleri doğrultusunda alan içerisindeki gri altyapı sistemi büyük ölçüde tamamlanmış ve ulaşım aksı boyunca planlanan yeşil sistemlerin yapımına başlanılmıştır (Şekil 36).



Şekil 33. Çalışma alanı site içi araç yolu (Orijinal, 2022)

Şekil 35 de katman isimleri görüldüğü üzere uygulama detayı tabi zemin üzerine silindir ile geçilip tesviyesi yapıldıktan sonra süpürge betonu atılıp eğim bioswale alanına verildiği görülmüştür.

Süpürge betonun üstüne ise geoblock taş tozu ve granit küp taş kaplaması yapılarak yüzeye düşen suyun süzülerek eğim betonuna ulaşarak oradan bioswale hattına yönlendirilip suyu kanallara iletip vadi tabanında deşarj edilmiştir.



Şekil 34. Çalışma alanı site içi araç yolu uygulama aşaması (URL-19)

5.1.2 Çalışma Alanının Nüfus Verileri

Düşler Vadisi proje kapsamında inşa edilecek konutlarda yaşayacak yerleşik nüfus hesabında, hane başına 4 kişi gün kabulü yapılarak toplam nüfus hesaplanmıştır. Buna göre hesaplanan yerleşik nüfus Tablo 6’de verilmiştir. Çevresel altyapı tesislerinin kapasitelerinin belirlenmesinde esas teşkil edecek olan yerleşim alanı nüfusunun belirlenmesinde okul, ticari ve sosyal alanlarının kapasiteleri maksimum doluluk sayısına göre hesaplanmıştır (Tablo 7).

Tablo 6. Yerleşik Nüfus

	Konut Sayısı	Birim Konut Başına Kişi Sayısı (Kişi/Konut)	Yerleşik Nüfus
1.ETAP	509	4	2036
2. ETAP	884	4	3536

Tablo 7. Proje alanında bulunacak tesisler ve kapasiteleri

TESİS ADI	KİŞİ SAYISI
Devlet Okulu	1100
Özel Okul	3150
Cami	1000
Ticari ve Sosyal Alanlar	
Personel	360
Ticari Müşteri (Günlük)	3000
Sosyal Tesis Müşteri (Günlük)	1000

5.2 Çalışma Alanı Su Toplama Sistemi

Bu bölümde ilk olarak çalışma alanının su ihtiyacı tespit edilip daha sonra bu ihtiyaç doğrultusunda su temini için alternatif su kaynakları belirlenmiştir. Proje alanı su ihtiyaçlarının tespiti için elde edilen veriler ve mekanik grupça kabul edilen birim tüketimler dikkate alınarak yapılan hesaplar Tablo 8’de verilmiştir. Su ihtiyacı yerleşik nüfus verilerine göre hesaplanmıştır.

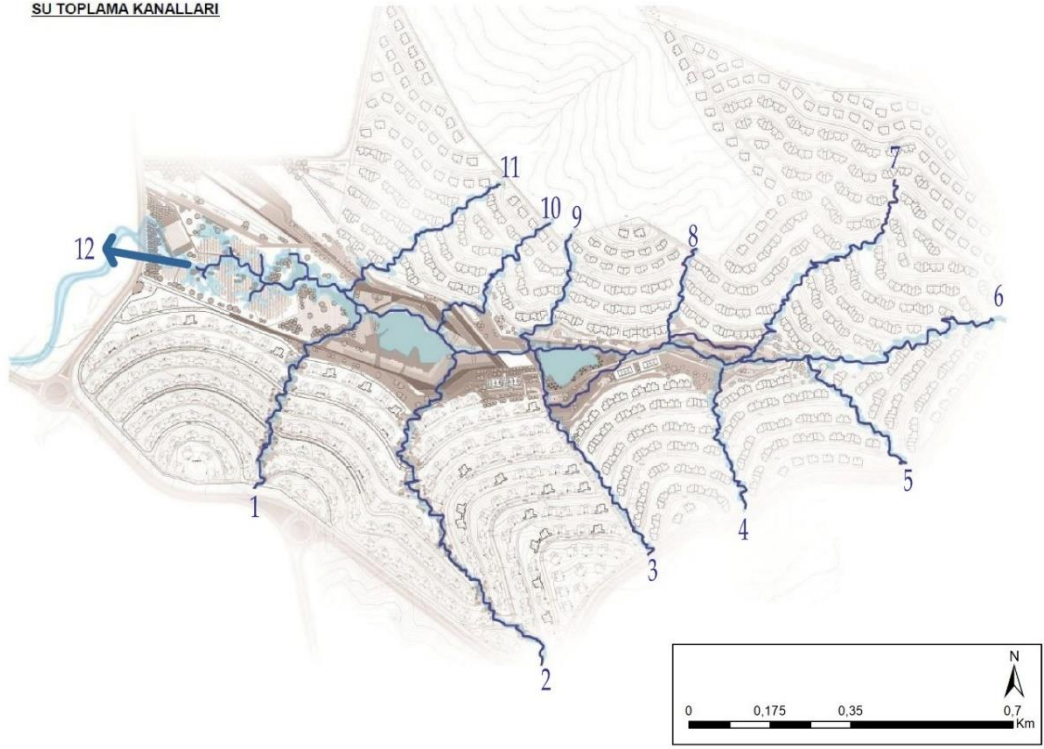
Proje verileri ve yapılan kabullere göre Düşler Vadisi projesi için yaz aylarına denk gelen ve okulların açık olduğu aylarda günlük maksimum 4166 m³/gün kullanım ve sulama suyuna ihtiyaç vardır. Kış aylarında bu değer sulama suyu ve buharlaşma giderleri olmadığı durumlarda 1707 m³/gün kadar olacaktır.

Yaz ve kış aylarında kullanılan su miktarı belirlenerek su ihtiyacını karşılamak için alternatif çözümler geliştirilmiştir. Su toplama stratejisi ile İSKİ isale hattı suyunun kullanımının minimum seviyeye indirilmiştir. Çalışma alanının projelendirilmesi yapılırken materyal bölümünde mevcut durum analizlerinde elde edilen hidrolojik veriler dikkate alınarak su toplama kanalları oluşturulmuştur (Şekil 37).

Tablo 8. Proje alanı toplam su ihtiyacı

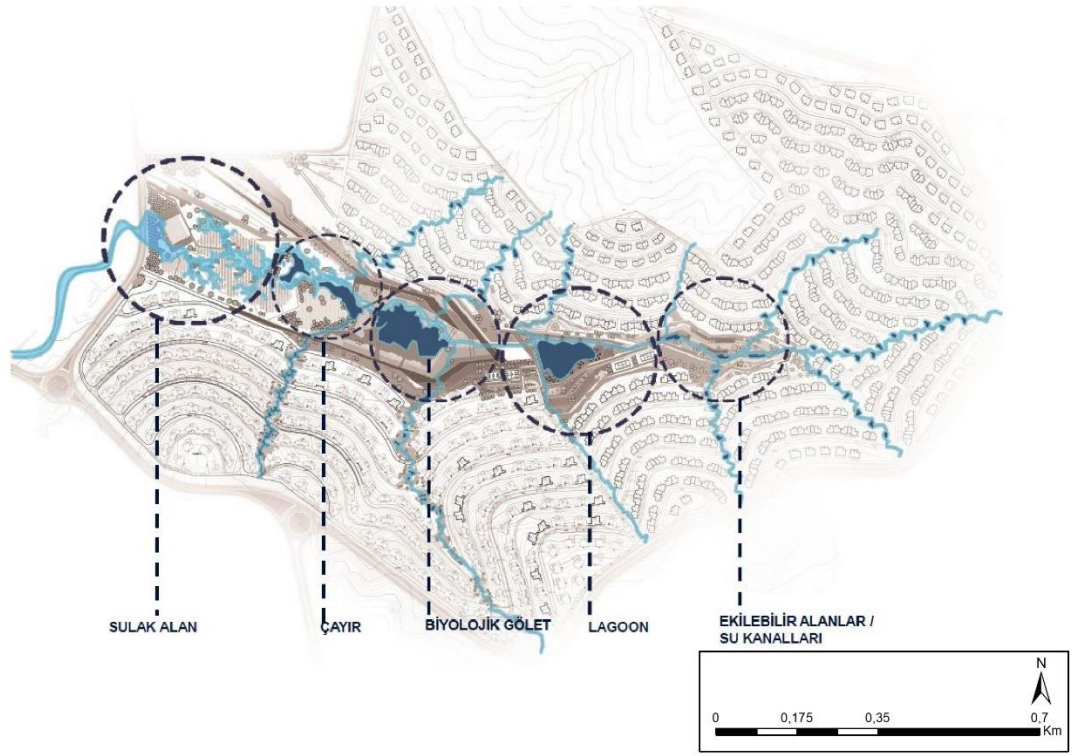
Evsel Nitelikli Kullanım Suyu İhtiyacı	Nüfus	Günlük Su Tüketimi (Her şey Dâhil) [Lt/Kişi*Gün]	Toplam [m³/Gün]
Konut Alanı Su İhtiyacı			
1. ETAP + 2.ETAP	5572	250	1393.0
		Ara Toplam	1393.0
Okul Su İhtiyacı			
Devlet okulu öğrenci ve personel	1100	45	49.5
Özel okul öğrenci ve personel	3150	45	141.8
		Ara Toplam	191.3
Ticari Ve Sosyal Alanlar			
Ticari alanlar personel	236	50	11.8
Sosyal tesisi personel	124	50	6.2
Ticari müşteri (günlük)	3000	15	45.0
Sosyal tesis müşteri (günlük)	1000	50	50
		Ara Toplam	113.0
Cami Su İhtiyacı			
Cami kapasite	1000	10	10
		Ara Toplam	10
Evsel Nitelikli Kullanım Suyu İhtiyacı Genel Toplam			1707.3
Yeşil Alan Sulama Suyu İhtiyacı	Alan (m²)	Günlük Birim Su İhtiyacı (Lt/m²*gün)	Toplam [m³/gün]
Yeşil alan çim, çalı ve ağaç sulama suyu ihtiyacı	400.000	6	2400.0
Buharlaştırma Miktarı	Alan (m²)	Riva Bölgesi Temmuz Ayı En Yüksek Buharlaştırma Miktarı (mm/ay)	Toplam [m³/gün]
Biyolojik gölet alanı	1770	145	8.6
Lagün alanı	4290	145	20.7
Gölet alanı	6065	145	29.3
		Ara Toplam	56.3
Toplam Maksimum Günlük Su İhtiyacı			4166.0
Kış Ayları Günlük Su İhtiyacı			1707.3

SU TOPLAMA KANALLARI



Şekil 35. Çalışma alanı su toplama kanalları (Orijinal, 2022)

Çalışma alanı içerisindeki su kanallarının tespit edilmesiyle birlikte tasarım boyutunda su döngüsünün sağlanması için vadi tabanında su toplama alanları oluşturulmuştur. Toplam 12 kanal bulunmakla beraber bu kanalların genişlikleri 5-8 metre aralığında değişken olup derinlikleri ise 4.5 metre yüksekliğinde etrafı koruma telleri ile çevrilmiştir. Bu kanal derinlik ve yüksekliği pik yağış miktarına göre hesaplanmış ve uygulaması yapılmıştır. Bu alanlar sayesinde yağmur sularının kanallar yoluyla biriktirilmesinde ve tekrardan kullanımının sağlanmasında büyük önem taşımaktadır. Su toplama alanları farklı fonksiyonlara hizmet etmek üzere çevresindeki diğer tasarım alanlarıyla birlikte kompakt bir şekilde tasarım yapılmıştır. Bu alanlar; sulak alan, çayır, biyolojik gölet, lagün ve ekilebilir alanlar (su kanalları) olmak üzere altı farklı alan olarak tasarlanmıştır (Şekil 38).



Şekil 36. Çalışma alanı su toplama alanları (Orijinal, 2022)

Tasarımı yapılan vadi tabanındaki su toplama alanlarına ek olarak yamaçlarda su biriktirme alanları oluşturulmuştur. Bu alanlar kademeli olduğu için yağmur suyunun toplanmasında daha etkilidir. Bu alanlar yeşil alanlarla desteklenerek yeşil altyapı yaklaşımına göre tasarlanmıştır (Şekil 39).



Şekil 37. Çalışma alanı su biriktirme alanları (Orijinal, 2022)

Su ihtiyacının su toplama stratejisi ile İSKİ isale hattı suyunun kullanımının minimum seviyeye indirilmesinin sağlanmasındaki diğer alternatif yollar var olan dere ve kuyu sularının arıtılması ve atıksu arıtma tesislerinin kurulmasıdır. Proje alanının yaklaşık 4166 m³/gün kapasiteli su ihtiyacının temini için alternatif su kaynakları aşağıda sıralanmıştır:

- Riva deresi
- Kuyular
- Atıksu Arıtma Tesisi çıkışı geri kazanım suyu

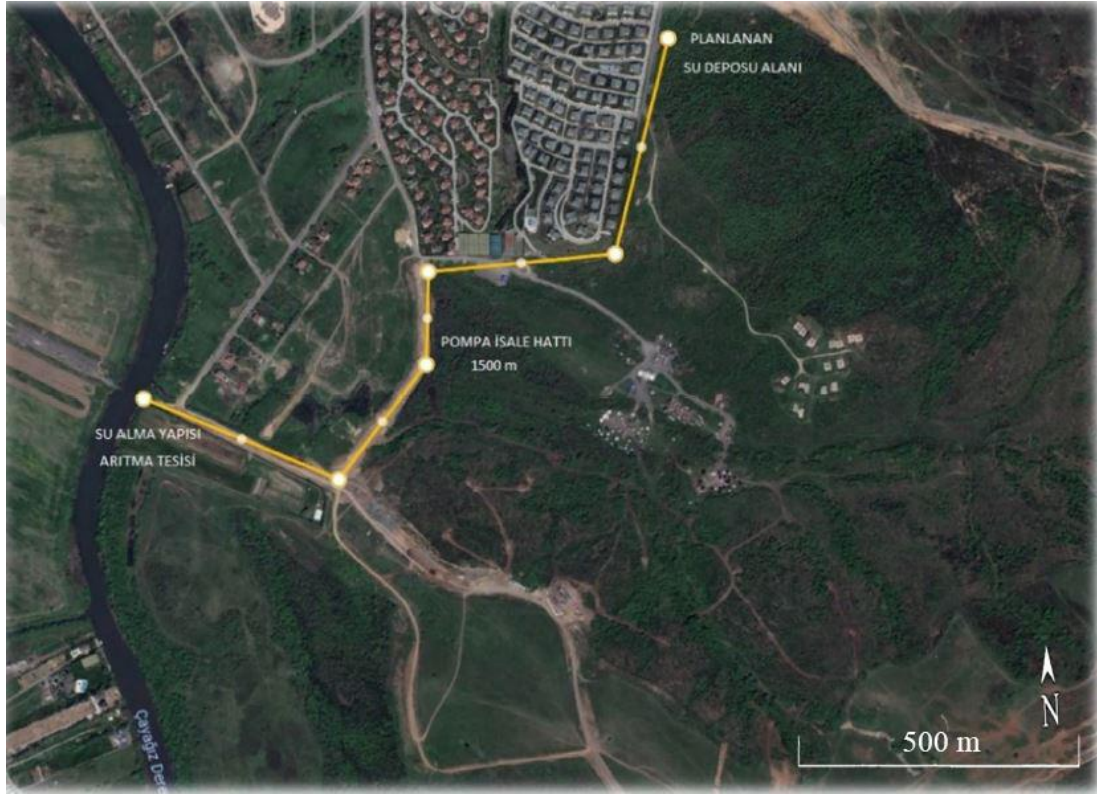
Riva deresi ve kuyulardan su elde etmek için arıtma tesisleri kurularak suda bulunabilecek askıda katı maddelerin ve organik kaynaklı kirliliğin giderilmesi amaçlanmıştır. Atıksu arıtma tesisi ile evsel nitelikli kullanım suyun proje alanında kullanılan yaklaşık 1707 m³/gün sudan oluşacak atıksu miktarı yaklaşık 1600 m³/gün olarak kabul edilebilir. Bu değer yaz aylarında okulların kapanması ile birlikte 1400 m³/gün olacaktır. Şekil 40'da alternatif su kaynaklarının maaliyeti ve karşılanacak su ihtiyacı grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 39. Çalışma alanı su ve atık su yönetimi ve alternatifleri (Orijinal, 2022)

Riva deresinden temin edilecek su alma yapısı ve isale hattına ilişkin öngörülen yer ve güzergâhın uydu görüntüsü Şekil 41’de görülmektedir.

Arıtma tesisinde dereden su çekme oranı atık su oranına göre değişmektedir. Atık suyu ve yeşil alt yapı suyu istenilen oranda gelmediği takdirde dereden tuzlu su ile ilave yapıp arıtma tesisi beslenmektedir. Burada arınan su tekrardan bahçe sulama ve yangın hidrant hatlarına gönderilip günlük su tüketim ihtiyacı karşılanmaktadır.



Şekil 40. Su arıtma tesisi yeri ve isale hattı güzergâhı uydu görüntüsü (Orişinal, 2022)

5.3 Çalışma Alanı Yeşil Sistemi

Çalışma alanında her tepeyi ayıran vadiler bulunmaktadır. Proje kapsamında tasarlanan yeşil sistem; vadi yamaçları, vadi tabanı ve konut bahçeleri şeklinde kullanıcılar için özel, yarı özel ve kamusal alanlar oluşturulmuştur. Yamaçlardaki yeşil alanlar su sistemine destek olarak tasarlanmış yeşil sistemlerdir (Şekil 42).



Şekil 41. Çalışma alanı vadi yamaçları yeşil sistemi (Orijinal, 2022)

Buna ek olarak yamaçlar için tasarlanan yeşil alanların bir kısmı tarımsal faaliyetlerin yapabileceği alanlar olarak oluşturulmuştur. Bu alanlar yarı özel alanlar olarak tasarlanmış ve kullanıcıların doğayla iç içe olabileceği aktivite alanları olarak tasarlanmıştır (Şekil 43).



Şekil 38. Çalışma alanı vadi yamaçları tarımsal alanlar (Orijinal, 2022)

Vadi tabanında kamusal alan olarak tasarlanan ekolojik ve sosyal açıdan oluşturulan park alanı mavi ve yeşil sistemin bir arada kullanması, yeşil altyapı sistemine önemli etkileri vardır. Bu alanda oluşturulan sulak alanlar, biyolojik gölet, çayır alanı, lagün

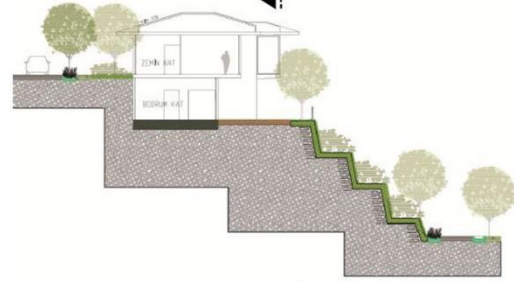
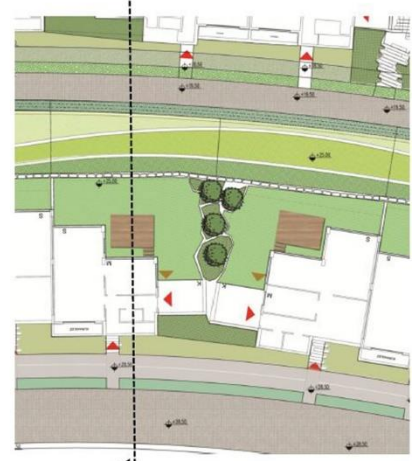


Şekil 40. Çalışma alanı konut bahçeleri plan görünümü (Orijinal, 2022)

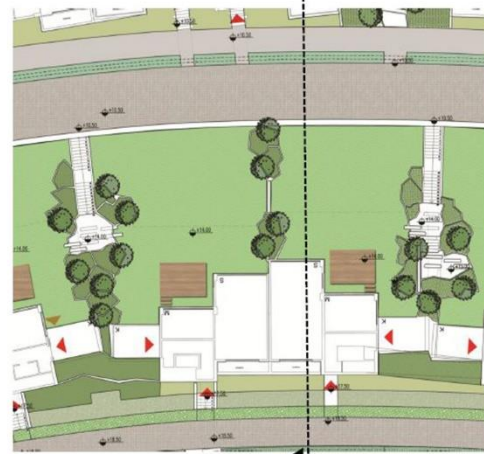


Şekil 45. Çalışma alanı konut bahçeleri kesit görünümü- I (Orijinal, 2022)

KONUT BAHÇELERİ
BUGGY YOLU SETLİ BAHÇELER



KONUT BAHÇELERİ
OTOPARK ÜZERİ BAHÇELER



Şekil 46. Çalışma alanı konut bahçeleri kesit görünümü-II (Orijinal, 2022)

Yeşil altyapı sistemlerinde bitki örtüsü önemli bir materyal olduğu için, çalışma alanı içerisinde tasarlanan yeşil alanların bölgeye uygun bitki seçimi yapılmıştır. Bitkilendirme tasarımında geniş yapraklı, iğne yapraklı ve çalı formu bitkiler kullanılmıştır. Bitkisel kompozisyon yapılırken mevsimsel geçişlere ve bitkilerin renk-

form özellikleri dikkate alınmıştır. Tablo 9’da kullanılan bitki türlerin Türkçe ve Latince isimleri listelenmiştir.

Tablo 9. Kullanılan bitki türleri

Bilimsel ismi	Türkçe ismi
<i>Abelia grandiflora</i>	Abelya
<i>Abies bornmulleriana</i>	Uludağ Göknarı
<i>Acer palmatum</i>	Japon akçaağacı
<i>Acer platanoides</i> “Crimson King”	Kırmızı çınar yapraklı akçaağaç
<i>Ceanothus bluestar</i>	Mavi yıldız
<i>Cedrus deodora</i> “Aurea”	Altuni yapraklı Himalaya sediri
<i>Cercis siliquastrum</i>	Erguvan
<i>Chamaerops excelsa</i>	Boylu tüylü palmye
<i>Chamaerops humilis</i>	Bodur palmye
<i>Cornus alba</i> “Sibirica”	Kırmızı süs kızılciğı
<i>Cornus floribunda</i>	Kızılciğ
<i>Cydonia japonica</i>	Bahar dalı
<i>Cytisus praecox</i>	Katırtırnağı
<i>Ginkgo biloba</i>	Mabet ağacı
<i>Lagerstroemia indica</i>	Oya ağacı
<i>Liriodendrom tulipifera</i>	Lale ağacı
<i>Magnolia grandiflora</i>	Büyük çiçekli manolya
<i>Malus floribunda</i>	Süs elması
<i>Photinia serrulata</i>	Bodur alev çalısı
<i>Pinus pinaster</i>	Sahil çamı
<i>Pinus pinea</i>	Fıstık çamı
<i>Prunus laurocerasus</i>	Karayemiş
<i>Prunus serrulata</i>	Süs kirazı
<i>Rhus cotinus</i>	Duman ağacı
<i>Rhus typhina</i>	Amerikan sumağı
<i>Ribes sanguineum</i>	Çiçekli kuş üzümü
<i>Salix babylonica</i>	Salkım söğüt
<i>Taxus baccata</i>	Porsuk
<i>Thuja occidentalis</i>	Batı mazısı

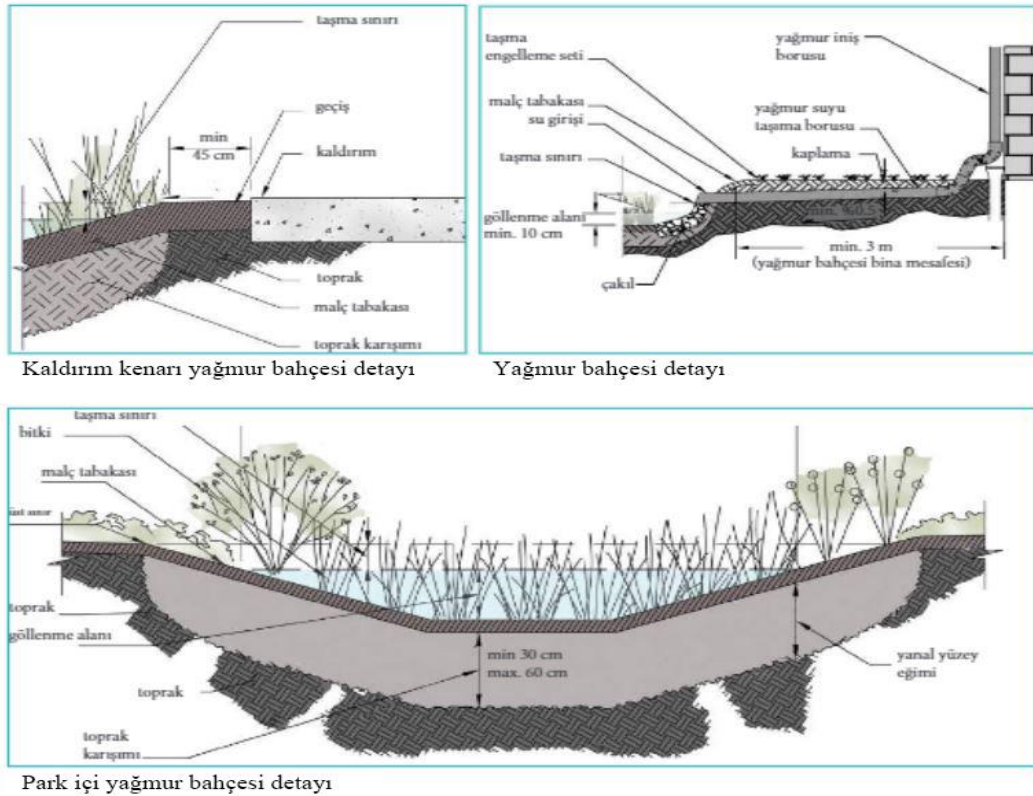
5.4 Çalışma Alanının Yeşil Altyapı Unsurlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, yapılan konsept tasarımı ile amaçlanan su toplama stratejisi bağlamında yeşil altyapı unsurları niteliğinde olan uygulamaların bulguları irdelenmiştir. Bu kapsamda, çalışma alanının tasarım projesine bağlı olarak yeşil

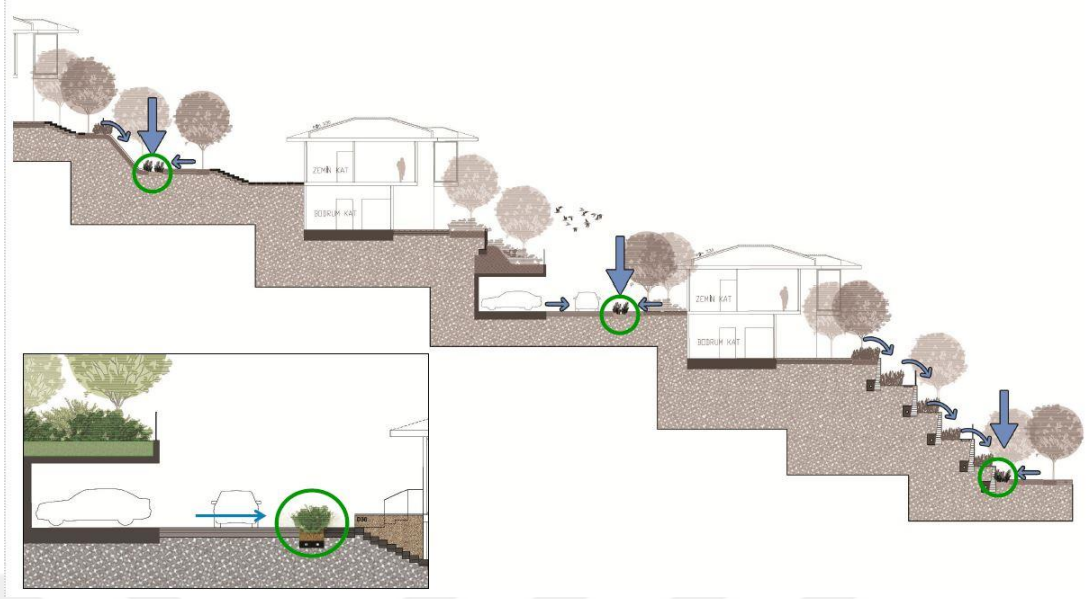
altyapının gri altyapılara entegrasyonu bakımından, yeşil altyapı unsurları altı grupta incelenmiştir.

- Yağmur bahçeleri
- Bioswale
- Yeşil çatı
- Biyolojik gölet
- Sulak alanlar
- Geçirgen kaplamalar

Yağmur bahçeleri: Çalışma alanı içerisinde konut alanlarına erişim için tasarlanan yapısal alanlardaki yağmur suyunun emilimini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Bu alanlar küçük sığ bir şekilde bitkisel örtüyle kaplanmıştır. Bu sayede yağmur suyunun emilimi ve filtrelenmesi sağlanmıştır. Şekil 48 ve Şekil 49’da yağmur bahçelerinin detay kesitleri ve çalışma alanında tasarlanan yağmur bahçesinin kesit görünüşü verilmiştir.

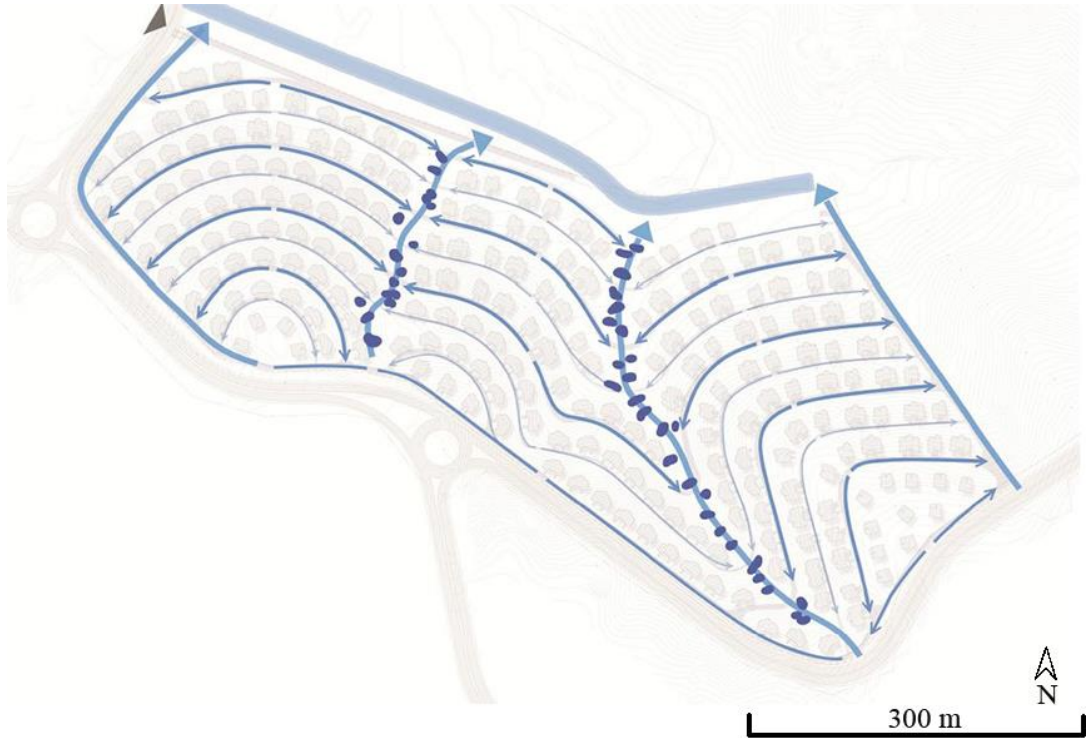


Şekil 41. Yağmur bahçeleri detay kesiti (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018)



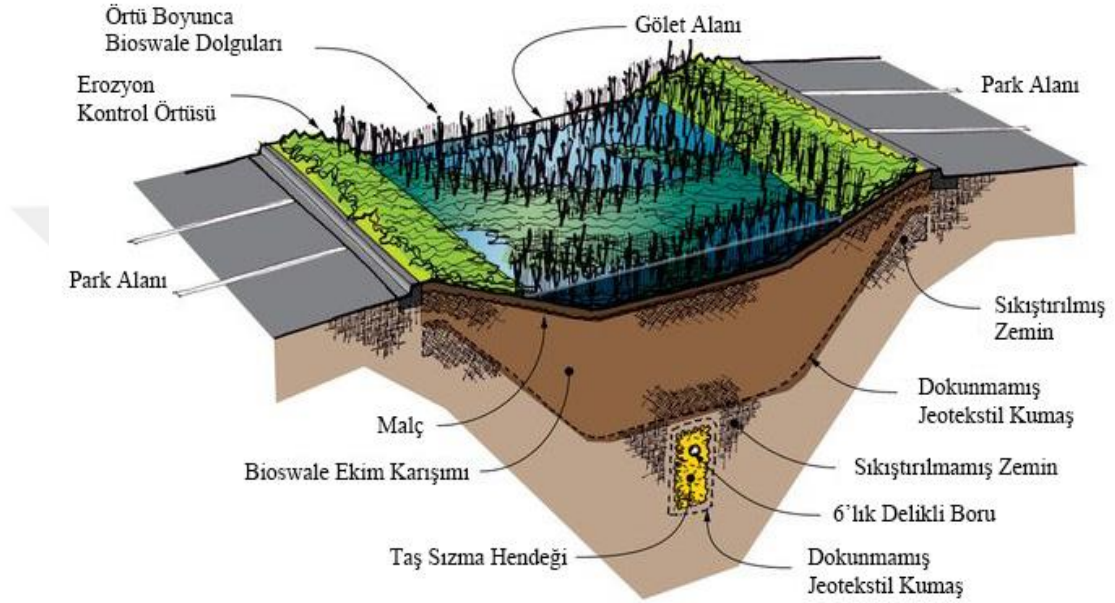
Şekil 48. Çalışma alanı tasarlanan yağmur bahçeleri (Orişinal, 2022)

Bioswale: Çalışma alanı topoğrafik yapısı ve doğal su kaynakları göz önüne alınarak tasarlanan projede yeşil altyapı unsurlarıyla su yönetimi sağlanmıştır. Bu bağlamda bioswale yöntemi ile vadinin belirli yerlerinde su birikim noktaları oluşturulmuştur. Aşağıdaki tasarım planında suyun akış yönü doğrultusunda vadinin birçok yerindeki birikim noktaları gösterilmektedir (Şekil 50).



Şekil 49. Çalışma alanı bioswale setli birikim noktaları (Orişinal, 2022)

Bu yöntem yeşil sisteme entegre edilmiştir ve yapılması kararlaştırılan su toplama rotası boyunca kanallar oluşturulmuştur. Bu sistem, su yüküne bağlı olarak derinliği ve genişliği belirlenmiş yağmur hendeklerinin kazılması, alt kısmına çakıl ve perfore boru (çapı toplanacak su yüküne bağlı olarak belirlenmelidir) yerleştirilmesi ve üst kısmına çanak ya da böbrek şeklinde oluşturularak toprak, kum ve kompost karışımı serilmesi şeklinde uygulanmaktadır (Şekil 51).



Şekil 42. Çalışma alanı bioswale sistemi (URL-20)

Bu sistem alanın ulaşım aksı boyunca devamlılığı sağlanarak yeşil-gri entegrasyonu ile atıl suların depolanmasına yardımcı olan kanallardır. Çalışma alanında bioswale sisteminin uygulama aşamaları Şekil 52'de gösterilmektedir.



Şekil 43. Çalışma alanı bioswale sistemi uygulama aşamaları (Orijinal, 2022)

Bioswallerde kullanılan bitki türlerini belirlerken öncelikli hedef az bakım gerektiren, kuraklık ve yoğun su yüküne toleransı olan, derin kök sistemine sahip yerel bitkiler olmasıdır. Yağmur hendeklerini kurarken öncelikli amaç yılın dört mevsiminde dışarıdan bir müdahale yapılmadan sürdürülebilir olmalarıdır. Mevsimsel olarak hendeklerden geçecek su yükünün farklı olmasından dolayı ekstrem koşullara toleransı yüksek farklı bitki türlerinin bir araya gelmesi ile oluşturulur. Kullanılan bitkilerin kök yapılarının derin olması yağışın yoğun olduğu mevsimlerde toprağı tutması açısından büyük önem arz eder. Bitkilerin bölgenin iklimsel koşullarına kolayca adapte olabilmeleri için yerel türlerden seçilmesi gerekir. Aşağıdaki tabloda kullanılan bitki türleri verilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Çalışma alanı bioswallerde kullanılan bitki türleri

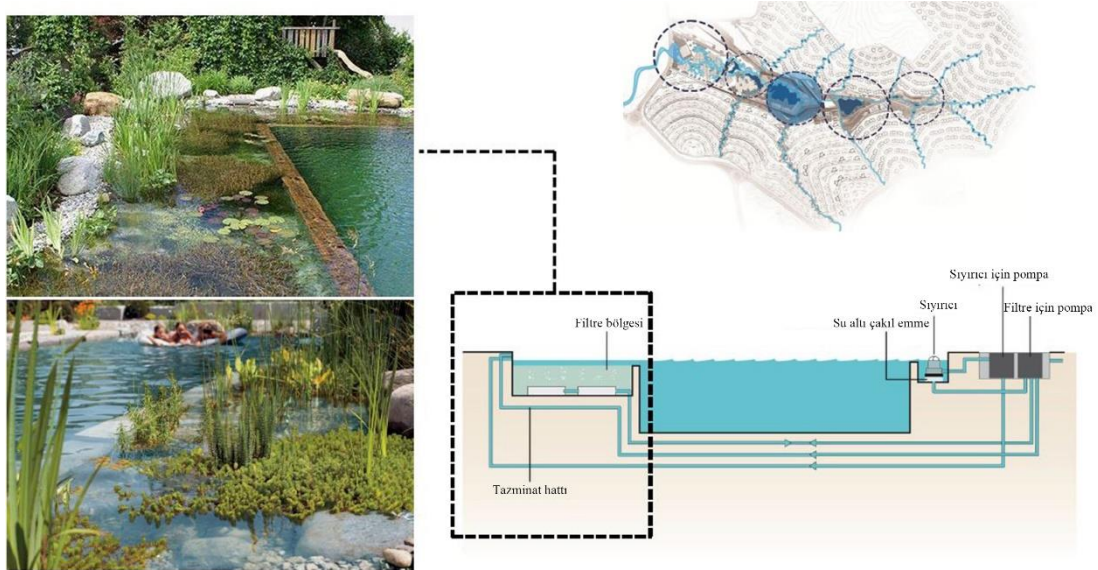
Kullanım Yeri	Bitki İsimleri
Alt Kısım	<i>Juncus articulatus</i> <i>Carex acutiformis</i> <i>Carex pendula</i> <i>Hypericum calycinum</i>
Orta ve Üst Kısım	<i>Lythrum salicaria</i> <i>Santolina chamaecyparissus</i> <i>Ajuga reptans</i> <i>Elymus repens</i> <i>Centaurea calcitrape</i> <i>Juncus articulatus</i> <i>Bramus diandrus</i> <i>Scabiosa columbaria</i>

Yeşil Çatı: Çalışma alanı vadi tabanında yapılan ticari ve ticari olmayan binalarda yeşil çatı sistemi uygulanmıştır. Bu sistem sayesinde binaların enerji performansı ve hava kalitesini artırılması hedeflenmiştir (Şekil 53).



Şekil 52. Çalışma alanı yeşil çatı (Orijinal, 2022)

Biyolojik gölet: Çalışma alanı içerisindeki biyolojik gölet yapılacağı alandaki toprak yapısı, coğrafi özellikler, yıllık yağış ve sıcaklık istatistikleri gibi değişkenlere göre uygunluğu tespit edildikten sonra tasarlanmıştır (Şekil 54). Alan içerisindeki biyolojik gölet uygulama aşamaları Şekil 55’ de gösterilmektedir.



Şekil 44. Çalışma alanı biyolojik gölet yapısı (Orijinal, 2022)



Şekil 45. Çalışma alanı biyolojik gölet uygulama aşamaları (Orijinal, 2022)

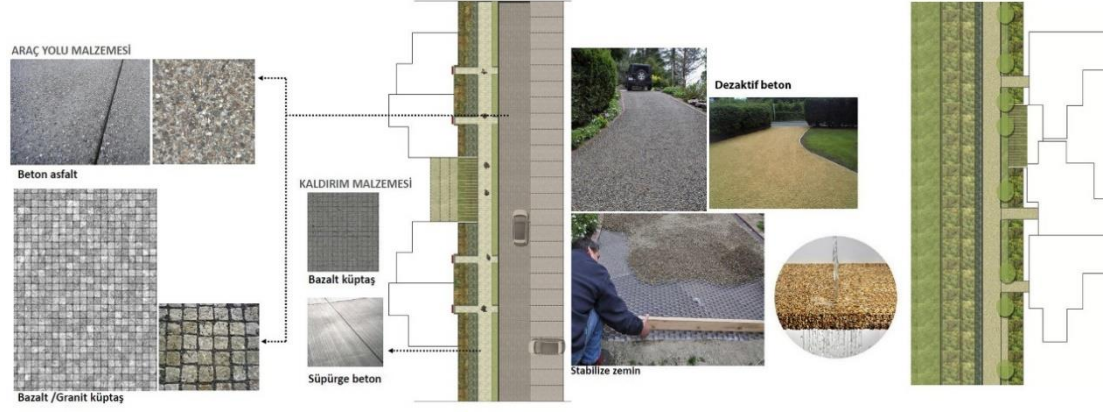
Sulak alan: Proje kapsamında elde edilen hidrolojik veriler doğrultusunda vadi tabanındaki su yüzeyi arazi üzerindeki yaptığı şekle göre sulak alan oluşturulmuştur. Alan içerisinde su rezerv kanalları bulunmaktadır. Uygulama aşamasında su kanal izleri belirlenmiştir (Şekil 56).



Şekil 46. Çalışma alanı sulak alan (Orijinal, 2022)

Geçirgen kaplamalar: Alan içi yaya ve araç ulaşım aksında yağmur suyunu geçiren kaplamalar kullanılmıştır. Malzeme olarak; beton asfalt, bazalt/granit küp taş ve

dezaktif beton kullanılmıştır (Şekil 57). Şekil 58’ de geçirgen kaplamaların çalışma alanında uygulanmış örnekleri verilmiştir.



Şekil 56. Çalışma alanı geçirgen kaplamalar (Orijinal, 2022)



Şekil 57. Çalışma alanı geçirgen kaplamalar uygulama örneği (Orijinal, 2022)

6 TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında yapılan literatür taramasında elde edilen tez ve makaleler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu bağlamda literatür özeti kısmında yer verilen akademik çalışmalarda konuyla ilişkili önceki çalışmalar ve yazınsal kaynaklar araştırılmış ve benzer çalışma örnekleri sunulmuştur. Benzer akademik çalışmalar da yeşil altyapıya ilişkin farklı ölçeklerde farklı bulgular elde edilmiştir. Araştırma kapsamında ele alınan yeşil altyapı sistemleri ve özellikle su toplama yönetimiyle ilişkilendirilmesi, bundan önceki araştırmalar ile karşılaştırdığımızda tasarım ve uygulama aşaması anlamında ayırıcı bir bakış açısı sunmuştur.

Semiz (2016) yaptığı çalışmasında yeşil altyapı sistemlerinin kent sürdürülebilirliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi için dünyadan ve Türkiye’den örnekler incelenmiş ve bunların karşılaştırılması yapılarak ülkemizde uygulanan Antalya Green Hub projesinin kent ve kentliler için ekonomik, ekolojik ve sosyal faydalarına değinilmiştir. Çalışmanın amacı kentlerin ve dolayısıyla kentlilerin geleceği adına yeşil altyapı sistemlerinin önemi sürdürülebilirlik bağlamında vurgulanmasıdır. Bu tez çalışmasında ise belirlenen çalışma alanı uygulanma projesinde kullanılan yeşil altyapı sistem unsurlarıyla su toplama stratejisi kapsamında atıl suların ve yağmur suyunun kullanımı sağlanılarak su tasarrufu yapılması hedeflenmiştir.

Toyran ve Var (2022), Büyükçekmece (İstanbul) ilçesindeki kamusal yeşil alanların ihtiyacı olan su miktarının, bina çatılarından toplanan yağmur suyu ile ne kadarının karşılanabileceğini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşler ve çalışma sonucunda ilçede 1 yılda çatılardan yapılabilecek yağmur suyu hasadını 2.266.146 m³ olarak belirlemişlerdir. Yapılan hesaplamalara göre bu oran, yağmur hasadı ile kamusal yeşil alanların ihtiyacı olan sulama miktarının % 100’ünün karşılanabilir olduğu sonucunu göstermiştir. Düşler Vadisi Proje sahasında ihtiyaç duyulan suyun temini ve yağmur sularının kullanılması konusunda bioswale gibi yeşil altyapı unsurlarından faydalanılmıştır. Alanda toplanan suyun tekrar arıtılarak kullanımı ve su tasarrufu sağlanmıştır. Alanda farklı fonksiyonlara hizmet etmek üzere sulak alan, çayır,

biyolojik gölet, lagün ve ekilebilir alanlar (su kanalları) olmak üzere altı farklı şekilde su toplama alanları tasarlanmıştır.

Çalışmanın örnek alan incelemeleri kapsamında on örnekte de yeşil altyapı uygulamaları bölgesel ve yerel ölçekteki sorunları, ihtiyaçları ve sahip oldukları sistemler üzerinden yapılmaktadır. Çalışmada incelenen Singapur, Çin ve Türkiye örneklerinde yeşil altyapı sistemleri doğal çözümlerle insanların kentle olan sosyal bağlarının artmasına ve insanlarda kentlilik algısının oluşmasını sağlamaktadır. Bu projelerde kentlerdeki mavi-yeşil bağlantılığının sağlanması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda uygun yeşil altyapı sistem unsurları entegrasyonu ile kentsel su sorunlarına doğal çözümler üretilmiştir. Bunun en iyi örneği olarak Singapur'un yeşil altyapı projesidir. Ülkenin coğrafi konumu ve su yetersizliği problemlerine karşılık geliştirdiği stratejilerle büyük ölçüde ekonomik, ekolojik ve sosyal fayda sağlanmıştır. İncelenen örnek projelerin tamamı için bir çıkarımda bulunacak olursak; sosyal ve ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşıyan yeşil altyapı sistemleri kent sürdürülebilirliği için faydalı yaklaşımlar ortaya koyduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın kavramsal çerçevesi oluşturulurken yeşil altyapının yeni bir kavram olmadığı ve birçok ülkede gelişen ve gelişmekte olan bir yaklaşım olduğu görülmüştür. Günümüzde, “yeşil altyapı tanımlanmasında ve kullanımı ile ilgili, ölçek, kavram ve uygulama da standart bir anlayışın olmaması; bu planlama yönteminin ana planlama politikalarına entegrasyonunu engellemektedir” (Shakouri, 2016). Birçok araştırmada yeşil altyapının farklı boyut, form, konumları ve işlevleri göz önünde bulundurarak çeşitli biçimlerde tanımladıkları görülmüştür (Ahern, 2007; Davies ve ark., 2006; Shakouri, 2016). Bu bağlamda ele alınan yeşil altyapı yaklaşımı, çalışmanın amacı ve konumuna göre farklılık göstermektedir.

Ulaşım yolları ve gri altyapının egemen olduğu kentsel planlamalar, kentlerde yaşanan çevresel sorunların yanı sıra, birçok doğal kaynağın da hızlı bir biçimde tükenmesine neden olmaktadır. “Bu nedenle, bu kaynakların korumasına yönelik tedbirlerin alınmaması durumunda, gelecekte kentlerin yaşanabilirliği ve sürdürülebilirliğini sağlamak mümkün olmayacaktır” (Alberti ve ark., 2003; Shakouri, 2016). Bu çalışmada yeşil altyapı sistemlerinin alt ölçek uygulamaları olan Riva Düşler Vadisi

projesi incelenmiştir. Yapılaşmanın arttığı günümüzde kentlerde gri altyapının hâkim olduğu görülmektedir. Bu bağlamda kentlerdeki geçirimsiz yüzeylerin artması birçok çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kentsel alanlardaki sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Günümüzde ne kadar sürdürülebilirlik anlayışı benimsense de uygulama aşamasında yetersiz kalındığı görülmektedir. Bu anlayışın kalıcılığını sağlamak için yeşil altyapı yaklaşımı, kentsel ölçeklerde öne çıkan uygulama yöntemi ve stratejisidir. Ülkemizde birebir uygulama örneklerine henüz rastlanmamasına karşın ekolojik ve sürdürülebilirlik bağlamında birçok proje uygulamaya geçirilmektedir (Semiz, 2016).

Yeşil altyapı planı “farklı bölgelerin peyzaj karakter ve doğal kaynak özelliklerinin yanı sıra, yapısal alanlarını ve demografik özelliklerini de baz alarak geliştirilen bir plandır” (Shakouri, 2016). Araştırma kapsamında Riva Düşler Vadisi (İstanbul) projesinde; yeşil altyapı sistemi bölgenin topografik yapısı göz önüne alınarak tasarımda yeşil altyapı sistem unsurlarının uygulanması ile kentsel alanlardaki su toplama stratejisi ve yeşil sistem stratejisi odaklı olmuştur. Bu bağlamda benzer tasarım ve uygulama aşamasında kentsel alanlar için belirleyici örnek niteliğindedir. Çalışmaların ölçek ve konumuna göre tercih edilen yeşil altyapı unsurları değişiklik gösterebilecek niteliktedir.

7 SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentsel alanlardaki gri ve yeşil altyapıyı birbirine bağlamayı sağlayan yeşil altyapı unsurlarının örnek uygulamalarda çözüm odaklı olduğu kanıtlanmıştır. Bu tez çalışması, kentsel alanlardaki gri altyapının yeşil altyapı yaklaşımıyla gri-yeşil entegrasyonuna yönelik yeşil altyapı unsurları ve su toplama yönetimi konusunda değerlendirici bir bakış açısı sunmuştur. Bu çalışmada Riva Düşler Vadisi (İstanbul) projesinin uygun alanlarına yeşil altyapı unsurlarından yağmur bahçesi, bioswale, yapılandırılmış sulak alan ve geçirgen kaplamalar entegre edilmiştir. Bu bağlamda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

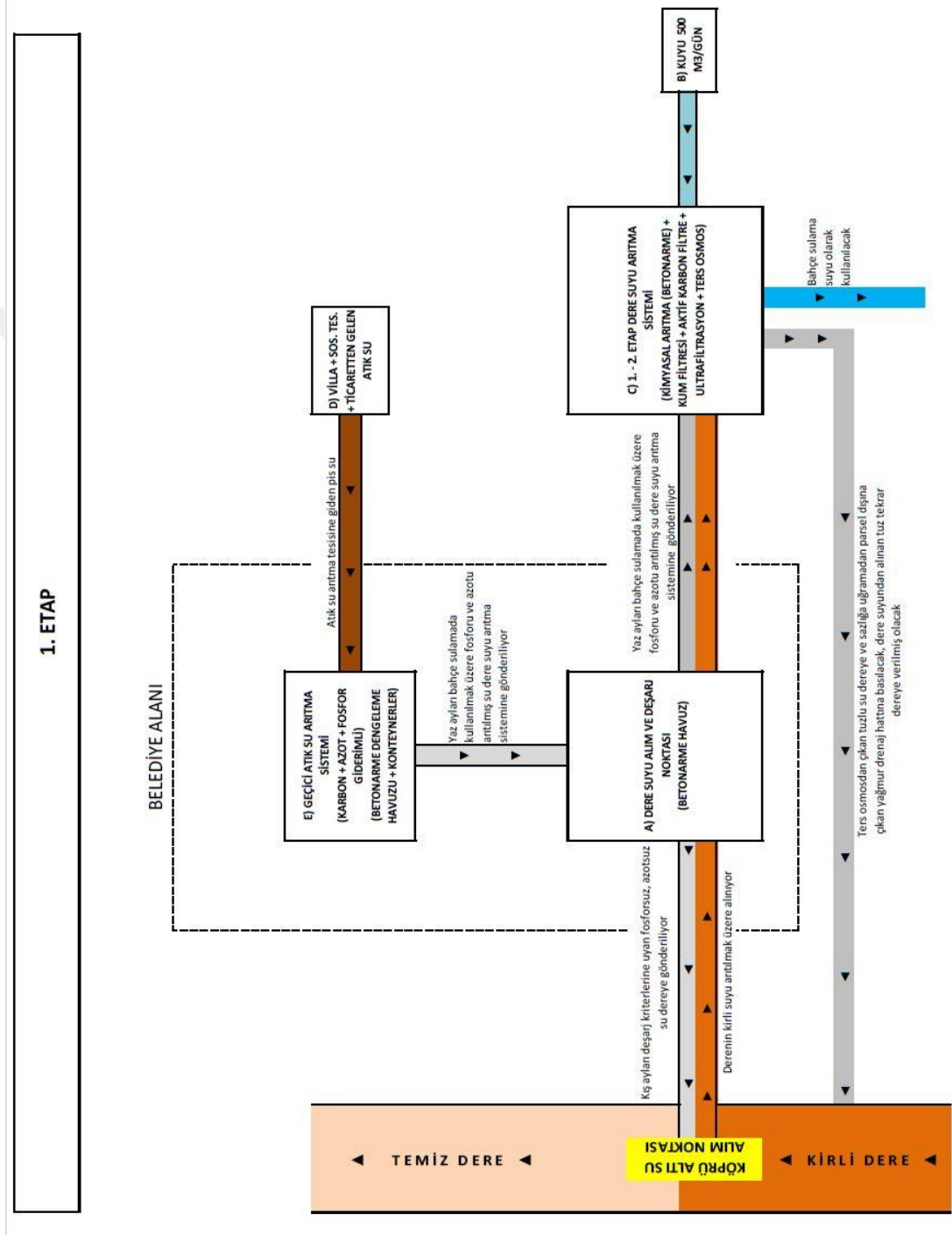
Ulaşım güzergâhlarının yüzey kaplamaları ve bioswale alanları her biri su toplama stratejisine hizmet etmek amacıyla malzeme seçimi ve imalatı buna göre tasarlanmıştır. Yeşil alt yapının gri alt yapılara entegresi projenin her kısmında düşünülmüş olup suyu tekrar döngü halinde bahçe sulamaları ve yangın hidrant hatlarında kullanımları ile İSKİ isale hattı suyunun kullanımı minimum seviyeye indirilmiş olacaktır.

Çalışma kapsamında; bioswale hattında biriken suyu, bahçe sulama drenajda biriken suyun ve yağmur suyunun altyapı bacalarında toplanarak vadi noktalarında deşarj noktası oluşturup bir depoya toplanması hedeflemektedir (Şekil 59). Bu hedeften sonra toplanan suyun arıtma sisteminde bileşenlerine ayrılarak ters osmozdan geçtikten sonra temiz su ayrı bir depoya ve ortaya çıkan azot fosforlu ürünün de atık suya gönderimi yapılmaktadır. Böylece hedeflenen günlük bahçe sulama ihtiyacının %85'ini karşılayarak sistemin sorunsuz şekilde çalışması sağlanacaktır.

Bioswale alanında kullanılan *Lythrum salirica* bitkisinin Akdeniz bitki elementi olduğu tespit edilmiş olup Marmara Bölgesinde kullanımına uygun olmadığı ve adaptasyon sağlamadığı tespit edilmiştir.

Proje kapsamında elde edilen tüm bulgular değerlendirildiğinde uygulamada kullanılan yapılandırılmış sulak alan ve bioswale sistemi proje genelinde elverişli bütün alanlara uygulanması suyun yönetimi için olumlu sonuçlar doğuracaktır. Proje

alanı içerisinde birçok betonarme binanın yapılacağı göz önüne alındığında ortalama değerin üzerinde performans gösteren yeşil altyapı unsurlarının uygulanmasının su tasarrufunda etkili olacağı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 58. Çalışma alanı bioswale sistem önerisi

Bu tez kapsamında elde edilen bulgular doğrultusunda yeşil altyapı yaklaşımının beş temel ilkesine göre çalışma alanının değerlendirilmesi yapılmıştır (Tablo 11). Yapılan değerlendirmede çalışma alanına uygulanan yeşil altyapı sistemlerinin alan için ekolojik, ekonomik ve sosyal boyutlarda faydalar sağlayacağı tespit edilmiştir.

Tablo 4. Yeşil altyapı ilkelerine göre çalışma alanının değerlendirilmesi

Yeşil Altyapı Temel İlkeleri	Çalışma Alanı
Bağlantılık	Çalışma alanında uygulanan yeşil altyapı sistemleriyle alan içerisindeki yeşil alanların bağlantısı sağlanmıştır. Yapılan bitkisel tasarım ile yağmur suyu yönetiminde suyun filtrasyonu sağlanırken aynı zamanda alanın rekreasyonel değerinin artmasına katkı sağlanmıştır.
İşlevsellik	Bioswale sistemleriyle yağmur suyunun toplanması ve filtrasyonu sağlanmıştır. Alanda uygulanan yağmur bahçeleri, sulak alan ve biyolojik gölet biyoçeşitliliğe katkı sağlarken aynı zamanda sürdürülebilir rekreasyonel alanlar da oluşturmaktadır.
Entegrasyon	Alana uygulanan yeşil altyapı sistemlerinin entegrasyonu başarılı şekilde sağlanmıştır. Geçirgen kaplamalar, yağmur bahçeleri, bioswale sistemi ve yeşil çatılar çalışma alanının doğaya entegrasyonunda katkı sağlamıştır.
Sosyal iletişim	Çalışma alanına entegre edilen rekreasyonel alanlar sayesinde kullanıcılar arasındaki sosyal iletişimin artmasına katkı sağlanacaktır.
Sürdürülebilirlik	Çalışma alanına entegre edilen yeşil altyapı sistemleriyle başta yağmur suyu toplanması ve filtrasyonu olmak üzere geçirimli yüzeyler ve bioswale sistemleriyle suyun atıl hale gelmesini engelleyerek su döngüsü sağlanılmaktadır.

Genel bir sonuca varılacak olunursa bu tez çalışmasında yerel ölçekte uygulamaya geçirilen yeşil altyapı unsurlarının bölgesel ölçeklerde de uygulanabileceği, özellikle son yıllarda Türkiye’deki kentleşme ve nüfus artışı göz önünde bulundurulduğunda su yönetimi açısından çalışma kapsamında izlenen yöntem, doğal ve yeşil alanların az olduğu ve gri altyapının yoğun olduğu kentlerde yeşil altyapı sistemlerinden daha fazla yararlanılması ve entegrasyonunun sağlanması için önerilmektedir. Araştırmada kullanılan yöntem genel olarak yeşil altyapı sistem unsurlarının temelini oluşturmaktadır. Ancak, bu yöntem farklı alanlarda, çeşitli amaçlara göre kurgulanabilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

- Adegun, O. B., Ikudayisi, A. E., Morakinyo, T. E. ve Olusoga, O. O., 2021. Urban green infrastructure in Nigeria: A review. *Scientific African*, 2468-2276.
- Ahern, J. 2007. Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In: Novotny, V & Brown, P (Eds.) *Cities for the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape management*. IWA Publishing, London.
- Alberti, M., Marzluff, J. M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. ve Zumbrunnen, C., 2003. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. *BioScience*, 53(12), 1169-1179.
- Arslan, A., 2021. *Küresel Isınmaya Bir Çözüm Olarak Yeşil Şehirler Ve Yeşil Altyapı Sistemleri: Kamu Maliyesi Açısından Bir Değerlendirme Yüksek Lisans Tezi*. Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Arslantaş, F., Sanalan, K., ve Çil, A., 2020. *Şehirlerde Yeşil Altyapı Ve Doğa Tabanlı Çözümler İyi Uygulama Örnekleri*. Ankara: Doğa Koruma Merkezi.
- Aslan, P. ve Yazıcı, Y. 2016. Yeşil Altyapı Sistemlerinde Mevcut Uygulamalar. *Ziraat Mühendisliği* 363, 31-37.
- Atık, M., Ortaçşme, V. ve Yıldırım, E., 2021, Eylül 16. *SpringerLink*. Retrieved from Türkiye'nin Akdeniz Kenti Antalya İçin Kentsel Yeşil Bir Altyapı Tasarımı Öngörmek/Urban Services to Ecosystems : https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-75929-2_13
- Avrupa Çevre Ajansı., 2015. Retrieved from Yeşil altyapı: doğaya dayalı çözümlerle daha iyi yaşam: <https://www.eea.europa.eu/tr/articles/yesil-altyapi-dogaya-dayali-cozumlerle> (11 .05. 2021)
- Bayrak, G. ve Küp, C., 2021. Yeşil Altyapı Uygulamaları Kapsamında Biyotutma Sistemlerinin Yağmur Suyu Kirleticiler Giderim Verimlerinin Değerlendirilmesi. *Journal of Urban Culture and Management | Volume: 14 Issue: 3,* 853-866.
- Benedict, M. ve McMahon, E., 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. *Renewable Resources Journal*, 12-17.
- Branković, M., Protic, I., Mitković, P. ve Igić, M., 2019. Bioswales as elements of green infrastructure – foreign practice and possibilities of use in the district of the City of Nis, Serbia. *2nd Interantional Conference on Urban Planing* - (pp. 347-355). Niş: ICUP2018.
- Büyükkurt, U., 2019. *Sürdürülebilir Kampüslerde Su Tasarrufuna Yönelik Çalışmalar Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Kampüsü Örneği Yüksek Lİsan Tezi*.

Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında.

- Cambridgeshire Horizons, 2006. Cambridgeshire Horizons' Quality of Life Programme, South Cambridgeshire D.C. Cabinet meeting (Director: Peter Studdert).
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı., 2018. Yağmur Bahçesi Hazırlama Kılavuzu. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Kentsel Tasarım Dairesi Başkanlığı.
- Davies, C, McGloin, C, MacFarlane, R. ve Roe, M., 2006. Green Infrastructure Planning Guide Project: Final Report. NECF, Annfield Plain.
- Demir, A., 2017. *Van Kent Merkezi Ve Yakın Çevresinin Yeşil Altyapı Bileşenlerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .
- Demiroğlu, D., Karadağ, A. ve Cengiz, A., 2019. Türkiye’de Yeşil Alt Yapı Sisteminin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Değerlendirme. *Peyzaj - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 2, 12-21.
- Depietri, Y. ve McPhearson, T., 2017. Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In *Nature-based Solutions to Climate Change in Urban Areas: Linkages Between Science, Policy, and Practice* (pp. 91-110). Switzerland: SpringerOpen.
- Dereli, C. K. ve Çay, R. D., 2020. Sürdürülebilir Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Sisteminin Değerlendirilmesi: Fırınlarsırtı TOKİ Konutları (Edirne) Yerleşimi İçin Bir Öneri. *Kent Kültürü ve Yönetimi Dergisi* 13(4), 668-687.
- Ekka, S. ve Hunt, B., 2020. Swale Terminology for Urban Stormwater Treatment. Urban Waterway Series, <https://content.ces.ncsu.edu/swale-terminology-for-urban-stormwater-treatment>. (10 Ekim 2022).
- Ekşi, M., Yılmaz, M. ve Özden, Ö. 2016. Yağmur bahçelerinin nicel değerlendirilmesi: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi örneği. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 31(4), 1113-1123.
- EPA., 2010. *Green Infrastructure Case Studies: Municipal Policies for Managing Stormwater with Green Infrastructure*. EPA Office of Wetlands, Oceans and Watersheds.
- EPA., 2022. EPA. Retrieved from What is Green Infrastructure?: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure#raingardens> (10 Mayıs 2022)
- Ersöz, N. D., 2020. *Kentsel Boşlukların Yeniden İşlevlendirilerek Yeşil Altyapıya Kazandırılması Bağlamında Tasarım Sürecinin Belirlenmesine Yönelik Bir*

Model Önerisi Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

European Commission, 2013. *Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital.* Brussels: EUROPEAN.

European Commission., 2013. *Building a Green Infrastructure for Europe.* Belgium: European Union.

Everett, G., Lawson, E. ve Lamond, J., 2017. Green infrastructure and urban water management. In D. Sinnett, N. Smith, & S. Burgess, *HANDBOOK ON GREEN INFRASTRUCTURE* (pp. 50-66). London: Edward Elgar.

Gómez-Baggethun, E., S. Mingorría, V. Reyes-García, L. Calvet, ve C. Montes. 2010. "Traditional Ecological Knowledge Trends in the Transition to a Market Economy: Empirical Study in Doñana Natural Areas." *Conservation Biology* 24, 721–729.

Green infrastructure guide., 2017. *A Green Infrastructure Guide for Small Cities, Towns and Rural Communities.* Friends Of The Greenbelt Foundation And Green Infrastructure Ontario Coalition.

Grimm, N., Golubiewski, N., Faeth, S. ve Redman, C., 2008. Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, 756-760.

Grullon–Penkova, I., Zimmerman, J. ve González, G., 2020. Green roofs in the tropics: design considerations and vegetation dynamics. *Heliyon* 6(8), e04712, 1-8.

Gülçin, D., 2018. *Yeşil Altyapı Bağlamında Açık/Yeşil Alan Sistemlerinin Uygulama Olanaklarının Araştırılması: Aşağı Büyük Menderes Havzası Örneği Doktora Tezi.* Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hepcan, Ç., 2019. *Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri.* Ankara: İklimİN. <https://www.iklimin.org/moduller/kentmodulu-yesilaltyapi.pdf> (10.08.2022)

Hoang, L. ve Fenner, R., 2016. System interactions of stormwater management using sustainable urban drainage systems and green infrastructure. *Urban Water Journal* 13(7), 739–758.

Jaber, N., Dou, Z., Chen, J. S., Catanzaro, J., Jiang, Y. P., Ballou, L.M., Selinger, E., Ouyang, X., Lin, R. Z., Zhang, J. ve Zonga, W. X., 2012. Class III PI3K Vps34 plays an essential role in autophagy and in heart and liver function, *Proc Natl Acad Sci U S A*. 109(6), 2003–2008.

Karlı, R. G. ve Artar, M., 2021. Kentsel su yönetiminde araç olarak su ayak izi ve mavi-yeşil altyapı. *Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi* 58 (1), 145-162.

- Kaya, Y., 2021. *İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Avcılar Kampüsü İçin Epa Swmm İle Yeşil Altyapı İçeren Yağmur Suyu Yönetim Modeli Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kılıç, E., 2021. *Mavi-Yeşil Altyapı Kapsamında Bir Riparian Zonun Ekolojik Değerlendirmesi: Gaziantep Alleben Deresi Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kırtorun, E. ve Karaer, F., 2018. Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği. *Teknolojik Gelişmeler Dergisi* 1(2), 151-159.
- Ladapo, A., 2020. *Field Museum*. Retrieved from Where Your Water Comes From— And Why You Should Care: <https://www.fieldmuseum.org/blog/where-your-water-comes-and-why-you-should-care> (20.01.2021).
- Li, L. ve Bergen, J., 2018. Green Infrastructure For Sustainable Urban Water Management: Practices Of Five Forerunner Cities. *Cities* 82, 126-133.
- Manso, M., Teotónio, I., Silva, C. ve Cruz, C., 2021. Green roof and green wall benefits and costs: A review of the quantitative evidence. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 135.
- Maragno, D., Gaglio, M., Robbi, M., Appiotti, F., Fano, E. ve Gissi, E., 2018. Fine-Scale Analysis Of Urban Flooding Reduction From Green Infrastructure: An Ecosystem Services Approach For The Management Of Water Flows. *Ecological Modelling* 386, 1-10.
- McPherson, J. D., Baker, A. J., Haddrath, O. ve Cloutier, A., 2014. *Molecular Biology and Evolution*, 31(7), 1686–1696.
- Müftüoğlu, V. ve Perçin, H., 2015. Sürdürülebilir Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi Kapsamında Yağmur Bahçesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi* 5(11), 27-37.
- Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T., Pieterse, M. ve Rayment, M., 2011. *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects Final Report to the European Commission*. Ecologic institute and GHK Consulting.
- Özeren, M., 2012. *Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası Ve Çevresinin Kurgulanması Yüksek Lisan tezi*. İzmir: Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Parlak, E. ve Atik, M., 2020. Dünyadan Ve Ülkemizden Mavi – Yeşil Altyapı Uygulamaları. *Peyzaj - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 2(2), 86-100.
- Pauleit, S., Rall, E., Rolf, W. ve Hansen, R., 2020. Green Infrastructure for the city of the future. Perspectives from Europe. *ResearchGate*.
- Peng, L. ve Jim, C., 2015. Economic evaluation of green-roof environmental benefits in the context of climate change: The case of Hong Kong. *Urban Forestry & Urban Greening* 14 (3), 554-561.

- Pratt, C., Newman, A. ve Bond, P., 1999. Mineral oil bio-degradation within a permeable pavement: Long term observations. *Water Science and Technology* 39(2), 103-109.
- Scholz, M. ve Grabowiecki, P., 2007. Review of permeable pavement systems. *Building and Environment* 42(11), 3830-3836.
- Selim, S., 2021. Yeşil Mutabakat Çerçevesinde Kentsel Yeşil Alanların Yeşil Altyapı Sistemine Entegrasyonu: Antalya-Konyaaltı Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 25(3), 636-643.
- Semiz, M., 2016. *Yeşil Altyapı Sistemleri Ve Kent Sürdürülebilirliği İlişkisi Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sert, E., 2013. *Enerji etkin kentsel peyzaj tasarımında yağmur suyu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Seyedabadi, M., Eicker, U. ve Karimi, S., 2021. Plant selection for green roofs and their impact on carbon sequestration and the building carbon footprint. *Environmental Challenges Volume 4*, 1-11.
- Shakouri, N., 2016. *Kentlerde Yağmursuyu Yönetimi Kapsamında Yeşil Altyapı Peyzaj Planlama Ve Tasarım Yaklaşımı: Sakarya-Hendek Örneği Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Slätmo, E., Nilsson, K. ve Turunen, E., 2019. Implementing Green Infrastructure in Spatial Planning in Europe. *Land*, 8, 62.
- Sun, Y., Deng, L., Pan, S.-Y., Chiang, P.-C., Sable, S. ve Shah, K., 2020. Integration of green and gray infrastructures for sponge city: Water and energy nexus. *Water-Energy Nexus* 3, 29-40.
- Tokmak, M., 2021. *Yeşil Altyapı Yaklaşımıyla Kentsel Akarsuların Rehabilitasyonu: Poligon Deresi Örneği Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: İzmir Demokrasi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Toyran, C. ve Var, M., 2022. Yağmur suyu hasadının kentsel tasarım ve yeşil altyapı uygulamalarında değerlendirilmesi-Büyükçekmece İlçesi örneği, *Turkish Journal of Forest Science*, 6(1), 255- 274.
- Tuna, A., 2021. İngiltere’de Yeşil Altyapı Kavramının Uygulama Örnekleri Üzerinden İrdelenmesi. *European Journal of Science and Technology* 21, 416-423.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J. ve James, P., 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning* 81(3), 167-178.
- University of Arkansas Community Design Center., 2010. Low Impact Development: A Design Manual for Urban Areas. Fay Jones School Of Architecture University of Arkansas Pressa Collaboration Fayetteville 2010.

- URL 1: <https://biodiversity.europa.eu/green-infrastructure> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 2: <https://greeninfrastructureontario.org/what-is-green-infrastructure/> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 3: <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/bioswales/> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 4: <https://www.3riverswetweather.org/green/green-solution-bioswales> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 5: <https://greenroofs.org/about-green-roofs> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 6: <https://soyleki.com/yagmur-bahceleri-nedir-yagmur-bahcesi-ne-ise-yarar/> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 7: <https://www.turenscape.com/en/project/detail/4729.html> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 8: <https://ekogazete.wordpress.com/2012/09/23/cevre-kirliligine-dogal-cozumler/> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 9: <https://www.shutterstock.com/tr/search/west+seattle> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 10: <https://www.turenscape.com/en/project/detail/4676.html> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 11: <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/singapore/> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 12: <https://melesyarisma.izmir.bel.tr/CKYuklenen/2-3.pdf> (Erişim Tarihi: 25.01.2022)
- URL 13: <https://www.metu.edu.tr/tr/galeri/odtuden-fotograflar> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 14: : <https://www.haritatr.com/beykoz-haritasi-i1b7> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 15: https://tr.wikipedia.org/wiki/Riva,_Beykoz (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 16: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Beykoz> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 17: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/istanbul/riva-182590/> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 18: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=%C4%B0STANBUL/FLORYA> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)
- URL 19: <https://www.emlakkonut.com.tr/tr-tr/projelerin-hava-gorselleri> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)

URL 20: <https://tr.pinterest.com/pin/359443613987430971/> (Erişim Tarihi: 12.06.2022)

- Ünal, U. ve Akyüz, D. 2018. Yeşil Altyapı Uygulamaları Kapsamında Yağmur Hendeklerinin Önemi ve Sürdürülebilir Kent Anlayışı ile Değerlendirilmesi. İklim Değişikliği ve Çevre 3(2), 55-63.
- Wong, T. ve Brown, R. 2009. The water sensitive city: principles for practice. *Water Science & Technology* 60(3), 673-682.
- Wong , T. H. ve Eadie, M. L. 2000. Water sensitive urban design - A paradigm shift in urban design, 10th World Water Congress, Melbourne Vic Australia
- Yakut, S., 2019. *Kentsel Çevre ve Yeşil Altyapı Bağlamında Açık Alanların Performanslarının Değerlendirilmesi ve Optimizasyonuna Yönelik Parametrik Bir Model Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, F. H. ve Şahin, A., 2018. Sürdürülebilir Çevre İçin Yeşil Altyapı: Ermenek Özelinde Bir Değerlendirme Ermenek Araştırmaları-II. *Acedenia*, 326-334.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : AKAY ÖMER
Uyruğu :
Doğum yeri :
Doğum Tarihi :
Medeni hali :
Yabancı Dili :

Eğitim

<u>Derece</u>	<u>Eğitim Birimi</u>	<u>Bitirme Yılı</u>
Lise	Esvet Sabri Aytaşman Süs Bitkileri Meslek Lisesi	2009-2010
Lisans	KSÜ Peyzaj Mimarlığı Bölümü	2010-2014

İş Deneyimleri

<u>Yıl</u>	<u>Kurum Görevi</u>
2014-Devam	Yılmaz İnşaat Şirketi \ Mimarlık Peyzaj Mimarı Grup Şefi