

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTİN DOĞAYA ENTEGRASYONUNDA
YEŞİL ALTYAPININ SAĞLADIĞI OLANAKLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DUYGU DEMİRÖREN CİVAN
36183624015**

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sevgi GÖRMÜŞ CENGİZ

HAZİRAN 2022

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTİN DOĞAYA ENTEGRASYONUNDA
YEŞİL ALTYAPININ SAĞLADIĞI OLANAKLAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DUYGU DEMİRÖREN CİVAN
36183624015**

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sevgi GÖRMÜŞ CENGİZ

HAZİRAN 2022

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Sürdürülebilir kentsel peyzaj planlamasında yeşil altyapı sistemleri kentin doğaya entegre kent planlamasında kullandığı stratejilerin başında gelmektedir. Bu tez kapsamında yeşil altyapı sistemlerinin kentsel ekolojiyi ve ekolojik sürdürülebilirliği desteklenmesinde ve kentin doğaya entegrasyonunda yapılan çalışmalar irdelenmektedir. Yeşil altyapı kavramının ortaya çıkışı ve tarihsel gelişimi ile beraber dünya ülkelerinde nasıl değerlendirildiği ve uygulama örnekleri literatür taraması ile araştırılmıştır. Kentleşme ile birlikte oluşan sorunlara yeşil altyapı yaklaşımı doğrultusunda üretilen çözümler dünyanın farklı kıtalarında altı kıyı kenti (Kuzey Amerika/Portland, Avrupa-İsveç/Stockholm, Asya-Türkiye/Antalya ve Güney Asya/ Singapur, Avustralya/Sydney, Güney Afrika/KwaDukuza) üzerinden aktarılmıştır.

Bu çalışmanın her aşamasında, değerli görüş, öneri, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca kendisinden çok şey öğrenme fırsatı bulduğum danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sevgi GÖRMÜŞ CENGİZ’e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yanımda olan ve bu çalışma sürecinde gerek manevi destekleri gerekse fikirleri ile yöntem akışının belirlenmesinde katkı sağlayan dostlarım, Peyzaj Mimarı Ela ÖZCAN’a, Mimar Enes ÖZPOLAT ‘a ve Peyzaj Mimarı Koray CANSU’ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen başta sevgili eşim Erdem CİVAN’a, eğitim ve öğretim hayatım boyunca en büyük motivasyon kaynağım olan, desteklerini her zaman hissettiğim sevgili aileme

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Kentin Doğaya Entegrasyonunda Yeşil Altyapının Sağladığı Olanaklar” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Duygu DEMİRÖREN CİVAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ.....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi.....	2
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	2
2. KURAMSAL TEMELLER.....	4
2.1 Kentleşme ve Kentsel Büyüme Biçimleri.....	4
2.2 Kentleşme Sonucunda Oluşan Çevre Sorunları.....	6
2.3 Kentlerde Çevre Duyarlı Planlama Yaklaşımları.....	8
2.3.1 Yeşil altyapı sistemleri.....	13
2.3.1.1 Yeşil altyapı çeşitleri ve işlevleri.....	20
2.3.1.2 Kentsel yeşil altyapı planlaması.....	27
2.3.1.3 Yeşil Altyapı unsurları.....	30
2.3.1.4. Yeşil altyapı avantaj ve dezavantajları.....	53
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	55
3.1 Materyal.....	55
3.1.1 Çalışma alanı.....	56
3.2 Yöntem.....	61
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR.....	63
4.1 Kentsel Yeşil Altyapı Planlaması Mevcut Durum ve Uygulama Örnekleri.....	63
4.1.1 Portland’ın Yeşil Altyapı Sistemi Planı, ABD.....	63
4.1.2 Stockholm, Hammarby Sjöstad Yeşil Altyapı Sistemi Planı, İsveç.....	72
4.1.3 Antalya Yeşil Altyapı Sistemi Planı, Türkiye Cumhuriyeti.....	81
4.1.4 Singapur’un Yeşil Altyapı Sistemi Planı, Singapur Şehir Devleti.....	88
4.1.5 Sydney’ Yeşil Altyapı Sistemi Planı, Avustralya.....	91
4.1.6 KwaDukuza’nın Yeşil Altyapı Sistemi Planı, Güney Afrika.....	97
4.2. Kentlerin Yeşil Altyapı Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	99
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	109
KAYNAKLAR.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	124

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	: Kentleşme sorunlarının kaynakları.....	7
Çizelge 2.2	: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde görülen kentsel ve çevresel sorunlar.....	8
Çizelge 2.3	: Yeşil Altyapı kavramının geçmişten günümüze kronolojik gelişimi.....	15
Çizelge 2.4	: Amerika altyapı tarihindeki gelişmeler.....	16
Çizelge 2.5	: Yeşil altyapı ile yeşil yol arasındaki farklar.....	17
Çizelge 2.6	: Yeşil altyapının temel ilkeleri.....	18
Çizelge 2.7	: Yeşil altyapı unsurları.....	31
Çizelge 2.8	: Yeşil altyapı uygulamalarının faydaları.....	54
Çizelge 3.1	: Kentler ve nüfus yoğunlukları.....	55
Çizelge 4.1	: Portland yeşil sokak uygulamalarının yıllara göre gelişimi.....	66
Çizelge 4.2	: Portland yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	72
Çizelge 4.3	: Hammarby Sjöstad yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	81
Çizelge 4.4	: Antalya Green Hub yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	87
Çizelge 4.5	: Singapur'un yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	90
Çizelge 4.6	: Sydney'in yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	97
Çizelge 4.7	: KwaDukuza'nın yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.....	99
Çizelge 4.8	: Kentlerin dünya üzerindeki konumları ve nüfus, iklim, yeşil altyapı odakları.....	100
Çizelge 4.9	: Kentlerin yeşil altyapı uygulamaları ve farklılıkları.....	104
Çizelge 4.10	: Yeşil altyapı sistemleri ve sosyal sürdürülebilirlik ilişkisi.....	107
Çizelge 4.11	: Yeşil altyapı sistemleri ve ekonomik sürdürülebilirlik.....	107
Çizelge 5.1	: Kentlerin yağmursuyu toplama sistemleri.....	110
Çizelge 5.2	: Kentlerin yeşil altyapı uygulama ölçekleri	113
Çizelge 5.3	: Yeşil altyapı temel ilkelerine göre kentlerin değerlendirilmesi.....	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Yeşil altyapı çok fonksiyonellik örneği.....	19
Şekil 2.2 : Kentsel alanda yeşil altyapının çok fonksiyonluluğu ve oluşturduğu yaşam alanı (a).....	19
Şekil 2.3 : Kırsal alanda yeşil altyapının çok fonksiyonluluğu ve oluşturduğu yaşam alanı (b).....	20
Şekil 2.4 : Yeşil altyapı potansiyel bileşenleri.....	21
Şekil 2.5 : Şema yeşil altyapı tanımı, ölçek ve ölçütleri.....	22
Şekil 2.6 : Yeşil altyapı sistem ağı.....	23
Şekil 2.7 : Yeşil altyapının alan kullanımındaki rolü.....	26
Şekil 2.8 : Yeşil altyapı planlama şeması.....	29
Şekil 2.9 : Yeşil altyapı bileşenlerinin kentsel peyzajlara entegrasyonu.....	30
Şekil 2.10: Birleşik kanalizasyon sistemi işleyişi.....	34
Şekil 2.11: Ayırık kanalizasyon sistemi işleyişi.....	34
Şekil 2.12: New York Central Park.....	36
Şekil 2.13: Szczecin Jasne Blonia Kent Parkı.....	36
Şekil 2.14: Albany Pine Bush Keşif Merkezi.....	39
Şekil 2.15: Beacon Enstitüsü.....	39
Şekil 2.16: Lamont-Doherty gözenekli asfalt otoparkı.....	39
Şekil 2.17: Geçirimli beton kaplamalarının tasarımı.....	39
Şekil 2.18: Doğal zemin yağmur suyu ilişkisi.....	40
Şekil 2.19: %10-%20 geçirgen yüzey yağmur suyu ilişkisi.....	41
Şekil 2.20: %75-%100 geçirgen yüzey yağmur suyu ilişkisi.....	41
Şekil 2.21: Yeşil yaya yolları Almanya Oberammergau.....	42
Şekil 2.22: Ağaç hendekler ve gözenekli döşemeler ile otopark örneği.....	42
Şekil 2.23: Yeşil çatı bileşenlerinin kesiti.....	44
Şekil 2.24: Wenchuan Deprem Müzesi çatı bahçesi örneği.....	44
Şekil 2.25: Nanyang Teknoloji Üniversitesi çatı bahçesi örneği.....	44
Şekil 2.26: Becton Dickinson Kampüs Merkezi çatı bahçesi örneği.....	45
Şekil 2.27: Patrick Blanc dikey bahçe örneği – Paris.....	46
Şekil 2.28: Gölet örneği Polonya.....	46
Şekil 2.29: Kaldırım kenarı yağmur bahçesi kesiti.....	47
Şekil 2.30: Park içi yağmur bahçesi kesiti.....	48
Şekil 2.31: Yağmur bahçesi örneği.....	48
Şekil 2.32: Sızma havzası illüstrasyonu (Infiltration basin Illustration).....	50
Şekil 2.33: Dresden, Almanya ağaç kümesi örneği, 2020.....	51
Şekil 2.34: Ağaç kümeleri / bitki kutuları örnek kolaj.....	51
Şekil 2.35: Yağmur varilleri örneği.....	52
Şekil 3.1 : Kentlerin kıtalar üzerindeki konumları.....	55
Şekil 3.2 : Portland'ın konumu.....	56
Şekil 3.3 : Stockholm Hammarby Sjöstad'ın konumu.....	57
Şekil 3.4 : Antalya'nın konumu.....	58
Şekil 3.5 : Singapur'un konumu.....	59
Şekil 3.6 : Sydney'in konumu.....	60
Şekil 3.7 : KwaDukuza'nın konumu.....	60
Şekil 3.8 : Yöntem akış şeması.....	62
Şekil 4.1 : Portland bağlantısız iniş borusu (disconnected downspout) uygulamaları.....	65
Şekil 4.2 : Portland'ın yeşil sokakları.....	66
Şekil 4.3 : Yeşil Sokak Örneği N Willamette & Denver (2005-2006) Portland Oregon ABD örneği.....	67

Şekil 4.4 :Yeşil Kaldırım Örneği SW 12th & Montgomery (2004-2005)	
Portland Oreon ABD örneği.....	67
Şekil 4.5 : NE Sandy& Davis Havzalar (basins) Portland Oreon ABD örneği.....	68
Şekil 4.6 : NE Siskiyou & 35th Kaldırım Uzantıları (Curb Extensions)	
Portland Oreon ABD örneği.....	68
Şekil 4.7 : NE Fremont & 131st (sol) ve NE Everett & 16th (sağ) kaldırım	
uzantısı örnekleri Portland Oreon ABD örneği.....	69
Şekil 4.8 : PCC Climb Center Parkı (sol) Holman Pocket Park (sağ).....	69
Şekil 4.9 : Boys & Girls Club (Sol), Mt Tabor School yağmur bahçesi (sağ).....	70
Şekil 4.10 : Multnomah County Building (retrofit, 2004)(sol) Portland Building	
(retrofit, 2006) (sağ) çatı bahçesi örnekleri.....	70
Şekil 4.11 : Portland kenti ağaç taç örtüsü haritası.....	71
Şekil 4.12 : Hammarby Sjöstad Master Planı.....	73
Şekil 4.13 : Stockholm Yeşil Altyapı Haritası.....	74
Şekil 4.14 : Hammarby Sjöstad önceki durumu.....	74
Şekil 4.15 : Caddede hendek kullanımı örneği.....	75
Şekil 4.16 : Yağmursuyu yönetiminde görev alan Hammarby Gölü.....	76
Şekil 4.17 : Yağmur suyu yönetiminde yer alan kanal örneği.....	76
Şekil 4.18 : Hammarby Sjöstad yeşil alanlar ağı planı.....	77
Şekil 4.19 : Bitki kutuları, kanal ve ağaçlandırmadan oluşan açık alan tasarımı örneği.....	77
Şekil 4.20 : Hammarby yapılar.....	78
Şekil 4.21 : Kilitli metal çöp kutuları ve vakumlu ayrıştırılmış katı atık toplama sistemi.....	79
Şekil 4.22 : Hammarby Sjöstad düzenleme sonrasındaki durumu.....	80
Şekil 4.23 : Ekolojik döngü ile hazırlanan Hammarby modeli.....	80
Şekil 4.24 : Proje alanının Antalya kenti içindeki konumu.....	82
Şekil 4.25 : Planlanan koridor aksı.....	83
Şekil 4.26 : Antalya Green Hub Projesi yeşil koridor stratejisi.....	84
Şekil 4.27 : Antalya Green Hub Projesi kavramsal evrim süreci.....	84
Şekil 4.28 : Planlanan sirkülasyonlar ve yeşil alan dağılımları.....	85
Şekil 4.29 : Antalya Green Hub Master Planı.....	86
Şekil 4.30 : Yağmur suyu toplama sistemi ve elektrik/ısı panelleri kullanım detayı.....	86
Şekil 4.31 : Newton Suit (a), Singapur Park Royal Collection otel binası(b)	
yeşil bina ve dikey duvar örnekleri.....	89
Şekil 4.32 : Hogang İlköğretim Okulu, Singapur.....	89
Şekil 4.33 : Singapur'un düzenlenmiş bitki örtüsü haritası.....	90
Şekil 4.34 : Sydney Büyükşehir Bölgesi.....	91
Şekil 4.35 : Sidney Yeşil Grid'in katmanları.....	95
Şekil 4.36 : Sydney Green Grid: Birleşik Grid fırsatları.....	96
Şekil 4.37 : Groutville bakım evleri, KwaDukuza.....	98

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Yy	: Yüzyıl
UGI	: Urban Green Infrastructure (Kentsel Yeşil Altyapı)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
NO₂	: Azot Dioksit
N₂O	: Azot Protoksit
SO₂	: Kükürt Dioksit
O₃	: Ozon
CH₄	: Metan
CO₂	: Karbondioksit
NY	: New York
Ha	: Hektar
M	: Metre
M²	: Metrekare
Mm	: Milimetre
Km²	: Kilometre kare
Dfb	: Köppen İklim Grubu Akdeniz İklimi
Csa	: Köppen İklim Grubu Akdeniz İklimi
Af	: Köppen İklim Grubu Tropikal İklim
Cfa	: Köppen İklim Grubu Subtropikal İklim

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KENTİN DOĞAYA ENTEGRASYONUNDA YEŞİL ALTYAPININ SAĞLADIĞI OLANAKLAR

DUYGU DEMİRÖREN CİVAN

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

124 sayfa

2022

Danışman: Prof. Dr. Sevgi Görmüş Cengiz

Dünya genelindeki plansız kentleşme, doğal kaynakların tüketimi ve bilinçsiz insan faaliyetleri ekosisteme zarar vermektedir. Kentlerin sürdürülebilirliği günümüzde tüm dünya ülkelerini ilgilendirmektedir. Gelişmiş ülkelerin kent planlama sistemlerinde sürdürülebilirlik kavramı sıkça görülmektedir. Yeşil altyapı sistemleri, hızla büyüyen kentleri daha sürdürülebilir hale getirebilmek ve iklim değişikliğine uyum sağlayabilen sürdürülebilir kentler sağlayabilmek amacıyla benimsenmiş yapısal çözümlerden birisidir. Yeşil altyapı sistemleri; çevresel problemlere doğal çözümler üreterek, daha sağlıklı ve yaşanabilir bir çevre ile insanların doğaya olan erişimlerini kolaylaştırır ve bu sayede hem yaşam kalitesini yükseltip hem de fauna ve floranın yaşam alanlarını korur.

Kentsel sürdürülebilirliğe büyük katkısı olan yeşil altyapı sistemleri kente sunduğu çözümler ile ekolojik, sosyal ve de uzun vadede ekonomik getiriler sağlamaktadır. Günümüzde yeşil altyapı sistemlerinin entegre edildiği kentlere rastlamak mümkündür.

Bu çalışmada yeşil altyapı sistemlerinin kent sürdürülebilirliği ile doğaya entegrasyonu ele alınmaktadır. Yeşil altyapı kavramının ortaya çıkışı ve tarihsel gelişimi ile beraber dünya ülkelerinde nasıl değerlendirildiği ve uygulama örnekleri literatür taraması ile araştırılmıştır. Kentleşmenin getirdiği problemlere çözüm olarak üretilen yeşil altyapı sistemleri örnekler üzerinden anlatılmış olumlu ve olumsuz sonuçlar belirtilmeye çalışılmıştır.

Çalışmanın amacı dünyanın çeşitli kıtalarından seçilen altı kent örneği ile yeşil altyapı sistemlerinin, ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan katkılarını ele almaktır. Kuzey Amerika kıtasından Amerika Birleşik Devletleri'nin Portland kenti, Avrupa kıtasından İsveç'in Stockholm kenti, Asya kıtasından seçilen Türkiye'nin Antalya kenti ve Singapur Şehir Devleti son olarak Güney Afrika kıtasından KwaDukuza kenti seçilmiştir. Kentlerin uyguladıkları yeşil altyapı sistemleri değerlendirilmiş ve aralarındaki benzerlik ve farklılıklar ekonomik, ekolojik ve sosyal faktörler doğrultusunda nasıl entegre edildiği aktarılmaya çalışılmıştır.

ANAHTAR KELİMELE: Kentleşme, Kentsel Sürdürülebilirlik, Yeşil Altyapı Sistemleri, Ekoloji.

ABSTRACT

Master Thesis

OPPORTUNITIES PROVIDED BY GREEN INFRASTRUCTURE FOR INTEGRATION OF THE CITY TO NATURE

Duygu Demiroren Civan

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

124 pages

2022

Supervisor: Prof. Dr. Sevgi Cengiz Gormuş

Unplanned urbanization, consumption of natural resources and unconscious human activities all over the world harm the ecosystem. Sustainability of cities is of interest to all countries of the world today. The concept of sustainability is frequently seen in the urban planning systems of developed countries. Green infrastructure systems are one of the structural solutions adopted in order to make rapidly growing cities more sustainable and to provide sustainable cities that can adapt to climate change. Green infrastructure systems; By producing natural solutions to environmental problems, it facilitates people's access to nature with a healthier and more livable environment, thus increasing both the quality of life and protecting the habitats of fauna and flora.

Green infrastructure systems, which make a great contribution to urban sustainability, provide ecological, social and long-term economic benefits with the solutions they offer to the city. Today, it is possible to come across cities where green infrastructure systems are integrated.

In this study, the integration of green infrastructure systems with urban sustainability and nature is discussed. Along with the emergence and historical development of the concept of green infrastructure, how it was evaluated in the countries of the world and application examples were investigated by literature review. Green infrastructure systems, which are produced as a solution to the problems brought by urbanization, are explained through examples and positive and negative results are tried to be stated.

The aim of the study is to discuss the economic, ecological and social contributions of green infrastructure systems with six city examples selected from various continents of the world. Portland city of the United States of America selected from the North American continent, Stockholm city of Sweden from the European continent, Antalya city of Turkey selected from the Asian continent and Singapore City State and finally KwaDukuza city from the South African continent. The green infrastructure systems implemented by the cities have been evaluated and it has been tried to convey how the similarities and differences between them are integrated in line with economic, ecological and social factors.

KEY WORDS: Urbanization, Urban Sustainability, Green Infrastructure Systems, Ecology.

1.GİRİŞ

Kentler, geçmişten günümüze fiziksel ve sosyal çevrenin etkileşim içinde olması ve bunun sonucunda bir takım değişimlere sahne olmuştur. II. Dünya Savaşı'yla birlikte mevcut kentleşmeye sahip batı ülkeleri bir takım büyüme ve kalkınma modellerine ev sahipliği yapmıştır. 20 yy. ile batı ülkelerinin oluşturduğu kalkınma modelleri diğer ülkeler tarafından da benimsenmeye ve uygulanmaya başlamıştır. Bu sayede kentleşme süreci hız kazanmıştır. Günümüzde insan popülasyonunun artışı kentleşmenin de hızla artmasına sebep olmaktadır. Bu artışın meydana getirdiği tüketim ihtiyaçları, biyoçeşitliliğe zarar vererek ekosistemi tehdit etmektedir (Kaya ve Susan, 2020).

Kentsel nüfusun artması ve kentleşmenin hız kazanması ile birlikte bir takım çevresel sorunlar meydana gelmiştir. Bu sorunlara karşı ekoloji biliminin yanı sıra, kent ekolojisi kavramı da gündeme gelmiştir. Kentleri daha kullanılabilir kılabilmek, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak, biyoçeşitliliği korumak ve iyileştirmek için insanların doğa üzerinde yarattıkları tahribatları azaltmak amacıyla yeni kentsel tasarım ilkeleri ön plana çıkmıştır. Bu kavramların başında sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kent olguları başta gelmektedir. Sürdürülebilirlik kavramının kentlerin üzerinde yoğunlaşmasının ana nedeni olarak doğal kaynak tüketiminde kentlerin ilk sırada yer alması ve tüketim ihtiyacından doğan atıkların da yine kentlerden çıkıyor olmasıdır (Gilbert ve diğ., 2013). Sürdürülebilir kent olgularının gündeme gelmesiyle birlikte, çevreye duyarlı kentsel gelişimin sağlanabilmesi için, kentsel mekanların ekolojik planlama anlayışıyla tasarlanması gerektiği fikri öne sürülmüştür. Bu fikirle birlikte, peyzaj tasarımlarında ekolojik yaklaşımlar giderek değer kazanmıştır. Yeşil altyapı sistemleri, yeşil yol kavramı, yeşil kuşaklar vb. sistemler sürdürülebilir kentsel tasarımda ön plana çıkan planlama yaklaşımları arasına girmiştir.

Sürdürülebilir kentsel peyzaj planlamasında yeşil altyapı sistemleri, özellikle yakın geçmişten günümüze bir çok kentin doğaya entegre kent planlamasında kullandığı stratejilerin başında gelmektedir. Benedict ve McMahon (2006), tarafından geliştirilen yeşil altyapı kavramı, doğal ve restore edilmiş farklı ekosistemlerin ve peyzajın bir bağlantı veya merkez üzerinden birleşmesi olarak tanımlanmıştır. Weber ve Sloan'nın (2006) tanımına göre ise, yeşil altyapı uygulamaları ile ekolojik açıdan önemli olan merkezlerin doğal koridorlar aracılığıyla birbirine bağlanarak, arazi boyunca bütünleşen doğal sistemlerin oluşturulması ve habitatların parçalanması ile oluşabilen fonksiyonel kayıpların dengeyi sağlayarak ekosistemin korunması, olarak belirtilmiştir.

Yine Benedict ve McMahon'a (2006) göre, yeşil altyapı uygulamaları yaşam destek sistemini güçlendirmek ve sürdürülebilirlik politikalarının gelişmesini desteklemekle beraber insan ve çevre arasındaki ilişkinin nasıl yönetilebileceği üzerine düşünmemizi sağlamaktadır. Kentsel ve kırsal alanlarda meydana gelen çevresel sorunların çözümünde, hava ve su kalitesinin artırılmasında, atık geri dönüşümünde, iklim kontrolünde, biyoçeşitliliğin korunmasında, insanların doğayla olan iletişiminin artmasında, yaşam kalitesinin yükselmesinde yeşil altyapı sistemlerinin önemli etkileri bulunmaktadır.

1.1.Çalışmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı, kentlerin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinin sağladığı olanakları, sürdürülebilirlik kavramı üzerinden geçmişten günümüze tarihsel gelişimi, kavramlar arasındaki bağlantılar ile kent ve canlı üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Yeşil altyapı sistemlerinin kent ve çevre sürdürülebilirliğindeki rolü irdelenerek, farklı sosyal, ekonomik ve ekolojik özelliklere sahip kentler üzerinden değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yeşil altyapı sistemlerinin üst ölçekten alt ölçeğe kadar uygulandığı alanlar üzerine örnekler sunulmuştur. Kentler üzerinde uygulanabilecek yeşil altyapı sistemleri irdelenmiştir. Dünya üzerinde kentleşmenin bulunduğu farklı kıtalardan seçilen kentler ile bu kentlerin yapmış olduğu yeşil altyapı uygulamaları değerlendirilmiştir. Bu çerçevede kentin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinin sağladığı olanakların belirlenmesi, ekonomik ekolojik ve sosyal etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda geliştirilen hedefler şunlardır:

- Yeşil altyapı sistemlerinin kentlere sağladığı olanakların literatür derlemesi ile aktarmak ve her kentin kendi içindeki benzerlik ve farklılıkların belirlenmesinin aktarılması ve literatüre kazandırılması,
- Kent planlamasında yeşil altyapı sistemlerinin önemini vurgulamak,
- Yeşil altyapı sistemlerinin ezberden değil, kentin ihtiyaçlarına göre entegrasyonunun sağlanmasını ve bunun sonucunda elde edilecek verilerin aktarılması amaçlanmaktadır.

1.2.Çalışmanın Kapsamı

Kentin Doğaya Entegrasyonunda Yeşil Altyapının Sağladığı Olanaklar başlıklı tez çalışmasının kapsamında, ilk olarak kentlerin kentleşme süreçleri, bu süreçlerin sonucunda karşılaşılan çevre sorunları ve bu sorunlara karşı kentlerde çevre duyarlı planlama yaklaşımları ele alınmış ve yeşil altyapı sistemleri hakkında literatür taraması yapılmıştır. Bu doğrultuda yeşil altyapı sistemlerinin gelişim süreci, temel ilkeleri irdelenmiş ve Benedict ve McMahon'ın yeşil altyapı

ölçek ve ölçütlerinden yola çıkarak yeşil altyapı planlaması ve planlamada kullanılan yeşil altyapı unsurları üzerine çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, yeşil altyapının doğaya entegrasyonunda sürdürülebilir kent planlamasında, yağmur suyu yönetimi ve kentlerdeki uygulama alanları, parklar, sokak ağaçlandırmaları, geçirgen yüzeyler, yeşil kaldırımlar, yeşil otoparklar, yeşil çatılar, dikey bahçeler, göletler, yağmur bahçeleri, bitki örtüsünden yapılan hendekler, ağaç kümeleri, yağmur varillerinin uygulama yöntemleri incelenmiş ve kentlere entegrasyonuna çalışılmıştır. Yeşil altyapı sistemlerinin avantaj ve dezavantajları incelenerek kentlere kısa ve uzun vadede ne tür olanaklar sağlayabileceği konusunda literatür taraması yapılmış ve özetlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, kıtalar üzerinde hızla gelişmekte olan kentlerin karşılaştığı çevre sorunları doğrultusunda geliştirdikleri uygulama ve stratejiler ile sürdürülebilir kent yaklaşımında yeşil altyapı sistemlerinin entegrasyon süreçleri irdelenmiştir. Farklı kıtalardan seçilen kentlerin, farklı iklim ve demografik yapıları doğrultusunda geliştirdikleri yeşil altyapı sistemleri ile sürdürülebilir kent yaklaşımları, yazılı literatür anlatımları, haritalar ve Photoshop gibi bilgisayar yazılımları üzerinden anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise, kıtalar üzerinden seçilen altı farklı kentin (Amerika Birleşik Devleti-Portland, İsveç-Stockholm Hammarby Sjöstad, Türkiye Cumhuriyeti-Antalya, Singapur Şehir Devleti, Avustralya-Sydney ve Güney Afrika-KwaDukuza) yeşil altyapı stratejilerinin kentlerin konum sosyo-ekonomik düzey ve iklimlerine göre kıyaslanmış, aralarındaki benzerlik ve farklılıklar belirtilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde, yeşil altyapı sistemleri değerlendirilen kentlerin ekonomik, ekolojik ve sosyal bağlamdaki benzerlik ve farklılıkları üzerinde durulmuştur. Kentlerin sürdürülebilirliğinde kısa ve uzun vadede yeşil altyapı sistemlerinin katkıları aktarılmıştır. Son olarak çalışılan kentler kendi aralarında yeşil altyapı sistemleri özelliklerine göre karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları çalışmanın bulgular ve literatür verileri ile harmanlanarak tartışılmıştır.

Bu çalışmanın bilime katkısı, dünya üzerinde Amerika, Avrupa, Asya, Avusturalya ve Afrika kıtalarından seçilen altı kentin yeşil altyapı sistemleri üzerine yaptıkları çalışmaları değerlendirerek ekolojik, ekonomik ve sosyal değerler üzerinden kentlerin bağlantılılık, entegrasyon, işlevsellik, iletişim ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesini ve konu ile alakalı bilgi ve fikir sahibi olmayı sağlamaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Kentleşme ve Kentsel Büyüme Biçimleri

Kentleşme kentsel yaşam biçimlerinin gelişmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu nedenle kentleşme süreci Mısır-Sümer uygarlığı, Helen-Yunan uygarlığı ve Roma Dönemi süreçlerine dayandırılmaktadır (Kaygalak ve Işık 2007). Kentlerin yoğunluğunun temel nedeni olarak insanların farklı ihtiyaçlarını karşılamak için karşılıklı ilişkiler içerisinde bulunmaları olduğunu belirten Açma (2005), bu isteğin tarihin ilk çağlarından itibaren var olduğunu ifade etmektedir.

Kentleşme kavramı iki düzeyde tanımlanmaktadır. Keleş (1996), kentleşme deyince ilk olarak akla kentteki nüfusun ve yapılaşmanın artması anlamı geldiğini geniş ölçekten bakıldığında ise sanayileşme ve ekonomik gelişime bağlı olarak kent oranının artması ve günümüzdeki kentlerin büyümesi ile toplumsal yapılaşma, örgütlenme ve iş bölümleri ve uzlaşmanın artması, antropolojik ve sosyal ilişkilerde kentlere özgü değişikliklerin belirlenmesi ile bir nüfus birikim süreci olduğunu belirtmektedir. Diğer bir deyişle, küçük bir alanda yerleşim süren, nüfus birikimlerinin, kurduğu fiziksel ve sosyal iletişim, farklı iş dallarının ortaya çıkması ve bunların sonucunda kendine özgü bir kültürel ağına ortaya çıkması olarak tanımlanabilmektedir. Kırdan kente göç eden bireylerin veya kentte ikamet eden nüfusun değişim süreci sonucunda kentleşme kavramı oluşmaktadır. Kentleşme, sosyal, kültürel ve ekonomik özelliklere bağlı olarak değişim göstermektedir.

Kentsel yerleşimlerin sayısının artmasında, orta çağ ve yeniçağda benimsenen tarımsal üretim yapısı, artan nüfus miktarı ve geçmişe nazaran kısmen gelişen ulaşım teknolojilerinin sebep olduğu bilinmektedir. Geç orta çağ döneminde ise, kentsel ekonomik sistemler belirgin hale gelerek kent sayılarında artışa sebep olmuştur. Başta güney ve kuzey Avrupa olmak üzere Avrupa'nın kuzey kıyıları ve Anadolu ile kentleşmenin kıtasal ölçekte yayıldığı görülmektedir. Bu alanlardaki kentleşme süreci sanayiye dayalı kentleşmeden ziyade ticarete bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak küresel ya da bölgesel düzeyde birbiriyle bağlantılı kentsel sistemlerin ortaya çıkması modern çağın ürünü olarak ifade edilebilmektedir. İkinci Dünya Savaşıyla birlikte belli teknolojilere dayalı sanayinin yer seçimi, dünya coğrafyasında kentleşme hareketinin yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Modern sanayi dokusu içinde yer alan madencilik, otomobil, gemi yapımı, ulaştırma teçhizatı, çelik petrokimya, silah sanayisi, lastik, elektrikli aletler ve inşaat ürünleri sanayisi gibi dönemin motor sanayi dallarının yerleştiği belli

bölgeler, dünya sanayi ve kentleşme bölgeleri özelliği kazanmışlardır (Kaygalak ve Işık 2007; Harvey,2003b).

Günümüzde, dünya kentlerinin nüfusu giderek artmaktadır. İnsanlar yaşadıkları çevreyi kentle güçlü bağlantısı olan bölgelere dönüştürebilmek için şehirlere akın etmektedir (Bolleter ve Ramalho 2020; Berger 2017). Toplamların belirli bölgelerde yerleşmesine sebep olan kentleşme, ülkelerin de gelişmişlik düzeyini belirlerken önemli bir unsurdur (İşbir,1986). Kentler, insanlığın yarattığı medeniyetlerin en önemli başarısı olarak kabul edilmektedir. Wackernagel ve Rees (1996), tüm dünyada sosyal, kültürel, iletişim ve ticari anlamda merkez olarak kabul edilen kentlerin aynı zamanda önemli birer tüketim merkezi olduklarını belirtmiştir. Marzluf'un (2008) belirttiği verilere göre, 1900'lü yıllarda dünya nüfusunun %9'unun kentlerde yaşadığı bilinirken, bu oran 1980'de %40'a 2000'de ise %50'ye çıkmıştır. 2020 yılında ise kentleşme oranı gelişmiş ülkelerde %79,2, gelişmekte olan ülkelerde ise %51,6 oranındadır. Dünya bankası verilerine göre, kentsel alanlarda yaşayan insan nüfusu dünya nüfusunun yarısı olarak bilinmektedir ve bu oranın 2050 yılına kadar üçte ikiye çıkması öngörülmektedir (URL-1). Bu nedenle kentlerin büyümesi, artan nüfus sebebiyle kent çeperinin genişlemesi ve yeni kentsel alanların oluşumu, sektörler arası ekonomik toprak paylaşım rekabetleri kentleşme sürecinde nüfusun çevreye olan etkisini göstermektedir (Keleş ve Hamamcı, 2002). Berry'e (1990) göre, kentleşme sürecinin dikkat çeken yönlerinden bir diğeri de zaman içinde artan kent olgusudur. 20. Yy başında 16 tane milyonluk kent bulunurken dünya nüfusunun sadece %7'si kentlerdeydi, 21. Yy başlarında ise milyonluk kent sayısı 468'e ulaşmıştır. Dünya kentsel nüfusunun yaklaşık %13'ünü, dünyanın ilk büyük 25 kentinin oluşturduğu görülmektedir. Büyük kent olgusu tanımlamasında artık milyonluk kent değil on milyonluk kentler tanımlaması kullanılır hale gelmiştir (Yılmaz, 2006).

Kentsel büyüme boyutları iki şekilde ele alınabilmektedir. Üretimin ve üretim araçlarının artması sonucunda üretim araçlarındaki değişikliklerin ifade edilmesi ekonomik, mekânsal disiplinlerin ortak paydada buluşarak oluşturdukları organizasyon sonucunda fiziksel mekân üretimi ve kalitenin artışı olarak ifade edilebilmektedir. Bu doğrultuda, fiziksel mekânın genişletilmesi ve kaliteli alanlar yaratmada ve ekonomik değişimlerin sağlanmasının temeline nüfus hareketleri yer almaktadır. Nüfus hareketleri, kent içindeki cazip alan potansiyelini yani yatırım olanaklarının finansal ve mekânsal olarak artışının belirlenmesinde yapı taşı olarak görülmektedir.

Kentlerin mekânsal büyümesi nüfus artışındaki değişikliklere bağlı olarak aşağıdaki gibi tanımlanabilmektedir:

- 1) Büyümesi belli bir düzeyde kalan kentler; nüfus artışını sabit tutabilmek amacıyla kentlerdeki büyüme oranı yok denilecek kadar azdır.
- 2) Fonksiyonlarını kaybetmiş kentler, nüfusun azalmasıyla birlikte fiziksel ve mekânsal olarak gerilemektedir ve kentler zaman içinde boşalmaktadır.
- 3) Büyüyen kentler, nüfus artışına bağlı olarak büyüme hızı gösteren kentler olarak adlandırılabilir (URL-2).

2.2 Kentleşme Sonucunda Oluşan Çevre Sorunları

Ekosistemdeki her canlı, içinde yaşadığı çevrenin şartlarından etkilenmektedir. Bu sebeple içinde yaşadığı habitatın koşullarını ihtiyaçlarına göre değiştirebilmektedir. Diğer yandan biyosferde sürekli olarak zehirli maddelerin bulunmasının bir sebebi de doğanın kendi ürettiği maddeler olarak bilinmektedir. Örneğin, bir volkanın patlamasıyla birlikte ortaya çıkan kükürt gazı, hava kalitesinin bozulmasına ve özellikle yakın çevredeki ekosistemin tahribatına neden olmaktadır, yine aynı şekilde, denizlerdeki cıva deniz canlılarında birikerek besin yoluyla insan sağlığını tehdit edebilmektedir. Bunlara ek olarak kirlenme denilince, insan müdahalesi sonunda oluşan çevre bozulmaları akla gelmektedir. Çünkü insan müdahalesi kısa bir zaman aralığında büyük etkilere sebep olmaktadır. Bu sebepten ekosistemde canlıların yaşamını ciddi ölçüde etkileyen değişiklikler mümkündür. İnsan da ekosistemin canlı bir parçası olarak neden olduğu değişikliklerle kendi türünü ve diğer türleri etkileyebilmektedir (Şişli, 1999). Şafak (2005), yaşadığımız çağın en önemli problemlerinden olan çevre kirliliğini, bir süreç içerisinde çevreyi oluşturan öğelerin niteliklerinin değişmesi ve değerini yitirmesi şeklinde tanımlamıştır. Daha açık bir ifade ile doğal hayatın devamlılığını tehdit eden birçok etken çevre kirliliğini oluşturmaktadır.

Tabanlıoğlu'na (1991) göre, kentleşme, mevcut kent merkezinden dışa doğru büyüyerek, mevcuttaki dokunun revize edilerek ve dönemin ihtiyaçlarına göre yeniden biçimlendirilmesi anlamına gelmektedir. Düzensiz kentleşme ise, kentlerin plansız ve öngörülmeden rastgele, hızlı ve kontrolsüzce oluşması olarak tabir edilmektedir. Hiçbir plana bağlı kalmadan estetik kaygıdan uzak, altyapı çözümlerinin planlanmadığı kentlerde kaliteli ve sağlıklı bir yaşam türünün olanaksız olduğu belirtilmiştir.

Kentleşmenin meydana getirebileceği başlıca sorunlar aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1: Kentleşme sorunlarının kaynakları (Şenol, 2010'dan geliştirilerek hazırlanmıştır).

Kentleşme Sorunlarının Kaynakları	Kentleşmenin Yol Açtığı Problemler
Kentin Jeolojik ve Jeomorfolojik açıdan riskli alanlara doğru büyümesinden kaynaklanan kentleşme sorunları	Deprem riski Kaya düşmesi Heyelan Sel ve taşkınlar
Kentlerdeki nüfus yoğunluğunun artması nedeni ile birim alana düşen atık madde-kirletici miktarının artmasından kaynaklanan kentleşme sorunları	Hava kirliliği Su kirliliği Toprak kirliliği Katı atıklar
Kent nüfusunun öngörülenden-planlanandan hızlı bir şekilde artmasından kaynaklanan kentleşme sorunları	Barınma ve konut İstihdam ve işsizlik Eğitim, sağlık, yönetim, temizlik hizmetlerinde aksama
Yönetim ve Planlama hatalarından kaynaklanan kentleşme sorunları	Ulaşım Yeşil alanların yetersizliği İrmak, göl, deniz kıyılarının plansız kullanımı Tarım alanlarının amacının dışında kullanımı ve imara açılması Tarihi çevrenin deformasyonu
Toplumsal değişimden kaynaklanan kentleşme sorunları	Güven duygusunun azalması Yalnızlık Dışlanma Suç eğiliminin artması

Kentlerdeki çevre kirliliği problemleri her ne kadar çeşit gösterse de araştırmalar sonucunda en çok üstünde durulan ve birçok insanın kulak aşinalığının olduğu hava kirliliği, su kirliliği, küresel ısınma, kimyasal atıkların doğaya karışması, ozon tabakasının delinmesi gibi başlıca problemlerdir. Bahsedilen kirlilik türleri, ekosistemin canlı yaşamına sunduğu hayati faaliyetlerin oluşumunda birçok canlının varlığını sürdürmesinde en ölümcül tehditler olarak görülmektedir. Kentleşme, nüfus artışı ve daha birçok faktörün meydana getirdiği atıklar, hava su ve toprağın, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini bozmaktadır. Biyosferdeki karmaşık etkileşim hava, su ve toprağın herhangi birinde oluşan kirlenmenin doğrudan veya dolaylı yoldan diğerlerini de etkileyerek çevresel zararın artmasına neden olmaktadır (Özdemir,1997).

Keleş (1996), kentleşme ile sanayileşmeyi, toplumda ekonomik ve sosyal katkılar sağlarken, hava kirliliği, su kirliliği, gürültü kirliliği, sanayileşmenin verdiği etkiyle toprağın kapasitesinin üstünde kullanılması gibi çevredeki olumsuz etkilerin artmasında sebep olarak görmüştür. Eryıldız (2007) , kentleşmenin çevreye verdiği tahribatı aşağıdaki gibi belirtmiştir:

- Ekosistemde bulunan canlıların doğal yaşam alanlarının betonlaştırılarak yerleşim alanlarına dönüştürülmesi,
- Doğal kaynakların öngörülmeden çıkarılması ve kullanılması,

- Doğaya bırakılan her türlü atığın Dünya (atmosfer, litosfer, hidrosfer) tabakaları üzerinde etkilerinin artmasıdır.

Dünya üzerinde artan nüfus ile beraber gelişmekte ve büyümekte olan kentler, doğaya verdiği tahribatlarla tartışmalara ve çözüm odaklarına gidilmeye yol açmıştır. Küreselleşmeyle birlikte oluşan sanayi modeli ve sanayi modelinden etkilenecek gelişim gösteren kentleşme yapısı giderek bozulmakta ve hızla değişen ekonomik faktörler yeni dünya düzeninde kentleşmenin de doğal yapısında değişikliklere sebep olmaktadır (Kaygalak, Işık 2007). Çevre sorunları gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde benzer ve farklı sorunlar teşkil edebilmektedir. Bu sorunlar aşağıdaki tabloda verilmiştir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2:Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere görülen kentsel ve çevresel sorunlar (Aydın 2010).

Ülkeler	Kentsel Sorunlar	Çevresel Sorunlar	Ortak Sorunlar
Gelişmiş ülkeler	Saçılma (çeperlerinde) Terk edilen kent merkezi	Doğal arazi kullanımında artış Doğal kaynak tüketiminde ve kirlenmesinde artış	Kaynak tüketiminde artış Çevresel kirlenmelerde artış Doğal çevrenin tahrip olması
Gelişmekte olan ülkeler	Hızlı plansız kentleşme (çeperlerde) Gecekondulaşma Altyapı eksikliği	Sağlıksız çevre koşulları -Doğal afet riskinde artış Plansız kaynak tüketimi	Çevre ekosistemleri üzerinde olumsuz etkisi olması Kentsel sağlığın bozulması

Kentleşmenin günümüzdeki hızıyla devam etmesi, dünya üzerinde yaşanabilir alanların tahrip olmasına neden olacağı beklenmektedir. Bayram (2001)'e göre, sürdürülebilir kentler artık bir zorunluluk olarak görülmelidir. Sürdürülebilir kentlerin tasarlanmasında yeni görüşlere açık, günümüzün koşullarını ve geleceğin ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak bir planlama anlayışına sahip olunması gerekmektedir. Sürdürülebilir kent kavramı, ekonomik ve ekolojik açıdan kapasitesinin üstüne çıkmayan ve bu sayede doğal değerlerin tahrip edilmeden gelecek kuşaklara aktarılmasını amaçlayan kent kavramı olarak belirtilmektedir.

2.3 Kentlerde Çevre Duyarlı Planlama Yaklaşımları

Kentsel planlama, belirli ilişkilerle süregelen sistemin geleceğe uyarlanarak bir takım hedeflerin gerçekleşmesi için izlenen yöntemlerin belirlendiği bir süreç olarak bilinmektedir. Süher, (1996), planlamanın amacını, birey ve çevre arasındaki sistemli bağın sağlanması,

bireysel ve toplumsal istek ve ihtiyaçların saptanması özellikle de insan, doğa ve yaşam faaliyetlerinde, sosyal evre, doğal evre ve yapılaşmış evre arasındaki ilişkilerde meydana çıkan sorunlara sistematik olarak çözümler üretilmesi olarak tanımlamaktadır. Bu amaçla kent planlaması, küçük ölçekten bk ölçeğe, mekânın işlevsel kullanımında, ulaşım ve altyapı çalışmaları gibi birçok alanda kentlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında karar verme mekanizmasına sahip olduğu görülmektedir. Kent planlaması yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlarken aynı zamanda geleceğin ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak çevreyi koruma ve geliştirmede önemli bir role sahiptir. Kentlerin doğaya entegrasyonunda sürdürülebilir yaklaşımların kent planlamasındaki yeri aşağıdaki gibi belirtilmektedir:

- Kentsel evre yaratılırken gelecek kuşakların da göz önünde bulundurulması,
- Kent-doğa kavramını birlikte düşünerek doğal ve yapay çevrenin bir bütün olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması,
- Enerji ve doğal kaynak kullanımının minimize edilmesini sağlamak, olarak özetlenmektedir.

Sürdürülebilirlik yaklaşımı sayesinde yaşam kalitesi artarken doğal kaynak kullanımı ve doğal alanlar bozulmadan kullanımı amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, kentlere sürdürülebilirlik işlevinin kazandırılmasında, sosyal ve ekonomik fırsatların artırılması canlıların sağlığına uygun bir mekân oluşturulması gerekmektedir. Kentsel sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için, ekolojik, mekânsal, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin de sağlanması gerekmektedir (Gülersoy ve diğ,1993).

- Ekolojik sürdürülebilirlik, yaşam faaliyeti olan sistemleri en az hasara uğratarak yeryüzünde var olan taşıma kapasitesini artırılmasını sağlamak,
- Mekânsal sürdürülebilirlik, kent-kır ilişkisini dengede tutarak, insan yerleşimlerini ve ekonomik faaliyetlerin uyumunu sağlamak,
- Ekonomik sürdürülebilirlik, kaynakların etkin kullanımı, yatırımların sürdürülebilirliğinin sağlanması ve ekonomik faaliyetleri yatırım amacından öte sosyal gelişmişlik olarak değerlendirilmesini sağlamak,
- Sosyal sürdürülebilirlik, bireyler arasındaki statü farkını azaltmak ve yaşam standartlarının iyileşmesini sağlamak olarak tanımlanabilmektedir.

Sürdürülebilir kentsel gelişmede, son yıllarda belirtilen farklı görüşler, fiyatlandırma mekanizmalarındaki değişimler ile kısıktılan neo-liberal yaklaşımlardan öte, kendi kendine yeten yeşil kentler yaklaşımına evirilmektedir.

Haugton, (1999) bu yaklaşımları 4 şekilde ifade etmiştir: Serbest pazar modeli, yeniden tasarlanan kent modeli, kendi kendine yeten kent modeli ve adil paylaşımlı kent modelidir.

Serbest Pazar modeli; kentlerin sürdürülebilir gelişiminde esnek yeşil yaklaşımı benimsenerek dışa bağımlı kent modelini tanımlamaktadır. Ekonomik beklenti ve refah, çevresel sorunlar ve sosyal adalet konularından önde gelmektedir.

Yeniden tasarlanan kent modeli; kökeninde mimari tasarım ve arazi kullanım planlaması yer almaktadır. Mevcutta bulunan kentin kaynakların verimliliğini artırarak yeniden tasarlamak amaçlanmaktadır. Kentlerin çoğunda işyerleri ve konutlar arasındaki mesafeden kaynaklı araç kullanımına ihtiyaç olmasından dolayı bu modelle birlikte fiziksel dokunun yeniden tasarlanmasıyla bu gibi sorunların çözülmesi beklenmektedir. Kentteki konut yoğunluğunun ana toplu taşıma güzergâhına göre yoğunlaşmasının sağlanması ve aktif kullanım bölgelerinin yaratılmasıyla birlikte her kesimden ve yaş grubundan insana kullanım imkânı sağlanması ile kentsel yoğunlaşma oluşacağı bilinmektedir. Kentsel yoğunlaşmanın artmasıyla birlikte enerji etkinliği de artacaktır. Yeşil altyapı sistemlerinin içinde barındırdığı enerji etkin yapılar ve kamusal açık alanların tasarlanması da bu modelin içerikleri arasındadır.

Kendi kendine yeten kent modeli; tam anlamıyla derin yeşil bir anlayışı kapsamaktadır. Doğaya duyarlı bir yaklaşım sergileyen, karbon ayak izinin azaltılması hedeflenen, yerel kaynaklardan oluşan yerel ekonominin oluşturduğu, küresel pazardan ziyade küçük ölçekli yerel üretimin desteklendiği küçük ölçekli üretim sistemlerini barındıran bir kent modelidir.

Adil paylaşımlı kent modeli; yeniden tasarlanan ve kendi kendine yeten kent modeli ile benzerlik göstermektedir. Kentsel gelişimi taşıma kapasitesine uygun ve eşitlik ilkesine dayalı desteklemektedir. Aynı zamanda uluslararası ve yerel bağlantıları sağlayarak yakın çevre ile alışverişe imkân sunan bir kent modelidir.

Naess, (1992) çevre koruma, kaynakların yönetimi, ekolojik kalkınma ve derin ekoloji paradigmalarının genel özelliklerini ve kentlere bakışlarını değerlendirmiştir. Buna doğrultuda; *çevre koruma paradigması*, insan merkezli bir yaklaşım kapsamında, kirliliğin insan sağlığına zararlarını temel alarak çevre kalitesini ön planda tutmaktadır. *Kaynak yönetimi paradigması*, kentsel büyümenin temelinde sürdürülebilirlik kavramı temel alınarak, kaynakların korunması ve atık yönetimi ile kentsel büyümede yoğun kent yapısını öngörmektedir. *Ekolojik kalkınma*

paradigması, doğa ile insan arasındaki bağı kuvvetlendirerek, küresel etkilerin getirdiği ekolojik hasarın en aza indirilmesini sağlamak amacıyla, kentsel tarımı ve kent topraklarını doğal haline dönüşmesini sağlayarak kentlerin kendi kendine yetmesini sağlamak amaçlamaktadır. *Derin ekoloji paradigması* ise, ekosistemin çökme ihtimalini göz önünde bulundurarak tamamen büyüme karşıtı bir tavır sergilemektedir. Kendi kendine yeten kırsal yerleşimlerin kentlerin yerini alacağı savunulmaktadır. Bu yaklaşımların uygulanabilir olması ve kentlerin çevresel kaynakları koruyarak sürdürülebilir gelişiminin sağlanması için bir takım ilke ve politikalara ihtiyaç duyulmaktadır.

İlk kez 1972 yılında Stockholm’de gerçekleşen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı’nda “Sürdürülebilirlik” kavramı, uzman meslek disiplinleriyle tartışılarak gündeme gelmiştir. Yine 1992 yılında Rio’da gerçekleşen Çevre Kalkınma Konferansı’nda sürdürülebilirlik kavramının çıkışı, ekosistemin korunması baz alınarak, ekonomik ve teknolojik gelişimler sonucunda meydana gelen çevre sorunlarının giderilmesi üzerine odaklanmıştır (Korkut ve diğ.,2017).

Atıl ve diğ., (2005) günümüz kent planlamasının en önemli noktası olarak görülen sürdürülebilirlik kavramının, kentlerin tasarlanmasında kent sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için aşağıdaki kriterlere göre hareket etmeleri gerektiğini belirtmiştir.

- *Mikroklimatik Verilerin Etkin Şekilde Kullanımı*: Kentsel tasarımda, kentlerin güneşlenme süreleri, rüzgar yönleri, ısı ve radyasyon gibi iklimsel faktörlerin göz önünde bulundurularak etkin bir mimariyle, enerji tasarrufunu sağlayacak şekilde kentlere entegre edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

- *Enerji ve Maddesel Salınım*: Mekânların ısıtma, havalandırma ve aydınlatma ihtiyaçları mikro iklimatik etkiler de göz önünde bulundurularak enerjinin minimum kullanımını sağlayacak şekilde düzenlenmesi önerilmektedir.

- *Enerji ve Atıkların Geri Kazanılması*: Mekânlarda kullanılan enerji sistemlerinin geri dönüşümünün sağlanacağı teknolojiler kullanılması ve atıkların ayrıştırılarak geri kazanımının sağlanabileceği teknolojiler kullanılması önerilmektedir.

- *Enerji ve Maddesel Kaynakların Geliştirilmesi*: Güneş enerjisi ile yapıların ısıtılması ve merkezi iş alanlarında aydınlatılmasında, biokütle enerjisi, elektrik ve çevre dostu araçların kullanımı, atık yönetiminde, atıklar yakıt olarak kullanılmalı ve geri dönüştürülebilir kağıt, cam, metal ve diğer biyolojik atıkların ayrıştırma tesislerinde geri kazanımın sağlanması, alandaki mevcut yapısal materyalin ekonomik ömrü dolana kadar kullanılması daha sonrasında ise malzemesinden azami ölçüde yararlanılması önerilmektedir.

- *Topografik Verilerin Etkin Şekilde Kullanımı:* Mevcut arazi durumu göz önünde bulundurularak altyapı problemlerinin çözümünün sağlanması, jeolojik yapıyla birlikte toprak kabilyetinin artırılması ve yeşil alanların içine dâhil edilmesi sağlanmalıdır.

- *Doğal Kaynakların Etkin Şekilde Kullanımı:* Mevcut bitki örtüsü, su izleri, flora ve fauna göz önünde bulundurularak doğal kaynakların iyileştirilmesi ve geliştirilmesi sağlanmalıdır. Kişi başına düşen yeşil alan miktarı artırılmalı ve kullanım potansiyeli yüksek meydanlar, bölgeler ve yapı içlerinin yeşil alan miktarı artırılmalıdır.

- *Bitki Örtüsünün Değerlendirilmesi:* Bölgede mevcutta yetişen doğal bitki örtüsü göz önünde bulundurularak planlamaya entegrasyonu sağlanmalı, yöreye özgü yetişen bitkilerin rekreasyonel ve kamusal alanlarda kullanımı sağlanmalıdır.

Ekolojik tasarıma ilişkin temel ilkeler McHarg'ın (1969) doğayla tasarla yaklaşımı sonucunda aşağıdaki kavramlar ortaya çıkmıştır.

- Mevcut peyzaj karakterinin korunması,
- Ekolojik koşullara ve iklimsel verilere uygun tasarım,
- Tasarımda yerel kaynakların kullanımı
- Su etkin peyzaj tasarımı (water-efficient landscaping),
- Kurakçıl peyzaj düzenleme (Xeriscape)
- Enerji etkin peyzaj tasarımı (energy-efficient landscaping)
- Sürdürülebilir tarım (permaculture), - Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı,
- Yeşil çatı ve yeşil duvar uygulamaları (greenroof, greenwall),
- Alternatif yeşil alanların oluşturulması, olarak belirtilmiştir.

Emery, (1986) ekolojik yaklaşımı, alanın bitkisel ve yapısal tasarımında mümkün olduğunca yerel kaynakların kullanımının gerektiğini söylemiştir. Bu şekilde, bir yandan alanın koşullarına kolayca uyum sağlayacak dayanıklı materyaller kullanılırken, diğer taraftan bu alanların tesisinde ve bakımında doğal kaynak tüketimini minimuma indiren, maliyeti düşük uygulamalara yer verilebilmektedir. Yeşil altyapı sistemleri bu ekolojik yaklaşımların içinde yer almaktadır. Ekolojik, sosyal ve özellikle uzun vadede ekonomik yönden kenti olumlu yönden etkileyen yeşil altyapı sistemleri kentlerin birçok ihtiyacını karşılamaktadır.

2.3.1 Yeşil altyapı sistemleri

Yeşil altyapı sistemleri, yeşil ve mavi ağları geliştirmeyi amaçlayan, tüm mekânsal ölçeklerde geniş bir ekosistem hizmeti sağlamak için tasarlanmış ve yönetilen bir planlama yaklaşımı olarak bilinmektedir. Yeşil altyapı planlaması, çeşitli kentsel zorlukları çözmede biyolojik çeşitliliği korumak, iklim değişikliğine uyum sağlamak, yeşil ekonomiyi desteklemek ve sosyal uyumu geliştirerek destek olmaktadır (Pauleit ve diğ.,2019).

Yeşil altyapı terimi ilk olarak Birleşik Krallık'ta Kentsel Rönesans olarak adlandırılan çalışma sonucunda öne çıkmıştır. Bu çalışma sonucunda, stratejik bir yeşil altyapı ağının faydaları, yeşil alanlara daha geniş erişim sağlama olanakları ve halkın daha büyük bölümünün bu alanlardan yararlanmasını sağlama yöntemi olarak yeşil altyapı sistemlerinin kentlere entegrasyonu önerilmiştir. Yeşil altyapı teriminin ortaya çıkmasıyla birlikte birçok araştırmacı çalışmalarına entegre etmiştir. Yeşil altyapı sistemleri yeni bir kavram gibi görünse de aslında ilk olarak 150 yıl önce Amerika'da koruma ve planlama yaklaşımında kullanılmıştır (Benedict ve McMahon, 2001).

Kentlerdeki nüfus artışı ile birlikte yaşanan sosyal baskı ve kentsel kirlilik birçok çevre problemini beraberinde getirmektedir. Avrupa konseyi tarafından 1962'de kurulan Avrupa Uzmanlar Komitesi'nde, kentlerin karşılaştığı çevre problemleri ve bu çevre problemlerinin tüm dünya ülkelerini etkisi altına alacağı ele alınmıştır. Komitenin kurulma amacı, mevcut doğal kaynakların korunmasını ve iyileştirilmesi için işbirliklerini sağlamaktır. Bu girişimlere ek olarak 1964 yılında Avrupa Konseyi tarafından kurulan Su Kirliliği Komitesi ile su kaynaklarının korunması hedeflenmiştir. Bu sayede çevre konusunun küresel boyuta taşınması sağlanmıştır (Öztunç, 2006). Çevre sorunları küresel ölçekte ele alındığında sürdürülebilirlik kavramı ön plana çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu (1991)'nu Ortak Geleceğimiz (Brundtland) Raporu'nda sürdürülebilirlik kavramı; bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların da kendi gereksinimlerini karşılayabilme olanağından ödün vermeksizin karşılamak biçiminde tanımlanmıştır.

Sanayileşmenin de etkisiyle kentlerin hızla büyümesi ve buna paralel hızla artan nüfus ve yapılı çevre, doğal çevrenin olumsuz yönde etkilenmesine ve kentlerin küresel boyutta problemler yaşamasına sebep olmuştur. Bu durum karşısında devletler ve sivil kuruluşların yanı sıra peyzaj mimarları, plancılar, ekologlar tüm dünyayı ilgilendiren problemlere karşı çözüm arayışına başlamışlardır. Bu süreçte yeşil altyapı kavramının günümüze kadar geçen süreçte etkilendiği kavramlar olmuştur.

McQuenn ve McMahon 'a (2001) göre yeşil altyapı kavramı, 19. yüzyıl ortalarında arazi kullanım planlama fikirleri ile doğanın korunması gerektiği üzerinde durulmuştur. Bu fikirler beraberinde park ve bağlantı sistemleri yapılmaya başlanmıştır. Minneapolis Saint Paul Park sistemi ilk kentsel açık alan örneği olarak bu tarihlerde tamamlanmıştır. 19. Yüzyıl sonlarına doğru, kentlerin iç içe gelişimini önlemek ve şehirleşmeyi daha planlı sağlayabilmek için, kentin etrafını çevreleyen yeşil kuşak kavramı ilk olarak İngiltere'de ortaya çıkmıştır. Yeşil kuşak kavramı kent etrafındaki doğal ve kırsal alanları korurken aynı zamanda insanların rekreasyon ihtiyaçlarına da olanak sağlamıştır. Yeşil kuşak uygulamaları ve yeşil altyapı sistemleri büyük ölçekte doğal ve kırsal alanların korunması gerekliliği ortaya çıktığından her iki kavramında çıkış noktasını oluşturmaktadır.

20. yüzyıl yaşanırken gelecek nesiller için doğal alanların korunması fikri daha fazla gündeme gelmeye başlamıştır. Bu fikir doğrultusunda büyük ölçekli kent planlarında veri analizleri sağlayan çeşitli teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Ulusal park sistemleri hazırlanırken İngiltere ve Amerika'da kent planlamada, yeşil kuşak kavramı yeşil alanların önemini vurgulamak adına yeşil kuşak planlaması olarak uygulanmaya başlanmıştır.

1960'lı yıllar ekolojinin önemi üzerinde durulmaya başlanmıştır. Bu doğrultuda planlamada ekolojinin temel yaklaşımları arasında yer alan biyolojik çeşitliliğin ve habitatların korunması ve iyileştirilmesi, doğal çeşitliliğin artırılması, doğal yapıya uygun arazi kullanımı, kent içi açık yeşil alanların niteliklendirilmesi ve artırılması gibi maddeler ile arazi kullanım planlarında yer almaya başlamıştır. Aynı zamanda 20. Yüzyılın ortalarında yeşil yol kavramı da gün yüzüne çıkmıştır. 1970'li yıllarda ise yeşil yol sistemleri daha fazla önem kazanmış ve Amerika'da 'Amerika Yeşil Yol Programı' kurularak çalışmalar yapılmıştır. Yeşil altyapı kavramının geçmişten günümüze gelişimi (Çizelge 2.3)'de verilmiştir.

Çizelge 2.3: Yeşil altyapı kavramının geçmişten günümüze kronolojik gelişimi (Mell, 2017 ve Eisenman,2013; McQueen ve McMahon, 2001)’den uyarlanarak geliştirilmiştir.

Zaman Aralığı	Dönüm Noktaları	Ana Fikirler
Gelişim Yılları: 1850-1900	Henry David Thoreau doğanın bozulmamış kısımlarını korumanın önemi hakkında yazı yazmıştır. Frederick Law Olmsted park ve yollarını bağlayan sistemi ortaya koymuştur. İlk kentsel açık alan ağı olan Minneapolis-St. Paul metropoliten park sistemi tamamlanmıştır. Bir kentin değerinin içerisine doğru gelişmesini önlemek için ‘yeşil kuşak’ fikri İngiltere’de tanıtılmıştır. George Parkins Marsh tarafından ‘Man and Nature’ kitabı yayınlanmıştır.	Arazinin karakteri nasıl kullanılacağı konusunda yönlendirici olmalıdır.
Deneme ve gelişim: 1900-1920	Bronx Nehri park yolu rekreasyonel motor kullanımı için tasarlanmış ilk park yolu olmuştur. Warren Manning bir alana ait doğal ve kültürel verileri analiz etmek için overlay (üst üste bindirme) tekniğini kullanmıştır. ABD başkanı Theodore Roosevelt’in açık alanlara olan ilgisi arazi koruma fikrini gündemde tutmuştur. Yellowstone Ulusal Parkı, ulusal park sistemine zemin hazırlamıştır. Yeşil kuşak kavramı 1920 New Jersey Radburn planına dâhil edilmiştir.	Büyük ölçekli planlama metodolojileri ile deneme. Gelecek nesil için doğal alanların korunması.
Çevresel tasarımın büyümesi: 1930-1950	Biyolog/ekolog Victor Shelford doğal alanların ve tampon bölgelerin korunması için çağrıda bulunmuştur. New Deal programı kapsamında kentsel tasarımda yeşil alanları vurgulamak için yeşil kuşaklar planlanmıştır. Benton MacKaye bölge planlama disiplini ortaya çıkarmıştır. Aldo Leopold ekolojinin temel ilkelerine odaklanarak arazi etiği kavramını tanıtmıştır.	Ekoloji ve tasarım arasında bağlantı. Arazi kullanımında etik ilkeler. Doğadaki yabanıl durumun korunması.
Ekoloji dönemi : 1960’lar	Şehir plancısı ve peyzaj mimarı olan McHarg ekolojinin tasarımın temeline hizmet ettiğini savunmuştur. Philip Lewis çevresel koridorları, bitki örtüsü ve manzara gibi özellikleri inceleyen bir peyzaj analiz yöntemi yaratmıştır. William H. Whyte ‘yeşil yol’ kavramını tanıtmıştır. Biyolojik topluluklar ve fiziksel çevre arasındaki etkileşime odaklanılması ile peyzaj ekolojisi ortaya çıkmıştır. Rachel Carson insanların doğaya etkilerine dikkat çeken ‘Silent Spring’ kitabını yayınlamıştır.	Peyzaj ve uygunluk analizleri. Arazi kullanım planlaması için bilimsel ve tanımlanabilir süreçler. Yaban hayatının merkezini koruma.
Ana konseptin geliştirilmesi: 1970-1980	İnsan ve biyosfer programı (The man and biosphere) alan kullanımına uyumlu zonlarla çevrelenmiş çekirdek alan kavramını geliştirmiştir. Biyoloji koruma, biyolojik çeşitliliğin korunması için ekolojik ilkelerinin uygulandığı bir disiplin olarak sunulmuştur. Koruma fonu Amerika boyunca yeşil yol sistemini geliştirmek için ‘ Amerika Yeşil yol Programı’ nı kurmuştur. Richard T.T. Forman peyzaj ekolojisi ve etiği konusunda öncü olmuştur. Larry Harris ve Reed Noss bölgesel rezerv sistemlerinin tasarımını ve korunmasını desteklemiştir. Bölge planlamasında bir araç olarak GIS tanıtılmıştır.	Ekolojik özellikleri dikkate alan karmaşık arazi kullanım planlamasında rehberlik edecek bir süreç ihtiyaç vardır. İzole doğal alanların korunması biyoçeşitliliğin ve ekolojik süreçlerin korunması için yeterli değildir. Doğal alanlar arasında bağlantılara ihtiyaç vardır.
Bağlantıların öneminin giderek artması: 1990’dan günümüze	Maryland ve Florida eyaletleri, eyalet çapında yeşil yol ve yeşil alan sistemleri yaratmak için planlama çalışmaları başlatmıştır. Sürdürülebilir kalkınma komisyon başkanı sürdürülebilir toplumsal kalkınma için kapsamlı bir yaklaşım olması sebebiyle yeşil altyapıyı 5 stratejik alandan biri olarak açıklamıştır. Arazinin korunması ve gelişiminde yol gösterici bir araç olarak yeşil altyapıya olan ilgi giderek artmaktadır.	Peyzaj ölçeğine odaklanma. Peyzaj desen ve süreçlerini anlama. Yeşil altyapı planlaması öncelikle koruma alanlarının tanımlanmasını ve bağlantısının sağlanmasını gerektirir. Katılımcı ve fikir birliğine dayalı karar verme.

Konsolidasyonun sağlanması: Günümüz (2010 ve sonrası)	Devlet kurumları altyapı programlarında yoğun olarak yer almaya başlamıştır. Yeşil altyapı kavramının bölgesel olarak gelişimi başlamıştır. Yeşil altyapının nasıl geliştirilmesi gerektiği ile ilgili ortak fikirler sağlanmıştır. Yeşil altyapının dünyanın odak noktasında bulunan iklim değişikliğinin entegrasyonundaki planlamaların sağlanmasında araç olarak kullanımına başlanmıştır. Günümüzde yeşil altyapı, daha akıllı, verimli ve daha yeşil kentsel gelişim yöntemleri ile bağlantılıdır. (Mell,2017)	Ekosistem servisleri ve refahının sağlanması Çevresel restorasyon ve kapsamlı planlama Yeşil koridorlar ile doğal matrislerin bağlantısının sağlanması Su yönetiminin sağlanması (Eisenman 2013)
--	--	---

1990'dan itibaren peyzaj ölçeğinde yeşil alan ve yeşil yol sistemleri tasarlamak adına çalışmalara başlanmıştır. Yeşil altyapı kavramı, sürdürülebilir toplumsal kalkınma planlaması için önemli bir etken olarak kabul edilip yeşil altyapı sistemleri üzerine çalışmalara başlanmıştır. Koruma alanlarının tanımlanması ve bağlantısında yeşil altyapının önemi büyük ölçüde vurgulanmıştır.

Sürdürülebilirlik kavramının getirisi olarak, yeşil altyapı planlaması ve tasarımı kısaca; doğayı korumak için ortaya atılan fikir ve eylemler doğrultusunda, kent planlama, peyzaj tasarımı, çevreye duyarlı kalkınma prensipleri bütünüdür.

Bu tarihsel gelişmeler doğrultusunda hazırlanan (Çizelge 2.4)'de, Amerika'da Yeşil Altyapı kavramının geçmişten günümüze kronolojik gelişimi kısaca özetlemiştir.

Yeşil altyapı kavramı Amerika'da ortaya çıkmadan önce geçen süreç boyunca oluşan sorunlara ve ekonomik, sosyal, teknolojik gelişmelerin hayata yansımalarına çeşitli altyapı çözümleri ile cevap aranmıştır.

Çizelge 2.4: Amerika altyapı tarihindeki gelişmeler (Williamson,(2003).

Dönem	Gelişim Konusu	Altyapı Çözümü
1980'in ortası ve sonrası	Toplum sağlığı ve refah İletişim Endüstrileşme Enerji Ulaşım	Hastaneler, parklar, okullar Telgraf Planlı toplumlar, şirket şehirler Kömür, yağ, gaz, elektrik Kanallar, demiryolları
1900'lerin başları	Otomobiller Besin üretimi İletişim	Yollar Ürün rotasyonu, tarım uygulamaları Radyo, telefon
1900'lerin ortaları	Enerji Toplum rahatsızlığı Kirlilik Ulaşım Kitle iletişimi	Hidrolojik ve nükleer güç Toplum kademelenmesi ve planlama Hava-su-kanalizasyon arıtımı Havaalanları Televizyon
1900'lerin sonları	Çöpler Trafik sıkışıklığı Seller Bilgi yönetimi	Geri dönüşüm Toplu taşıma, alternatif ulaşım Yağmur suyu yönetimi Bilgisayar- internet
2000+	Yayılma, globalleşme Sürdürülebilirlik	Uygun arazi kullanımı, akıllı büyüme- yeşil altyapı

1999 yılında toplanan Koruma Fonu ve Amerika Tarım Birimi Orman Servisi ile birlikte bir grup yeşil altyapının tanımının gelişmesine katkı sağlamışlardır. Benedict ve McMahon (2001)

yeşil altyapı sistemlerini, doğal kaynakların sürdürülebilirliğinde, doğal türleri ve ekolojik süreçleri destekleyen, toplulukların yaşam kalitesinin belirlenmesinde, birbirine bağlı su yolları, sulak alanlar, orman alanları, yaban habitatları ve diğer doğal alanlar, yeşil yollar, parklar ve diğer koruma alanları, çiftlikler, bakir alanlar ve diğer açık alanları içinde barındıran doğal yaşam destek sistemleri olarak belirtmişlerdir.

Yeşil altyapı kavramı yeşil yol kavramından hem planlama hem de uygulama açısından büyük oranda etkilenmiştir. Fakat Benedict ve McMahon (2006)'un da belirttiği üzere yeşil altyapı bir çeşit yeşil yol sistemi değildir. Yeşil yollar yeşil altyapı sisteminin parçalarıdır ve yeşil altyapı sistemlerinin çok daha geniş ekolojik hedefleri vardır. Yeşil altyapı sistemlerinin hem çevresel hem de fiziksel boyutta daha büyük ölçekleri ve peyzajı temsil ederken, yeşil yolların rekreasyona hizmet etmesi ve yeşil altyapı sisteminin bir parçasını oluşturarak kendisini sistemin içinde doğal akslar ile belli etmesi bu iki kavram arasındaki derin ilişkiyi ve farklılıkları belli eder. Bu farklar aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Benedict ve McMahon'a göre yeşil yollar ile yeşil altyapı sistemleri arasındaki farklar üç temel madde ile karşılaştırılmıştır. (Çizelge 2.5)'e bakıldığında yeşil altyapının hem çevresel boyutta hem de fiziksel boyutta büyük ölçekte alanları ve peyzajları kapsayabildiği görülmektedir. Yeşil yollar genel olarak rekreasyonu beslerken yeşil altyapı hepsini içine alan ekolojik unsurları içermektedir. Yeşil altyapılar arazi planına göre kullanılan ağ sistemleridir. Yeşil yollarda bu ağın içerisinde sahip oldukları fiziksel özelliklere göre sistem içerisinde yerlerini almaktadır.

Çizelge 2.5: Yeşil altyapı ile yeşil yol arasındaki farklar (Benedict ve McMahon, 2006)

Temel Farklılıklar	Yeşil Altyapı	Yeşil Yol
Ekoloji/Rekreasyon	Ekolojiyi vurgular	Rekreasyonu vurgular
Büyüklik/Küçüklük	Önemli büyük ekolojik merkezleri peyzajın kilit bağlantılarını içerir.	İzler, koridorlar ve çizgisel hatları içerir.
Gelişim Çerçevesi	Kent formuna şekil vermek için tasarlanır, büyüme için yol göstericidir.	Genellikle doğal coğrafi özellikleri takip eder.

Yeşil altyapı sisteminin ana fikri doğal alanların korunmasını ve birbiriyle bağlantısını sağlamak için, biyolojik çeşitliliğin devamlılığını sağlamak ve habitatın parçalanmasını engellemektir. Kent içerisinde veya kırsal alanlarda bulunan doğal popülasyonlar bünyesinde barındırdığı bitki ve hayvan türleri açısından önemlidir. Bu türlerin sürekliliğinin sağlanabilmesi için bulundukları doğal alanların kendi haline bırakılmadan kent ve kır hayatına katılması gerekmektedir. Yeşil altyapı ağlarında bitki ve hayvan türlerinin yaşam alanları göz önünde bulundurularak, taşıdıkları biyolojik özelliklere göre alanlar tanımlanmaktadır. Bu

alanlar uzun vadede rekreasyon, su kenarı koridorları, yeşil yollar veya yaban hayatı koridorları gibi farklı özelliklerde parçaları içerirken, devamlılıkları için sahip oldukları türlere göre koruma yaklaşımlarını içermektedir. Yeşil altyapı sistemi; dış etmenlerin habitatlara ve türlere verdikleri zararı en aza indirip, doğal alanların korunarak sürekliliğinin sağlanmasında, doğal yaşam döngüsünün kendi akışı içerisinde devam etmesinde önemli etmendir. Bu doğrultuda yapılan büyük ölçekteki yeşil altyapı ağları kentleri ve hatta dünyayı; küresel ısınma, hava kirliliği, su kirliliği, çevre kirliliği gibi büyük problemlerden kurtarıırken yaşanabilir sağlıklı toplumlar yaratabilir (Benedict ve McMahon, 2001). Yine Benedict ve McMahon (2001) günümüzdeki yeşil altyapı sistemlerinin dört ana amacını aşağıdaki gibi belirtmiştir;

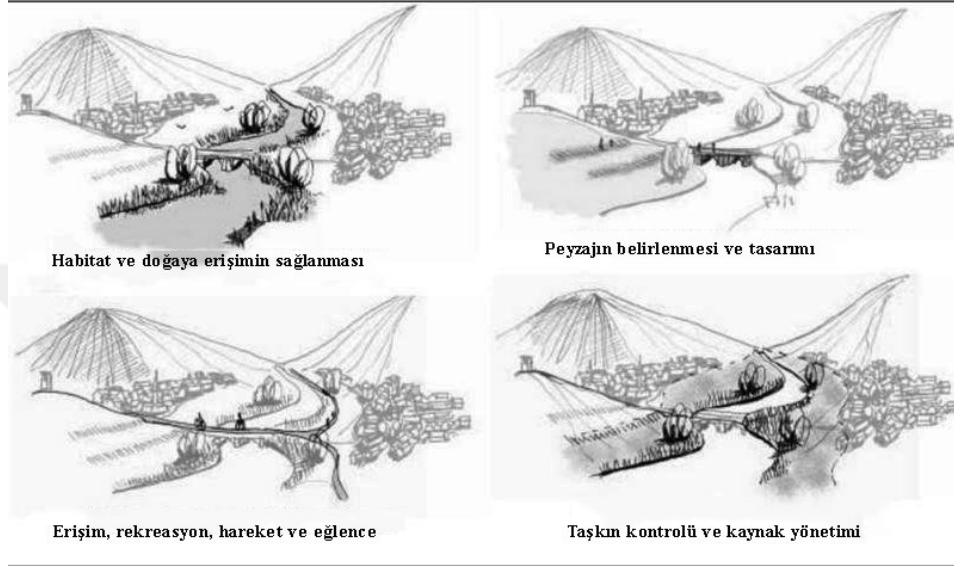
- Parkların insanlar için bağlantılarının sağlanması,
- Doğal alanların habitat parçalanmasını engellemek ve biyolojik çeşitliliğin korunması için bağlantılarının sağlanması,
- Bağlantılı açık alan sistemlerinin, yaban hayatına fayda sağlamak ve sürdürülebilir bir gelecek için katkı sağlaması adına tanımlanması ve korunması,
- Günümüz yeşil yol hareketi üzerine çalışmak, olarak belirtilmiştir.

Yeşil altyapı sistemlerinin temel ilkelerini Boverket (1992) (Çizelge 2.6)'da ki gibi tanımlamıştır.

Çizelge 2.6: Yeşil altyapının temel ilkeleri (Boverket,1992; Li ve ark, 2005; Pauleit ve diğ, 2011; Gülçin, 2018).

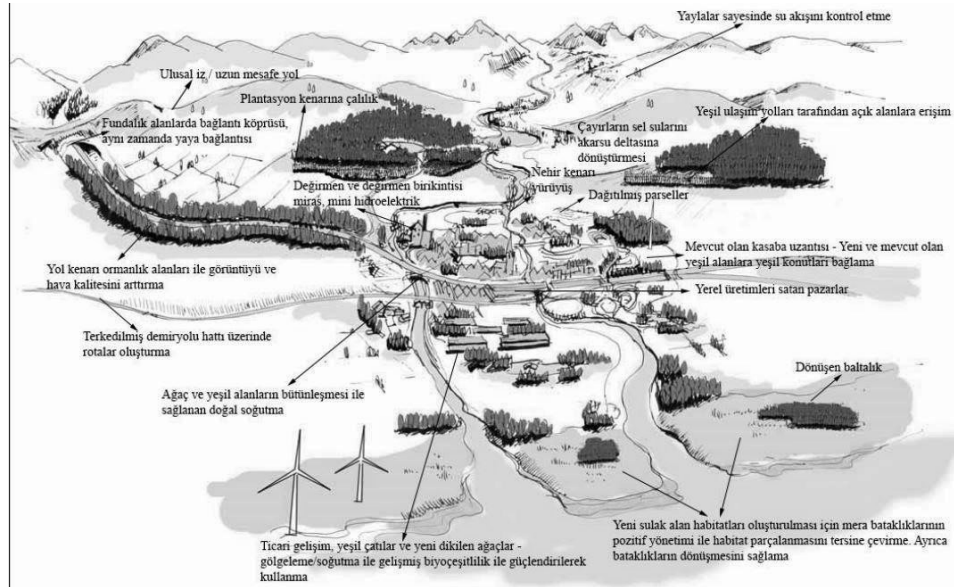
Yeşil Altyapının Temel İlkeleri	
Çok Fonksiyonellik	• Ekolojik fonksiyonların ve ekosistem servislerinin korunması, biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliğinin sağlanması. • Farklı işlevleri/kullanımları bir araya getirilmesi: birden fazla fonksiyona sahip açık/yeşil alan, birbirine bağlı yeşil alan sistemleri vb. • İklim/su/görsel peyzaj değerlerine yönelik çevresel kalitenin geliştirilmesini sağlamalıdır. • Yeşil altyapının çok yönlü işlevleri konusundaki bilinci arttırmalıdır.
Bağlantılık	• Yeşil alanlar arasında çeşitli ölçeklerde ve farklı perspektiflerde rekreasyon, biyoçeşitlilik, kent iklimi, yağmur suyu yönetimi– fiziksel ve işlevsel bağlantılar kurulması sağlanmalıdır. • Kentsel yeşil alanların kaynakları ve işlevleri üzerine yapılacak olan analizlere dayanmalıdır.
Entegrasyon	• Kentsel yeşil altyapının diğer kentsel (alt) yapılar ile fiziksel ve işlevsel ilişkiler bağlamında bir bütün olarak ele alınmasını sağlamalıdır. • Kentsel gelişim ve doğa koruma arasında stratejik olarak planlanmış bir entegrasyon kurmalıdır.
Sosyal İletişim	• İşbirlikçi ve katılımcı planlamanın sağlanması gerekmektedir. • Kentsel Yeşil Altyapı Planlaması, işbirlikçi, sosyal olarak kapsayıcı süreçleri hedeflemelidir. Bu, planlama süreçlerinin herkese açık olduğu ve farklı tarafların bilgi ve ihtiyaçlarını içerdiği anlamına gelmektedir.

Yeşil altyapının yaklaşım merkezi çok fonksiyonelliktir. Yeşil altyapı, ekosistem hizmetlerinin fonksiyonellik kazanmasında büyük potansiyele sahiptir. Yollar ve bireysel alanlar için geçerli olan çok fonksiyonellik ilkesi, alanlar ve yollar arasındaki bağlantılar sağlanırsa tam fonksiyonlu bir yeşil altyapı ağına ulaşmanın mümkün olduğu belirtilmiştir. Şekil 3'te bir alan veya konuma göre yeşil altyapı fonksiyonlarının sağladığı çeşitli fonksiyonellikler sunulmuştur (URL-3).

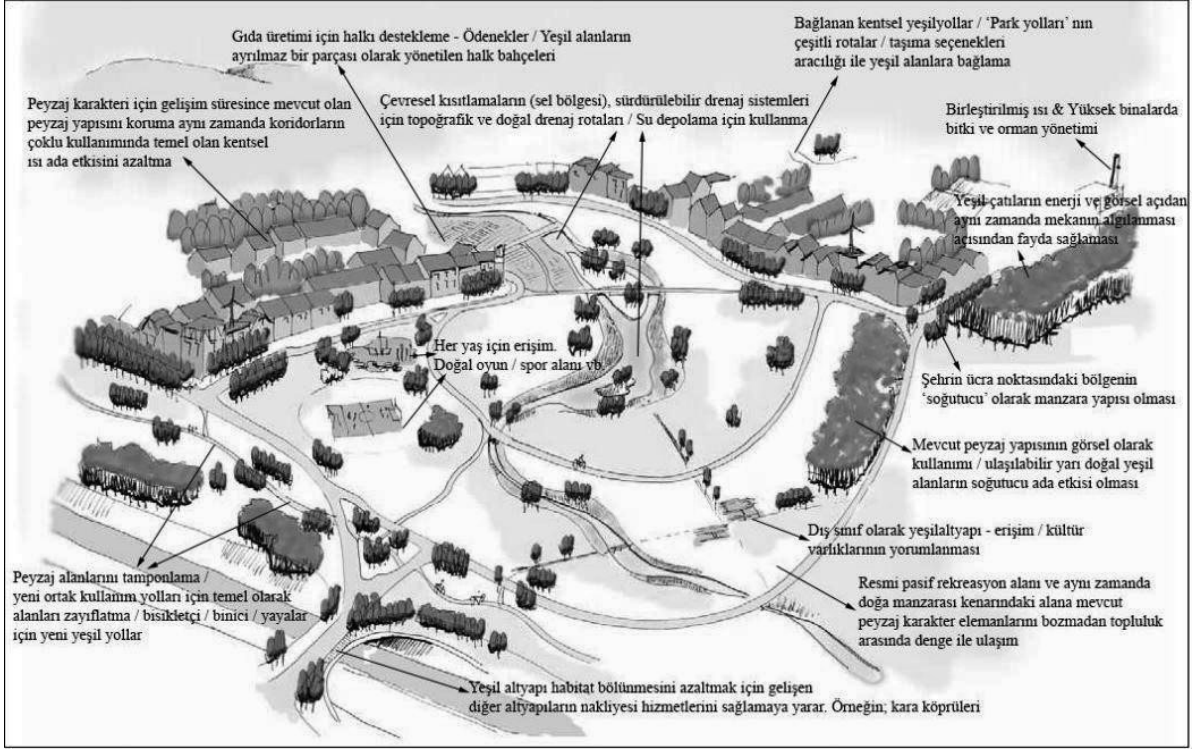


Şekil 2.1: Yeşil Altyapı Çok Fonksiyonellik Örneği (Natural England, 2009).

Yeşil altyapı, fonksiyonelliği ve yeşil altyapının yeni oluşturduğu kentsel alanlar (Şekil 2.2) ve kırsal alanlar (Şekil 2.3)'de iki örnek üzerinde açıklanmıştır (Natural England, 2009).



Şekil 2.2: Kentsel Alanda Yeşil Altyapının Çok Fonksiyonluluğu ve Oluşturduğu Yaşam Alanı (a) (Natural England, 2009).



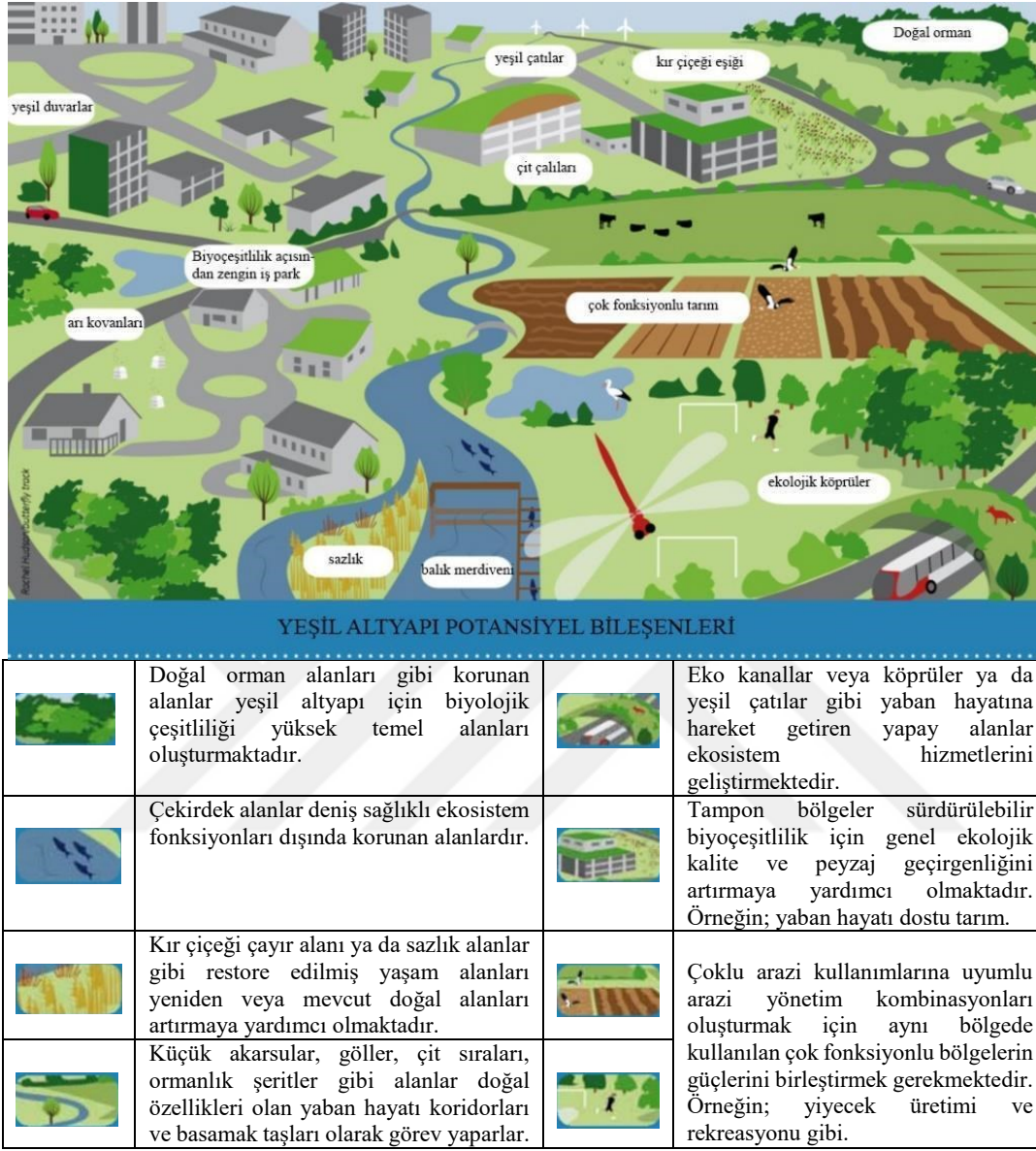
Şekil 2.3: Kırsal Alanda Yeşil Altyapının Çok Fonksiyonluluğu ve Oluşturduğu Yaşam Alanı
(b) (Natural England, 2009).

Nüfusun artışı ile birlikte hızla büyüyen kentler, sosyal ekonomik ve kültürel sorunlara sebep olmuştur. Sürdürülebilir kent planlamalarının amacı doğal dengeyi bozmadan insani unsurların gelişimini sağlamak ve korumaktır. Bu bağlamda birçok kavramın alt yapısını oluşturduğu sürdürülebilirlik kavramı birçok ülkede çalışmalar yapılmasına sebep olmuştur. Yeşil altyapı sistemleri de bu çalışmalar ve önermeler sonucunda meydana gelmiş olup içerdiği birçok unsur ile günümüzde kentlere yeni soluklar katmakta ve planlamalarına devam edilmektedir. Yeşil altyapı sistemleri küçük ölçekten büyük ölçeğe birçok alanı kapsayabilmektedir. Yeşil altyapı sistemleri fonksiyonellik açısından ele alındığında, ekonomik, ekolojik ve sosyal faydaların sağlanmasına teşvik eden, gelecekte kalkınmayı sağlamak için doğal yollarla bir çerçeve sunarak ekosistemlerin korunmasına ve geri kazanılmasına yardımcı olmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002). Yeşil altyapı sistemlerinin büyük ölçekleri kapsayabilmesinin sebebi bir çok çeşitte ve işlevde entegre edilebilmeleridir.

2.3.1.1. Yeşil altyapı çeşitleri ve işlevleri

Yeşil altyapı unsurlarından yeşil altyapının potansiyel bileşenlerini yeşil duvarlar, yeşil çatılar, doğa ormanları, kır çiçeği eşiği, çit çalıları, biyo-çeşitlilik açısından zengin iş park, arı kovani, çok fonksiyonlu tarım, ekolojik köprüler (yaban hayatı üst geçit), sazlık, balık merdiveni

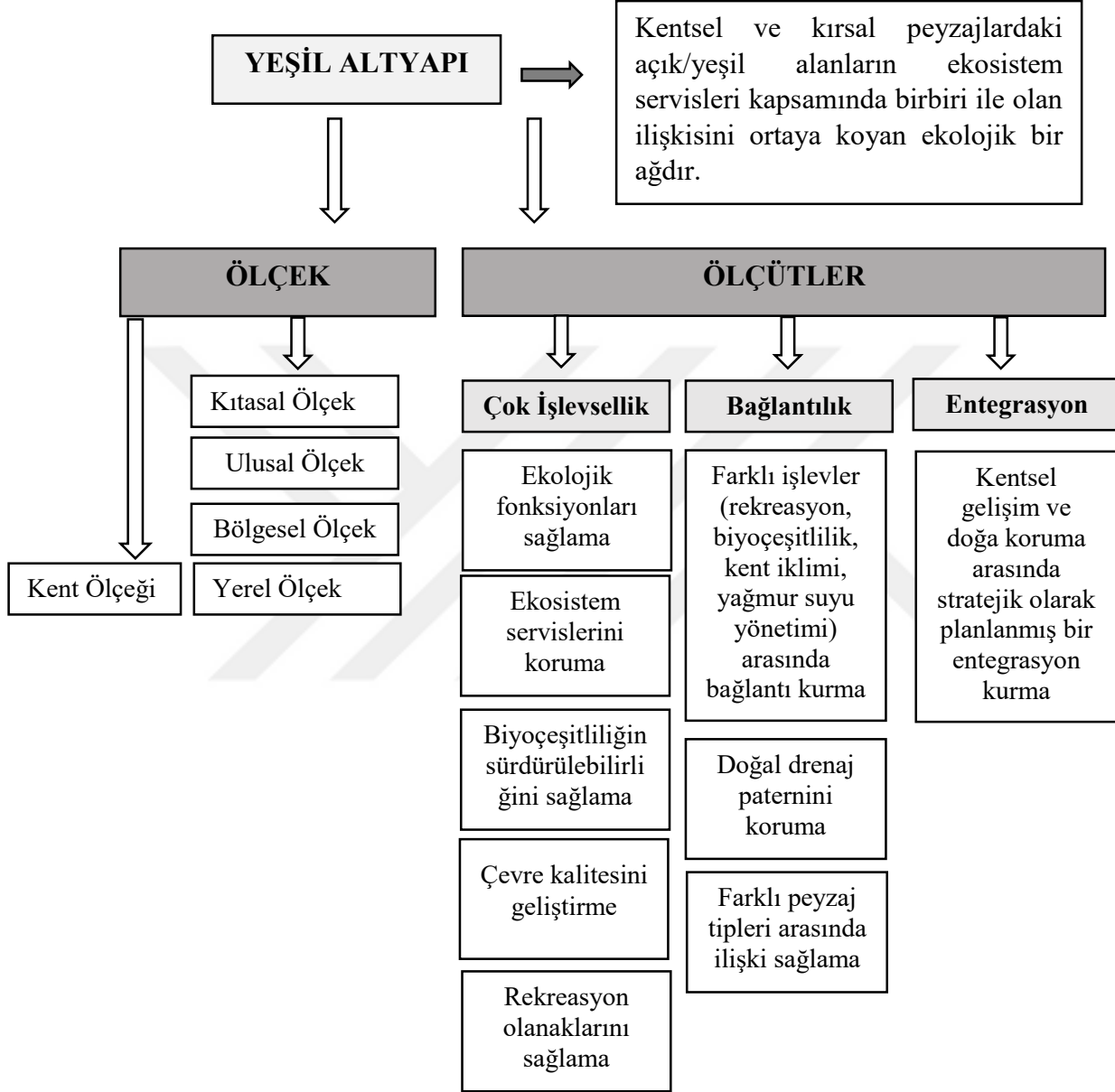
oluşturmaktadır. Şekil2.4’de yeşil altyapı bileşenlerinin kentte içinde bulunduğu alanlar ve bulunma şekilleri verilmiştir (European Commission, 2013).



Şekil 2.4: Yeşil Altyapı Potansiyel Bileşenleri (European Commission, 2013’den uyarlanmıştır).

Özdemir (2009) yeşil altyapı sistemlerini, yeşil çatılardan, yağmur suyu yönetim sistemlerine kadar temelinde ekoloji olan tüm yaklaşımları içerisinde barındırabileceğini belirtmiştir. Bu çeşitlilik içerisinde sözü geçen yaklaşımlar, yapılı çevre ve ekolojik çevrenin birbirleri ile olan bağlantılık durumlarını vurgulamaktadır. Andreucci (2019), yeşil altyapının kapsayıcı ekonomik büyümeyle ilişkilendirilmesinin kavramsal temelleri bir dizi değer zinciri olarak temsil ettiğini belirtmiştir. Bu değer zincirlerini, iç yatırımlar, ziyaretçi harcaması, maliyet tasarrufu, sağlık yararları, pazar satışları ve istihdam yaratma gibi altı farklı düzeyde ele

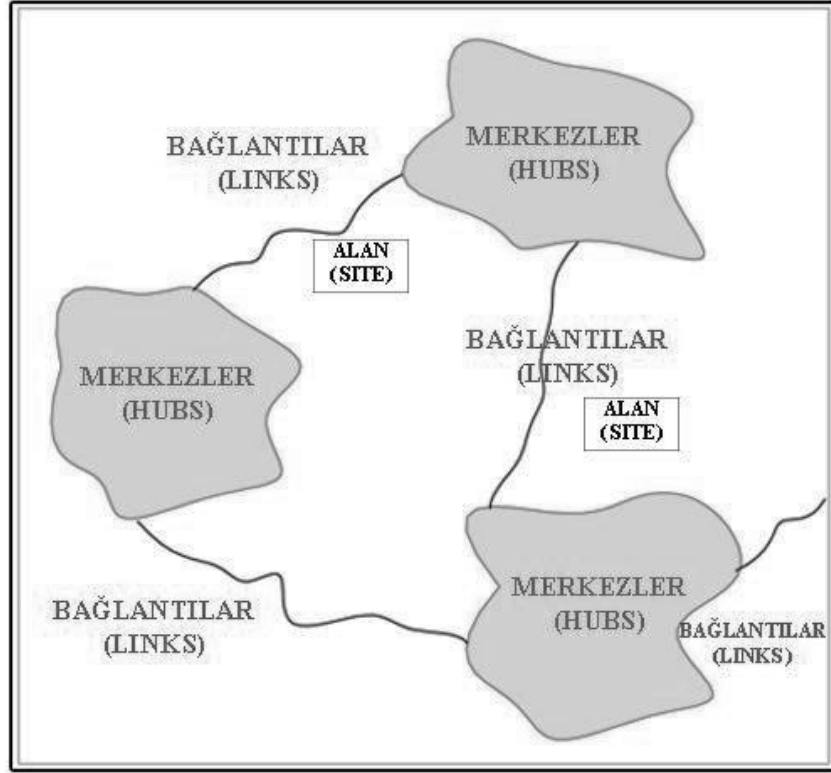
almıştır. Bu zincirler, yeşil altyapıya yapılan bir yatırım ile ekosistem hizmetleri sağlanarak ortaya çıkan ekonomik sonuçlar arasındaki bağlantıları izlemektedir. Yeşil altyapının kapsadığı ölçekler ve ilişkileri aşağıdaki (Şekil 2.5)' de verilmiştir.



Şekil 2.5: Yeşil altyapı tanımı, ölçek ve ölçütleri (Boverket, 1992; Yazgı ve Yılmaz, 2016)

Yeşil altyapı ağı bir takım bölgeleri kapsamaktadır. Genellikle yeşil altyapı ağları; sulak alanlar, su yolları, orman alanları ve yaban hayatı habitatı gibi doğal korunmuş alanları; milli parklar, kent parkları, doğa koruma alanları, yaban hayatı geçiş koridorları, kır alanları gibi özel koruma gerektiren alanlar; ormanlar, çiftlikleri gibi koruma değeri olan çalışma arazileri ve parklar, yeşil yollar gibi diğer koruma altında olan açık alanlar gibi çok çeşitli doğal ve onarılmış

ekosistemleri kapsamaktadır. Bir yeşil altyapı ağı ise, kendi içerisinde ekosistem ve peyzajı; merkezler (hubs), bağlantılar/bağlar (links) ve alanlar (site) sistemlerinin oluşturduğu ilişkiye dayanmaktadır (Benedict ve McMahon, 2006). (Şekil 2.6)'de yeşil altyapı sisteminin bileşenleri şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 2.6: Yeşil altyapı sistem ağı (Benedict ve McMahon, 2006)'a göre uyarlanmıştır.

Yeşil altyapı ağının referans noktasını lekeler oluşturmaktadır. Yaban hayatı ile bitkisel toplulukların gelişimini sağlamak için açık/yeşil alanlar oluşturarak ekolojik süreçlerin gelişmesine yardımcı olurlar. Lekeler farklı ölçeklere sahip olabilirken, korunan alanları, rezervleri, rekreasyon değerine sahip alanları, restore edilen bölgeleri kapsayabilmektedir. Koridorlar merkezler arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır. Bu bağlantıların önemi özellikleri, yaban hayatı popülasyonlarının çeşitliliğini sürdürmesinde önemli bir yere sahip olmalarıdır. Mevcut parkları, rezerv alanlarını, doğal alanları birbirine bağlayan bu bağlantılar, ekosistemler ve peyzajlar arasında bir bağ kurarak koridor görevini (yeşil kuşak, yeşil yol vb.) de üstlenebilirler. Yeşil altyapı ağı lekelerden daha küçük alanları da içinde bulundurmaktadır. Bu alanlar kendi içlerinde bağlantısız olabilir ve bölgesel koruma sistemlerine dâhil olmayabilirler. Ancak, yeşil altyapının diğer bileşenleri gibi açık/yeşil alan sistemine önemli bir ekolojik değer (yaban yaşamı habitatını koruma gibi) veya sosyal değer (rekreasyonel faaliyetler için alan

oluşturma) katabilirler. Sonuç olarak, yeşil altyapının amacı doğal sistemleri ve biyoçeşitliliği korumaktır (Weber ve diğ., 2006).

Merkezler yeşil altyapı sisteminin dūęüm noktalarıdır. Doęal bitki tūrlerine ve hayvan topluluklarına yaşam alanı sunmaktadırlar. Aynı zamanda yaban hayatının, insanların ve ekolojik sūrelerin sistem içerisinde hareket etmesi için bir başlangıç noktası veya bitiş noktası oluştururlar. Bōylece yeşil altyapının esas amacı olan doğal alanları ve ekosistemi koruma yaklaşımını da en fazla hayata geçiren bileşenler merkezler kabul edilmektedir.

Yeřil altyapı sistemi ūst ōlekte ele alındığında merkezler; doğal bitki tūrleri ve canlı çeşitliliğinin yok olmadan devamlılığının sağlanması hususunda ve ōzellikle de yaban hayatı adına bōyūk ōnem taşımaktadır. Merkezler ekosistem hizmetlerinin doğrudan sağlandığı ve kentlerin de omurgası sayılabilecek elemanlardır (Benedict ve McMahon, 2006).

Merkezler her tūr biçim ve bōyūklūęe sahip olabilmektedirler. Bu alanlar yeřil altyapı sisteminde sayıca fazla olabilir aynı zamanda yeřil altyapı sisteminin tařıdıęı bir veya birden fazla fonksiyonu içerebilir.

Merkezler taşıdıkları ōzelliklere gōre çeşitlere ayrılabilirler. Bunlar:

- Rezerv alanları; milli parklar, eyalet parkları ve yaban yařam alanı gibi bōyūk korunan alanlar,
- Yōnetilen doęal peyzajlar; bōlge ormanları ve ūlke ormanları gibi kamuya ait geniř araziler, doęal ve rekreasyonel deęerlerinin yanı sıra kaynak elde etmek için yōnetilen alanlar,
- İřlenen araziler; ōzel çiftlikler, ormanlar, ticari amaçla kurulmuř bōyūk çiftlikler ve geliřmemiř bōlgeler,
- Bōlgesel parklar ve korunan alanlar; bōlgesel ve ekolojik ōnemi çok yoğun olmayan merkezler,
- İletiřim parkları ve doęal alanlar; kūūk parklar, doęal ōzelliklerin ve ekolojik sūrelerin korunduęu ve yenilendięi iletiřim parklarıdır (Benedict ve McMahon, 2006).

Merkezlerin yeřil altyapı sistemlerinin içerisinde oluřturdukları doęal hayat, saęlıklı bir kent yařamı için oldukça ōnemlidir. Őzellikle kent içerisinde merkez kabul edilen doęal alanların; rekreasyon, temiz hava, kent hayatına çeřitli bitki tūrlerinin katılımı, çeřitli hayvan tūrleri için yařam ortamı oluřturma gibi faydaları bulunmaktadır. Tūm bunların dıřında doęal çevrenin insan psikolojisi için yararı da bir hayli fazla olduęundan, ūst ōlek yeřil altyapı merkez

alanlarının yanında alt ölçek merkez alanlarının kent hayatına entegre edilmesi önem taşımaktadır.

Bağlantılar/Bağlar; yeşil altyapı sisteminin etkin bir hale gelmesi için merkezlerin bir arada olmasını sağlayan ve bağlantılarını kuran bileşenlerdir. Bu bileşenler ekolojik süreçlerin korunmasında, yaban hayatı popülasyonunun sağlıklı bir gelişim gösterebilmesi ve biyolojik çeşitliliğinin korunması açısından çok büyük önem taşımaktadırlar. Merkezlerin yeşil altyapı sistemi içerisinde bütüncül bir mevcudiyet gösterebilmesi doğru ve sağlıklı şekilde bağlantılarının yapılması ile mümkün olmaktadır.

Bir bölgedeki tanımsız, ıssız ve güvenlikten uzak alanların tanımlanarak yeşil altyapı sistemi içerisine dâhil edilmesi, bağlantıların güçlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu sayede mevcut potansiyel fırsat alanları ortaya çıkarılarak, buradaki doğal hayatın kent hayatına katılımı sağlanmaktadır. Hem doğal bitki türlerinin çeşitlenerek yok olması engellenmekte hem de yaban hayatına sağlıklı bir yaşam ortamı sağlanmaktadır. Kent içerisinde veya kent dışında tanımsız alanlar bırakılması kamu güvenliği için de olumsuz durum teşkil etmektedir. Bu durumun ortadan kaldırılması için böyle alanlara bağlantılar kurgulanarak arazi kayıplarının önlenmesinin önüne geçilmektedir.

Bağlantılar/bağlar, genişlik ve fonksiyonlarına göre çeşitlilik göstermektedirler. Bunlar:

- Peyzaj bağlayıcıları; büyük doğal koruma alanları ile mevcut parkların, özel koruma alanlarının veya doğal alanların bağlantısını sağlar, ekosistem ile peyzajı bağlayarak oluşturduğu koridorlarla doğal tür bitkilere ve hayvanlara yaşam alanını oluşturur. Peyzaj bağlantıları aynı zamanda tarihi yerler için alanlar oluştururken rekreasyonel kullanımlar için de fırsat sağlar.
- Koruma koridorları; yaban hayatı için biyolojik kanal olma özelliği taşıyan ve rekreasyonel fırsatlar sağlayan nehir ve akarsu koridorları gibi daha az yoğun olan doğrusal koruma alanlarıdır.
- Yeşil yollar; rekreasyonel kullanımlar ve doğal kaynakların korunması için arazinin yönetilerek korunduğu koridorlardır.
- Yeşil kemerler; doğal ekosistemleri ve çiftlikleri koruyarak gelişimi için bir çerçeve oluşturan, işleyen(çalışan) araziler veya korunan doğal arazilerdir.

- Ekolojik kemerler (Eko-kemerler); kentsel ve kırsal yerleşimlere ekolojik ve sosyal faydalar sağlayan, kırsal ve kentsel arazi kullanımları arasındaki geçişi yumuşatan çizgisel odunsu tampon bölgelerdir (Benedict ve McMahon, 2006).

Yeşil altyapı bileşenleri son olarak alanları içermektedir. Alanlar merkezlerden daha küçük yapıdadırlar ve daha büyük yapıdaki bölgesel koruma sistemlerine genelde bağlı değildir. Büyük ölçekte bağlantılar içeren sistemlere göre daha küçük yeşil bölgelerdir. Yeşil altyapı sisteminin diğer bileşenleri gibi alanlar da, yaban hayatı habitatlarını korumak ve doğal rekreasyon alanlarının oluşmasını sağlamak gibi önemli ekolojik ve sosyal değerlere katkı sağlamaktadırlar. Örnek olarak küçük doğal miras alanları ve kentsel cep parkları gösterilebilir.

Merkezler, bağlar ve alanlar boyut, fonksiyon ve mülkiyet açısından çeşitlilik göstermektedir. Bir kısmını devlet tarafından korunan araziler oluştururken diğer kısmını özel ve aktif olarak kullanılan araziler oluşturmaktadır. Yeşil altyapı ağları tarafından korunan doğal alanlar sadece 'yeşil' değildir. Nehirler ve akarsular yeşil altyapı sistemlerinin önemli öğelerindendir. Örneğin Amerika'nın güneybatısındaki çöller ve Alaska'daki karlı sıra dağlar içinde yeşile dair pek öge barındırmasa da yeşil altyapı sistemi merkez ve koridorlarının tüm önemli işlevlerini sağlamaktadırlar (Benedict ve McMahon, 2006).



Şekil 2.7: Yeşil altyapının alan kullanımındaki rolü (Benedict ve McMahon, 2006).

Yeşil altyapı ağı sadece yeşil alanları değil aynı zamanda akarsu ve göl gibi hidrolojik sistemlerin bağlantı kurduğu açık alanları da kapsayabilmektedir. Bu alanlar yeşil alan kapsamına girmese dahi yeşil altyapının bileşenlerinden biri olan koridor işlevini sağladığından, alanlar arasındaki bağlantının kurulmasını sağlarlar (Semiz, 2016).

Yeşil altyapı kentsel ölçekte ele alındığında, kentsel alandaki yeşil alan ağının korunması ve iyileştirilmesini ifade ederken, peyzaj ölçeğinde yeşil altyapı, geniş ve ekolojik açıdan önemli habitatlar arasındaki bağlantının korunmasını ve geliştirilmesini ifade etmektedir. (European Environment Agency, 2011).

2.3.1.2.Kentsel yeşil altyapı planlaması

Yeşil altyapı planlaması bölge, kent, ilçe ve yerel gibi farklı ölçekleri kapsamaktadır. Benedict ve McMahon'a (2006) göre; yeşil altyapı planlaması, havza, bölge veya yerel ölçeklerde peyzaj çalışmalarına entegre edilebilmektedir. Kamu yönetimlerinin idari ve politik sınırlarının ötesinde hareket edebilmelerine olanak sağlayan yeşil altyapı planlaması, bir parsel ölçeğinde uygulanabilirken ilçe, il veya bölge ölçeğinde de uygulanabilmektedir. Parsel ölçeğinde değerlendirildiğinde, konut alanları ve iş merkezlerinin çevresindeki yeşil alanların tasarlanması, ilçe ölçeğinde mevcuttaki parkların bağlantısını sağlayacak yeşil yolların oluşturulması, il ya da bölge ölçeğinde ise, doğal orman alanları, yaylaları ve doğal alanların birbirine bağlandığı geniş peyzaj bağlantılarını sağlamak ve hayvanlar için habitat oluşturmayı kapsamaktadır. Yeşil altyapı planlaması yeşil alanların korunması ve yönetiminde önem taşımaktadır. Buna göre yeşil altyapı; tıpkı yollar, kanalizasyon sistemleri, hastaneler ve inşa edilmiş veya diğer bir ifade ile gri altyapının diğer bileşenleri gibi, toplumun önemli gereksinimlerini karşılamaktadır. Toplumun sağlığının ve yaşamının tamamlayıcısı, bütünleyicisi durumundadır (Li ve diğ., 2005).

Yeşil altyapı, geniş yelpazedeki doğal ve onarılmış ekosistemleri ve peyzajları kapsamaktadır. Örneğin yeşil altyapı sistemleri; sulak alanları, korular, su kanalları ve yaban habitatlarını, milli parklar, doğa koruma alanları, ekolojik koridorlar ve el değmemiş doğal alanlar gibi korunan alanları, ormanlar ve çiftlikler gibi ticari getirisi olan koruma alanlarını ve parklar, yeşil yollar gibi açık alanları kapsayabilmektedir (Benedict ve McMahon, 2006).

Yeşil altyapı küçük ölçeklerde işlevsel bir kaynak olarak tasarlanarak yönetilmeli ve yerel halka çevresel yararlar sunmalıdır. Örneğin kent içinde cep parkları, açık alanlar, oyun alanları, hobi bahçeleri ve şahsi bahçelerini kapsayan alanlar kaliteli yeşil ağ sistemleri olarak tasarlanabilmektedir. Düşük maliyetli ekolojik bir yaklaşım olan yeşil altyapı sistemleri, doğal su sistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlayabilmek için, yağmur suyu filtrasyonu, suyun tutulması ve tekrar kullanılabilmesi hedefine dayanmaktadır. Daha küçük ölçekte yeşil altyapı uygulamaları, yağmur bahçeleri, geçirimli zeminler, çatı bahçeleri ve yağmur suyu hasadı gibi konuları kapsamaktadır (EPA, 2015). Yeşil altyapı kavramını tek bir tanım ile ifade etmek mümkün değildir. Dünya kentlerinin ulusal ve yerel yaklaşımları göz önünde

bulundurulduğunda yeşil altyapı planlamasını tek taraflı ele almak doğru bir yaklaşım değildir. Günümüzde yeşil altyapı uygulamaları; maliyet-etkin çözümler sunması, enerji giderlerini düşürmesi, taşkınların yol açtığı hasarı ve maddi zararları azaltması, halk sağlığını ve çevre sağlığını koruması bakımından tercih edilmektedir(Aslan ve Yazıcı, 2016).

Yeşil altyapı planlamasında peyzaj ölçeğinde yapılan çalışmalar,ülke ölçeği ve kıtasal ölçeğe kadar ulaşmıştır. Örneğin, Avusturalya’da kıtasal ölçekte yürütülen yeşil altyapı planlaması kapsamında ‘‘Ulusal Yeşil Ağ’’ oluşturulması hedeflenmiştir ve korunan alanların yönetim stratejileri ile yeşil alan planlaması çerçevesinde ulusal ve uluslararası politikaların karşılanmasına yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada sağlanan kültürel ve ekolojik katkılar sayesinde bütüncül bir peyzaj planlamasına altlık oluşturulduğu bilinmektedir (Kilbane, 2013).

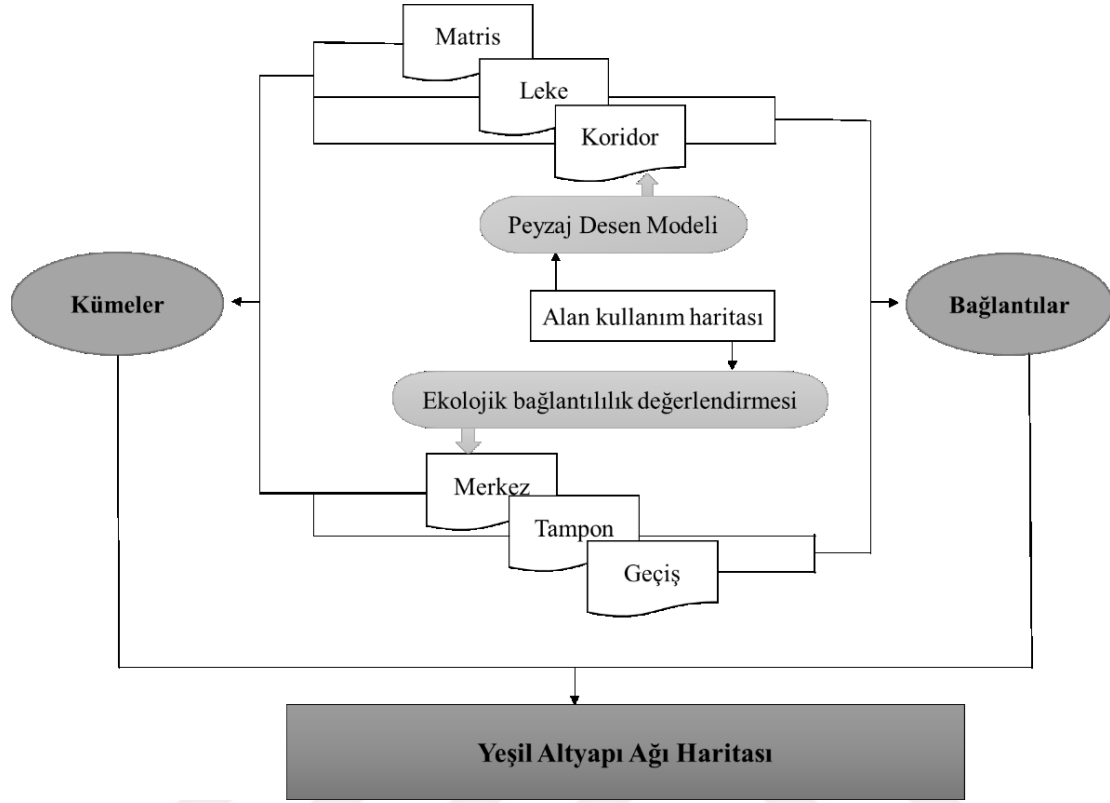
Yeşil altyapı kavramını koruma planlaması kapsamında ele alan Wickham ve diğ. (2010), ABD’de yürütülen ve ulusal ölçekte yapılan çalışmada yeşil altyapı haritalanmasında mekânsal analizler (spatial pattern analysis) kullanmışlardır. Bu doğrultuda, arazi örtüsü haritasından peyzaj topluluklarını (hubs) arazi örtüsünün diğer sınıflarını ve aralarındaki bağlantıları belirleyerek toplamda eyalet sınırlarının %10’unun geçtiği 4000 ağı incelemişlerdir. Çalışma sonucunda sunulan ulusal değerlendirme, arazi örtüsünün değişen dinamiklerine bağlı olarak yeşil altyapı çalışmalarının koordinasyonunu sağlaması için bir referans oluşturmuştur.

Maryland yeşil altyapı değerlendirmesine bakıldığında, habitatların parçalanması ve peyzaj desenindeki değişikliklerden yola çıkarak doğa koruma hedefi üzerine bir yaklaşım sergilenmiştir. Bu doğrultuda risk altında bulunan alanlar ve önemli ekolojik değere sahip alanlar belirlenerek, bu alanların oluşturdukları peyzaj kümeleri ve bağlantıların sağlandığı ekolojik koridorlar belirli değişkenlere göre yeşil altyapı kapsamında değerlendirilmiştir. Bölgesel ölçekte ele alınan bu çalışmada, peyzaj kümelerinin belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden yakınlık analizi (least-cost path) yöntemi kullanılmıştır (Weber ve ark, 2006).

Kentsel yeşil alan (UGI) planlaması, kentsel alanlarda yeşil ve mavi alan ağlarını geliştirmeyi amaçlayan, tüm mekânsal ölçeklerde geniş bir ekosistem hizmetleri yelpazesi ve diğer faydalar sağlamak için tasarlanmış ve yönetilen stratejik bir planlama yaklaşımıdır.

Bütünleştirici, çok işlevli yaklaşımı sayesinde, kentsel yeşil altyapı planlaması, biyoçeşitliliği koruma ve iyileştirme, iklim değişikliğinin yol açtığı faktörlere uyum sağlama, yeşil ekonomiye

katkı sağlama ve sosyal hayatın iyileştirilmesi gibi kentsel zorluk yelpazesini kapsayabilme özelliğine sahiptir (Olafsson, Pauleit, 2018).



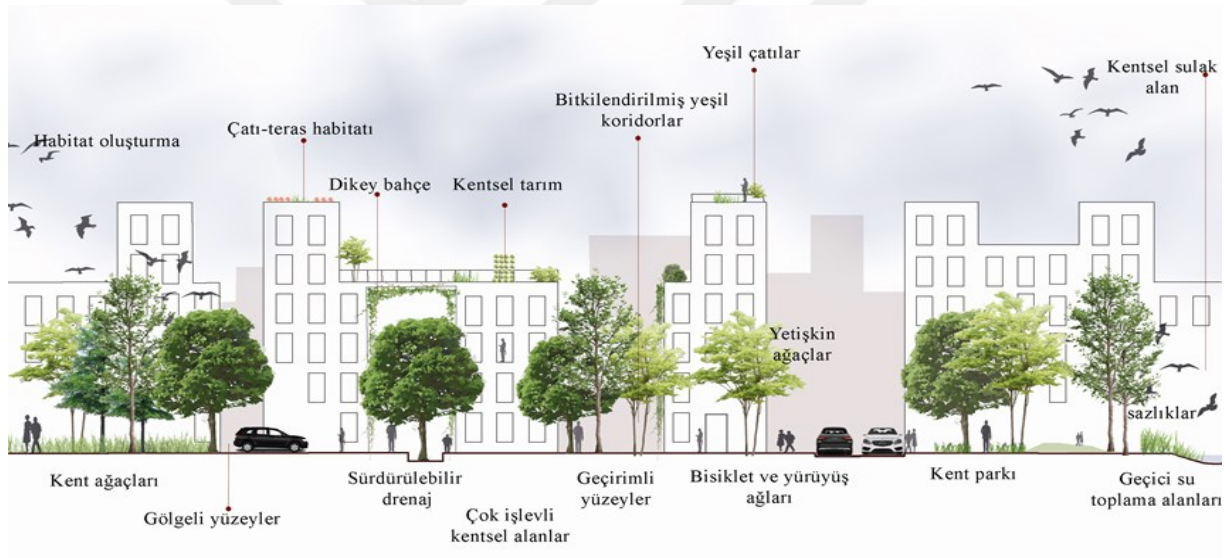
Şekil 2.8: Yeşil altyapı planlama şeması (Chang ve diğ, 2012).

Chang ve diğ. (2012) Çin'in Longgang Bölgesi'nde yürüttüğü CBS tabanlı yeşil altyapı planlamasında, alan kullanımının ve mekânsal gelişim süreci üzerine çalışmışlardır. Çalışma peyzaj deseni analizleri ile leke, koridor, matris (Patch, Corridor, Matrix) modellerinin entegrasyonundan meydana gelmektedir. Şekil (2.8)'de sunulan yeşil altyapı planlama şeması yeşil altyapı ağı haritasının oluşumunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan ekolojik bağlantılılık indeksi formülü Marulli ve Mallarach'nin (2005) araştırmasına dayanmaktadır. Peyzaj deseni modeli ve ekolojik bağlantılılık değerlendirmesinde, alan kullanım haritasından yararlanılmıştır. Yeşil altyapı haritasında peyzaj kümeleri ve kümeler arasındaki bağlantılılık sınıflandırılmış ve nehirler, tampon bölgeler, ekolojik özelliği olan matrisler (eco-land matrix) ve çok düşük ya da hiç bağlantılılık sağlamayan alanlar belirtilmiştir. Ekolojik bağlantılılık indeksi haritasında ise düşük ve yüksek bağlantılılık gösteren alanlar haritalanmıştır.

Kentsel yeşil altyapı planlaması kentlere yeni soluklar kazandırmak amacıyla, sürdürülebilir bağlantıların sağlanması olarak tanımlanabilmektedir. Bu bağlantılar yeşil altyapı unsurlarının iyileştirilmesi ve devamlılığının sağlanması ile mümkündür.

2.3.1.3. Yeşil altyapı unsurları

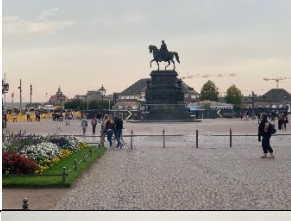
Kentleşmenin yol açtığı etkiler doğrultusunda yeni yerleşimlerin ve ticari alanların artması ve buna yönelik altyapı ihtiyaçları, kent üzerindeki doğal sistemler ve kentsel yeşil alanlar üzerindeki baskının artmasına sebep olmaktadır. Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan kentlerde yüksek katlı binaların artışı, binaların arasında kalan küçük ve bağlantısız yeşil alanların kent içindeki oranlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Yeşil altyapı sistemleri, ekosistemi ve işlevlerini koruyan birbiriyle bağlantısı olan doğal, yarı doğal ve kültürel alanların meydana getirdiği bir yeşil alan ağı olarak tanımlanmaktadır (European Commission, 2013). Merkezler ve bağlantı koridorlarından oluşan yeşil ağ sistemi; ormanlar, çayırılık, çalılık alanlar, sulak alanlar, akarsu koridorları gibi doğal alanlar ile parklar, konut bahçeleri, spor alanları, okul bahçeleri, kampüsler, kurum ve şahıs bahçeleri, dikey ve düşey bahçeler, çatı bahçeleri, hayvanat bahçeleri, mezarlıklar, botanik bahçeleri, tarım arazileri, bitkilendirilen yollar, gibi yarı doğal ve kültürel bileşenleri içermektedir.



Şekil 2.9: Yeşil altyapı bileşenlerinin kentsel peyzajlara entegrasyonu (URL-4'den uyarlanmıştır).

Çizelge 2.7: Yeşil altyapı unsurları (Hepcan, 2019'dan uyarlanmıştır.)

	Doğal alanlar, kentsel alanlarda bulunabilen orman, çayırılık, otsu bitkilerle kaplı, boş parseller veya sulak alanlar gibi doğal vejetasyonlara sahip alanlardır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Tarım alanları, değişik tek veya çok yıllık bitkilerin bulunabildiği, ticari amaçla üretim yapılan büyük parseller, meyve bahçeleri veya küçük ölçekli hobi bahçeleri bu alanlara dâhil olabilir (Fotoğraf, Demirören Civan,2021).
	Akarsu koridorları, karasal ve sulak alan ekosistemlerinin bir arada bulunduğu doğal koridorlardır. Su döngüsü yağış suyu yönetiminde önemli göreve sahiptir (Fotoğraf, Demirören Civan,2021).
	Su kanalları, genellikle insan eliyle oluşturulan yapılardır. Rekreasyon ve ulaşım amacıyla da kullanılan koridorlardır.
	Yol ağaçlandırmaları, kaldırım, refüj ve bitkilendirilmiş şeritler olarak kullanılabilir. Kentlerde doğrusal koridorlar oluşturarak yeşil alan sisteminin bağlantılarını oluştururlar. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Mezarlıklar, kentlerde birçok canlı türü için habitat oluşturur. Yetişkin ağaçları içeren yoğun bitki örtüsüne sahip geniş yeşil alanlardır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Botanik bahçeleri, birçok farklı bitki topluluğunun bir arada bulunduğu özel bitki koleksiyonlarıdır.
	Kent parkları, ölçek boyutunun değişebildiği, doğal ve kültürel ekosistemleri içeren, kent halkına ev sahipliği yaparak rekreasyonel olanaklar sunan yeşil alanlardır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)

	Meydanlar , farklı karakterlere sahip ve birçok farklı amaçla kullanılabilen, kent içindeki açık toplanma alanlarıdır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Şahıs veya kurum bahçeleri , bitki yoğunluğu ve tür çeşitliliği açısından farklı ve zengin yeşil alanlardır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Dikey bahçeler , bina, duvar, çit gibi düşey yapısal elemanların çeşitli bitki türleri ile kaplanmasıyla oluşur, binadaki ısı yalıtımını sağlayarak enerji tüketimini azaltır. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Yeşil çatılar , vejetasyon örtüsüyle güneş radyasyonunu azaltır, yağış suyunun hızını azaltır ve ısı yalıtımı sağlar. (Fotoğraf, Demirören Civan,2021)
	Okul bahçeleri , eğitim kampüsleri, oyun ve spor alanlarını içeren, bitki örtüsüne sahip olabilen alanlardır.
	Otoparklar , kentlerdeki açık otopark alanlarının çeşitli yöntemler ile bitkilendirilmesi veya ağaçlandırılmasıyla oluşur.

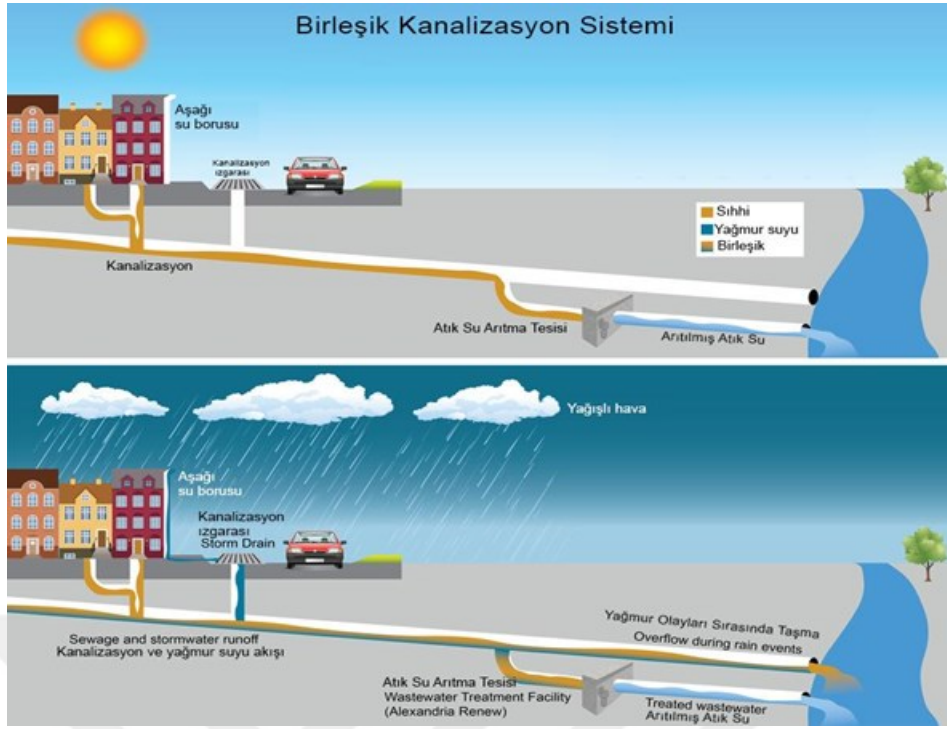
Yeşil altyapı ile yağmur suyu yönetimi

Kentleşmenin etkisiyle büyüyen beton kütlelerin geçirimsiz yüzeyleri arttırması ve açık yeşil alanların her geçen gün azalması, aşırı yağışların yüzeyde oluşturduğu birikim ile yağmur suyu akışının karşılanamaz hale gelmesi sel oluşumunun ve drenaj probleminin en büyük kaynağıdır.

Toprak yağmur suyunu yer altına sızdırır. Bu sayede bitkiler suyu emerek terleme-buharlaştırma ile atmosfere geri kazandırarak kendi içerisinde yağmur suyu yönetimini sağlamış olur. Fakat bunun aksine günümüzde artan geçirimsiz yüzeyler sebebiyle yağmur suyu toprağa yeterli oranda sızamamaktadır. Bunun sonucu olarak da şiddetli yağışların ardından düşük kotlu

alanlarda sel, su baskını gibi tahribata sebep olabilecek sorunlar olmaktadır. Kentlerde yağmur suyu yönetimini sağlamak adına yeşil altyapı uygulamaları kullanılarak seller ve sellerin sebep olduğu zararlar en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Yeşil altyapı yağmur suyu yönetiminde, yüzey suyu akışını geleneksel drenaj çözümlerinin oluşturduğu, sel, su baskınları, su kalitesinin bozulması ve sonucunda oluşan gri altyapı masraflarının azalmasını sağlar. Buna ek olarak doğal ve çevreyle uyumlu bir şekilde doğal drenajın sağlanmasını, su kalitesinin artmasını, sel ve su baskınlarının önlenmesini ve yer altı suyunun beslenmesini sağlayan doğayla uyumlu bir sistemdir. Yeşil altyapı çalışması ile birlikte yağmur suyu bir atık olmaktan ziyade geri kazanımı sağlanarak kente ve ekosisteme katkıda bulunacak bir araç olarak ele alınmaktadır(Saygın ve Ulusoy 2011).

Kentsel yağmur suyu yönetimi genellikle; kanal, boru, mazgal vb. yapısal yağmur suyu toplama sistemleri kullanılarak yapılmaktadır. Son yıllarda yağmur suyu yönetiminde kullanılan iki sistem vardır. Bunlar birleşik kanalizasyon sistemi ve ayrık kanalizasyon sistemidir. Birleşik kanalizasyon sisteminde evler ve sanayi bölgelerinden gelen atık sular ile yağmur suları aynı sistemde toplanmaktadır. Ayrık kanalizasyon sistemlerinde ise evsel ve endüstriyel atık sular ile caddelerden gelen yağmur suları ayrı sistemlerde toplanmaktadır. Her iki sistemin de ayrı ayrı yararları bulunmaktadır. Birleşik sistemde her sokakta bir kanalın bulunması gerekirken ayrık sistemde her sokakta bir atık su kanalı bir de yağmur suyu kanalı bulunması gerekmektedir. Dolayısı ile ayrık sistemlerin yatırım maliyeti birleşik sistemlere oranla %40 - %60 daha masraflıdır. Birleşik sistemlerde yağmurlu zamanlarda arıtma sistemine gelen su miktarı düzensiz olabilir ve arıtmada sorunlara yol açabilir fakat ayrık sistemde arıtma sistemine gelen su miktarı sabit olacağından arıtmada sorunlar oluşmamaktadır. Caddelerden gelen toprak, kum, bitki kalıntıları gibi maddeler birleşik sisteme geçebilir ve tıkanmalara yol açabilir fakat ayrık sistemde bu tür maddeler atık sudan farklı kanala gittiği için arıtma da sorun yaşanmaz.



Şekil 2.10: Birleşik kanalizasyon sistemi işleyişi (URL-5’den düzenlenmiştir).



Şekil 2.11: Ayrık kanalizasyon sistemi işleyişi (URL-5’den düzenlenmiştir).

Birçok kentte kullanılan geleneksel yağmur suyu toplama sistemleri, suyu doğrudan ayrı veya birleşik kanalizasyon sistemlerine aktarmaktır. Bu durum yağmur sularının kanalizasyonlara karışarak kirlenmesine ve yer altı su kaynaklarının yeterince beslenmemesine sebep olmaktadır.

(Müftüoğlu ve Perçin, 2015). Bu durumda yeşil altyapının önerdiği; doğal sistemler ile suyun yer altına sızma kapasitesinin artırılması, yüzey akışının hafifletilmesi ve böylece yer altı suyunun beslenmesinin de sağlanmasıdır. Yeşil altyapı sistemiyle su kaynaklarının korunarak kirlenmesinin önlenmesi ve yer altı sularının zenginleştirilmesi, yağmur suyunun sürdürülebilir kentsel su döngüsü içerisinde katılmasında oldukça önemlidir.

Yağmur suyu yönetiminde amaç, yağmur suyunun akışını tutmak ve kontrollü bir şekilde drene ederek tekrar kullanılmasını sağlamaktır. Yağmur suyu yönetimiyle birlikte, sel felaketlerinin önüne geçmede doğal bir drenaj sistemi oluşturulması hedeflenmiştir. Bu sayede yer altı sularının zenginleştirilmesi, dere, nehir ve göl yatakları gibi doğal kaynakların kirlenmesinin önüne geçilmesi, dolayısıyla habitatların beslenmesi, temiz su tüketiminin azaltılması sağlanmaktadır. Su kaynaklarının yeşil altyapı sayesinde etkili ve kontrollü kullanılmasıyla doğal yöntemlerle su yönetimi sağlanmakta ve sürdürülebilir çevre için oluşturulan altyapının güçlenmesine katkıda bulunmaktadır.

Yağmur sularını ve sel riskini önlemek için yeşil altyapı sistemi kapsamında kente yapılan drenaj sistemleri aşağıdaki gibidir (Saygın ve Ulusoy, 2011);

- Filtreleme,
- Geçirgen ve gözenekli yer döşemeleri kullanımı,
- Yeşil çatılar,
- Göletler (yağmur suyu havzaları),
- Yağmur bahçeleri,
- Yağmur varilleri,
- Hendekler (doğal yağmur suyu drenaj sistemleri)
- Yağmur suyunu çeken bitkilerin kullanılması.

Yeşil altyapı sisteminin kentlerde uygulama alanları

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. Yeşil altyapı sisteminin uygulama alanları başlıca şu şekilde sıralanmaktadır; parklar, yeşil sokaklar / sokak ağaçlandırması, geçirgen yüzeyler, yeşil kaldırımlar / yeşil yaya yolları, yeşil

otoparklar, yeşil çatılar, göletler, yağmur bahçeleri (bioretention), yağmur varilleri / yağmur depoları, bitki örtüsünden yapılan hendekler, ağaç kümeleri.

Parklar

Parklar ekosistem içerisinde hem doğal alanları oluşturan hem de doğal alanların parçalanmasını önlemek için birbiriyle bağlantılarını sağlayan sistemlerdir. Büyük ölçekte bitki ve hayvan habitatları oluşturmaları, bu habitatları korumaları ve ekolojik sürekliliği sağlamaları açısından önemlidirler. Büyük yeşil altyapı ağları içerisinde hem merkez hem de bağlantı konumunda olabilen birden fazla park bulunmaktadır. Parkların bölgeye sunduğu pek çok faydanın dışında özellikle yeşil altyapı kapsamında ele alınmasının en önemli amacı çevredeki yağmur suyu yönetimine olan katkısıdır. Bu kapsamda yapılan planlarda kent parkları, rekreasyon alanları ve açık yeşil alanlar gibi park konseptleri oluşturulur ve mevcut alanlar ile yenilenmesi gereken alanlar belirlenir.



Şekil 2.12: New York Central Park (URL-6).



Şekil 2.13: Szczecin Jasne Blonia kent parkı, Polonya (Demirören Civan,2021)

Parklardaki yeşil altyapı uygulamaları yakın çevredeki geçirimsiz sokak yüzeylerinden gelen yağmur suyunun yönetimini sağlamaktadır. Parklar için uygulanan yeşil altyapı sistemi

içerisinde; kaliteli toprak kullanımı, su tutan bitki ve ağaçların kullanılması, gerekli yerlere ağaç bariyerler yapılması gibi uygulamalar bulunmaktadır.

Parkların özellikle kent içerisinde çoğaltılması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması ile; kent içerisindeki yeşil alan miktarını artırma, bitki ve hayvanlara doğal yaşam alanı oluşturma, kentsel ısı adası etkisini düşürme, estetik açıdan güzel peyzaj görüntüsü oluşturma, insanları fiziksel aktiviteye teşvik ederek insan sağlığını ve yaşam kalitesini artırma, insanları bir araya getirerek sosyalleşmeye teşvik etme, rekreasyon alanı oluşturma, kent içi hava kalitesini artırma gibi faydalar sağlanmaktadır.

Yeşil sokaklar / Sokak ağaçlandırması

Yeşil sokaklar ve sokak ağaçlandırması çalışmaları yeşil altyapı sistemi kapsamında özellikle kentsel alanlarda uygulanan ve yeşil altyapı sisteminin en önemli parçasını oluşturan çalışmalardır. Bu uygulama kapsamında mevcut sokak formlarının kaplandığı geçirimsiz asfalt yüzeyler, geçirgen parke taşları ve gözenekli beton uygulamaları ile yeniden döşenir. Bu uygulama yapılırken belirli aralıklarla gerekli boşluklara bitki çeşitleri ve ağaçlar entegre edilir. Kent ağaçlandırılması ister küçük ölçekte ister orman ölçeğinde düşünülün kente ve doğaya büyük oranda faydaları bulunmaktadır.

- Ağaçlar, sızmayı ve toprağın su depolama kapasitesini arttırarak, yapraktan terleme yolu ile topraktaki nemi en aza indirerek yağmur suyu akışını azaltmakta fayda sağlar, havza sisteminin sağlığının iyileştirilmesine katkı sağlayarak yer altı suyunun yeniden dolmasına yardımcı olur.
- Düzgün yerleştirildiklerinde gölge sağlayarak, binalara tarafından emilen ısı miktarını azaltarak sıcak havalarda binaları soğutmak için gereken enerji miktarını azaltmaya yardımcı olurlar aynı zamanda rüzgâr hızını düşürerek soğuk bölgelerde ısınma için gereken enerji üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Bu sayede enerji kullanımında belli bir azalmaya sebep olduğu görülmektedir.
- Ağaçlar, havayı kirleten maddeleri (örneğin NO₂, SO₂ ve O₃) emer ve parçacık maddeyi (PM₁₀) engeller ve hava kalitesini artıran ve N₂O ve CH₄ dâhil olmak üzere sera gazı miktarını azaltan enerji tüketimini azaltarak hava kalitesini arttırır.
- Doğrudan ayırma yoluyla, ağaçlar atmosferdeki karbondioksit seviyelerini düşürür. Ağaç dikimi enerji tüketimini azaltır ve bu da CO₂ seviyelerini düşürür.

- Ağaçların çeşitli soğutma işlevleri, kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yardımcı olur, böylece ısı stresi ile ilgili hastalıkları ve ölümleri azaltır.
- Ağaç dikmek, yolları iyileştirerek, toplanacak yerler yaratarak ve sıcak havalarda gölge sağlayarak topluluklar için rekreasyon fırsatlarını artırır ve, ses iletimini azaltmaya yardımcı olarak yerel gürültü kirliliği seviyelerini azaltarak toplumun yaşana bilirliliğini geliştirir.
- Bölgeye özgü bitki türleri kullanıldığında yaban hayatı habitatını artırır.
- Gelecekteki ekonomik ve çevresel kısıtlamaları yönetmek, tam bir topluluk katılımı ve ortaklığı gerektirecektir. Yeşil altyapı, sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin önemi konusunda toplum bilinci ve anlayışı geliştirmek için bir fırsat sağlar (The Value Of Green Infrastructure, 2010).

Geçirgen yüzeyler

Plansız gelişen kentlerde, betonlaşmanın getirdiği etkiyle artan sert zeminler yeşil alanların azalmasına ve bu doğrultuda geçirgen yüzeylerin giderek yok olmasına sebep olmaktadır. Bu problem kentsel alanlardaki yer altı su kaynaklarını tehdit ederek, iklim değişikliğinin kentler üzerindeki etkisinin artmasına yol açmaktadır. Artan nüfusla birlikte giderek betonlaşan kentler, yağış sularının yüzey akışıyla birlikte kaybolmasına ve kentteki ısı adası etkisinin giderek artmasına neden olmaktadır (Korkut,ve diğ. 2016).

Geçirgen yüzeyler; yağmur suyunun filtrelenmesini ve depolanmasını sağlayan, yeşil altyapı sisteminin en temel elemanlarından olan yapısal yüzey kaplamalarıdır. Bir geçirgen kaldırım sistemi, yağmur suyunun geçişini kolaylaştırmak için fazla yoğun olmayan alt tabakaya yerleştirilmiş depo yatağı tarafından uzanmış geçirgen yüzeylerden oluşmaktadır. Geçirgen yüzeyler; otoparklar, yürüyüş yolları, sokaklar, caddeler, parklar, spor alanları, oyun alanları gibi birçok yerde kullanılabilmektedir.



Şekil 2.14: Albany Pine Bush Keşif Merkezi(URL-7).



Şekil 2. 15: Beacon Enstitüsü (URL-8).

Albany Pine Bush Keşif Merkezi, NY Hudson Nehri yakınlarında bulunan, geri dönüştürülmüş lastikler ile yapılmış Flexi-Pave olarak bilinen gözenekli kaplama malzemesinden oluşturulmuş yürüyüş yollarına sahip bir alandır. Tasarımın amacı erişilebilir, davetkâr ve geçirgen bir yol yüzeyi sağlamaktır.

Beacon Enstitüsüne ait olan halka açık eğitim merkezindeki otopark, sızmayı teşvik ederek sert zeminlerden yağmur suyu akışını an aza indiriyor. Aynı zamanda binanın etrafında kullanılan tuğlalar ve yürüyüş yolları da sızmaya izin vermektedir. Tasarımın amacı, yakındaki Hudson Nehri'nin su kalitesini korumak, park alanlarındaki geçirgen olmayan örtüyü azaltmak ve yağmur suyu akışını sağlamaktır.



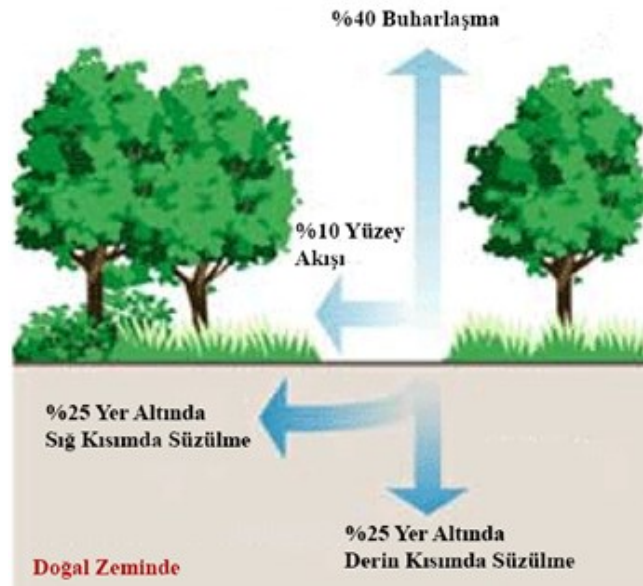
Şekil 2.16: Lamont-Doherty gözenekli asfalt otoparkı (URL-9).

Columbia Üniversitesi yeni Comer Jeokimya Binasının inşası 85 araçlık bir park yeri gerektirince, gözenekli asfalt infiltrasyon tasarımı ile boşaltma borusu ve tutma havuzunu ortadan kaldırarak akışta %25 azalma ve %100 su kalitesi elde edilmiştir.



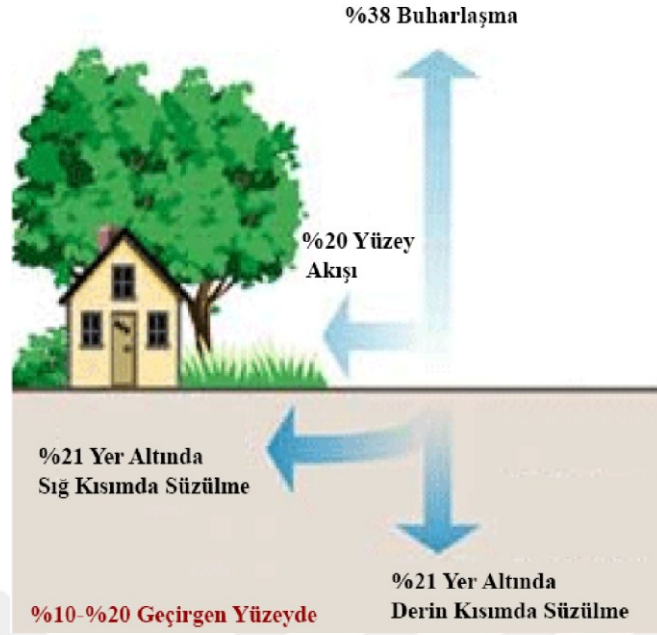
Şekil 2.17:Geçirimli beton kaplamalarının tasarımı (URL-10'dan düzenlenmiştir).

Geçirgen yüzeyler; asfalt, beton, geçirgen blok taşlar, güçlendirilmiş çim – çakıl veya diğer yeni üretilen kaldırım taşlarından oluşmaktadır. Malzeme çeşitliliği ve kullanıldıkları yerlerin fazla olması sebebiyle çok geniş alanda kullanılabilmektedirler. Geçirgen ve Geçirimsiz Yüzeylerin Yağmur Suyu ile İlişkisi: Doğal Zeminde: Yağmur suyunun %40'ı buharlaşıp %10'u yüzey üzerinde akarken; %25'i yer altındaki sığ alana ve %25'i daha derinlere doğru süzülmemektedir (Vail, 2011).



Şekil 2.18: Doğal zemin yağmur suyu ilişkisi (Vail, 2011).

%10 - %20 Geçirgen Yüzeyde: Yağmur suyunun % 38'i buharlaşıp %20'si yüzey üzerinde akarken; %21'i yer altındaki sığ alana, %21'i daha derinlere doğru süzülmemektedir (Vail, 2011).



Şekil 2.19: %10-%20 geçirgen yüzey yağmur suyu ilişkisi (Vail, 2011).

%75 - %100 Geçirgen Yüzeyde: %30'u buharlaşıp %55'i yüzey üzerinde akarken, %10'u yer altındaki sığ alana, %5'i daha derinlere doğru sızılmaktadır.



Şekil 2.20: %75-%100 geçirgen yüzey yağmur suyu ilişkisi (Vail, 2011).

Gözenekli yüzeylere sahip olan geçirimli yüzey kaplamaları, yağmur suyu akışını azaltarak sel taşkın gibi oluşacak sorunları en aza indirirken yapılan uygulamalardan alınan sonuçlara bakıldığında suyun kalitesini koruduğu görülmektedir.

Yeşil kaldırımlar / Yeşil yaya yolları

Yeşil kaldırımlar sokakların gelişiminin sağlanması için önemli fırsatlardır. Yeşil altyapı kapsamında yapılan bu çalışmaların içinde; bitki kümelerinin oluşturduğu kaldırım uzantıları, yaya yolu bitkilendirmeleri, ağaç bariyerler ve geçirgen kaldırım taşları kullanımları bulunmaktadır.

Yeşil altyapı sisteminin kaldırımlar ve yaya yollarında kullanılmasının amacı; kaldırım uzantıları ile bitkilerden küçük ölçekte yağmur bahçeleri yaratarak yağmur suyu yönetimine yardımcı olmak ve kanalizasyon taşmalarını önlemek, gölge alanlar oluşturmak, hava kalitesini artırmak, kente estetik değer kazandırmak ve habitat alanını genişletmek, su akışını azaltarak su kalitesini artırmak, uzun ömürlü ve sağlıklı ağaçların yetiştirilmesine olanak sağlamak, kaldırımdan yola geçişi ağaç bariyerlerle kestiği için güvenli yaya hattı oluşturmak ve trafik akışının daha hızlı olmasını sağlamak şeklinde sıralanabilmektedir.



Şekil 2.21: Yeşil yaya yolları Almanya Oberammergau, (Demirören Civan, 2021).

Yeşil otoparklar

Gelişen dünyada otoparklar kamusal hayatın ve kent yaşamının önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle geleneksel park ihtiyaçları gelişen yaşam tarzları ve değişen önceliklere göre yeniden kurgulanmalıdır. Otopark tasarımları genelde araç hareketlerine uygunluk hesaplanarak, park alanlarının maksimum düzeyde tutulması planlanarak, bakım ve servis kolaylığı göz önünde bulundurularak yapılmaktadır. Bunun yanı sıra son dönemlerde kent sürdürülebilirliği adına yeşil altyapı ilkeleri doğrultusunda otopark tasarımları geliştirilmeye başlanmıştır. Bu ilkeler ve fonksiyonlar önemli olmakla birlikte tek başlarına uygulandıklarında kentsel tasarımda ve çevresel faktörlerde hoş olmayan sonuçlar doğurabilmektedirler. Dikkate alınmadan yapılan otopark tasarımları; kalitesiz peyzaj, kötü sokak manzaraları, yaya güvenliğinin minimum düzeye indirgenmesi, aşırı yağmur suyu akışı ve ısı adası etkisini artışı gibi sorunlara sebep olmaktadır (The City of Lancaster, 2011).



Şekil 2.22: Ağaç Hendekler ve Gözenekli Döşemeler İle Otopark Örneği (The City of Lancaster, 2011)

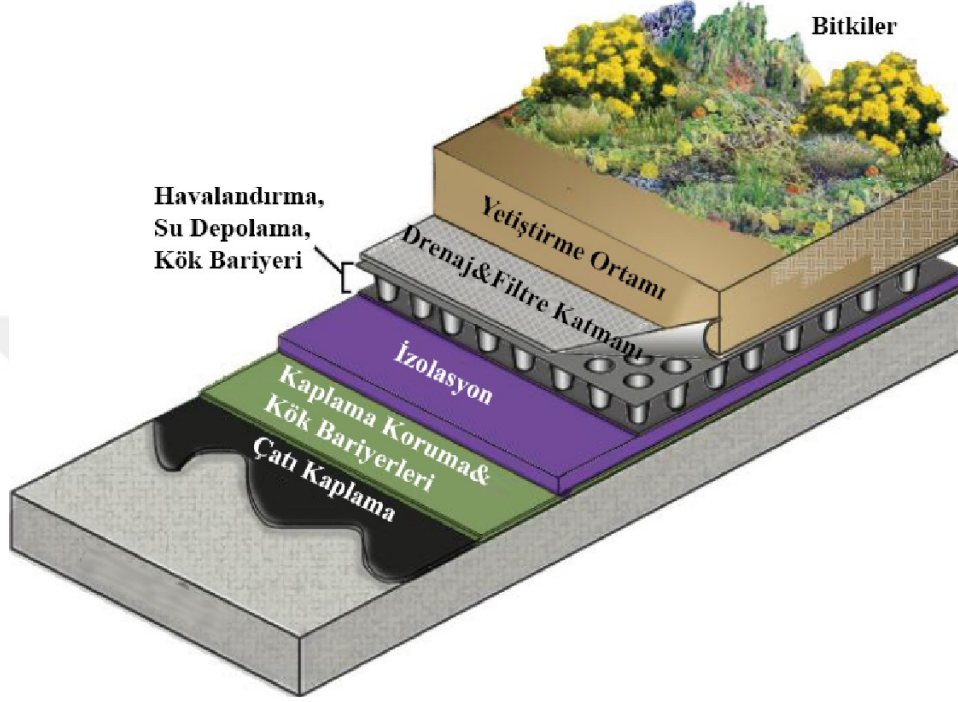
Yeşil altyapı sisteminde yüzey otoparkları uygulamaları; doğal bitki türleri ve ağaçların gerekli aralıklarla ekilmesini, toprak kalitesinde ve peyzaj alanlarında iyileştirme yapılmasını, yaya ve bisiklet altyapısının geliştirilmesini, sürdürülebilir malzemeler (geçirgen, gözenekli yer döşemeleri) kullanılmasını içermektedir.

Yeşil çatılar (yüzeyler)

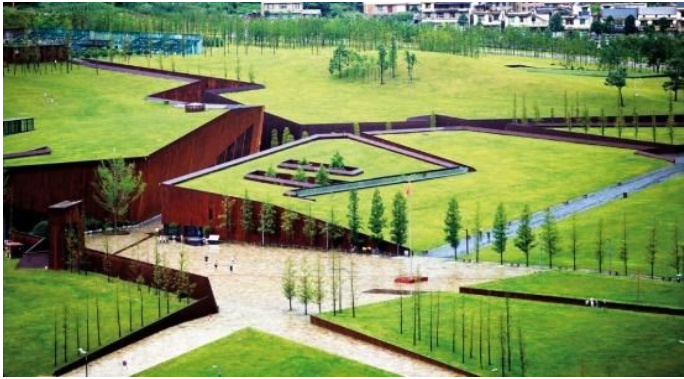
Yeşil çatılar, binaların soğutma ısıtma sistemlerinde enerji verimliliğini hedefleyen ve bunun yanında kent hayatına birçok alanda katkı sağlayan bina çatılarının yeşil örtüyle kaplanan sistemlerdir. Yeşil çatılar ve duvarların kentsel hava kalitesini iyileştirme özellikleri vardır. Günlük çiy ve buharlaşma döngüsü sayesinde, dikey ve yatay yüzeylerdeki bitkiler, sıcak yaz aylarında kentleşmiş alanları serinletebilmektedir (Green Infrastructure Guide,2015). Özellikle yeşil altyapı sistemi kapsamında yeşil çatı sistemleri uygun malzemelerin seçimiyle yağmur suyunu toplaması ve kanalizasyona iletmesi açısından oldukça önemli bir uygulamadır. Planlı bitki kullanımına bağlı olarak çatı alanları yoğun ve yarı yoğun olarak iki kategoride ele alınmaktadır.

Yoğun bitki örtüsüne sahip çatılar; ağaç ve çalılar gibi bitki türlerinin geniş yelpazede kullanılması için, Tohum (2011)'a göre 15 cm'den, The City of Lancaster (2011)'e göre 10 cm'den daha derin bir bitki büyüme katmanına ihtiyaç duyan, yoğun bakım gerektiren ve ekolojik amaçları dışında insanların kullanımı için de tasarlanmış düz çatılardır.

Yarı yoğun bitki örtüsüne sahip çatılar ise; bakım gerektirmeyen, doğal yaşam döngüsünde kendi kendine varlığını sürdürebilecek ve Tohum (2011)'a göre 15 cm'den The City of Lancaster (2011)'e göre 10 cm'den daha az derinlikte bir bitki büyüme katmanına ihtiyaç duyan çatılardır. Daha çok ekolojik amaçları olduğundan çatı bahçesi gibi kamusal kullanıma uygun değildirler.



Şekil 2.23: Yeşil çatı bileşenlerinin kesiti (The City of Lancaster, 2011).



Şekil 2.24: Wenchuan Deprem Müzesi çatı bahçesi örneği (URL-11).



Şekil 2.25: Nanyang Teknoloji Üniversitesi çatı bahçesi örneği (URL-12).



Şekil 2. 26: Becton Dickinson Kampüs Merkezi çatı bahçesi örneği (URL-13).

Yeşil çatı sistemleri sundukları görsel tasarımın yanı sıra, bitki ve hayvan türlerine ev sahipliği yapabilmektedir. Ek olarak suyun filtrasyonunun sağlanmasında, ısı ve ses yalıtımında ve drenaj maliyetlerini azaltmada önemli katkıları vardır. Yeşil çatılar yağmur sularını drene ederek kanalizasyon sistemlerinin yükünü azaltırken aynı zamanda drenaj maliyetlerini de minimuma indirmektedir.

Yeşil duvarlar- Dikey bahçeler

Dikey bahçeler, kente kattığı görsel canlılığın yanı sıra ısı yalıtımı ve enerji tasarrufunun sağlanmasında etkili bir role sahiptir. Yalıtım amaçlı tasarlanan dikey bahçelerde kullanılan bitkisel materyaller ile ısı ve ses yalıtımı sağlanmaktadır. Bitkisel elemanlar havadaki kirli maddelerin absorbe edilmesinde, ses yutmada ve bu sayede çevrede meydana gelebilecek gürültü kirliliklerinden korunmada etkilidir(Erdoğan ve Khabbazi, 2013). Bitkiler türüne ve ışık ihtiyaçlarına ve mevsimine göre değişik etkiler ortaya koyabilmektedir. Bu nedenle doğru bitki seçimi oldukça önemlidir. Tasarımın amaç ve hedefi göz önüne alınarak seçim yapılmalıdır. Dikey bahçe projelerinde, tasarımın yer aldığı çevrenin ekolojik koşullarında yetişebilecek bitki

türlerinin seçilmesi alanın bakım ihtiyaçlarını ve ekonomik maliyetinin azaltılmasında önemlidir.



Şekil 2.27: Patrick Blanc Dikey Bahçe Örneği – Paris (URL-14).

Göletler

Yağmur suyu yönetiminde kullanılan yeşil altyapı sistemlerinden bir diğeri de göletlerdir. Göletler yağmur sularının depolanması ve işlenmesi için kullanılmaktadır. İçerisinde çeşitli bitki vejetasyonları bulunduran göletlerde, yağmur suyu tutularak yeniden kullanılması sağlanabilmektedir. Yakın çevrelerin sulama ihtiyacını karşılamak için kullanılabilmektedir.



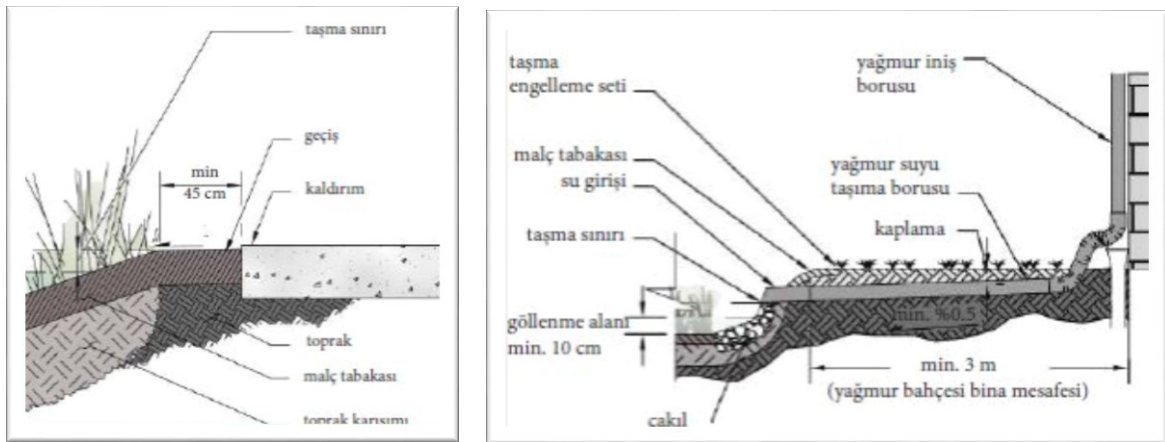
Şekil 2.28: Gölet örneği Szczecin, Polonya, (Demirören Civan, 2020).

Yağmur bahçeleri

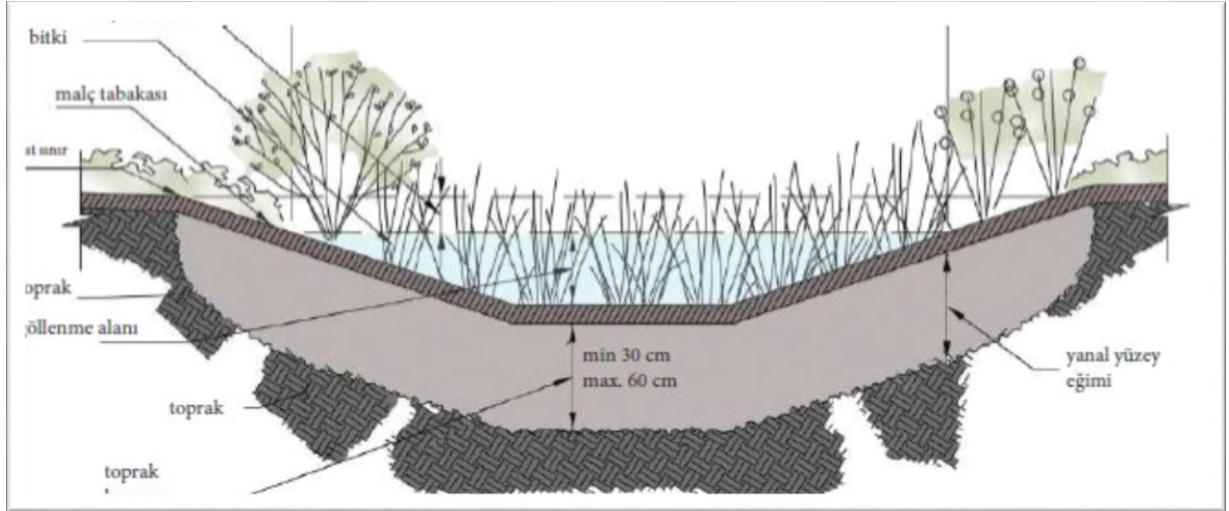
Yeşil altyapı sisteminin yağmur suyu yönetiminde kullanılmakta olduğu bir diğer yöntem yağmur bahçeleridir. Yağmur sularının herhangi biri işleme tabi tutulmadan direkt olarak yönlendirildiği ve üzerinde doğal ve yabani tür bitkilerin yetiştirildiği sığ çukur alanlar yağmur

bahçesi veya biyolojik tutma alanı (bioretention) olarak tanımlanmaktadır. Yağmur bahçelerinin en temel amacı suyu bu çukurlara yönlendirerek yüzey akışını kontrol altına almak ve oradan toprağa sızmalarını sağlamaktır. Bioretention ve infiltration uygulamaları, yağmur bahçeleri, bioswales ve sulak alanlar dâhil olmak üzere çeşitli tür ve ölçeklerde gelir. Yağmur bahçeleri, bir çatı çıkışından veya bitişik geçirimsiz yüzeyden su toplamak için bir eğimin altına kazılır. Yerli çimler gibi uzun köklü bitkilerle dikildiklerinde en iyi performansı gösterirler. Bioswales tipik olarak park alanları gibi kaplamalı alanların içine veya yanına veya yollar ve kaldırımlar boyunca kurulur. Suyun bir süre havuzlanmasına ve ardından boşaltılmasına izin verirler ve kanalizasyon sistemine taşmasına izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Bioswales, normalde sızdırmaz yüzeylerden akışta taşınan silt ve diğer kirleticileri etkili bir şekilde yakalar. Sulak alanların sağladığı çok sayıda fayda başka yerlerde iyi bir şekilde belgelenmiş olsa da, bu kılavuz yalnızca daha küçük ölçekli uygulamalara değinmektedir(The Value of Green Infrastructure, 2010).

Çatı olukları, araç yolları, yürüyüş yolları ve otoparklar gibi sert zeminlerden, yağış sonrası oluşan yüzey akışla birlikte gelen suların doğrudan yağmur bahçesine yönlendirilmesiyle birlikte, tüm yüzeyin yağmur suyu ile kaplanması sağlanmaktadır. Yağmur bahçesine gelen yüzey akışla birlikte, su miktarı artarak göllenmenin oluşmasına sebep olmaktadır. Bu göllenme yağmurun şiddetine, suyun zemine sızma kapasitesine, bitki örtüsüne ve yağmur bahçesinin yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Genellikle yüzey akışın hızı, suyun süzülme hızından fazla olduğundan, ilk etapta 5-10 cm'lik bir göllenme oluşmaktadır. Sonrasında göllenen suyun, yavaş bir şekilde yağmur bahçesinin tabanından toprağa doğru süzülmesi sağlanmaktadır (Doğangönül ve Doğangönül, 2008).



Şekil 2.29: Kaldırım kenarı yağmur bahçesi kesiti (Yağmur Bahçesi Hazırlama Kılavuzu, 2018).



Şekil 2.30: Park içi yağmur bahçesi kesiti (Yağmur Bahçesi Hazırlama Klavuzu,2018).



Şekil 2.31: Yağmur bahçesi örneği (URL-15).

Araştırmalar yağmur bahçelerini özellikle kaldırım, cadde – sokak – otopark kenarları, yürüyüş yolları gibi geçirimsiz yüzeylere yakın yerlere entegre edilirse yağmur suyunu yakalama oranının daha fazla olacağını göstermektedir. Yağmur bahçelerinin sağladığı olanaklar aşağıda belirtildiği gibidir:

- Sel etkilerini azaltır ve yağmur suyunun yerel su yollarını kirletmesini önleyerek, suyu depolar ve sızmasını sağlar. Bu sayede yağmur suyu akışını azaltır.
- Dış mekân sulama için kullanılan içme suyu miktarını azaltarak, mevcut su kaynaklarını korur ve artırır.

- Yağmur suyunu borular yerine toprağa yönlendirerek yer altı suyunun beslenmesini artırma potansiyeline sahiptir.
- Diğer bitkilendirilmiş yeşil altyapı özellikleri gibi, sızma uygulamaları, hava kirleticileri ve partikül madde birikimi kriterlerinin alınması yoluyla hava kalitesini iyileştirebilir.
- Arıtma tesislerine giren su miktarını en aza indirerek, bu uygulamalar enerji kullanımını da azaltır ve bu da sera gazı salınımını azaltarak hava kirliliğini azaltır.
- Doğrudan karbon tutma yoluyla karbondioksit emisyonlarını azaltır. Aynı zamanda akıntıyı arıtmak için gereken enerji miktarını azaltmanın yanı sıra soğutma amaçlı enerji kullanımında azalma ile atmosferik karbondioksiti azaltır.
- Biyolojik çeşitliliği artırır ve habitatı iyileştirir.
- Buharlaşmalı soğutma ve yüzey akıntısının azaltılması yoluyla, bu uygulamalar kentsel ısı adası etkisini azaltarak enerji kullanımını azaltır.
- Gelecekteki ekonomik ve çevresel kısıtlamaları yönetmek için tam toplum katılımı ve ortaklığı gerekecektir. Yeşil altyapı, sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin önemi konusunda toplum bilinci ve anlayışı geliştirmek için bir fırsat sağlar.
- İyi bakıldığında, bioretention ve infiltration uygulamaları yerel estetiği iyileştirir ve topluluklar içindeki rekreasyon fırsatlarını artırır.
- Bu uygulamaların ses emilimi yoluyla gürültü aktarımını azaltmaya ve mahallelerdeki sosyal ağları iyileştirmeye yardımcı olma potansiyeli de vardır (The Value of Green Infrastructure,2010).

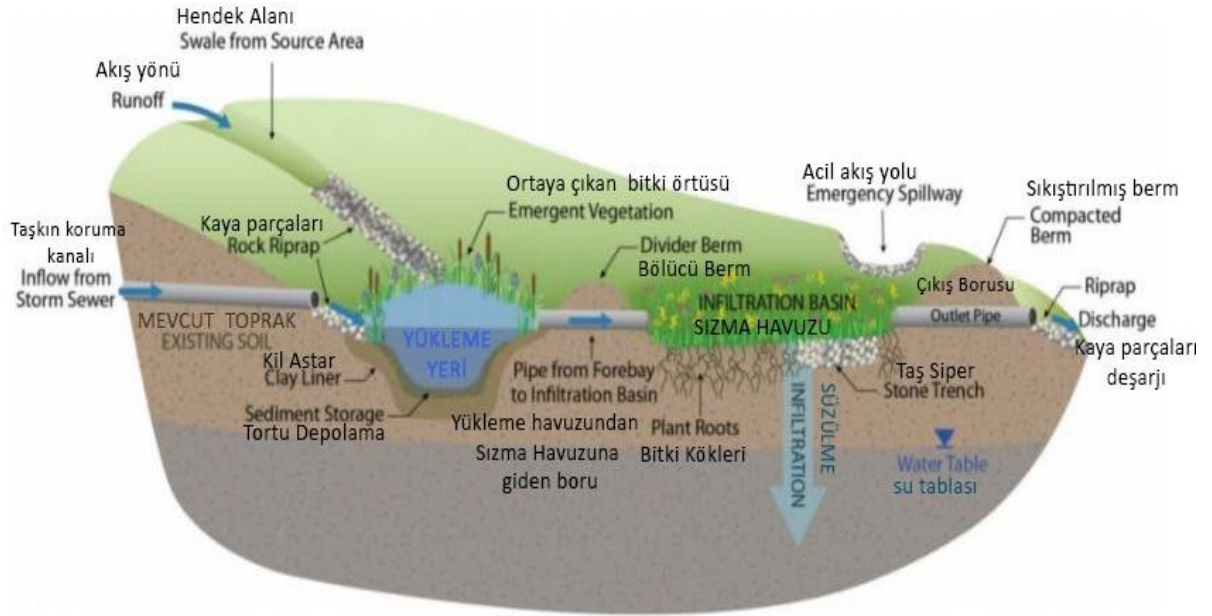
Yağmur bahçeleri genel olarak; toprağa fazla su girişini sağlayarak yüzey akışını azaltır, kentlerin sel ve drenaj sorunlarının çözümüne yardımcı olur, kentsel yağmur suyu akışıyla göllere ve nehirlerle taşınan kirleticilerin önlenmesini sağlar, kent içerisindeki yeşil alan miktarını artırarak estetik bir görünüm oluşturur, bitkiler ve hayvanlar için yaşam alanları oluşturmaktadırlar.

Bitki örtüsünden yapılan hendekler

Yağmur hendekleri, şiddetli yağışlar sırasında veya sonrasında sel riskini azaltmak amacıyla genellikle yollara yakın kentsel bölgelerde bulunan doğrusal, bitkilendirilmiş alçak eğimli çukurlar olarak bilinmektedir. Bitki hendekleri çatılardan, sokaklardan ve otoparklardan gelen yağmur suyu akışının yavaşça süzülmesini sağlayan; çim, çalı veya ağaç çeşitlerinin yoğun

olarak ekildiği sıg yağmur suyu kanallarıdır. Yağmur suyu hendek boyunca akışını sürdürürken bitkiler suyu yavaşlatıp filtreler ve yer altına sızmasını sağlarlar. Bitki hendekleri drenajlarda kaldırım ve olukların yerini alabilir ve önemli ölçüde ekonomik tasarruf sağlayabilmektedir. Hendeklerin maliyeti standart boru tipi drenaj sistemlerine göre daha azdır. Aynı zamanda filtreleme ile su kalitesini artırarak yoğunluğu ve hacmi kontrol ederler, her ölçüde topoğrafya ve peyzaj planına yerleştirilebilmektedirler (The City of Lancaster, 2011).

Bitki Yağmur hendekleri, yüzey su kaçaklarını emer, tutar ve iletir. Bunun yanı sıra su bitki örtüsü ve toprak katmandan sızarken kirletici maddeleri ve tortuları da temizler. Bitki yağmur hendeği için bitki örtüsü seçeneği farklılık gösterebilir ancak derin köklü yerli bitkiler yaygındır ve tercih edilir.



Şekil 2.32:Sızma havzası illüstrasyonu (URL-16).

Ağaç kümeleri / Bitki kutuları

Yeşil altyapı sistemi kapsamında özellikle kent içerisinde ağaçlandırma ve bitkilendirme çalışmalarının yapılması; yağmur suyunun emilimini sağlamaları ile yüzeydeki yağmur suyu hacminin azalması, hava kirliliğinin azalması, kent-kentli sağlığının iyileştirilmesi, ısı adası etkisinin azaltılması, bina cephelerinde çok yıllık uzun ömürlü ağaçların kullanılması ile binaların soğuma ve ısınma sistemleri için gereken enerjide verimlilik sağlanması ve maliyeti düşürmesi gibi olumlu etkileri bulunmaktadır. Örneğin; ABD Ulusal Ağaç Faydaları Hesaplama (National Tree Benefit Calculator) tahminlerine göre Amerika’da 55 cm çaplı bir

huş ağacı yıllık 12.300 litre yağmur suyunu tutmakta ve bu da ülkeye yıllık 265 dolarlık ekonomik getiri sağlamaktadır (The City of Lancaster, 2011).



Şekil 2.33: Dresden, Almanya ağaç kümesi örneği (Demirören Civan ,2020).



Şekil 2.34:Ağaç kümeleri ve bitki kutuları örnek kolaj (The City of Lancaster, 2011).

Yağmur varilleri / Yağmur depoları

Yağmur varilleri veya yağmur depoları yağmur suyu akışını kesmek ve suyu depolamak için tasarlanmış yeşil altyapı sistemi elemanlarıdır. Bu sistemle bina çatılarından gelen yağmur

suyu, tekrar kullanılması için çatı ile varil arasındaki bağlantıyı sağlayan boru yardımı ile variller veya depolarda toplanmaktadır.



Şekil 2.35: Yağmur varilleri örneği (URL-17).

Yağmur varilleri;

- Yağışı düştüğü yerde yakalayıp yerinde yeniden kullanarak yağmur suyu akışının olumsuz etkilerini en aza indirir.
- Yağmur suyunun yerinde yeniden kullanımı, su arıtma ihtiyaçlarının azaltılmasına yardımcı olur, bu da toplulukların içme suyu nakli, arıtma ve kullanımla ilgili maliyetlerden tasarruf etmesine olanak tanır.
- Ülke çapında, açık havada sulamanın tüm konut su kullanımının neredeyse üçte birini oluşturduğu ve toplamda günde 7 milyar galondan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bu tahmin göz önüne alındığında, sulama amacıyla yağmur suyunun kullanılması, yerel olarak kullanılan içme suyu miktarını önemli ölçüde azaltabilir ve bu da kaynağı etkin bir şekilde artırabilir.
- Sulama amacıyla yağmur suyunun yeniden kullanılması, yeraltı suyu şarjını artırmaya yardımcı olabilir.
- Yağmur varilleri, üretmek, işlemek ve taşımak için enerji gerektiren içme suyu kullanımını azaltarak enerji kullanımını azaltma yeteneğine sahiptir.
- Bu uygulama enerji kullanımını azaltabileceği için, aynı zamanda santrallerden yayılan hava kirleticisi miktarını da azaltabilir.

- Gelecekteki ekonomik ve çevresel kısıtlamaları yönetmek için tam toplum katılımı ve ortaklığı gerekecektir. Yeşil altyapı, sürdürülebilir su kaynakları yönetiminin önemi konusunda toplum bilinci ve anlayışı geliştirmek için bir fırsat sağlar
- Yağmur fıçısı tasarımı ve kullanımı gibi eğlenceli etkinlikler yoluyla eğitim programları sağlayarak, topluluklar sakinleri yeşil altyapının yararları konusunda daha etkili bir şekilde eğitebilirler.
- Su hasadı, sahadaki yağış miktarını yakalar, bu da toplulukların ihtiyaç duyulan su arıtma miktarını azaltmasına ve dolayısıyla elektrik santrallerinden CO2 emisyonlarını azaltmasına olanak tanır (The Value of Green Infrastructure,2010).

Birçok yerde kolayca uygulanabilen yağmur varilleri sayesinde, ek su kaynağı sağlanmış olurken, içme suyu kullanımı azaltılır buna bağlı olarak ekonomik tasarruf sağlanır ve yağmur suyu akış etkileri azaltılmış olmaktadır.

2.3.1.4. Yeşil altyapı avantaj ve dezavantajları

Yeşil altyapı sistemleri kentlerin sürdürülebilirliği için önemli ve faydalı bir yol olarak görülse de Benedict ve McMahon (2006)'ya göre yeşil altyapı sistemleri bir program değil, kent planlamasına ve korumasına çerçeve oluşturacak bir strateji olarak görülmelidir. Yeşil altyapı herkes için her istenilen soruna çözüm getiremeyebilir bu yüzden diğer planlama girişimlerinde olduğu gibi, öncelikler arasından uygun olan seçilmelidir. Yeşil altyapı sistemlerinin kısa vadede bir çözüm getirmesini beklemek doğru değildir. Planlaması, tasarımı ve yönetimi uzun vadede bir çalıştırma gerektirmektedir. Yeşil altyapı sistemleri içerisinde birçok disiplinden katılımcı bulundurmaktadır. Yeşil altyapı sistemleri her kitleye hitap etmeyi amaçlamıştır. Yeşil yollar yeşil altyapı sistemlerinin sadece birer parçalarıdır ve yeşil altyapı sistemleri daha geniş ekolojik hedeflere ulaşmayı amaçlamaktadır. Yeşil altyapı sistemleri; okul bahçeleri, oyun alanları ve diğer yeşil alan parselleri değildir. Bu alanlar yeşil altyapının parçalarını oluştururlar fakat yeşil altyapı ile aynı ekolojik amaçları içermezler. Çizelge 2,8'de yeşil altyapı sistemlerinin faydaları belirtilmiştir. Başta yağmur suyu yönetiminde kentlere büyük katkı sağlayan yeşil altyapı sistemleri ekolojik tabanlı bir planlama yaklaşımı olarak görülmektedir. Rekreasyon, mühendislik, halkın bilinçlendirilmesi gibi faaliyetlere ihtiyaç duyabilmektedir. Çeşitli konuların entegrasyonunda disiplinler arası kopukluklar görülse de kentler için pratik, uygulanabilir ve yenilikçi projelerde katkı sağlamaktadır.

Çizelge 2.8: Yeşil altyapı uygulamalarının faydaları (CNT,2010).

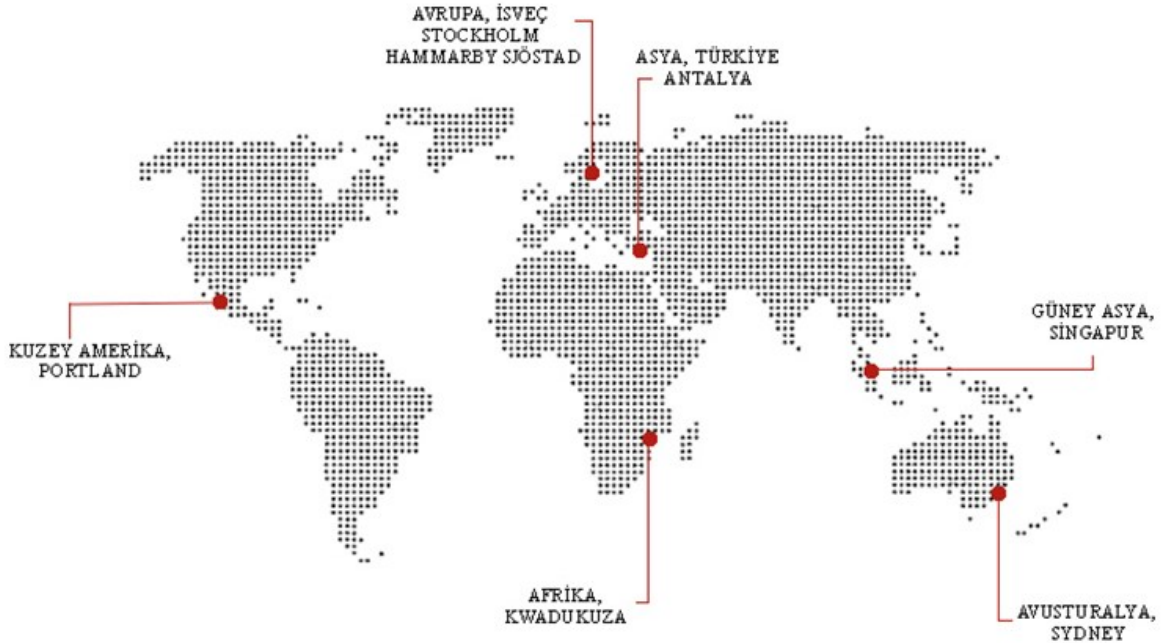
Uygulamalar						
Faydaları		Yeşil Çatılar	Bitkilendirme	Bioretention	Geçirimli Zemin	Su Biriktirme
Yağmursuyu akışını azaltır.	Su arıtım ihtiyacını azaltır.	+	+	+	+	+
	Su kalitesini artırır.	+	+	+	+	+
	Gri altyapı ihtiyacını azaltır.	+	+	+	+	+
	Taşkını azaltır.	+	+	+	+	+
Su teminini artırır.		-	-	*	*	+
Yer altı suyu beslenimini artırır.		-	*	*	-	*
Tuz kullanımını azaltır.		-	-	-	+	-
Enerji kullanımını azaltır.		+	+	-	*	*
Hava kalitesini iyileştirir.		+	+	+	+	*
Atmosferik Co ₂ 'yi azaltır.		+	+	+	+	*
Kentsel ısı adalarını azaltır.		+	+	+	+	-
Yaşam kalitesini artırır.	Estetiktir.	+	+	+	-	-
	Rekreasyonel alanları artırır.	*	+	+	-	-
	Gürültü kirliliğini azaltır.	+	+	*	+	-
	Sosyal dayanışmayı artırır.	*	+	*	-	-
	Kentsel tarıma katkı sağlar.	*	*	-	-	-
Habitatları geliştirir		+	+	+	-	-
Toplumsal eğitim olanakları sunar.		+	+	+	+	+
+ Evet - Hayır * Kısmen						

Bir veya birden çok problemi çözebilme özelliğine sahip yeşil altyapı sistemleri, katı kurallara sahip olmadan koşullara bağlı işlevsellik kazanabilmektedir. Kentlerin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinin sağladığı olanaklar, ekolojik, sosyal ve özellikle uzun vadede ekonomik geri dönüşlere olanak sağlamaktadır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmanın ana materyali, özgün çevre sorunları doğrultusunda geliştirdikleri sürdürülebilir kent stratejilerine yeşil altyapı sistemlerini entegre etme yaklaşımı benimseyen kentler oluşturmaktadır. Amerika, Avrupa, Asya, Avusturalya ve Afrika kıtalarından nüfus yoğunluğu kriterine göre kentler belirlenmiştir (şekil 3.1), (Çizelge 3.1). Seçilen kentler; Kuzey Amerika'nın Portland kenti, Avrupa'dan İsveç'in Stockholm kenti, Asya'dan Türkiye'nin Antalya kenti ve Güney Asya' da bir şehir devleti olan Singapur, Avustralya'dan Sydney ve son olarak Güney Afrika'dan KwaDukuza kenti belirlenmiştir.



Şekil 3.1: Kentlerin kıtalar üzerindeki konumları

Çizelge 3.1: Kentler ve Nüfus Yoğunlukları

Kıta	Ülke	Ülkelerin Kentleşme Oranı	Kent	Nüfus Yoğunluğu
Kuzey Amerika	Amerika Birleşik Devletleri	%0,95	Portland	666,453 (2021)
Avrupa	İsveç	%1,05	Stockholm	1.679.050 (2021)
Asya- Avrupa	Türkiye	%2,04	Antalya	2.328.555 (2020)
Güney Asya	Singapur Şehir Devleti	%1,39	Singapur	6.039.577 (2021)
Avustralya	Avusturalya	%1,43	Sydney	5.056.571 (2021)
Güney Afrika	Afrika	%1,97	KwaDukuza	276,719 (2016)

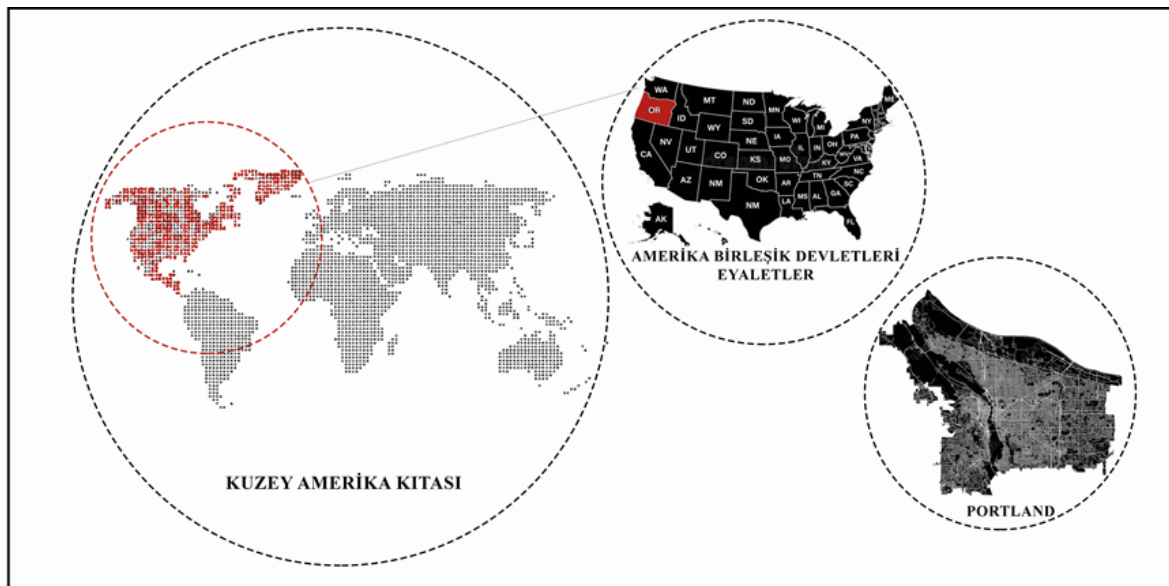
Kentlerin doğal, kültürel ve beşeri değerleri göz önünde bulundurarak, yeşil altyapı stratejileri ve uygulamaları değerlendirilmiştir. Çalışmanın kapsamı doğrultusunda kullanılan veri kaynakları aşağıdaki gibidir:

- Kıtaların ve kentlerin uydu fotoğrafları (Google Earth)
- Yazılı ve görsel literatür kaynakları
- Kentlere ait fotoğraflar
- Yeşil altyapı stratejileri
- Kentlere ait istatistik verileri (<https://data.oecd.org/>)

3.1.1. Çalışma alanı

Portland, Amerika Birleşik Devletleri

Kuzey Amerika kıtasında bulunan ve (Şekil 3.1)'de görsel konumu belirtilen, Amerika Birleşik Devletleri'nin Oregon Eyaleti'ne bağlı, Portland kenti; 45° 32' 13" Kuzey enlemleri ile 122° 39' 0" Batı boylamları arasında yer almaktadır ve ortalama 12 m rakıma sahiptir. Kentin yüzölçümü 375,5 km²(37,55 Ha)'dır. 2021 verilerine göre kentin nüfusu 666,453 kişi olarak bilinmektedir (URL-18). Köppen iklim sınıflandırmasına göre (Dfb) grubunda yer alan: Akdeniz iklimine sahip kentte, sıcak ve ılıman bir iklim hâkimdir. Kış ayları yaz ayına göre daha fazla yağış almaktadır. Kentin ortalama sıcaklığı 11.3 °C iken yıllık ortalama yağış miktarı ise; 1267mm'dir (URL-19).

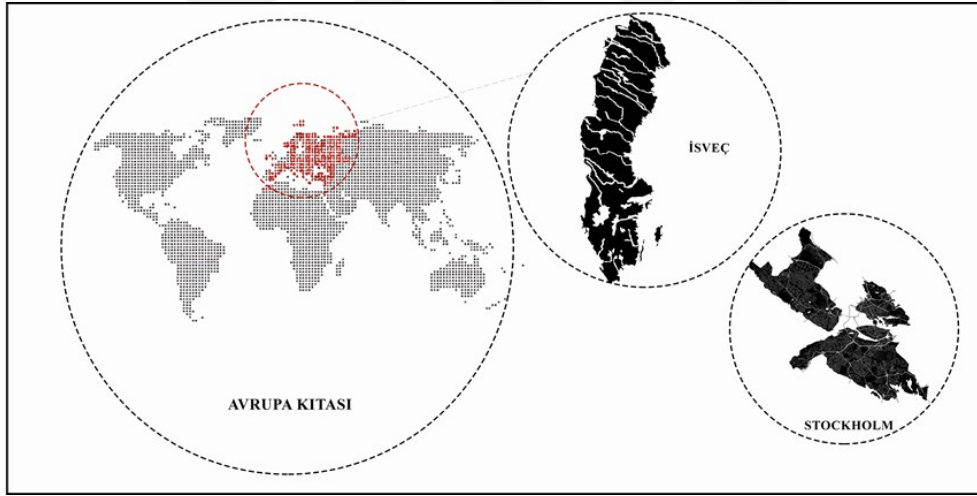


Şekil 3.2 : Portland'ın konumu.

Kent kamusal alanlarının fazlalığı ile dikkat çekmektedir. Kentte geniş yürüme alanları, bisiklet yolları ve bisikletin kullanım yoğunluğu, aynı zamanda toplu taşıma seçeneklerinin fazlalığı ile dikkat çekmektedir. 4000 hektarlık park alanı ve toplam 12,591 dönümlük yeşil alan miktarı ile dünyanın en fazla çevre bilincine sahip kenti olarak bilinen Portland'ın "Portland'ı doğal bırakalım." şeklinde bir sloganı vardır. Kent bu doğrultuda yeşil altyapı sistemlerinin doğaya entegrasyonunu da başarılı bir şekilde sağlamaktadır.

Stockholm, Hammarby Sjöstad, İsveç

Avrupa kıtasında bulunan (Şekil 3.2)'de görsel konumu belirtilen, İsveç'in başkenti Stockholm kenti; 59° 19' 58" Kuzey enlemi ile 18° 3' 52" Doğu boylamı arasında yer almaktadır. 26 m rakıma sahip kentin yüz ölçümü 187,74 km² (18,744 Ha)'dır. 2022 son verilerine göre kentin nüfusu, 1,679,050 kişidir (worldpopulationreview,2022). Köppen iklim sınıflandırmasına göre, (Dfb) grubuna dâhil Stockholm kenti, nemli kıta iklimine sahiptir. Kent kuzeyde yer almasına rağmen, yıl boyunca ılık ve yumuşak bir iklime sahiptir. Stockholm kentinin yıllık ortalama sıcaklığı 7.3 °C iken yıllık ortalama yağış miktarı ise 619mm'dir (Vikipedia).



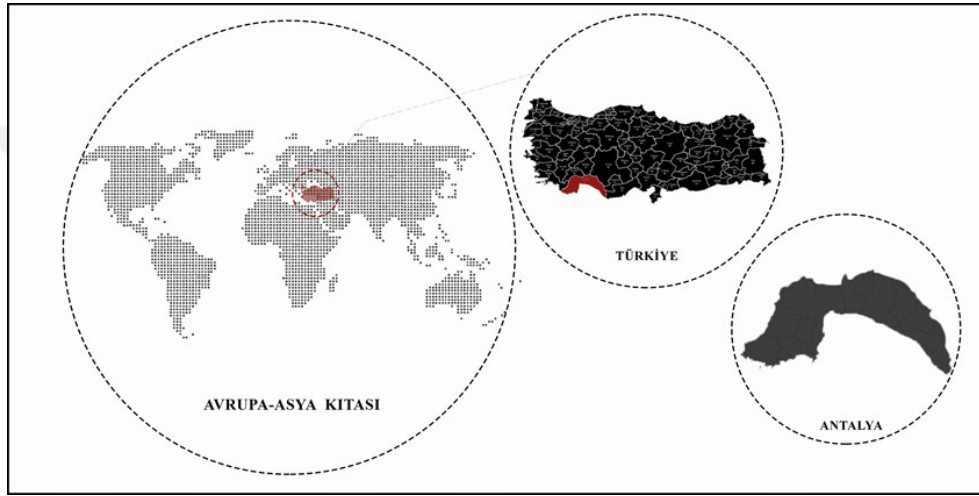
Şekil 3.3 : Stockholm Hammarby Sjöstad'ın konumu.

İsveç'in orta-güneydoğusunda yer alan Stockholm, Mälaren Gölü'nün Baltık Deniz'i ile birleştiği noktada kurulmuştur. Kentin merkezi Stockholm'ün takımadalarını temsil eden on dört adayı kapsamaktadır. Coğrafi kent merkezi su üzerinde olup Riddarfjärden Körfezi'nde yer almaktadır. Şehrin alanının onda üçü su yollarıyla kaplı olmasının yanı sıra, diğer onda üçlük kısmı parklar ve yeşil alanlarla kaplıdır. TravelBird tarafından yayınlanan verilere göre , Stockholm'de kişi başına düşen toplam yeşil alan 70.06 metrekareydi ve bunların çoğunluğu orman ve ormanlık (kişi başına 46.97 metrekare), ardından doğa koruma alanı (kişi başına 16.72

metrekare) oluşturmaktadır (URL-20). Bu yeşil alanlar sayesinde Stockholm, Avrupa başkentleri arasında en temiz havaya sahip şehirlerden biri olarak bilinmektedir.

Antalya, Türkiye Cumhuriyeti

Topraklarının büyük bölümü Anadolu'da küçük bir bölümüyle de Balkan Yarımadası'nın güneydoğu uzantısı olan Trakya'da yer alan Türkiye Cumhuriyeti'nin Akdeniz Bölgesi'nin batısında yer alan, (şekil 3,3)' de belirtilen Antalya kenti, 29° 20'-32°35' doğu boylamları ile 36° 07'-37° 29' kuzey enlemleri arasındadır. Kent 39m rakıma sahiptir ve 2020 TÜİK verilerine göre, il nüfusu 2,328,555 kişi ile Türkiye'nin beşinci büyük kenti olarak bilinmektedir.

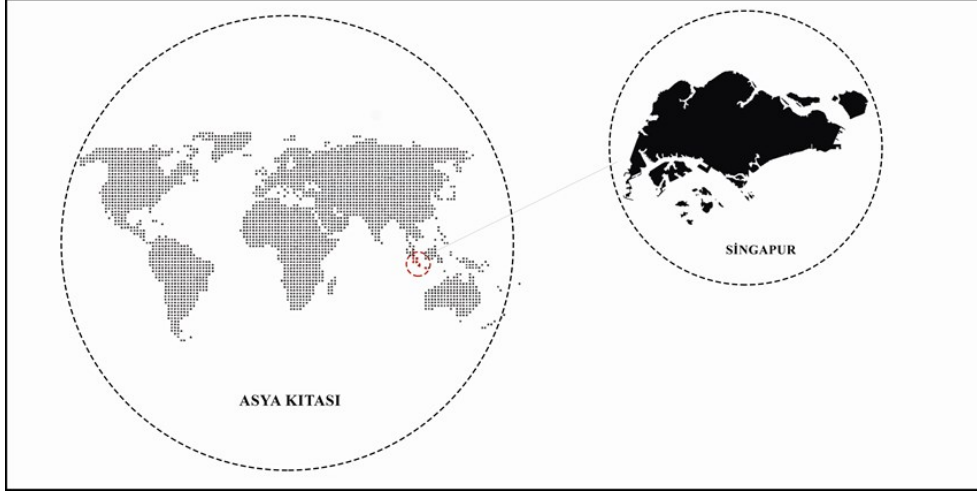


Şekil 3.4: Antalya'nın konumu

Antalya Körfezi ile Batı Torosların arasında kurulan kentin yüzölçümü, 20,723 km²(2,0723 Ha)'dir. Türkiye'de turizmin başkenti olarak görülen kent özellikle yaz aylarında birçok yerli ve yabancı turiste ev sahipliği yapmaktadır. Köppen iklim sınıflandırmasına göre, (Csa) iklim grubunda bulunan kent, Akdeniz iklimine sahip olup, yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları ise ılık ve yağışlı olarak geçmektedir (URL-21). Kentin yıllık ortalama sıcaklığı, 17.8 °C iken yıllık ortalama yağış miktarı, 856 mm'dir (URL-22). Antalya'da kişi başına düşen yeşil alan miktarı 4.4 metrekare olarak bilinmektedir (Ortaçesme ve diğ, 2017).

Singapur

Tropikal Güneydoğu Asya'da bulunan ve Malezya yarım adasının güney ucunda yer alan Singapur (Şekil 3.5) bir ada ülkesi ve şehir devletidir. 1°09 'K – 1°29' K enlemleri ve 103°36 'D – 104°25' D boylamları arasındadır (URL-23). 59m rakıma sahip şehir devletinin yüz ölçümü 728,6 km² (72,86 Ha)'dir. Singapur'un anakarası ve Malay Yarımadası'ndaki küçük adalardan oluşmaktadır (Oh ve diğ. 2018). 2019 verilerine göre kentin nüfusu, 5.703.600 kişidir.

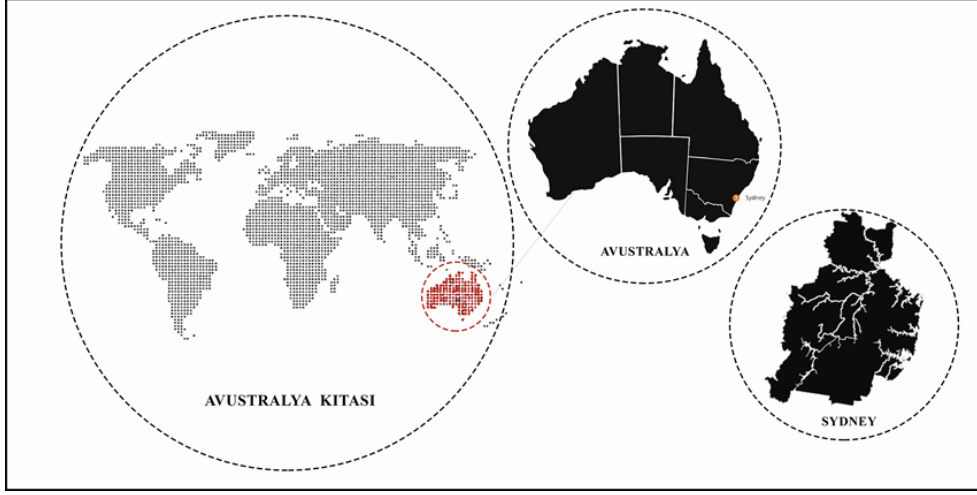


Şekil 3.5: Singapur'un konumu.

Singapur, Ekvator ve kıyı ortamına yakın coğrafi konumu nedeniyle tropikal iklime sahiptir. Çok yıllık yüksek sıcaklıklar, bağıl nem ve yağış ile tropikal iklime özgü düşük ortalama rüzgâr hızlarıyla karakterizedir. Köppen iklim sınıflandırmasına göre (Af) iklim grubuna dâhil kentte, yıl içerisinde sıcaklık 25°C ile 32°C arasında değişkenlik gösterirken nadiren 24°C altında ve 33°C üzerinde olur. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 2366mm olarak bilinmektedir. Singapur'un 1960'dan beri 'bahçe kent' anlayışından beslenerek, küreselleşmiş kent düzenini ekolojik bağlamda yeniden düzenlemeyi başarmış örnek ülkeler arasındadır. Kentin yeşil alan yüzdesi %47 olarak bilinmektedir.

Sydney, Avustralya

(Şekil 3.6)'da belirtilen, Güney yarım kürede yer alan ve Hint okyanusu ile Büyük okyanus arasında uzanan Avustralya'nın en eski yerleşim merkezlerinden biri olan Sydney, 33° 52' 0" Güney enlemi ile 151° 12' 0" Doğu boylamı arasında bulunmaktadır. 5m rakıma sahip kentin yüz ölçümü; 25,00 km² (2,500 Ha)'dır. 2022 verilerine göre kentin nüfusu 5,056,571 kişidir. Köppen iklim sınıflandırmasında (Cfa) grubuna dahil kentte, her mevsim yağışlı subtropikal iklim hakimdir. Ilıman iklime sahip kentte en kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. Kentin yıllık ortalama sıcaklığı 18.0 °C iken yıllık ortalama yağış miktarı, 912mm'dir.

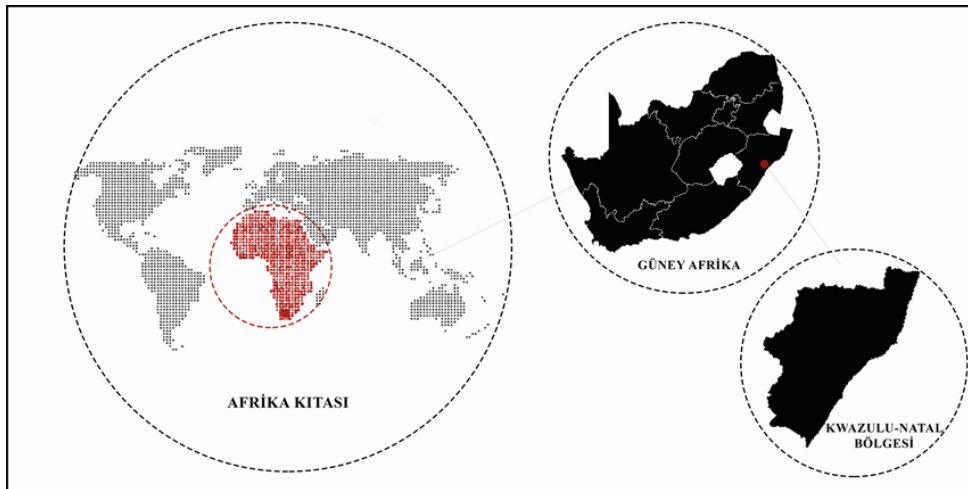


Şekil 3.6 : Sydney'in konumu.

Sydney, dünyanın en pahalı kentleri arasında olmasına rağmen dünyanın en yaşanabilir ilk on şehri arasında yer almaktadır. 2000 Yaz Olimpiyatları'na ev sahipliği yapan kent dünyanın en çok ziyaret edilen on beş şehri arasında yer almaktadır(Anthony, 2013, Wikipedia). 1.000.000 hektarın üzerinde doğa koruma alanı ve parka sahip olan kent yeşil altyapı sistemlerinde de başarılı çalışmalara imza atmaktadır. Kentin yeşil alan yüzdesi %46 olarak bilinmektedir.

KwaDukuza, Afrika

Güney Afrika'nın KwaZulu-Natal bölgesinde bir şehir olan KwaDukuza (şekil 3.7), 29 ° 27' Güney enlemi ve 31° 13' Doğu boylamı arasında bulunmaktadır. 734,96 km²'lik bir alana sahip kentin rakımı 60m olarak bilinmektedir. Kentin nüfusu 276,719 (2016) kişidir. Köppen iklim sınıflandırmasında (Cfa) grubunda yer alan kent nemli subtropikal iklime sahiptir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazla olan kentte, yıllık ortalama sıcaklık 20.9 °C iken yıllık ortalama yağış miktarı 893mm olarak bilinmektedir (URL- 24).



Şekil 3.7: KwaDukuza'nın konumu.

KwaDukuza kentinin arazisi büyük ölçüde orman parçaları (özellikle güneye bakan yamaçlarda), sulak alanlar ve nehir bitki örtüsü ile kesintiye uğrayan geniş kıyı şeridi otlak alanlarından oluşan bir mozaikle kaplanmıştır. Kent arazilerinde hali hazırda büyük ölçüde şeker kamışı ekimi hâkimdir.

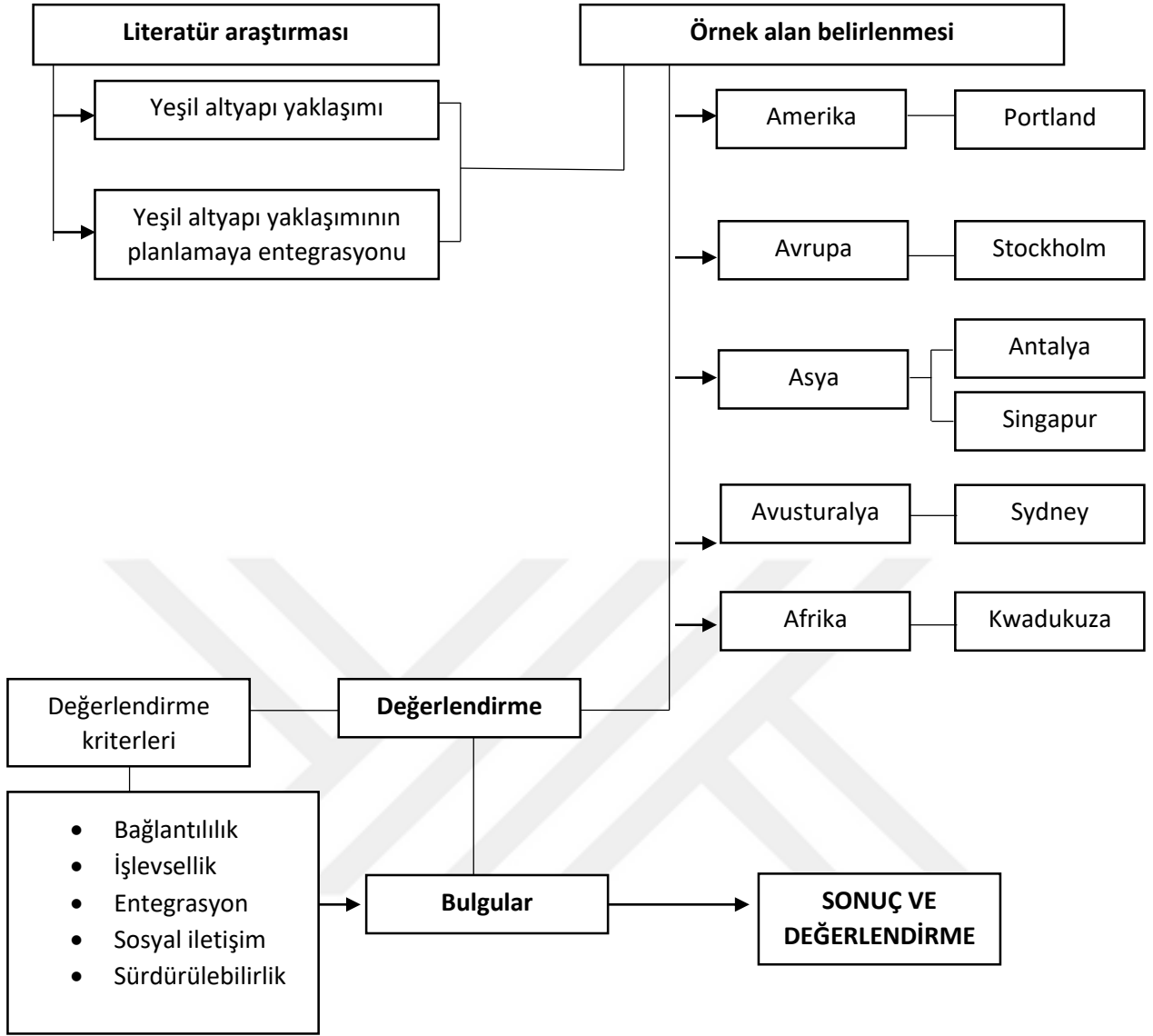
3.2. Yöntem

“Kentın Doğaya Entegrasyonunda Yeşil Altyapının Sağladığı Olanaklar” konulu tez çalışmasında ilk olarak, kentlerin kentleşme süreçleri, bu süreçlerin devamında gelen çevre sorunları ve bu sorunlara karşı kentlerde çevre duyarlı planlama yaklaşımları ele alınmış ve yeşil altyapı sistemleri hakkında literatür taraması yapılmıştır. Bu doğrultuda yeşil altyapı sistemlerinin gelişim süreci, temel ilkeleri irdelenmiş ve Benedict ve McMahon’ın yeşil altyapı ölçek ve ölçütlerinden yola çıkarak yeşil altyapı planlaması ve planlamada kullanılan yeşil altyapı unsurları üzerine çalışılmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında, yeşil altyapının entegrasyonunda sürdürülebilir kent planlamasında, yağmur suyu yönetimi ve kentlerdeki uygulama alanları, parklar, sokak ağaçlandırmaları, geçirgen yüzeyler, yeşil kaldırımlar, yeşil otoparklar, yeşil çatılar, dikey bahçeler, göletler, yağmur bahçeleri, bitki örtüsünden yapılan hendekler, ağaç kümeleri, yağmur varillerinin uygulama yöntemleri incelenmiş ve kentlere entegrasyonuna çalışılmıştır. Yeşil altyapı sistemlerinin avantaj ve dezavantajları incelenerek kentlere kısa ve uzun vadede ne tür olanaklar sağlayabileceği konusunda literatür taraması yapılmış ve özetlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü kısmında, kıtalar üzerinde hızla gelişmekte olan kentlerin karşılaştığı çevre sorunları doğrultusunda geliştirdikleri uygulama ve stratejiler ile sürdürülebilir kent yaklaşımında yeşil altyapı sistemlerinin entegrasyon süreçleri irdelenmiştir. Farklı kıtalardan seçilen kentlerin, farklı iklim ve demografik yapıları doğrultusunda geliştirdikleri yeşil altyapı sistemleri ile sürdürülebilir kent yaklaşımları, yazılı anlatımlar, haritalar ve Photoshop gibi bilgisayar yazılımları üzerinden anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü ve son kısmında ise, kıtalar üzerinden seçilen altı farklı kentin yeşil altyapı stratejilerinin kentlerin konum sosyo-ekonomik düzey ve iklimlerine göre kıyaslanmış, bağlantılık, işlevsellik, entegrasyon, sosyal iletişim ve sürdürülebilirlik gibi yeşil altyapının temel ilkeleri üzerinden değerlendirilmiş, aralarındaki benzerlik ve farklılıkların belirtilmiştir. Ekolojik bağlamda kentlerin ihtiyaçlarına değinilerek çözüm önerilerinde bulunulmuştur. Çalışmanın yöntem akış şeması şekil 3.2’ de sunulmuştur.



Şekil 3.8: Yöntem akış şeması.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

4.1.Kentsel Yeşil Altyapı Planlaması Mevcut Durum ve Uygulama Örnekleri

Kent sistemlerinin sürdürülebilirliği ve alan kullanımının planlamasını sağlamak açısından yeşil altyapı çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Dünyada birçok gelişmiş ülkede yeşil altyapı, kentsel planlama çalışmalarında aktif olarak kullanılmaktadır. Yeşil altyapı sistemleri doğal, yarı-doğal ve kültürel alanların stratejik olarak planlanmış ağlarıdır. (Tülek ve Ersoy Mirci, 2019). Dünyada ve Türkiye’de ses getiren yeşil altyapı uygulama ve planlama çalışmaları incelenmiş ve yeşil altyapı sistemlerinin kente kattığı ekolojik ve ekonomik getiriler belirtilerek aynı zamanda sosyal ağları nasıl etkilediği gözlemlenmiştir.

4.1.1.Portland,’ın yeşil altyapı sistemi planı, ABD

Amerika Birleşik Devletlerine bağlı Oregon Eyaleti’nin en büyük kenti olan Portland, başta yağmur suyu yönetimindeki başarılı çalışmaları olmak üzere yeşil altyapı tekniklerinin de uygulandığı örnek gösterilen bir kenttir. Bu kentte uzun zamandır çok kapsamlı yeşil altyapı uygulamaları yapılmaktadır. Kent yeşil altyapı uygulamalarıyla birçok ödül alırken bu konudaki başarılarıyla diğer kentlere öncülük etmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri’nin kuzeybatı pasifik kıyısında yer alan Portland, yıl boyunca genellikle kapalı ve yağışlı bir havaya ev sahipliği yapmaktadır. Birim miktara düşen yağışın fazla olması sebebiyle yeşil altyapı çalışmalarının başında yağmur suyu kontrolünün sağlanması gelmektedir. Aynı zamanda büyük yeşil alanlara sahip kent, yeşil altyapı uygulamaları ile yeşilin kentin birçok noktasına erişimi sağlanmıştır (URL-25).

1990’lı yılların başından itibaren kentteki büyüme göz önüne alınarak başta yağmur suyu kontrolü olmak üzere altyapıdaki mevcut eksikliklerin giderilmesi ve bu eksikliklerin yeşil altyapı sistemleri ile çözülmesi adına programlar oluşturulmuş ve bir gelişim planı hazırlanmaya başlanmıştır. Portland Çevre Hizmetleri Servisi (Portland Bureau of Environmental Services) su yönetiminin sağlanmasında doğal bitkiler ile oluşturulan bitki hendekleri ile oldukça başarılı sonuçlar edildiği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda Portland boyunca; bitkilendirme çalışmaları, sokak ağaçlandırmaları, kaldırım uzantıları, yağmur suyu iniş boruları, yağmur bahçeleri, bitki hendekleri, otoparklar, parklar, okul bahçeleri, oyun alanları, geçirimli döşemeler, yeşil sokaklar, yeşil çatılar, yağmur depoları gibi yeşil altyapı uygulamaları yapılmıştır (American Planning Association, 2008).

Yağmur suyu yönetimi kapsamında 1991-2011 yılları arasında uygulanan birleşik kanalizasyon sistemi (combine sewer overflow/CSO) ile her yıl 18 milyar litre suyun akış hacmi kontrol altına alındığı belirtilerek, 2050 yılına kadar 600 dönümlük alanın daha bu sistemle yönetilmesi planlanmıştır. Yağmur suyu kontrolü kapsamında 1993-2011 yılları arasında 26.000 yapıya 56.000 üzerinde uygulanan bir diğer yöntem olan, içten bağlantısız/ dışarıdan uygulanan yağmur suyu iniş boruları (disconnected downspout) ile 4,5 milyar litre yağmur suyu birleşik kanalizasyon sisteminin dışında tutulmuştur (Wethington,2015). 1993 yılında yağmur suyu yönetimi gelişim planı kapsamında oluşturulan ‘Disconnected Downspout Programı’ ile bölgede ikamet edenlere yapılarında bu uygulamayı yaptırmaları üzerine devlet tarafından yardım ve teşvikler yapılmıştır (URL- 26).

Portland’ın yeşil altyapı uygulamalarından önce kombine bir kanalizasyon sistemine sahip olduğu bilinmektedir. Günümüzde hala kombine sisteme sahip bölgeler bulunmaktadır. Ancak yeşil altyapı sistemlerinin uygulanması, kanalizasyon sistemlerindeki problemlerin bir kısmının giderilmesinde ve taşmanın azalmasına yardımcı olmaktadır. Hâlihazırda birleşik bir kanalizasyon ile inşa edilmiş bir kentte yeşil altyapıya tam olarak geçiş yapılmasının neredeyse imkânsız olduğu bilinmektedir. Fakat yeşil altyapı tamamlayıcı bir unsur olarak kentlerin ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirliğinde büyük rol oynamaktadır.

Günümüzde Portland, hem kanalizasyon hem de yağmur suyu yönetimini kombine bir kanalizasyon sistemi ile yürüttüğünden, kentin çok yağış alması durumunda, sistem boğulabilmekte ve çevreye tehlikeli atıkların yayılmasına neden olabilmektedir. Kentteki kanalizasyon borularının üçte biri 80 yaşın üzerinde olduğu bilinmektedir. Yeşil altyapı uygulamaları ile yağmur suları yönlendirilip taşkınların önüne geçilebilmektedir. Bu sayede yaşlanan boruları güncelleyerek oluşacak maliyetli boru altyapısından tasarruf edilebilmektedir.

Portland, yağmur suyunu yönetmek, su kalitesini korumak ve havza sağlığını iyileştirmek için yeşil sokakları, eko çatıları, ağaçları ve diğer yeşil altyapıyı kullanmaktadır. Kentsel akarsular, ormanlar ve sulak alanlar yağmur suyunu doğal olarak yönetir ve Portland'ın yeşil altyapısının bir parçasını oluşturduğu bilinmektedir.



CONNECTED DOWNSPOUT

BAĞLANTILI İNİŞ BORUSU



DISCONNECTED DOWNSPOUT

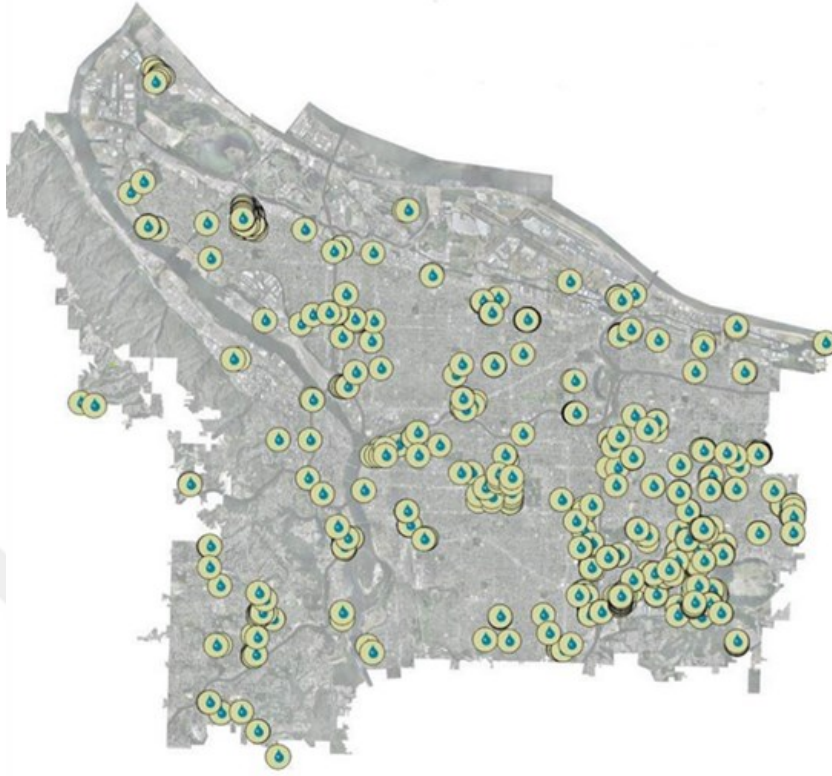
BAĞLANTISIZ İNİŞ BORUSU



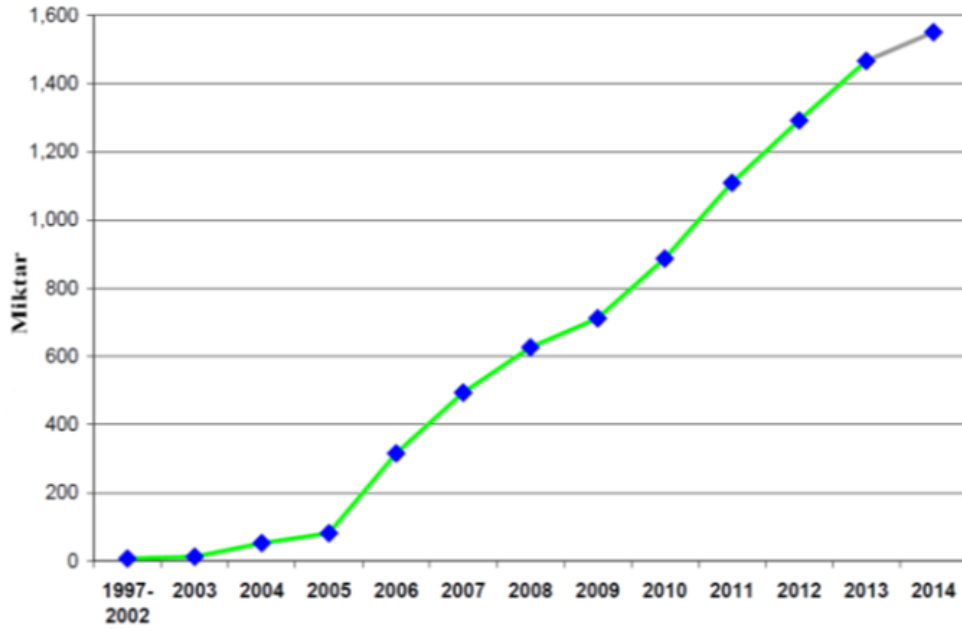
Şekil 4.1: Portland bağlantısız iniş borusu (Disconnected Downspout) uygulamaları
(Wethington,2015),(URL-27).

Kentte uygulanan yeşil sokak uygulamaları ile 1997-2012 yılları arasında 120 dönümlük alana 1300 yeşil sokak çalışması yapılmış ve geçirimsiz yüzeylerin kontrol altına alınması sağlanmıştır (Şekil 4.2).

Portland'ın Yeşil Sokakları



Şekil 4.2: Portland'ın yeşil sokakları (Wethington,2015).



Çizelge 4.1: Portland yeşil sokak uygulamalarının yıllara göre gelişimi (Wethington,2015).

(Şekil 4.3)'de verilen sokakta, yürüyüş yolu ile araç yolu arasındaki ayrımı sağlamak için oluşturulan çim alan, caddeden gelecek yağmur suyunu tutması amacıyla su tutucu bitkiler ile

yeniden tasarlanmıştır. Bu sayede çim alan hem daha canlı bir peyzaj tasarımına dönüşmüş hem de alanın su tutma kapasitesi arttırılmıştır.



Şekil 4.3:Yeşil sokak örneği N. Willamette & Denver (2005-2006) Portland Oregon, ABD örneği (Wethington,2015).

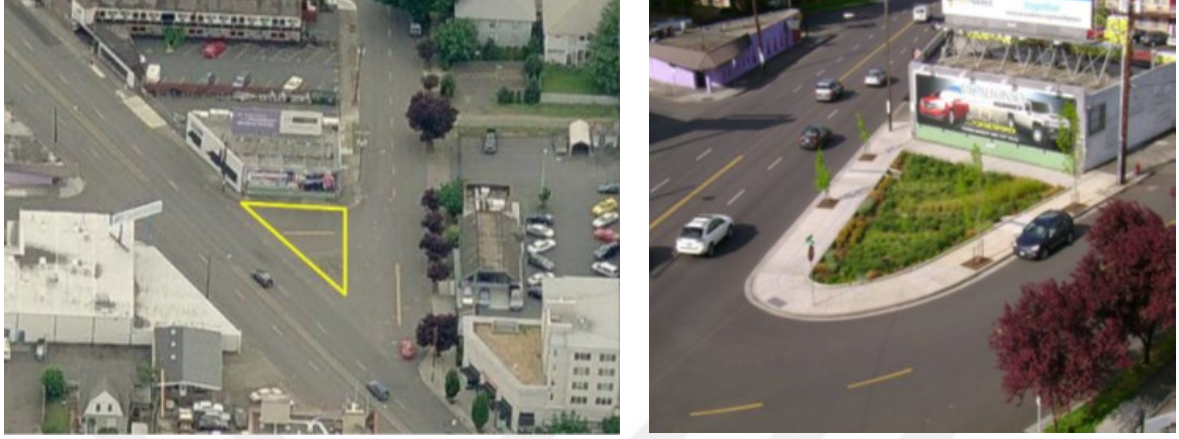
Yeşil altyapı sistemlerinin kente entegrasyonu küçük ölçeklerden büyük ölçeklere genişleyebilmektedir. Parçaların bütünü oluşturabileceği sürdürülebilir kent tasarımlarında yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılabilmektedir. Şekil(4.4)'de verilen kaldırım boyunca uzanan yeşil alanlar, yağmur suyu kontrolünde yardımcı ağaç bariyerler ve bitki kutuları ile suyun emilimine katkı sağlamaktadır.



Şekil 4.4:Yeşil kaldırım örneği SW 12th & Montgomery (2004-2005) Portland Oregon ABD örneği (Wethington,2015).

Yolların ve kaldırımların kesiştiği köşe noktaları kent içerisinde atıl alanlar oluşturabilmektedir. (Şekil 4.5)'da bulunan alan başta geçirimsiz beton yüzey ile kaplıyken, yeşil altyapı sistemlerinden yararlanarak bitkilendirilmiştir. Bitkilerle oluşturulan refüjde caddeden gelebilecek yağmur sularının yer altına sızması sağlanmış ve aynı zamanda kullanılan geçirgen

döşemeler yardımıyla sızma oranının artması sağlanmıştır. Bu sayede refüj hem yayaların güvenli bir şekilde kullanacakları bir alana dönüşmüş hem de kaldırım boyunca bitki kümeleri kullanılarak kent ekolojisine katkı sağlanmıştır.

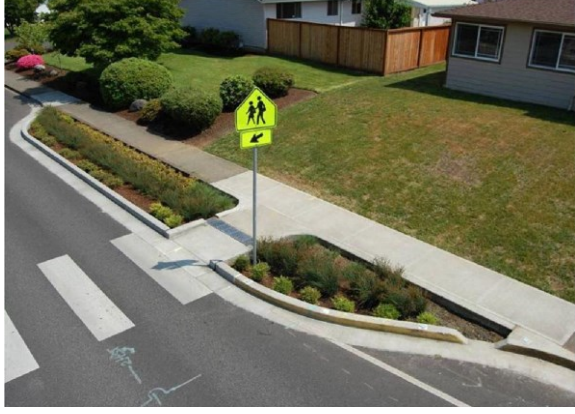


Şekil 4.5: NE Sandy& Davis Havzalar Portland Oregon ABD örneği (2007), (Wethington,2015).

Dünyada en çok kullanılan yeşil altyapı sistemleri uygulamalarından biri kaldırım uzantılarıdır. (Şekil 4.6) ve (Şekil 4.7)' verilen örnek alanlarda kent içerisinde entegre edilmiş kaldırım uzantıları mevcuttur. Bu uzantıların temel amacı caddeden gelen yağışı kaldırım kenarlarında oluşturulan cepler sayesinde tutmaktır. Yağmur suyunun sızmasını sağlayarak olası kanalizasyon taşkınları ve sel felaketleri gibi risklerin en aza indirilmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 4.6: NE Siskiyou & 35th kaldırım uzantıları (Curb Extensions) Portland Oregon ABD örneği (2003), (Wethington,2015).



Şekil 4.7:NE Fremont & 131st (sol) ve NE Everett & 16th (sağ) Kaldırım Uzantısı Portland Oregon ABD örnekleri (Wethington,2015).

Kentteki parklarda yağmur suyu kontrolü hesaplanmıştır ve bunun sonucunda bitkilendirme çalışmaları yapılmıştır. Parklarda geçirgen döşemeler, kaldırım uzantıları ve yağmur bahçeleri kullanılarak yüzey akışının sağlanması amaçlanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: PCC Climb Center Parkı (sol) Holman Pocket Park (sağ), Portland Oregon ABD örnekleri (Wethington,2015).

Kentte uygulanan otopark örneklerinde, kullanılan döşemelerle geçirgen yüzeyler oluşturulmuştur. Ağaç hendekler ve bitki kutuları ile yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılmıştır. Eğitim alanlarında yağmur bahçeleri uygulanarak hem yağmur suyu toplanmasına katkı sağlanmış hem de öğrencilerin ekolojik okur yazarlığına destek olması amaçlanmıştır (Şekil 4.9).

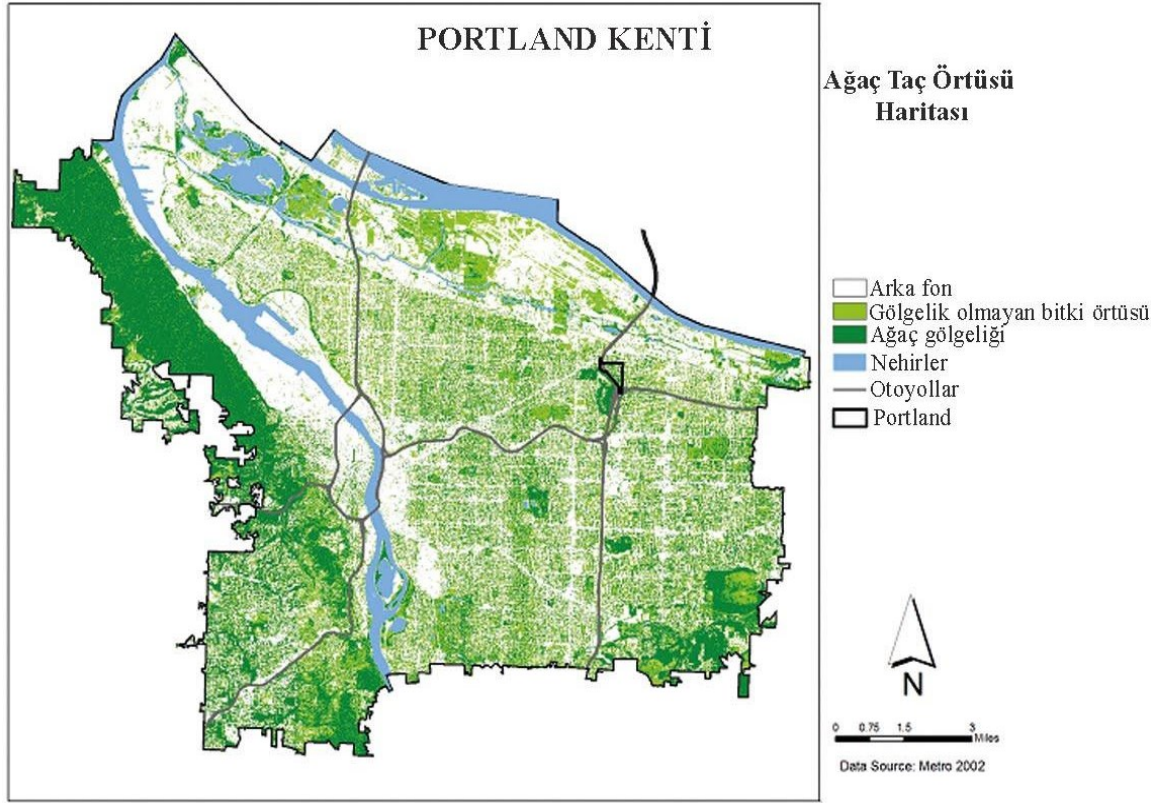


Şekil 4.9: Boys & Girls Club (Sol) ,Mt Tabor School Rain Garden(sağ),Portland Oegon, ABD, (Wethington,2015).

Yeşil altyapı sistemleri kapsamında kentte 2013 yılında toplam 17 dönümlük alanda, 150 çatı bahçesi ve 20 dönümlük alanda 370 adet yeşil çatı uygulaması yapılmıştır.



Şekil 4.10: Multnomah County Building (retrofit, 2004),(sol) ,Portland Building (retrofit, 2006) (sağ) çatı bahçesi örnekleri, Portland Oegon, ABD, (Wethington,2015).



Şekil 4.11: Portland kenti ağaç taç örtüsü haritası (URL- 28).

ABD'nin en kapsamlı ve gelişmiş yeşil altyapı çalışmalarını sürdüren kentlerden biri Portland kentidir. Yeşil altyapı sistemleri kapsamında kent genelinde homojen yeşil alanlar oluşturulması hedeflenmiş ve kentin yapı yoğunluğunun fazla olduğu bölgelere öncelik verilmiştir. Bu sayede yeşil sokak projesiyle; sokakların ağaçlandırılması, yeşil koridorların oluşturulması ve biyolojik çeşitliliğin artırılması hedeflenerek, yağış suyu yönetimine katkı sağlayan proje ve uygulamalar geliştirilmiştir. Kentin sahip olduğu doğal kaynaklar, altyapı, topografya, iklim koşulları gibi etkenler üzerinden kentin problemleri değerlendirilmiş ve bu problemler doğrultusunda kentin ihtiyacı olan iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Kentin yeşil altyapı sistemleri doğrultusunda diğer kentlerden ayıran önemli özelliği, cadde ve sokaklarda oluşturulan kaldırım uzantıları ve küçük ölçeklerde uygulanan yağmur bahçeleridir. Bu sayede hem ekolojik sürdürülebilirliğe katkı sağlanıp hem de yağmur suyunun drenajı sağlanabilmektedir. Diğer önemli uygulama ise, Amerika'da yaygın bir şekilde kullanılan, içten bağlantısız/dışardan uygulanan yağmur suyu iniş borularıdır (disconnected downspout). Bu sayede çatılardan gelen yağmur suları tutularak kanalizasyona gitmesi engellenerek hem kanalizasyon sisteminin çalışma yükü azaltılmakta hem de suyun bahçe sulaması gibi alanlarda kullanılarak içme suyu israfına engel olmaktadır. Bazı uygulamalarda ise, boruların ucunun

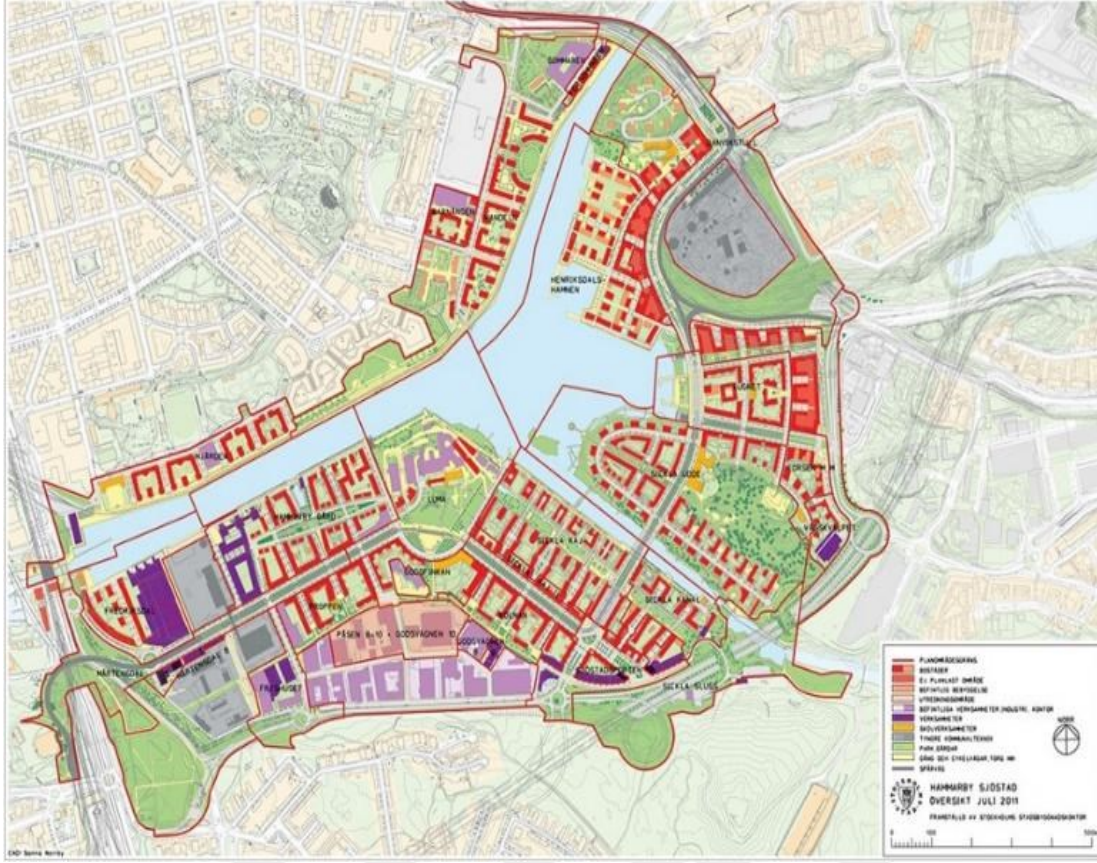
olduğu bölgelerde yeşil alanlar oluşturularak sızma oranı artırılmakta ve kentteki yeşil alanların artışına destek olmaktadır.

Çizelge 4.2: Portland yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.

P O R T L A D	YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI		
	Yağmur Suyu Hasadı	✓	Kaldırım uzantıları , Amerika’da sıkça kullanılan yöntemler arasında olup, cadde ve sokaklardan gelen yağmur sularının drene edilmesini sağlayarak suların kanalizasyon sistemlerine ulaşması engeller.
	Filtrasyon	✓	
	Geçirimli Yüzeyler	✓	
	Ağaçlandırma	✓	
	Yeşil Çatı	✓	Yağmur suyu iniş boruları , binanın dışından uygulanan iniş boruları ile yağmur suyunun kanalizasyona ulaşmasını engeller. Bu sayede 18 yılda 4,5 milyar litre yağmur suyunu kanalizasyon dışında kalması sağlanmaktadır.
	Park	✓	
	Gölet	-	
	Enerji Etkin Kullanımı	-	

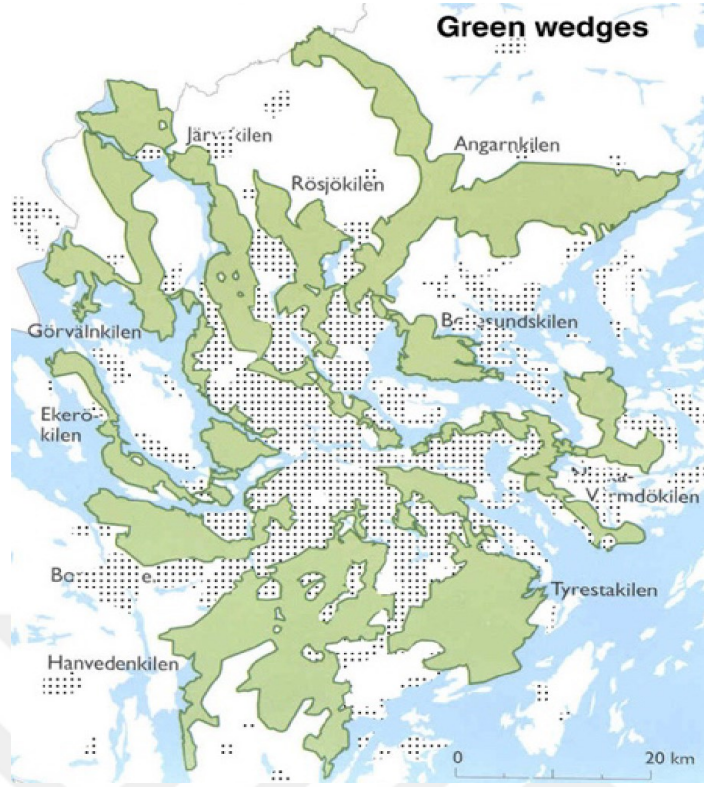
4.1.2. Stockholm, Hammarby Sjöstad, yeşil altyapı sistemi planı, İsveç

Hammarby Sjöstad, İsveç’in başkenti ve İskandinavya’nın en büyük şehri olan Stockholm’de yer almaktadır. Kent adını çevresindeki Hammarby Gölü’nden almıştır. Kent , 2004 yaz olimpiyat oyunları adaylığı çerçevesinde, sürdürülebilir yerleşim alanı yaratmak amacıyla geliştirilmiştir. Olimpiyat oyunları için sürdürülebilir olimpiyat köyü şeklinde yapılması düşünülen proje, oyunlar kazanılamayınca sürdürülebilir yerleşim yeri projesine dönüştürülmüştür. 1997 yılında başlanan proje ile Hammarby Sjöstad’ın iskele ve limanların bulunduğu eski endüstri bölgesinde kurulması ile ilgili planlar yapıldıktan sonraki ilk inşaatlar 2000 yılında tamamlanmıştır. 2018 yılına kadar 11.000 apartman, 25.000 kişi ve 10.000 iş yeri olması planlanmıştır. Hammarby Master Planı’nda da görüldüğü gibi projede bütünsel bir yaklaşımla geliştirilen bütüncül bir planlama yaklaşımı izlenmiştir (Yedekçi Arslan,2014). Şehrin güneyinde, göller, kanallar ve Baltık Denizi kenarında konumlanan Hammarby Sjöstad, eskiden fabrikaların yoğun olduğu bir sanayi ve liman bölgesi iken, günümüzde belediye, yatırımcılar ve çeşitli çevre örgütlerinin katkılarıyla Stockholm’ün en tercih edilen yerleşim bölgelerinden birine dönüşmüştür. (URL- 29).



Şekil 4.12: Hammarby Sjöstad Master Planı (Tsenkova, ve Haas, 2013).

İsveç 1960'lı yıllarda doğal kaynakların hızlı bir şekilde tüketildiğini iddia ederek, 1972'de Stockholm'de gerçekleştirilen çevre konulu ilk BM (Birleşmiş Milletler) konferansına ev sahipliği yapmıştır. İsveç 1990'dan bu zamana fosil enerji kaynaklarını bırakarak yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmış ve yerleşim projelerini "sürdürülebilirlik" kavramı üzerinden biçimlendirmektedir. Bu doğrultuda Stockholm, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından "2010 Yılı'nın Ekolojik Başkenti" olmaya hak kazanmıştır. İsveç'in başkenti Stockholm'de kent içinde eski bir sanayi bölgesi olan Hammarby Sjöstad, sürdürülebilir, sosyal, ekonomik ve ekolojik bağlantıların iyileştirilmesi hedefiyle kentsel dönüşüm projesi olarak yenilenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda kent içindeki atıl alanların işlevini artırarak, enerji ve kaynak verimliliği yüksek, toplu taşıma ve motorize olmayan ulaşım tercihleri ile entegre edilmiş alanlar haline dönüştürülmesi hedeflenmiştir (Suzuki ve diğ.,2010,Yedekçi Arslan,2014). Yapımı kısmen tamamlanmış olan bu projede, bölgedeki yenilenemez enerji kullanımı %28, su tüketimi %41 ve küresel ısınmaya katkı potansiyelleri %29 oranlarında azaltılmıştır. (Balaban, 2013).



Şekil 4.13: Stockholm yeşil altyapı haritası (Hepcan,2019).

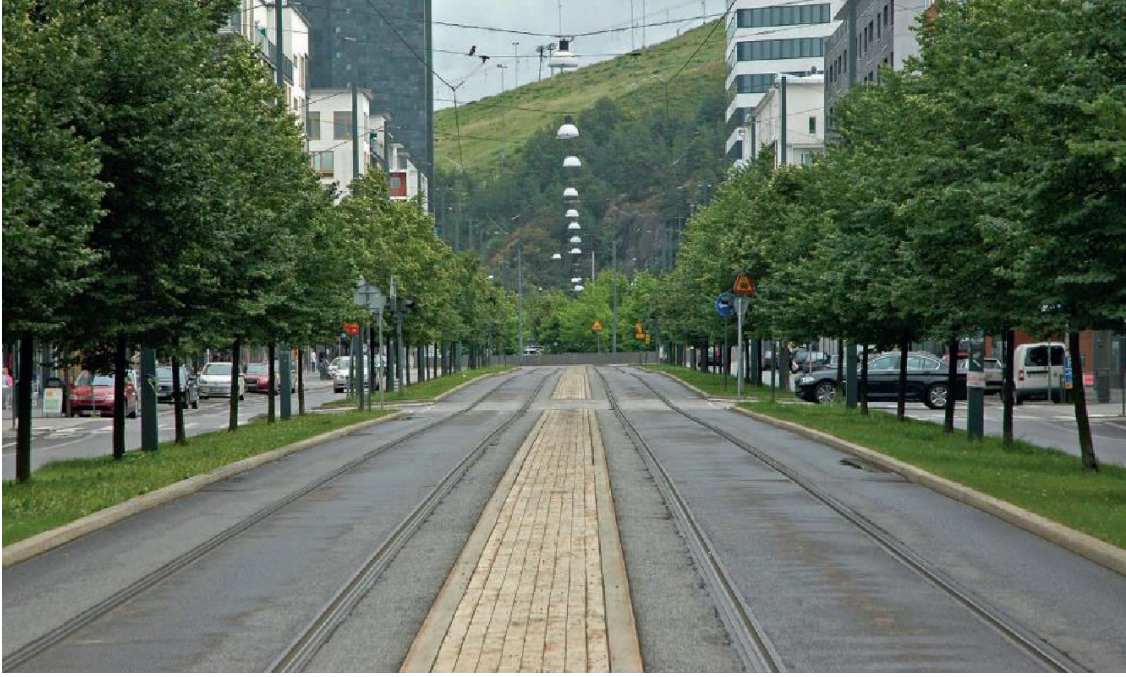


Şekil 4.14: Hammarby Sjöstad önceki durumu.

Boyle ve diğ (2012) 'ne göre eski ve bakımsız bir sanayi bölgesi olan Hammarby Sjöstad'ın sürdürülebilir bir kente dönüştürülebilmesi için yapılan yeşil altyapı sistemleri uygulamalarının amaçları; yerel düzeyde doğal döngüyü korumak, kaynak tüketimini minimum düzeye indirmek, enerji kullanımını azaltmak, temiz su tüketimini en aza indirmek, yapı malzemelerinin yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir malzemelerden tasarlamak, toprak zemininin temiz tutulmasını sağlamak, göl ekosistemini korumak ve iyileştirmek, ulaşım ihtiyaçlarının en aza inmesini sağlamak, insanlarda topluluk hissini oluşturmak ve ekolojik

sorumluluklara teşvik etmek, kentte yapılan çözümlemelerin maliyet artışına sebep olmamasını sağlamak ve her alanda sürdürülebilir gelişime katkı sağlamaktır.

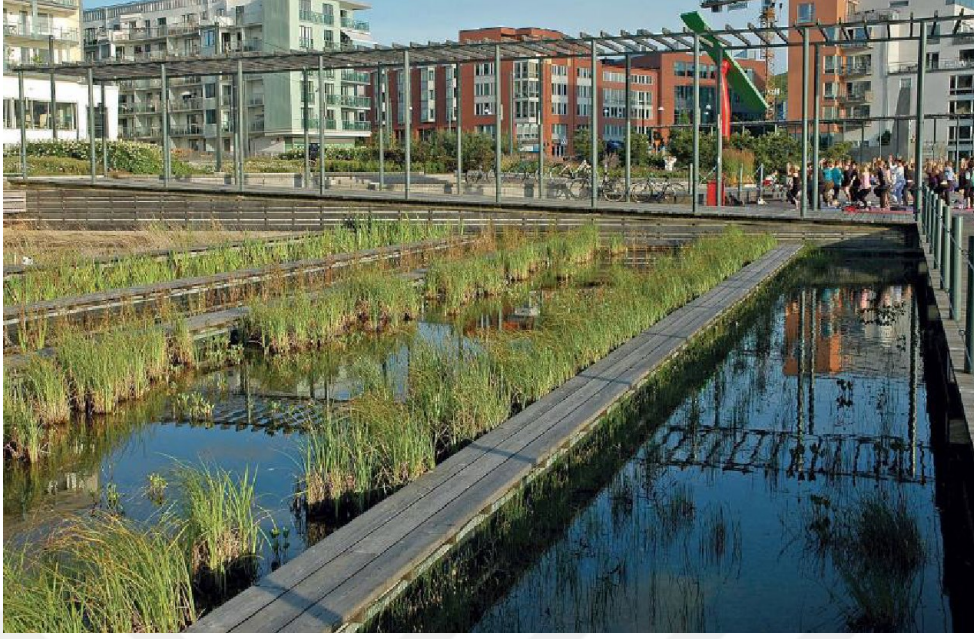
Hammarby Sjöstad'ın yeşil altyapı planlamasında en çok üstünde durulan konu yağmur suyu yönetimidir. Süzme, filtreleme, hendekler, açık kanallar, yağ/kum ayırıcı, işlenmiş toprak boyunca filtreleme, atık su arıtma tesisi ve suyu doğrudan boşaltma yöntemleri gibi sekiz farklı yağmur suyu arıtma yöntemi kullanılmaktadır.



Şekil 4.15: Caddede hendek kullanımı örneği (Austin, 2014).

(Şekil 4.15)'de filtre görevi yapan hendekler kullanılmıştır. Yolun ortasına 4,5 metre genişliğinde ve 2-2,5 metre derinliğinde kazılarak yerleştirilen hendekler, bez filtre ile sarılmış ve toprak ile kaplanmıştır. Sistem, günde yaklaşık 8000 aracın geçtiği caddeden ve park alanından gelen yağmur sularını göle boşalmadan önce filtrasyonunu sağlamaktadır. Aynı zamanda cadde boyunca yapılan ağaçlandırma ile çimlerin altında bulunan sızma yatakları suyun drenajını sağlamaktadır (Austin, 2014).

Yağmur suyu yönetiminde kullanılan bir diğer yöntem de Hammarby Gölü'dür. Sokaklardan gelen su akışı, su kalitesinin gelişmesi adına sulak alanlara, kanallara ve göllere yönlendirilmektedir. Suyun işlenmesinin büyük kısmı gölde yapılmaktadır. İlk olarak yağmur suyu yağ-su ayırıcısından geçer ve burada büyük parçacıklar yakalanarak sudan ayrıştırılır. Daha sonra su çökme (sedimentasyon) havuzuna akarak küçük parçacıkların havuzun altına yerleşmesi sağlanır ardından su serbest su yüzeyinin oluşturduğu sulak alana doğru akar. Doğru bitkilendirme ile kanalların kullanım performansının artması sağlanır (Austin, 2014).



Şekil 4.16: Yağmur suyu yönetiminde görev alan Hammarby Gölü (Austin, 2014).

(Şekil 4.17)'de verilen örnekte, yayaların kullanımına ait kamusal alanda bulunan kanal sayesinde, çatılardan, teras ve balkonlardan, sokaktan ve topraktan gelen suyu toplayarak, su akış hacminin düşmesi sağlanmaktadır.



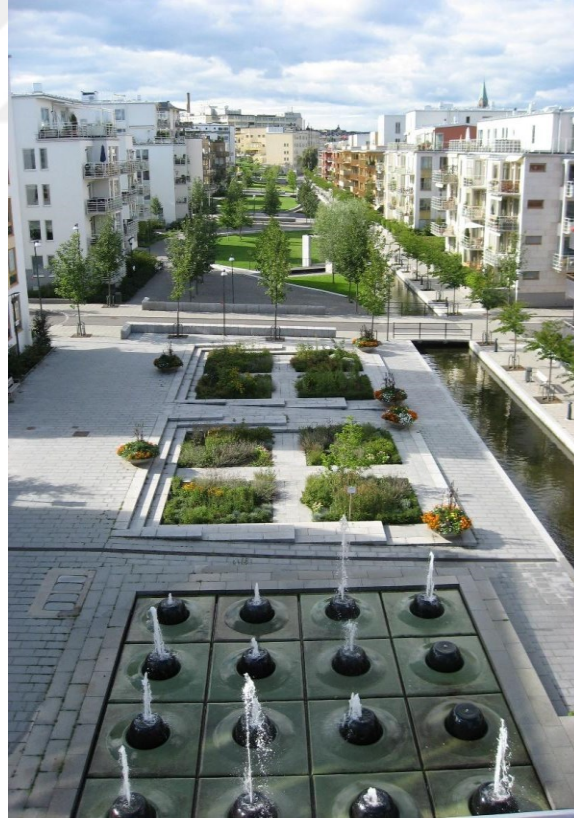
Şekil 4.17: Yağmur suyu yönetiminde yer alan kanal örneği (URL-30).

Hammarby Sisteminde kentsel peyzaj ile denge sağlayabilmek için, yeşil alanlar, parklar ve yürüyüş yolları kentin içinden geçmektedir. Yeşil altyapı kapsamında oluşturulan yeşil yüzeyler ve ağaçlandırma çalışmaları ile yağmur suyunun toplanarak kanalizasyona gitmesinin yerine

yer altına drene edilmesi sağlanmaktadır. Bitki örtüleri yağmur suyu ile taşınan kirli maddelerin filtrasyonuna katkı sağlamaktadır. Tüm bu sistemler sonucunda doğal peyzajlar korunarak yapılan kentsel tasarım çalışmaları doğaya entegre edilerek insanlarla buluşması sağlanmıştır.



Şekil 4.18: Hammarby Sjöstad Yeşil Alanlar Ağı Planı (Gaffney, A. ve diğ., 2007).



Şekil 4.19:Bitki kutuları, kanal ve ağaçlandırmadan oluşan açık alan tasarımı örneği (URL-

Hammarby Sjöstad'de yeşil altyapı kapsamında gerçekleştirilen diğer yöntem de yeşil çatı uygulamalarıdır. Sjöstad'deki bazı binalarda bulunan yeşil çatılar, yerel yağmur suyu arıtma zincirinin bir diğer halkasını oluşturmaktadır. Yeşil çatılar sayesinde yağış esnasında yağmur suyunu toplanır ve suyun akışı yavaşlatılır. Aynı zamanda, kullanılan sedum bitkileri, toplanan suyun buharlaşmasına katkı sağlarken kent manzarasına da yeşil alanlar sunmaktadır.

İsveç'te Aralık ayından Mart ayına kadar birçok bölgede ısının, sıfırın altına düşmesi yerleşimlerin ısınma ihtiyacını da artırmaktadır. Bu sebeple bölgesel merkezi ısıtma sistemi ve atık yakım teknolojisi ön plana çıkmıştır. Kent tesislerinde üretilen buhar ve sıcak su, yer altı borularıyla kentteki binalara aktarılmaktadır. Bu sayede evleri tek tek ısıtmaktansa bölgesel ısıtma yöntemiyle daha etkili bir sonuç elde edilmesi sağlanmıştır. Aynı zamanda karbondioksit salınımının diğer ısıtma yöntemlerine göre daha az olduğu belirlenmiştir. Mälaren gölü ile Baltık denizini bağlayan kanalın bir yakasında kurulan alanda, geniş pencere, balkonlu ve teraslı evler kente estetiklik kazandırmıştır (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Hammarby yapılar (Fränne,2007).

Evlerin önünde silindirik metal çöp kutuları bulunmaktadır. Kapakları farklı renkte olan silindirik borular, estetik görünüşlerinin yanı sıra çöplerin ilk aşamadan itibaren ayrılmasını sağlamakta ve günde iki defa hava basıncı sistemiyle yer altındaki boru sistemlerine boşaltılmaktadır (Gürler, 2003), (Şekil 4.21). Çöp kutularının kapaklarındaki kilitler sayesinde atıkların karıştırılmasının önüne geçilmektedir. Atıkların uygun çöp kutularına atılmaması

durumunda bina sakinlerine yıllık cezai yaptırımlar (yaklaşık 20.000 Euro) uygulanmakta ve bu cezalar tüm apartman sakinleri tarafından ödenmektedir. Aynı zamanda organik çöpler gübre üretim merkezine gönderilerek gübreye dönüşmesi sağlanmaktadır. Diğer çöpler ise yakılarak elde edilen enerji ısıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. Atık sıvılardan ise arıtma tesislerinde biyogaz elde edilerek evlerdeki ocaklarda ve belediye otobüslerinde kullanılması sağlanmaktadır (Fränne,2007).



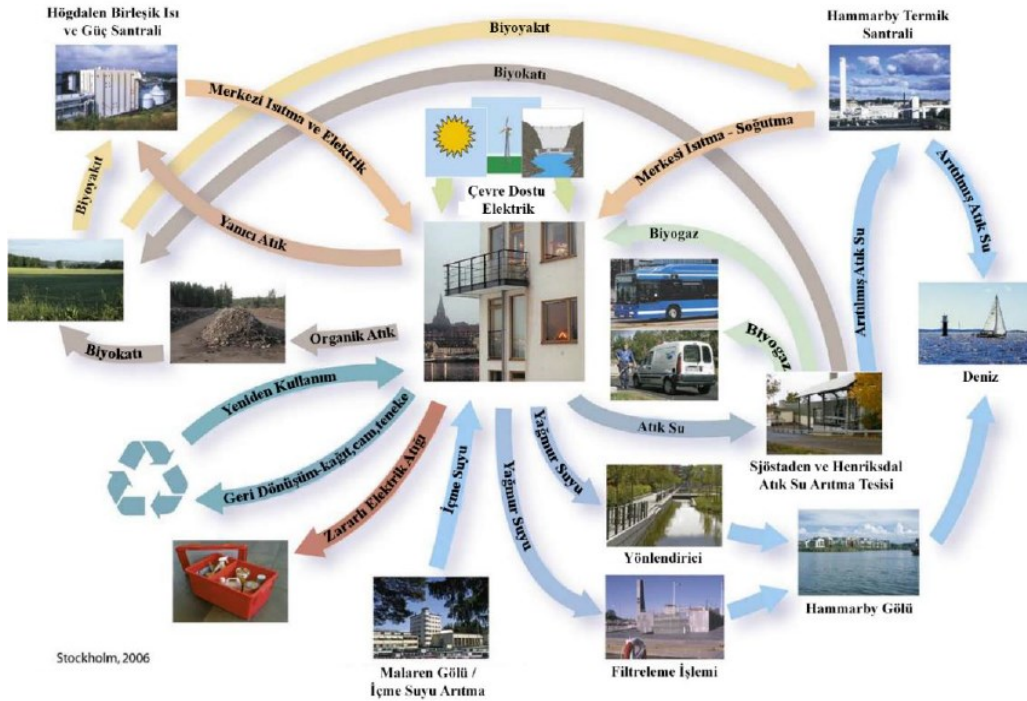
Şekil 4.21: . Kilitli metal çöp kutuları ve vakumlu ayrıştırılmış katı atık toplama sistemi (Fränne,2007).

Hammarby Sjöstad modeli gibi ekolojik yatırımlarla Stockholm'ün sera gazı salınının ülke ortalamasının neredeyse yarısına düşürüldüğü görülmektedir. Proje, arazinin verimli bir şekilde kullanılması, düşük karbondioksit salınımı sayesinde iklim değişikliği etkisinin azalması ve çevresel sürdürülebilirliği sağlayacak önlemler almasıyla tamamen ekolojik ve sürdürülebilir bir anlayış ile planlanmıştır.



Şekil 4.22: Hammarby Sjöstad düzenleme sonrasındaki durumu (Fränne,2007).

Otomatik yer altı atık toplama sistemi, merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri, güneş enerjisinden elde edilen sıcak su ve elektrik, evsel kanalizasyon suyu ve atıklardan elde edilen biyogaz, yüzey akış sularının toplanması ve filtrasyonu, binalarda üç camlı pencerelerin kullanılması ve çatı bahçeleriyle ısı yalıtımının sağlanması gibi çalışmalar Hammarby Planının bileşenlerini oluşturmaktadır.



Şekil 4.23: Ekolojik döngü ile hazırlanan Hammarby Modeli (Gaffney, ve diğ., 2007).

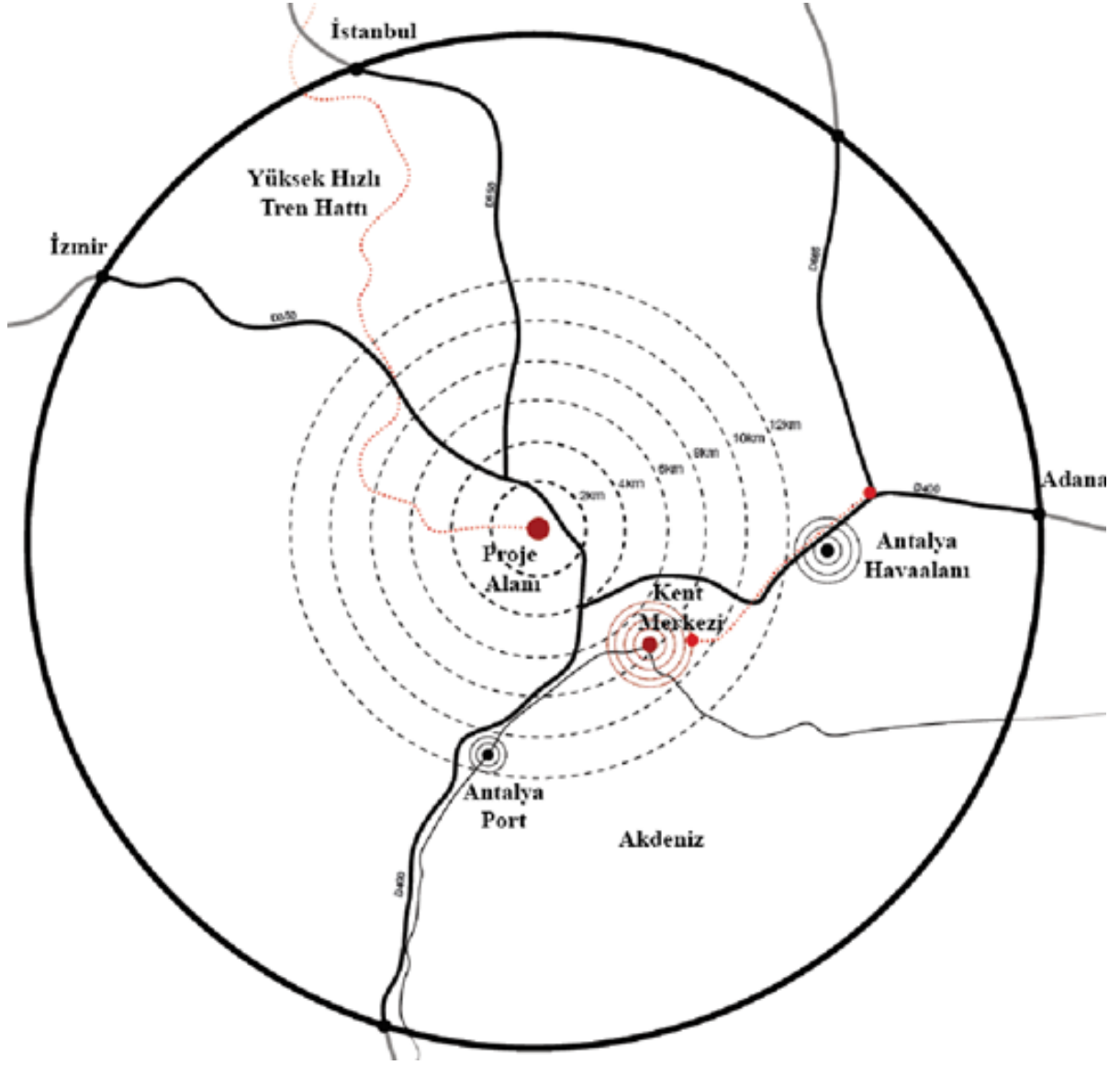
Hammarby Sjöstad yerleşim bölgesinde yeşil altyapı sistemlerinin pek çok uygulama örneği yer verilmiştir. Bölgenin mevcut yapısı gereği sahip olduğu kanallar sayesinde başta yağmur suyu yönetimi olmak üzere pek çok alanda kullanılmıştır. Kanallarda toplanan su burada arıtılırken, suda yaşayan canlılar için yaşam ortamı sağlanmaktadır. Kanallar ekolojik işlevlerinin yanında sağladıkları çeşitli rekreasyon fırsatları ile de değerlendirilmektedir. Aynı zamanda Stockholm’de geçmişte kirli ve birçok hastalığın nedeni olan Maleren Gölü’nü evsel atık sularından, endüstriyel kirlenmeden ve trafik sisteminden gelen yüzeysel akış sularından temizlemek otuz yıldan fazla zaman harcanmasına sebep olmuştur. Fakat günümüzde Maleren Gölü kentin ana su kaynağı haline gelmiştir.

Çizelge 4.3: Hammarby Sjöstad yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi

H A S M J M Ö A S R T B A Y D	YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI		
	Yağmur Suyu Hasadı	✓	Hendek kullanımı ile bölgede mevcut olan caddelerde filtrasyonu sağlayabilmek amacıyla yolun ortasında 4,5m genişliğinde ve 2,2,5m derinliğinde kazılarak hendekler bez filtre ile sarılarak üstü toprak ile kapatılmıştır. Bu sayede caddeden gelen yağmur sularının göle boşalmadan önce filtrasyonu sağlanmaktadır.
	Filtrasyon	✓	
	Geçirimli Yüzeyler	✓	
	Ağaçlandırma	✓	
	Yeşil Çatı	✓	Enerji etkin kullanımı ile otomatik yer altı atık toplama sistemi, yüzey akış sularının filtrelenerek toplanması, sürdürülebilir bina uygulaması, merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri, güneş enerjisi kullanımı, biyogaz üretimi gibi yeşil altyapı uygulamaları kullanılmıştır.
	Park	✓	
	Gölet	✓	
	Enerji Etkin Kullanımı	✓	

4.1.3. Antalya Green Hub Yeşil Altyapı Planlaması, Türkiye Cumhuriyeti

Kent uygun iklim koşulları ve turizm etkinlikleri sayesinde hızla gelişmiş ve bu gelişme beraberinde belirli altyapı sorunlarını da yanında getirmiştir. Bu doğrultuda kente yeni ve ekolojik bir soluk kazandırabilmek amacıyla Yüksek Mimar Alper Derinboğaz tarafından tasarlanmış Green Hub Projesi, Antalya’nın kent merkezinden 8 km uzaklığında bulunan Kepez ilçesinin 132 hektarlık ve kentsel dönüşüm alanı ilan edilen bölgesinde tasarlanmış sürdürülebilirlik temalı projedir. Kuzeyde Torosların eteğinde yer alan orman lekesi ile güneyde yer alan kentsel bölge arasında bulunan proje, konut, kamusal yapılar ve kamusal açık alanlardan oluşmaktadır. Projenin amacı kuzeyde yer alan yeşil dokunun kuzey-güney hattı boyunca devamlılığını ve sürdürülebilirliğini sağlamak ve alt merkez olarak işlev gören kendi kendine yeten bir bölge yaratmaktır. Proje doğrudan yeşil altyapı sistemleriyle ilişkilendirilemese de büyük oranda yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılmıştır (Semiz, 2016).



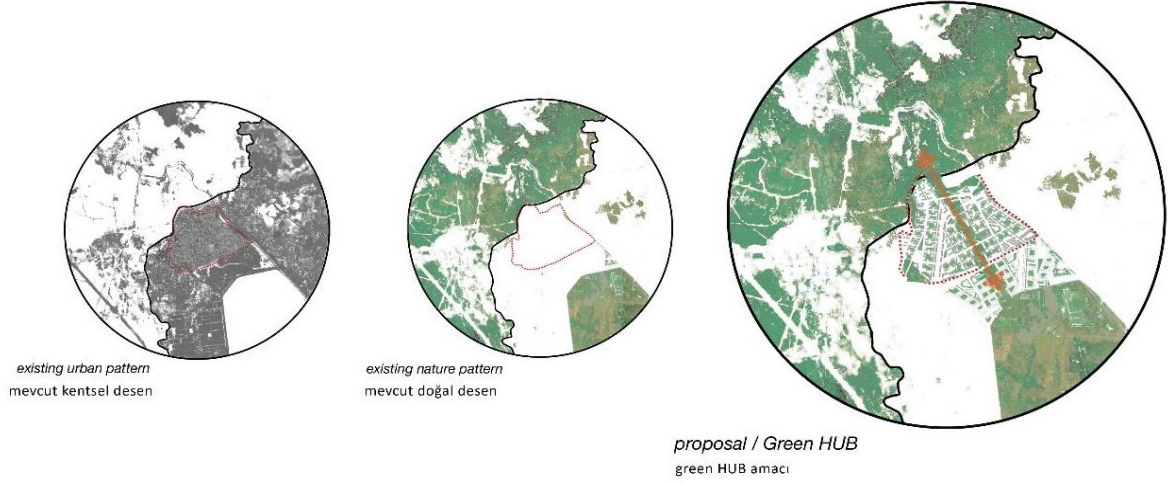
Şekil 4.24: Proje alanının Antalya kenti içindeki konumu (URL-31).

Projede sahilten başlayıp proje alanına doğru giden 6km’lik aks üzerinde bulunan Kültür Parkı, Akdeniz Üniversitesi Kampüsü, Dokuma Fabrikası ve Zeytinlik Bölgelerini içine alan ekolojik koridor planlanmıştır. Projenin uygulama aşamasından önce, planlanan ekolojik koridorun yeşil altyapı ağının temelini oluşturan doğal-ekolojik süreçlerin korunması ile biyolojik çeşitliliğin ve habitatların güçlendirilerek sürdürülebilirliğinin sağlanması bunun yanı sıra sosyal sürdürülebilirliğin desteklenmesi hedeflenmiştir.

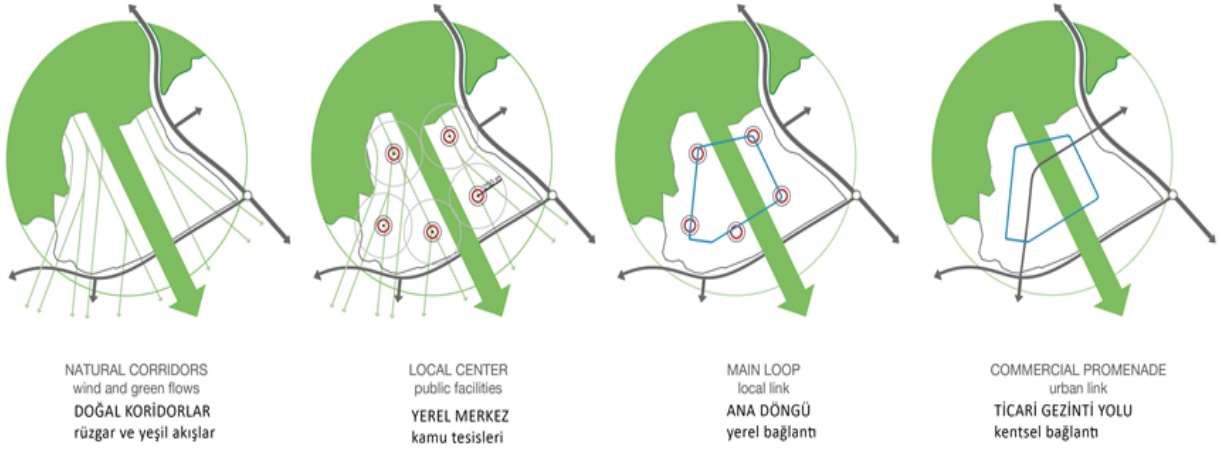


Şekil 4.25: Planlanan koridor aksı (URL-32).

Antalya'nın coğrafik özellikleri gereği bol yağış alması ve doğal yeşil alanlarının çokluğu, yeşil altyapı uygulamaları kapsamında değerlendirildiğinde kent sürdürülebilirliğine etkisi oldukça fazla olacağı belirtilmiştir. Merkezde yer alan tarihi doku kentleşmenin getirisi olarak merkezden uzaklaştıkça etkisini azalttığı gözlemlenmiştir. Kuzey sınır hattında yer alan orman dokusu ise kuzey/güney hattında şehir merkezi ile kurulması planlanan ekolojik bağlantı ile bu etkinin azalmasında rol oynayacağı düşünülmüştür (Semiz, 2016).

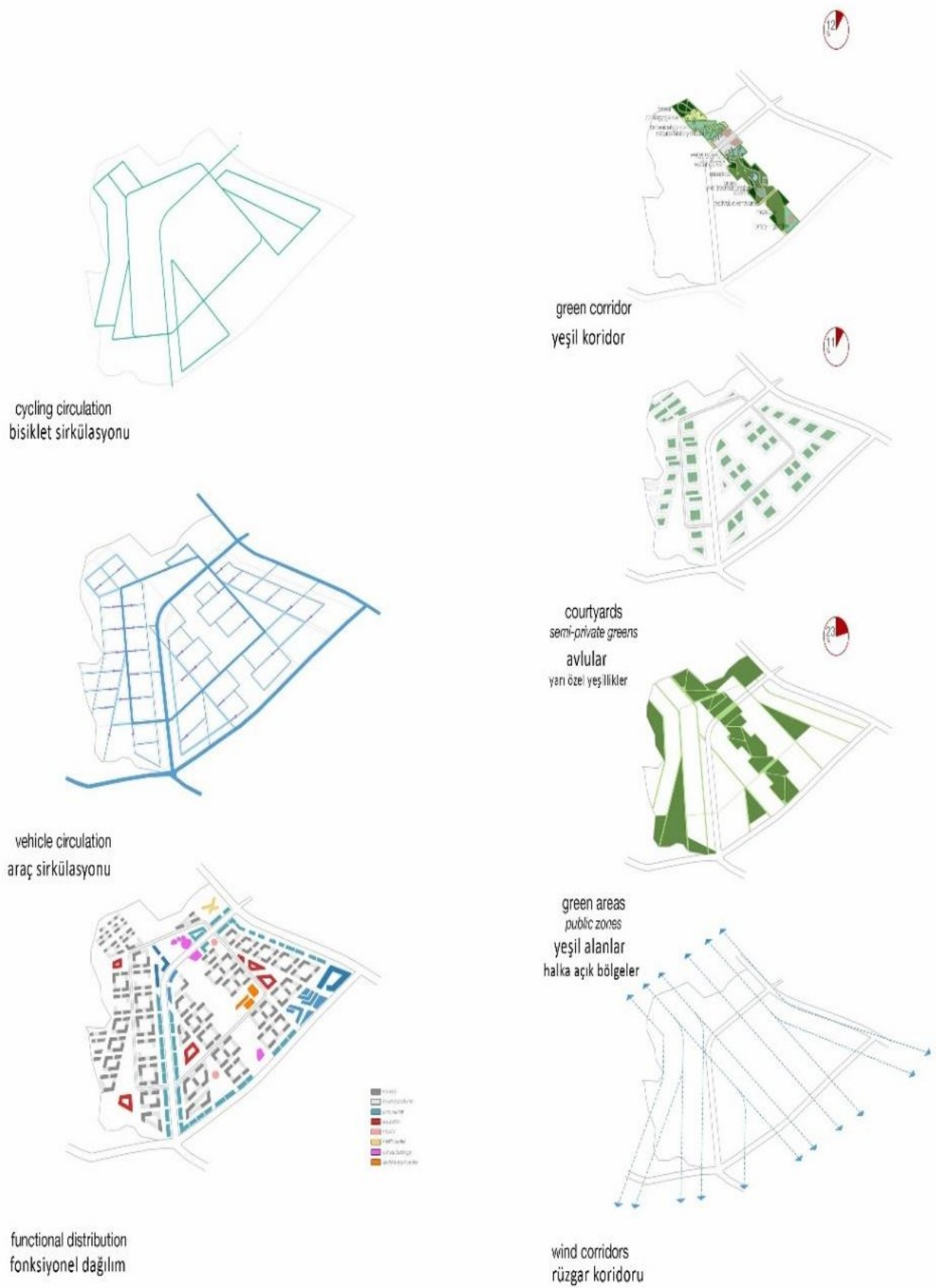


Şekil 4.26: Antalya Green Hub Projesi yeşil koridor stratejisi (URL-32).



Şekil 4.27: .Antalya Green Hub Projesi kavramsal evrim süreci (URL-32).

Alan planlamasında mevcuttaki yapı göz önünde bulundurularak eğim ve drenaj üzerine değerlendirilmiştir. Proje alanındaki yapılar hâkim rüzgâr yönünde konumlandırılmıştır. Bu sayede enerji kullanımından tasarruf edilmesi amaçlanmıştır. Proje alanı içerisinde toplam yeşil alan 260.584 m² olarak belirlenmiştir. Bu yeşil alan içerisinde zooloji, botanik bahçesi, açık müzeler, çayırılık alanlar, doğal peyzaj alanları, açık spor alanları, parklar, çocuk oyun alanları bulunmaktadır. Merkezde yer alan geniş yeşil alanın Toros'lar ile bağlantısı sağlanmaktadır. Projede her konutun kendine ait yeşil alanlarının bulunması hedeflenmiştir (Semiz, 2016).



Şekil 4.28: Planlanan Sirkülasyonlar ve yeşil alan dağılımları (URL-32).



Antalya kenti bol yağış alan bir bölgedir. Bu sebepten projede yağmur suyu yönetimi üzerinde durulmuştur. Alanda bulunan sokaklar ağaçlandırılarak hem kentteki peyzaj alanlarının artması hem de su akış kontrolünün sağlanması hedeflenmiştir. Kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde kullanılan geçirimsiz yüzeyler yağmur sularının sızma seviyesini düşürdüğünden, geçirimli yüzeyler kullanılarak yağmur suyunun filtrelenmesi amaçlanmıştır. Alanda ekolojik koridorun içinde bulunan gölün yağmur suyundan beslenmesi için drenaj sistemi ile bağlantısının sağlanması amaçlanmıştır. Bu sayede yağmur suyunun depolanması ve işlenmesi sağlanacaktır.

Antalya Green Hub projesi her ne kadar bir yeşil yol planlaması olsa da proje kapsamında yeşil altyapı sistemlerinden çokça yararlanılmıştır. Kentin kuzeyinde bulunan orman habitatı ile kıyı bölge arasında kalan kent dokusu yeşil kuşak ile tamamlanmak istenmiştir. Yeşil altyapı sistemlerinin temel amaçlarından olan biyolojik çeşitliliğin korunması, habitatların korunarak iyileştirilmesi stratejisini uygulamak amaçlanmıştır. Aynı zamanda Akdeniz ikliminin yaratmış olduğu hava koşullarında pasif havalandırma sistemleri ile doğal havalandırmanın sağlanması düşünülmüştür.

Gelişmekte olan Türkiye Cumhuriyeti, kentlerin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinin olanaklarından yararlanmayı amaçlamaktadır. Yeşil altyapı ve sürdürülebilir kentler için örnek bir proje olan Antalya Green Hub projesi hem diğer kentlere bir altlık görevi görmekte hem de üst ölçekten alt ölçeğe sürdürülebilir kentler yaratmanın önemini göstermektedir.

Çizelge 4.4: Antalya Green Hub yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi

A N T A L Y A	YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI		
	Yağmur Suyu Hasadı	-	Yeşil koridor ile Toros dağlarından sahile uzanan aks parçalı yeşil alanların birleşimini sağlarken yeşil altyapı sistemlerinden yararlanmıştır. Ekolojik çeşitlilik ve habitatın gerekli iyileşmeleri sağlanırken aynı zamanda insanlara yeni rekreasyonel alanlar sunarak sosyal kullanımların artması amaçlanmaktadır.
	Filtrasyon	✓	
	Geçirimli Yüzeyler	✓	
	Ağaçlandırma	✓	
	Yeşil Çatı	✓	Pasif havalandırma sistemi ile proje içinde yer alan yapıların hâkim rüzgâr yönüne göre konumlandırılması amaçlanmıştır. Bu sayede Akdeniz iklimin vermiş olduğu sıcak hava koşullarından doğal havalandırma kullanılarak enerji tasarrufunun sağlanması amaçlanmıştır. Pasif havalandırma sayesinde kentteki hava kalitesinin iyileşmesi amaçlanmaktadır.
	Park	✓	
	Gölet	✓	
	Enerji Etkin Kullanımı	✓	

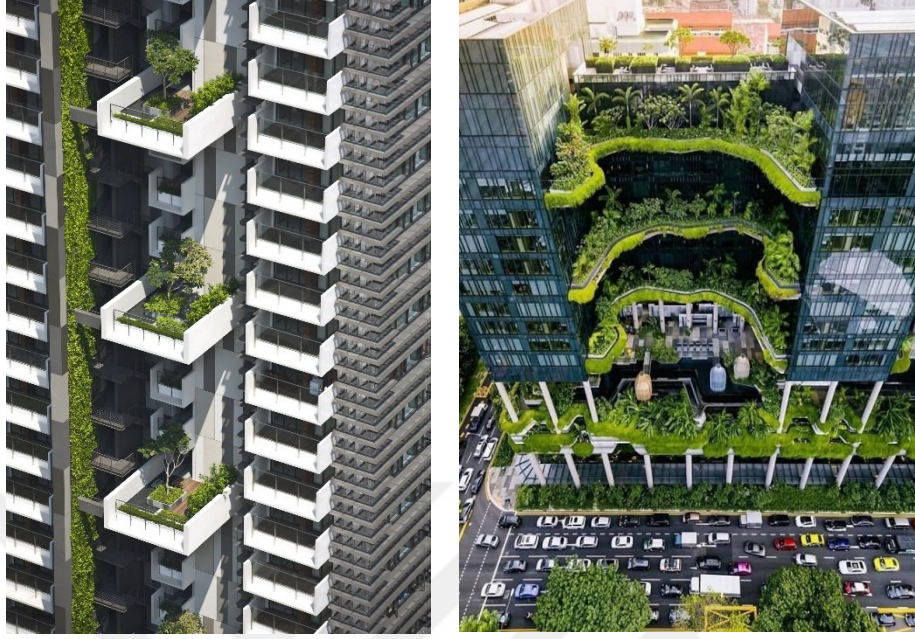
4.1.4. Singapur'un yeşil altyapı sistemi, Güney Asya

Güneydoğu Asya kentleri arasında en yeşil şehir olarak kabul edilen Singapur'un toplam toprak yüzeyinin %40'ı bitki örtüsüyle kaplı olduğu bilinmektedir. 1960 yılında Başbakan Lee Kuan Yew (1923-2015) himayesinde başlayan kampanya ile şehir parklarının ve yeşil alanların kentin yaşam kalitesine sağladığı katkılar göz önüne sunularak dünyadaki ilk "biyofilik kent" örneğinin ilk çalışmalarına başlanmıştır. Bununla birlikte doğal unsurların kentsel tasarımda ana bileşeni oluşturduğu ve doğaya entegrasyonunda "ağaçların, çiçeklerin, parkların ve biyo-çeşitlilik sağlayan ortamların içinde yer alan bir şehir" olma yolunda ilerlemiştir (Newman, 2014). 1970'lerden itibaren beş milyondan fazla ağacın dikilmesi ile Singapur'un yeşil alan hareketi 1980'lerin sonunda ada çapında bir yeşil koridor ağı önerisine dönüşmüştür. Friess (2017)'e göre; Singapur'un ulusal kimliğinin şekillenmesinde kilit rol oynayan "bahçe şehir" kavramı, kamusal alanlarda yeşil alanların ciddi bir artışına sebep olmuştur.

Sürdürülebilir Yapılı Çevre Ulusal Araştırma Merkezi (Sustainable Built Environment National Research Centre)'nin 2012 yılında yapmış olduğu çalışmaya göre, Singapur'un nüfusu 1986 ve 2010 yılları arasında 2,7 milyondan 5 milyona çıkarken, kentin yeşil bitki örtüsü %36'dan %47'ye yükselmiştir. 2002 yılında sürdürülebilir olma vizyonu ile bir hükümet planı olarak bilinen Singapur Yeşil Planı 2012 çalışmaları başlamıştır. Yeşil planın ana amacı kentin gelişimiyle tahrip olan doğal çevrenin korunması, flora ve faunanın iyileştirilerek yeni parklar ve yeşil bağlantılar ile doğa korumayı sağlamak amaçlanmıştır (Friess 2017). Kentin doğal cazibesinin yeşil altyapı tarafından üretilen çoklu faydaların belirlendiği mantığını takiben kentsel yeşil alanların erişilebilirliğine bağlı yaşam kalitesindeki iyileştirmelere odaklanmıştır. Nisan 2009'da, Bakanlıklar arası Sürdürülebilir Kalkınma Komitesi 2030'a kadar Singapur'un sürdürülebilir kalkınma çabalarına rehberlik etmek için yeni bir ulusal çerçeve başlatmıştır. 'Sürdürülebilir Singapur Tasarısı' olarak adlandırılan bu proje, önceki planlardan daha yüksek hedefler ile yeni girişimler başlatmıştır: Bunlar, Singapur'u bir "Bahçe Şehir"e dönüştürmek, minimum enerji kullanımı ve su verimliliği standartları getirmek, toplu taşımacılığın standartlarını ve etkinliğini artırmak ve bilgi paylaşımı için bir 'yaşanabilir şehirler merkezi' oluşturmaktır. Singapur kentindeki yeşil altyapı örnekleri aşağıda verilmiştir:

Yeni kentsel ekosistemler, binalar arasında ve bina yüzeylerinde doğal sistemler oluşturan uygulamalara sahiptir. Kentte yeterli yatay alanların olmadığı yerlerde, konaklama, iş gibi fonksiyonlara sahip gökdelenler ve tasarımlarında kullanılan duvarlar ve diğer dikey elemanların bulunduğu cepheler yeşil dokular ile kaplanarak hem bitkisel çeşitlilik sağlanmış

hem de tasarımın ön plana çıkmasına katkı sağlanmıştır. Aynı zamanda binaların ısı yalıtımlarına katkı sağlayarak enerji kullanımının azaltılması amaçlanmıştır.



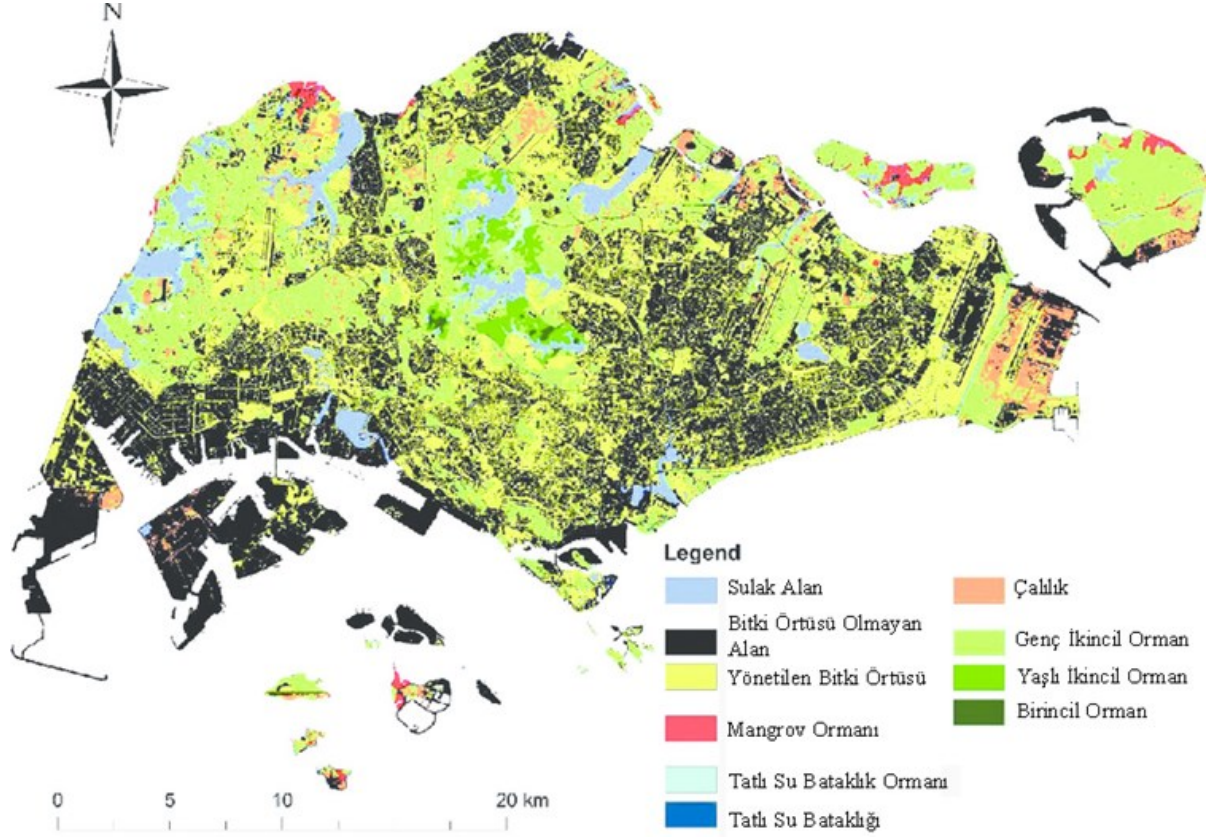
Şekil 4.31: Newton Suit (a), Singapur Park Royal Collection Otel Binası(b) yeşil bina ve dikey duvar örnekleri (URL-33).

Okul ve hastanelerin doğal malzemeler ile tasarlanması, doğal havalandırma, doğal aydınlatma ve doğadan ilham alan şekil ve formlar ile yapıyı çevreye dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede insanların doğa ile olan iletişiminin kuvvetlendiği bilinmektedir. Singapur’da faaliyet gösteren Hougang İlköğretim Okulu bu yapılardan biridir. 2001 yılında yeni binasına taşınan okulda, flora ve fauna göz ardı edilmeden çocukların doğa ile iç içe bir ortamda eğitim görmeleri amaçlanmıştır.



Şekil 4.32: Hougang İlköğretim Okulu, Singapur (URL-34).

Singapur’da bulunan orman ve ekolojik kasabalar, koloni bahçeleri, çiftlikler, kentte bulunan sosyal amaçlı kent çiftlikleri, hem sosyal hayatı zenginleştiren hem de kar amacı bulunmayan kentsel peyzajın entegre edilmiş halini temsil etmektedir.



Şekil 4.33: Singapur'un düzenlenmiş bitki örtüsü haritası. (Yee ve diğ., 2011).

Çizelge 4.5: Singapur’un yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi

YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI			
S İ N G A P U R	Yağmur Suyu Hasadı	✓	Bahçe şehir, Kentleşmenin getirisinden kaynaklanan problemleri çözmek için yeşil çatı uygulamalarıyla bahçe şehir projesini hayata geçirip, kentin geçirgen yüzeylerini artırmayı, yeşil altyapıyı besleyerek su kaynaklarının %35’ine katkı sağlamaktadır.
	Filtrasyon	✓	
	Geçirimli Yüzeyler	✓	
	Ağaçlandırma	✓	
	Yeşil Çatı	✓	
	Park	✓	
	Gölet	✓	
	Enerji Etkin Kullanımı	✓	

4.1.5 Sydney'in yeşil ızgara sistemi planı, Avusturalya

Sydney, sürdürülebilir kentsel planlama kapsamında ‘‘Sydney Green Grid’’ projesiyle kapsamlı bir yeşil altyapı sistemine sahiptir. Proje kapsamında rekreasyon, biyoçeşitlilik ve su yolu sağlığını destekleyen yüksek kaliteli açık alanlar ağının yaratılmasını desteklemektedir. Green Grid stratejisi ile ilçe ve yerel merkezler, toplu ulaşım merkezleri ve yerleşim alanlarını bağlayacak bir ağ sistemi oluşturmayı hedeflemiştir. Sydney Green Grid, hidrolojik, ekolojik ve kentsel dayanıklılığı yeşil altyapı aracılığıyla birleştirmeyi amaçlayan bir ağ sistemidir. Kentteki bu ağ sistemini oluşturmak için kent kendi içinde altı bölgeye ayrılarak, her bölge kendi içerisinde değerlendirilirken aynı zamanda bölgeler arası bağlantıların sağlanması ve koridorların oluşturulması hedeflenmiştir.



Şekil 4.34: Sydney Büyükşehir Bölgesi

Sydney nüfusunun 2054 yılına kadar %80 artması beklenmektedir. Bu Sydney metropolünde fazladan üç milyon insanın yaşaması ve çalışması anlamına gelmektedir. Nüfus yoğunluğu arttıkça, yapılı çevrenin dünyanın en farklı ve yaşanabilir şehirlerinden biri olarak kalmasını sağlamak için şekillendirmeyi amaçlamaktadır. Yeşil alanların, yaşanabilirlik açısından önemli bir özellik olduğunu kabul eden Sydney Green Grid, şehir merkezlerini, toplu taşıma ağlarını

ve yerleşim alanlarını birbirine bağlayan yüksek kaliteli yeşil alanlar ağının oluşturulmasını ve sağlamlaştırılmasını önermektedir. Bu projenin amacı, Sydney kentinin pek çok yeşil ve sulak alana sahip olmasına rağmen, alanlar arasındaki bağlantı eksikliğini kapatarak, kapsamlı bir şekilde başta hayat kalitesi olmak üzere çevreye ve ekonomiye katkılarını azami seviyeye çıkaracak alanlar yaratmaktır. Green Grid, ulusal, bölgesel ve yerel parklardan limana, okyanus sahillerine, sulak alanlara, nehirlere ve derelere, oyun alanlarına, oyun sahalarına, golf sahalarına ve mezarlıklara kadar tüm açık alanları içeren tasarım odaklı yeşil bir altyapıdır. Ayrıca, dere koridorları, ulaşım yolları, banliyö sokakları, patikalar ve bisiklet yolları geliştirilerek daha geniş kamusal alanda birbirine bağlı bağlantıların sağlanması planlanmıştır. Bu nedenle Green Grid, şehri serin tutacak, sağlıklı yaşam tarzlarını teşvik edecek, biyoçeşitliliği artıracak ve ekolojik esnekliği sağlayacak açık alan bağlantılı bir ağ sistemi olarak görülmektedir. Sydney Green Grid, büyüyen şehre hidrolojik, ekolojik ve rekreasyon hizmetleri sunacak ve sürdürülebilir büyümeye olanak tanıyacaktır. Grid, eğlence amaçlı açık alanlara, yürüyüş ve bisiklet yollarına ve aktif ve pasif dinlenme fırsatlarına gelişmiş erişim sağlayacaktır. Su kalitesinin yönetiminde, yağmur suyunun arıtılmasında ve sel riskinin yönetiminde kilit rol oynayacaktır. Mevcut ekolojik toplulukları koruyacak, birbirine bağlayacak aynı zamanda peyzaj ve kentsel kaliteyi iyileştirirken ısı, gürültü ve hava kirliliğinin etkilerini azaltma ve bunlara uyum sağlama yeteneğini geliştirecektir.

Sydney'in Green Grid hedefleri aşağıda belirtildiği gibidir:

- Açık alan türleri ve her bölge içindeki dağılımı hakkında genel bir bakış ve kanıta dayalı anlayış sağlanması.
- Bir vizyon oluşturmak ve stratejik fırsatları, bağlantıları ve önemli açık alan projelerini belirlemek.
- İlçe Büyüme ve Altyapı Planlarının hazırlanmasının desteklenmesi
- Yerel yönetim planlama girişimlerini ve açık alan stratejilerini desteklemek ve entegre etmek
- Kilit projelerin sunumunda devlet ve yerel hükümet kurumları, özel kalkınma ve özel açık alan yönetimi arasında yeni ortaklıklar için fırsatları teşvik etmek.

Sydney Green Grid projesinde kentin peyzaj faktörleri, rekreasyonel grid, ekolojik grid, hidrolojik grid ve tarım gridi olarak dört katmanda detaylı bir şekilde tasarlanmıştır.

Sydney'in Rekreasyonel Grid katmanı ile kentin doğaya entegrasyonunda aşağıdaki hedefler belirtilmiştir:

- Önemli bölgesel hedeflere, kıyılara, plajlara ve koylara bağlantıyı iyileştirmek, büyük parkların ve altyapının iyileştirilmesine yatırım yapmak, kamusal alanları iyileştirmek ve yeni açık alan hedefleri oluşturmak, ana yollar ve altyapı engelleri boyunca açık alana erişimi iyileştirmek, mevcut parkların canlandırılmasını sağlamak ve yüksek yoğunluklu alanlara özellikle odaklanarak, ilçelerde mevcut olan rekreasyon fırsatlarının çeşitliliğini iyileştirmek gibi hedefler ile açık alanlara erişimin artırılması amaçlanmıştır.
- Yürüme, bisiklete binme ve koşu gibi egzersiz ve alternatif ulaşım yöntemlerini kolaylaştıran kamusal alanda iyileştirmeler yoluyla aktif ve sağlıklı yaşamı teşvik etmek, açık alan ağlarını daha uzun vadeli ulaşım planlarıyla hizalamak, öncelikli yeşil koridorları korumak ve nehir ve dere koridorları boyunca yürüyüş yolları, bisiklet yolları ve açık alanlardan oluşan bir ağ oluşturmak, özellikle yüksek yoğunluklu bölgelerde ve çevresinde eğlence parkurlarının bağlana bilirliliğini ve okunabilirliğini geliştirmek gibi sürdürülebilir ulaşım bağlantılarını ve aktif yaşamı teşvik etmek hedeflenmiştir.
- Canlı, çok işlevli ve kalıcı kamusal alanlar yaratarak, yaya dostu, sosyal etkileşim ve rekreasyon yerleri olan çeşitli dinamik alanlar sağlamak ve önemli kentsel alanları veya varış noktalarını toplu taşıma fırsatları ve mevcut gelişme ile entegre ederek yüksek kaliteli ve aktif bir kamu alanı yaratmak amaçlanmıştır.

Sydney'in Ekolojik Grid katmanında kentin daha sürdürülebilir olması için aşağıdaki amaçlar belirlenmiştir:

- Su yollarını iyileştirerek, yeşil habitat koridorları oluşturarak ve tehlike altındaki ekolojik toplulukları koruyarak ilçelerin doğal kaynaklarını ve biyolojik çeşitliliğini korumak ve geliştirmek, önemli doğal, kültürel ve peyzaj mimarlarının içinde sosyal, kültürel, eğlence ve eğitim fırsatlarının zenginliğini teşvik etmek, su yollarının, özellikle de yoğun mühendislik gerektiren beton kaplamalı kanalların ekolojik değerini iyileştirmek, sulak alan habitatlarının restore ederek iyileştirmek ve erişilebilirliği artırmak, büyük ve küçük su yolları boyunca habitat ve biyolojik çeşitlilik bağlantıları sağlayan yeşil koridorlar oluşturarak doğal çevreyi koruyan bir anlayış benimsenmiştir.
- Sokak ağaçları, yeşil duvarlar ve çatılar, gölgelikli ağaçlar, serin kaldırımlar ve suya duyarlı kentsel tasarım dâhil yeşil örtü stratejilerinin koordineli planlaması ve tasarımı yoluyla dayanıklı yapıları ortamlar yaratmak, iyileştirilmiş konforlu sağlık, azaltılmış

yağmur suyu akışı, iyileştirilmiş hava ve su kalitesi ve enerji kaynak verimliliği gibi faydalar sağlarken, kentsel ısı adası etkisini hafifletmenin ayrılmaz bir parçası olarak yeşil örtüyü teşvik etmek ve topluluk bahçeleri olarak yerel topluluk kullanımı için hazırda yeterince kullanılmayan açık alanların kullanımını teşvik etmek amaçlanmıştır.

- Çevresel rehabilitasyon ve açık alan, arazi yönetimi ve bakımı konularında katılımı ve beceri eğitimini teşvik eden yerel, eyalet ve federal programlara yatırım yapmak, Yerel topluluklar için bir eğlence fırsatı olarak yerel gıda üretimini teşvik etmek için yerel konsey politikaları geliştirmek, Katılımcıların Korumalı Arazi Yönetimi niteliklerine yönelik çalışmasına izin verirken, nehir kıyısındaki çalılık alanları rehabilite etmek ve su kalitesini iyileştirmek için Federal Hükümetlerin “Yeşil Ordu Programını (Green Army Programme)” destekleyerek GreenSpace (yeşil alan) tasarımını iyileştirmek istenmektedir.

Sydney’in Hidrolojik Grid katmanında su sistemlerinin bağlantısını sağlamak ve mevcuttaki alanların iyileşmesi için belirlenen hedefler belirtilmiştir:

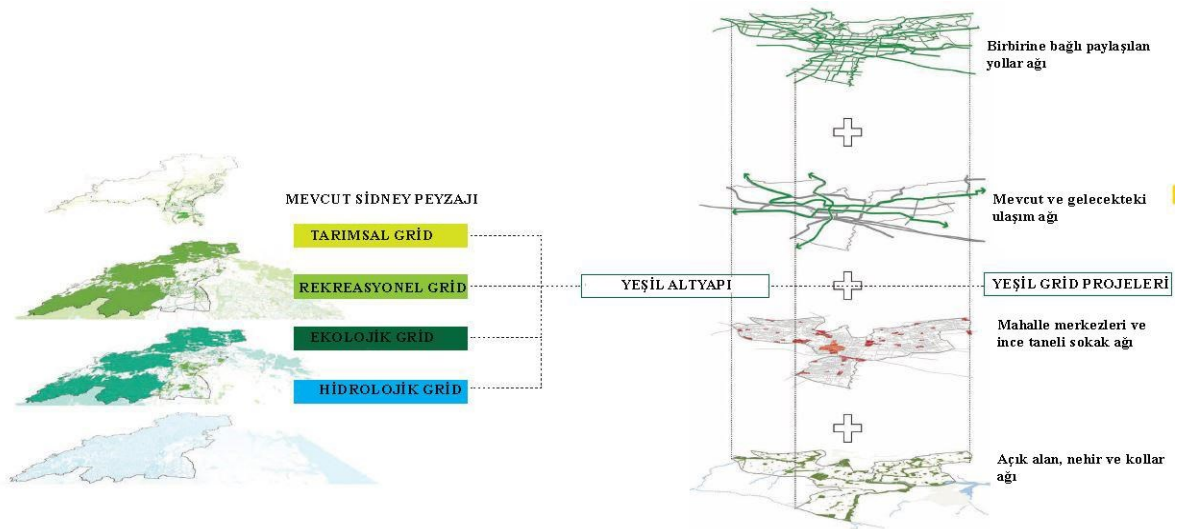
- Mavi Grid, Sydney’in su sistemlerini birbirine bağlı bir ağ olarak kullanma fırsatı sunmaktadır. Suyolları boyunca halka açık alan ile aktif ulaşım ve yol sistemlerini birbirine bağlamak, Yeşil Grid’in karmaşık ve bağlantılı bir katmanını oluşturmaktadır. Su arıtma, ekolojik bölgelerin korunması, açık alan ve rekreasyon için su yollarına bitişik arazilerin çoklu kullanımını artırmak.
- Hidrolojik sistem boyunca su yollarının ekolojik kalitesini iyileştirerek, Suyu Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design (WSUD)),su izlerinin gün ışığına çıkarılması ve yağmur suyunun yeniden kullanımı gibi yaklaşımlar yumuşak bir altyapı yaklaşımı benimseyecek ve kent çapında su kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olurken aynı zamanda devam eden zorlu altyapı gereksinimlerini de azaltacaktır.
- Şehrin bölgelerinin peyzaj karakterini ve kentsel yapısını tanımlamak için Sydney’in suyollarının özel karakterini geliştirmek amaçlanmıştır. Sydney dört ana su yolu sistemine sahip olarak aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

1. Kıyı kenarları ve lagünler
2. Liman koyları ve nehir ağzları
3. Derelerin telkârısı ve dalgalı Cumberland Ovası
4. Barajlar, boğazlar ve derin vadileri

Bu sistemlere duyarlı bir planlama ve kentsel tasarım yaklaşımı, insanları Sydney'deki konumlarına özgü bir yer duygusuna bağlamaya yardımcı olacağı düşünülmektedir.

- Su yolları genellikle topluluklar arasında engeller olarak görülürken, Mavi Grid, su yollarını şehrin kentsel yapısını tamamlamada merkezi olarak kullanma ve toplulukları birbirine bağlayan birleştirici bir faktör olma fırsatı sunmaktadır.

Sydney'in Tarım Gridi katmanında tarımsal faaliyetlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde Sydney Bölgesi Büyükşehir Kırsal Alanının Değerleri Raporu, özellikle Sydney'in batısında, Yeşil Grid'in önemli bir bölümünü oluşturacağı söylenmektedir.



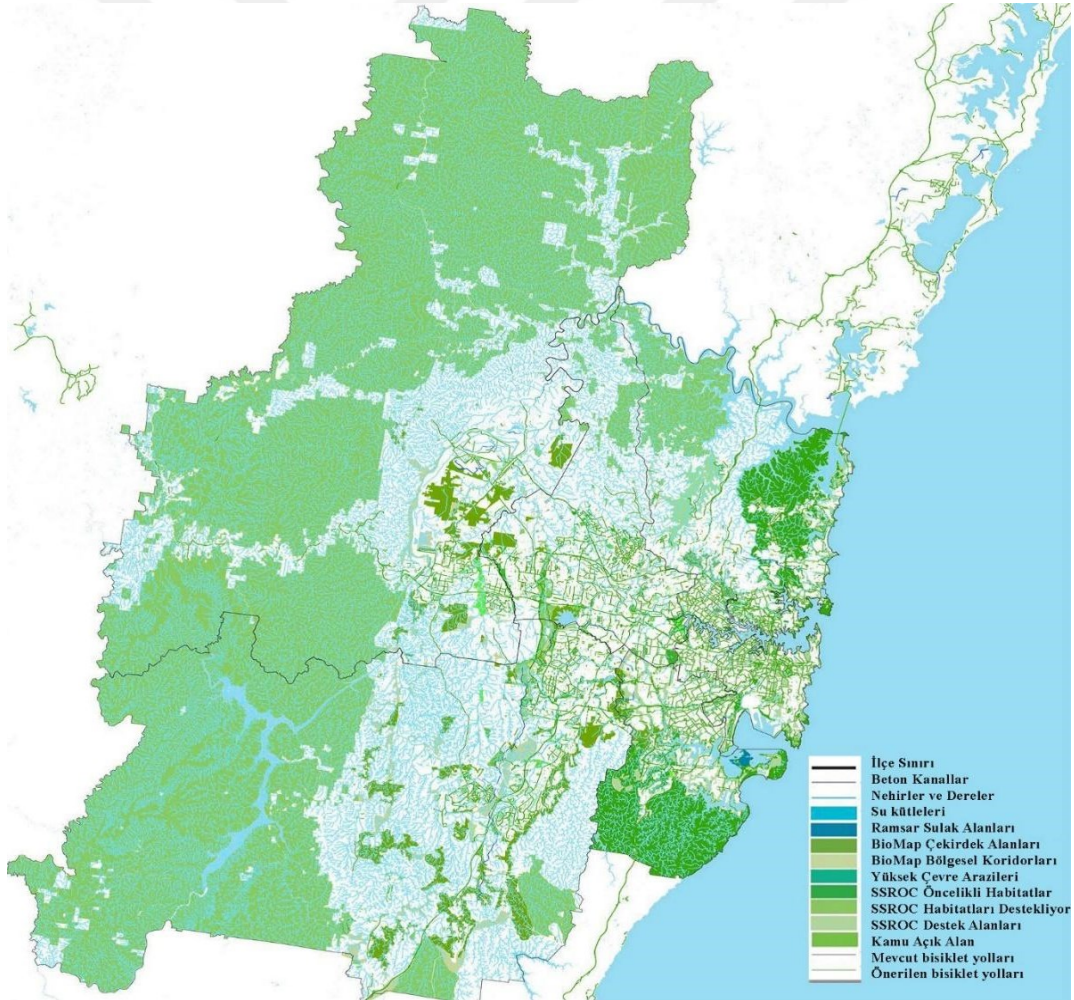
Şekil 4.35: Sidney Yeşil Grid'in katmanları.

Sydney Yeşil Grid, Sydney'in coğrafi ve kentsel yapısını destekleyen dört temel peyzaj katmanının (Gridler) birleşiminden oluşmaktadır. Onlar:

- Şehrin doğal ve insan yapımı manipüle edilmiş su sistemleri içeren Hidrolojik Grid.
- Jeomorfoloji, biyoçeşitlilik, ekolojik topluluklar dahil Ekolojik Grid.
- Aktif ve pasif rekreasyon için açık alan sağlanması, yürüyüş ve bisiklet ağları, kentsel açık alan, kamusal alan ve sokak manzaraları dahil Rekreasyon Gridi.
- Kırsal ve kentsel çevre peyzajları, gıda ve üretken peyzajların yanı sıra doğal kırsal peyzaj değerlerine sahip alanları içeren Tarımsal Grid.

Grid katmanları birbiriyle ilişkilidir ancak tarihsel olarak şehir altyapısının verimli yönetimi amacıyla ayrılmıştır. Bu raporda şehrin hidrolojik, rekreasyonel ve ekolojik parçaları haritalanmış ve daha sonra uyumlu bir yeşil altyapı ağına bir araya getirilmiştir.

Aşağıdaki plan (şekil 4.41) Sydney bölgesinin mevcut peyzaj mozağını göstermektedir ve yukarıda verilen hidrolojik, ekolojik ve rekreasyonel gridlerin bir birleşimidir. Bu planlar Sydney'in altı bölgesindeki peyzaj yapısını haritalamak ve analiz etmek için oluşturulmuştur. Peyzaj yapısı, şehir kentleştikçe zaman içinde parçalanmıştır. Her bir potansiyel projeyi net bir şekilde incelemek için her bölge için katmanlar gridlere bölünmüştür. Yeşil Grid projeleri, şehrin parçalanmış peyzaj sistemlerini, gelecekteki kentsel gelişimi destekleyen yüksek oranda bağlantılı bir yeşil altyapı çerçevesine geri çekmeyi amaçlamaktadır. Her ilçe için, ilçe analizi ile yerel konsey çalışmaları birleştirilerek projeler belirlenmiştir. Projeler, yüksek performanslı bir yeşil altyapı ağı kurma potansiyellerine göre önceliklendirilmektedir.



Şekil 4.36: Sydney Green Grid: birleşik grid fırsatları.

Sydney'in çeşitli ve benzersiz peyzajları karakter, kimlik ve çevre dayanıklılığını güçlendiren bir varlık olarak kabul edilmektedir. Altyapı ve kentsel yenileme yanında sunulan, geliştirilmiş bir açık alan ve yeşil altyapı ağı, yeni ve mevcut toplulukları şekillendirmeye ve desteklemeye hizmet verebilir.

Çizelge 4.6: Sydney'in yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.

S Y D N E Y	YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI		
	Yağmur Suyu Hasadı	✓	Ana merkezler , yeni ulaşım altyapıları ve kentsel yenilenme alanları ile daha iyi bağlantılar yaratarak insanları önemli bölgesel açık alan ile bağlamayı ve bölgelerin açık alan varlıklarının teşvik edilmesi amaçlanmıştır.
	Filtrasyon	✓	
	Geçirimli Yüzeyler	✓	
	Ağaçlandırma	✓	
	Yeşil Çatı	✓	Ana hedefler, kültürel tesisler, rekreasyon olanakları ve miras öğelerini birleştiren yüksek kaliteli aktif ulaşım bağlantılarından yaşanabilir bir yeşil ağ yaratmak istenmiştir.
	Park	✓	
	Gölet	-	
	Enerji Etkin Kullanımı	-	

4.1.6. KwaDukuza'nın yeşil altyapı sistemi, Güney Afrika.

KwaDukuza Belediyesi, Güney Afrika'nın Durban kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (United Nations Climate Change Conference (COP17-CMP7))'nda iklim değişikliği eylemine bağlılığını ilan etmiştir. Mevcut ve gelecekteki deniz seviyesinin yükselmesi birçok kent gibi sel ve kuraklık altında olan KwaDukuza, iklim adaptasyonu ve karbon emisyonlarını azaltmaya karar vermiştir (URL- 35).

Artan enerji erişimini ve dayanıklı altyapıyı sağlamanın, Afrika kentlerinin potansiyelini gerçekleştirmek için olan önemi bilinmektedir. Kentsel Düşük Emisyon Geliştirme Stratejileri (Urban Low Emissions Development Strategies (Urban-LEDS II) projesi aracılığıyla Afrika yerel yönetimleri, şehirlerin ihtiyaçlarını karşılayan yenilikçi kaynak yönetimi ve hizmet sağlama çözümleri geliştirmeleri için desteklemektedir.(URBAN LEDS SHOWCASING SUSTANIABLE SOLUTIONS IN AFRICA)

Urban LEDS II Projesi kapsamında KwaDukuza'da seçilen yirmi bakım evi; her biri Çocuk Esirgeme Kurumu'nun bakımı altında olan, altı ile sekiz arası çocuğun kaldığı evlerdir. Proje kapsamında, evlerde kalan sakinlerin kendi evlerinin sorumluluğunu almaları gerekmektedir. Proje, yemek bahçeleri, mobil güneş ışıkları, güneş enerjili su ısıtıcılarının kurulması ve Wonderbag olarak adlandırılan yemek pişirme kaplarının entegrasyonunun sağlanmasını içermektedir.



Şekil 4.37: Groutville Bakım Evleri, KwaDukuza

Evlerde güneşten gelen enerjiyi kullanarak, **güneş enerjili su ısıtıcıları**, evlerin sıcak suya ulaşımı konusunda katkı sağlamıştır. Bu sayede elektrik tasarrufu sağlanmakta ve karbon emisyonlarını her ev için yılda 2,8 ton azaltmaktadır. Toplamda bu yirmi bakım evi için yılda 57 ton karbondioksit eşdeğeri tasarrufu anlamına gelmektedir.

Mobil LED güneş ışıkları sayesinde, çevre dostu enerji açısından verimli, sağlam bir ışık sistemi elde edilmiştir. Bir gün şarj ettikten sonra 48 saate kadar kullanımının mümkün olduğu belirtilmiştir.

Binalarda güvenliğin sağlanması amacıyla **LED Projektörler** üretilmiştir. Bu LED'ler sadece 10w elektrik gerektirirken diğer projektörlere kıyasla enerji üretiminde %90 tasarruf sağlamaktadır. Aynı zamanda 15 kat daha uzun ömürlüdür.

Yağmur suyu varilleri ile yağmur suyu, bir su deposuna bağlanan çatıda toplanmaktadır. Böylece su, besin bahçesini sulamak veya gerektiğinde çamaşır yıkamak için kullanılmaktadır.

Kentsel yemek bahçeleri olarak adlandırılan alanlarda, mutfak için önemli gerekli tamamlayıcı taze ürünlerin üretimi yapılmaktadır.

Wonderbag Afrika'da üretilmiştir. Güvenli ve sorunsuz bir şekilde yemek pişirmeye yardımcı olmaktadır. Enerji maliyetlerini ve yemek pişirmek için gereken su miktarını azaltır. Aynı zamanda ev emisyonlarını da azalttığı bilinmektedir.

Mutfakta organik atıkların toplanması için tezgâh üstü **kompost kapları** kullanılmaktadır. Meyve kabukları ve çekirdeklerinden, sebze kabuklarına, çay poşetlerine ve yumurta kabuklarına kadar birçok atığın yer bulacağı kaplarda, azot bakımından zengin kompost sağlamak için bahçelere geri dönmesi sağlanmaktadır. URBAN LEDS SHOWCASING SUSTANIABLE SOLUTIONS IN AFRICA)

Çalışmalar ve girişimler doğrultusunda KwaDukuza, ulusal WWF One Planet City Challenge (Tek Gezegen Şehir Mücadelesi)'ın kazananı olarak zafere ulaşmıştır. GreenClimateCities (GCC) metodolojisini kullanan KwaDukuza, iddialı iklim eylemlerini belediyenin mevcut

planlarına, politikalarına ve stratejilerine entegre ederken bütünsel bir yaklaşım benimsemenin önemini göstermektedir. Kayda değer bir örnek, belediyenin Urban-LEDS projesi aracılığıyla geliştirilen Düşük Emisyon Geliştirme Stratejisi olarak sunulmuştur (URL- 36).

Çizelge 4.7: KwaDukuza'nın yeşil altyapı uygulamaları değerlendirmesi.

K W A D U K U Z A	YEŞİL ALTYAPI UYGULAMALARI		
	Yağmur Suyu Hasadı	✓	Enerji etkin kullanımı sayesinde , güneş enerjisinden büyük ölçüde fayda sağlanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda yağmur suyu hasadı ile yağmur suyunun kullanımı yeniden entegre edilmiştir.
	Filtrasyon	-	
	Geçirimli Yüzeyler	-	
	Ağaçlandırma	-	
	Yeşil Çatı	-	Kompost kapları ile biyolojik atıkların yeniden gübre olarak kullanımı sağlanmıştır. Bu sayede üretim yapılan bahçelerin azot ihtiyacı karşılanmaktadır.
	Park	-	
	Gölet	-	
	Enerji Etkin Kullanımı	✓	

Urban LEDS II Projesi ile kentte seçilen bakım ve çocuk evlerinin yeşil altyapı sistemlerinden faydalanarak tasarlanmış olması hem sürdürülebilirliğin sağlanmasında hem de ekonomik olarak geri dönüşümlerin sağlanmasına katkıda bulunmuştur.

4.2. Kentlerin Yeşil Altyapı Sistemlerinin Karşılaştırılması

Çalışmanın bu aşamasında, yeşil altyapı sistemlerinin ayrıntılı olarak anlatıldığı Portland, Stockholm, Antalya, Singapur, Sidney ve KwaDukuza kentlerinin yeşil altyapı sistemleri karşılaştırılmıştır. Kentte uygulanan ve uygulanması amaçlanan sistemlerin kent sürdürülebilirliğine etkisinin yanı sıra ekolojik, ekonomik ve sosyal bağlamda katkıları üzerinde durulması amaçlanmıştır.

Kentlerde uygulanan yeşil altyapı uygulamaları, kentlerin problemleri ve isteklerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Her ne kadar uygulanan yeşil altyapı sistemleri aynı gibi görünse de kentin, coğrafi özellikleri, topografyası, iklimi, mevcut altyapısı, kentleşme yapısına göre ihtiyaçlarında değişiklikler görülebilmektedir. Bu da uygulanan yeşil altyapı sistemlerinde değişikliklere yol açabilmektedir. Çalışmada verilen kentlerin her biri farklı kıtalarda bulunan farklı sosyal ekonomik ve ekolojik değerlere sahip kentlerdir. Örneklerin birçoğunda geçirgen yüzeyler, yeşil çatılar, enerji etkin kullanımları, ağaçlandırma işlemleri, yağmur suyu filtrasyonu gibi yeşil altyapı sistemlerinin ana arterleri kullanılmış olsa da her projede uygulama farklılıkları görülmektedir. (Çizelge 4.8)'de kentlerin konumları, nüfus yoğunlukları, Köppen İklim Sınıflandırması'na göre bulundukları grupları, altıkları yıllık ortalama yağış miktarları ve yeşil altyapı odaklarına yer verilmiştir.

Çizelge 4.8: Kentlerin dünya üzerindeki konumları ve nüfus, iklim, yeşil altyapı odakları.

Kıtalar	Ülkeler	Kentler	Nüfus yoğunluğu	İklim	Yıllık ortalama yağış miktarı	Yeşil altyapı odağı
Kuzey Amerika	Amerika Birleşik Devletleri	Portland	666,453 (2021)	Akdeniz iklimi (Dfb)	1267mm	Kaldırım uzantıları, Yağmur suyu yönetimi
Avrupa	İsveç	Stockholm	1,679,050 (2021)	Nemli kıta iklimi (Dfb)	619mm	Yağmur hendekleri, Enerji etkin kullanımı
Avrupa-Asya	Türkiye	Antalya	2,328,555 (2020)	Akdeniz iklimi (Csa)	856mm	Yeşil koridor, Pasif havalandırma
Güney Asya	Singapur Şehir Devleti	Singapur	6,039,577 (2021)	Tropikal iklim (Af)	2366mm	Bahçe şehir
Avustralya	Avustralya	Sidney	5,056,571 (2021)	Subtropikal iklim (Cfa)	912mm	Kent gridleri
Güney Afrika	Afrika	Kwadukuza	276,719 (2016)	Subtropikal iklim (Cfa)	893mm	Enerji etkin kullanımı, kompost kapları

Portland yeşil altyapı uygulamalarında, yeşil altyapı sistemleri kapsamlı olarak kullanılmıştır. Kentin en önemli gördüğü ve üzerinde durduğu yağmur suyu yönetimi 1990'lı yıllardan itibaren belediye tarafından oluşturulan program ve gelişim planının hazırlanması ile kentleşme sürecinde kente entegrasyonu sağlanmıştır. Bu plan doğrultusunda Portland' da yağmur suyu yönetiminde neredeyse her binada kullanılan bağlantısız iniş borusu sistemleri (Disconnected Downspout), hem düşük maliyet hem de kolay kurulum sağlanabilmesi açısından yeşil altyapı uygulamasının önemli bir parçası olarak görülmektedir. İniş boruları sayesinde binaların çatısında toplanan yağmur suları doğrudan geçirimli yüzeylere akabilmektedir. Bununla birlikte kentte kullanılan birleşik kanalizasyon sistemi ile yağmur akışı kontrol altına alınmıştır. Bu sayede kanalizasyon sistemine yağmur suyu akışının en aza indirgenmesi amaçlanmıştır.

Kente entegre edilen bir diğer yeşil altyapı çalışması kaldırım uzantıları ve kentte bulunan köşelerin değerlendirilmesidir. Hem estetik hem de ekolojik olarak kente katkı sağlayan kaldırım uzantıları, cadde, sokak, kaldırım, otopark gibi sert geçirimsiz yüzeylerden gelen yağmur sularının emilimini sağlamaktadır. Yol kenarlarına tasarlanan uzantılar sayesinde, yağmur suyunun akışı kontrol edilerek geçirimli alanlara yönlendirilmesi hedeflenmiştir.

Çeşitli bitkilerin kullanımı ile emilimin artması amaçlanmaktadır. Bu sayede hem yağmur suyu kontrolü sağlanıp hem de kente estetik bir alan sunarak, yayaların kullanım alanlarının daha güvenli hale gelmesi sağlanmıştır. Bir diğer yandan özellikle sokakların birleşim yerlerinde meydana kentsel boşlukların bitkilendirilmesi ile geçirimli yüzeylere dönüşmesi sağlanmıştır.

Avrupa'dan bir örnek Stockholm'ün güneyinde bulunan Hammarby Sjöstad kenti, sürdürülebilir bir kent olma doğrultusunda yeşil altyapı sistemlerinden faydalanan bir projedir. Başta Stockholm'ün 2004 olimpiyat oyunlarına adaylığı için hazırlanan ve sonrasında oyunlar kazanılamayınca sürdürülebilir yerleşim bölgesi olarak projeye devam edilmiştir. Hammarby Sjöstad konut alanlarından açık alanlara kadar her birbiyle sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda hazırlanması ve aynı zamanda göller, kanallar ve Baltık Denizi'nin kenarında konumlanması ile dünyanın birçok kentine sürdürülebilir kent modeli olarak örnek gösterilmektedir. Caddelere uygulanan hendekler yardımıyla yağmur suyunun akış ve filtrasyonunun sağlanması amaçlanmıştır. Aynı zamanda kentte bulunan kanallar ve göller yağmur suyu filtrasyonunda büyük önem sağlamaktadır. Yine kentte kullanılan geçirgen döşemeler, parklar, sokak ağaçlandırmaları, yeşil çatı gibi uygulamalar sayesinde insanların sosyal aktivitelerine katkı sağlarken yağmur suyu filtrasyonuna da katkı sağlaması yeşil altyapı sistemlerinin erişilebilirlik ilkesine de katkı sağlamaktadır.

Enerji etkin kullanımında da önemli role sahip kentte, biyogaz üretiminin sağlanması ve toplu taşımalarda kullanılması, raylı sistem kullanımının yaygınlaştırılması, otoparkların kent çeperine taşınması ve bu sayede kentteki araç kullanımını engelleyerek yayalara öncelik sağlanmıştır. Vakumlu katı atık toplama sistemi ile çöplerin mobil ortamda ayrıştırılması ve çöp arıtma merkezlerine gönderilmesi ve orada biyogaz üretimi sağlanması ve aynı zamanda geri dönüşüme katkı sağlaması gibi kent sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlanmıştır.

Antalya Green Hub projesinde ise, yeşil altyapı uygulamalarında faydalanan ve kentin sürdürülebilirliğinin artırılması amaçlanan bir projedir. Toros dağlarından sahile kadar uzanan aksta uygulanan yeşil koridor ile dağ ve deniz ekosistemi arasındaki bağlantı sağlanırken, yeşil altyapı sistemi uygulamalarıyla sürdürülebilir kent ekosistemine katkıda bulunulmuştur. Sahilden başlayan ekolojik koridorun proje alanına kadar gelerek yeşil bağlantının sağlanması hedeflenmiştir. Yeşil altyapı sistemlerinden yararlanarak mevcutta bulunan biyolojik çeşitliliği korurken kente kadar ulaşan yeşil doku sayesinde insanların da sosyal aktivitelerinin artması amaçlanmıştır.

Projede pasif havalandırma sisteminde yararlanmak amacıyla kentsel alanın hâkim rüzgâr yönüne göre konumlandırılması amaçlanmıştır. Bu sayede temiz hava sirkülasyonu sağlanırken aynı zamanda hava kalitesinin sürekliliği de garantilenmiştir.

Çalışmanın bir diğer örneği olan Singapur, Güney Doğu Asya kentleri arasında en yeşil şehir olarak bilinmektedir. 1960 yılında dönemin başbakanı tarafından başlatılan girişim ile dünyadaki ilk biyofilik kent örneği olmak amacıyla yola çıkılmıştır. Kentin ulusal kimliğinin belirlenmesinde büyük önemi olan “bahçe şehir” kavramı ile kamusal alanlarda yeşil dokunun büyük ölçüde artması sağlanmıştır. Kent nüfusu hızla artarken yeşil dokunun da artmış olması kentleşme sürecinde yeşil altyapı sistemlerinin önemini belirtmektedir.

Kentte yeterli yatay alan bulunmamasına rağmen, dikey bahçeler ve düşey elamanlar üzerinde kullanılan yeşil dokular ile kentteki yeşil bağlantı sağlanmıştır. Kent yüzeyinin üçte ikisi geçirgen yüzeye sahiptir. Bu sayede yağmur suyu büyük ölçüde tutularak kanallar ve tüneller yardımıyla filtrasyonu sağlanabilmektedir.

Çalışmanın beşinci örneği, Avustralya’nın Sydney kentidir. Kentte sürdürülebilir planlama kapsamında “Sydney Green Grid” projesiyle yeşil altyapı sistemlerinin kente entegrasyonunu sağlamak amaçlanmıştır. Kent kendi içerisinde altı bölgeye ayrılmıştır. Her bölgenin kendi içindeki ekolojik esnekliğin sağlanabilmesi için mavi ve yeşil altyapı sistemleri kente entegre edilmiştir. Bu sayede rekreasyon alanlarının genişletilmesi, biyoçeşitliliğin sağlanması ve sürdürülebilirliği, sosyal hayatın gelişmesi, ekolojik ve ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması planlanmıştır.

Altı bölgeye ayrılan kent, peyzaj faktörlerini dört katmana ayırarak, rekreasyonel grid, ekolojik grid, hidrolojik grid ve tarım gridi olarak ele alınmıştır. Parçadan bütüne bir yol izlenen projede peyzaj mozaïği oluşturulmuş ve kent çeperi genişledikçe parçalanan peyzaj yapısının yeniden bağlanması sağlanmıştır. Sydney uyguladığı yeşil altyapı sistemleri ile benzersiz bir peyzaj karakterine sahip olmuştur.

Çalışmanın son örneği olan Güney Afrika’nın Kwazulu-Natal bölgesine bağlı, KwaDukuza kentidir. Büyük ölçüde orman parçaları, sulak alanlar ve kıyı şeridi ile otlak alanların oluşturduğu bir mozaïge sahip bir kent olan KwaDukuza, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı’nda iklim değişikliği eylemine bağlılığını ilan ederek çalışmalara başlamıştır. Kent Gelecekteki olası iklim felaketlerine karşı karbon emisyonlarına azaltmaya karar vermiştir. Başta enerjiye olan ihtiyaç ve altyapının sağlanmasında Afrika kentlerine bir ışık olan Urban Leds-II projesiyle, Kentsel Düşük Emisyon Geliştirme Stratejileri kapsamında yeşil altyapı

sistemlerinden yararlanılmıştır. Kentte seçilen yirmi bakım evine, yemek bahçeleri, mobil güneş ışıkları, güneş enerjisi sistemleri, yağmur suyu hasadı ve Wonderbag olarak adlandırılan yemek pişirme kapları uygulanmıştır.

Projenin sonucunda WWF tarafından düzenlenen One Planet City Challenge'ın kazanan kenti olmuştur. Yapılan iklim eylemlerinden alınan başarılı sonuçlar doğrultusunda belediyenin mevcut planlarına da yeşil altyapı sistemlerini entegre ederek bütünsel bir yaklaşım göstermeyi hedeflemektedir.

(Çizelge 4.9)'de kentlerde uygulanan yeşil altyapı sistemleri ve projeler arasındaki farklılıklar özetlenmiştir.



Çizelge 4.9: Kentlerin yeşil altyapı uygulamaları ve farklılıkları

Yeşil altyapı sistemleri									Farklılıklar					
Kritikler ve Kentler	Yağmur Suyu Hasadı	Filtreasyon	Geçirimsiz Yüzeyler	Ağaçlandırma	Yeşil Çatı	Park	Gölet	Enerji Etkin Kullanımı	Kaldırım Uzunlukları	Yağmur Suyu İnş Boruları	Hendek ve Kanal Kullanımı	Ekolojik Koridor	Bahçe Şehir	Pasif Havalandırma ve Geri dönüşüm
Kritikler - Amerika - Kuzey	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	Portland'in yeşil altyapı sisteminde kaldırım uzunlukları sayesinde cadde ve sokaklardan gelen yağmur suları kanalizasyona gitmeden drene edilebilmektedir.	Binanın dışından uygulanan inş boruları sayesinde yağmur suyu kanalizasyona ulaşmadan depolanabilmektedir.				
											Bölgedeki mevcut kanallar yağmur suyu arıtımında kullanılmaktadır. Caddelerde filtrasyonu sağlamak amacıyla yolun ortasına yapılan hendekler sayesinde yağmur suları göle ulaşmadan önce filtrasyonu sağlanmaktadır.			Sürdürülebilir bina uygulaması sayesinde merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri, güneş enerjisi ve biyogaz üretimi sağlanmaktadır.
Avrupa -Stockholm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Avrupa-Asya	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				Yeşil koridor ile dağ ve deniz ekosistemi arasında ekolojik çeşitliliği ve habitatların iyileştirilmesi sağlanarak bağlantılar sağlanmaktadır.		Pasif havalandırma sistemi ile projede yer alan yapılar hâkim rüzgâr yönüne göre konumlandırılarak doğal havalandırma sağlanmaktadır.

GüneyAsya -Singapur	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		Kentleşme problemlerine karşı yeşil çatı uygulamalarıyla kentin geçirgen yüzeylerini artırmak ve yeşil altyapıyı beslemek amaçlanmıştır.			Güneş enerjisi kullanımının artırılması amaçlanmıştır. Kompost kapları ile biyolojik atıkların gübre olarak kullanımı sağlanmaktadır.
Avustralya -	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	Yüksek kaliteli aktif ulaşım bağlantılarından yaşanabilir bir yeşil ağ yaratılması amaçlanmıştır.			
Güney Afrika -	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-				

Proje incelemeleri doğrultusunda, her kentin kendi problemleri, sosyo-ekonomik durumu ve mevcut altyapısına göre bir yeşil altyapı stratejisi benimsediği görülmektedir. Kentlerdeki fiziki deformasyonlara yeşil altyapı sistemleri ile doğal çözümler bulunurken aynı zamanda insanların kentle olan iletişiminin gelişmesine katkı sağlanmaktadır. Doğaya ulaşım sağlandıkça sosyal sürdürülebilirlik de önem kazanmaktadır. Bu sayede yeşil altyapı sistemlerinin sadece ekolojik değil ekonomik ve sosyal getirilerinin olduğu da aşıkardır.

Yeşil altyapı sistemine yapılan yatırımlar aynı zamanda gri altyapının getirdiği maliyeti de minimuma indirmektedir. Başta yağmur suyu yönetimi olmak üzere kentlerde sağlanan kontrollü su akışı, yağmur suyunun filtrasyonunun sağlanması gibi çalışmalar su baskını, sel, heyelan gibi riskleri minimuma indirebilmektedir. Aynı zamanda kanalizasyona ulaşmadan filtrasyonu sağlanan yağmur suyunun yeniden kullanımına katkı sağlanabilmektedir. Kentte uygulanan yeşil altyapı sistemleri uzun vadede ekonomik ve ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Bir diğer yandan kentin doğaya entegrasyonunda büyük payı olan kent ağaçlandırması, kentlerdeki yeşil bağlantıyı sağlarken insanlara da yeşil alanlar sunmaktadır. Aynı zamanda yağmur suyu kontrolüne de katkı sağlayarak yüzey emilimini artırmaktadır.

Kentleşmenin etkisiyle kentlerde oluşan yatay mimari geçirimsiz yüzeylerin artmasına sebep olmaktadır. Yeşil altyapı sistemleri buna çözüm olarak, dikey bahçeler ve çatı bahçeleri uygulamalarını geliştirmiştir. Bu sayede dikey alanlarda uygun bitkiler yardımıyla yeşil dokular sağlanabilmektedir. Yine benzer bir uygulama olan çatı bahçeleri de, yoğun yapılaşma içinde olan kentlerde küçük ekolojik alanlar yaratılmasını sağlamaktadır. Çatı bahçelerinde yetiştirilen bitkiler yardımıyla ortamda flora ve fauna alanı oluşturulabilmektedir. Yine yağmur suyu kontrolünde çatı bahçeleri aktif rol almaktadır. Bitkilerin emilimi sayesinde yüzey akışı sağlanmaktadır. Kent içinde oluşturulan dikey bahçe ve çatı bahçeleri kentteki ısı adası etkisini de en aza indirmektedir. Aynı zamanda ısı yalıtımında önemli etkiye sahip yeşil duvarlar enerji kullanımını da minimize edebilmektedir. Kentin doğaya entegrasyonunda yardımcı olan yeşil altyapı sistemleri sürdürülebilir kentleri hem ekonomik hem ekolojik hem de sosyal faydalar sağlayabilmektedir.

Kentlerin insanlara sunduğu olanaklar doğrultusunda insan ve kent arasındaki iletişim değişmektedir. Yeşil altyapı sistemleri yaşam kalitesinin artmasında ve aidiyet duygusunun güçlenmesinde kentlere tampon görevi görmektedir. Yeşil altyapı sistemleri sadece kenti ve kentliyi değil tüm canlıların iletişimini güçlendirmektedir. Mental olarak sağlıklı hisseden bireylerin sosyal hayatlarında da daha sağlıklı ilişkiler kurabildiği ve daha verimli hayat

sürdüğü bilinmektedir. Bu yüzden yeşil altyapı sistemlerinin doğaya entegrasyonu önemli bir rol oynamaktadır. Çizelge 4.10'da yeşil altyapı sistemlerinin sosyal hayata katkıları özetlenmiştir.

Çizelge 4.10: Yeşil altyapı sistemleri ve sosyal sürdürülebilirlik ilişkisi

Yeşil Altyapı Sistemleri ve Sosyal Sürdürülebilirlik				
Kentler	Rekreasyon	Toplumsal yaşam	Sosyal iletişim	Estetik algısı
Portland Stockholm Antalya Singapur Sydney KwaDukuza	Yeşil altyapı sistemleri doğrultusunda kentlerdeki açık yeşil alan sistemleri iyileştirilmiştir. Bu sayede insanların rekreasyon alanlarına erişimi kolaylaşmıştır. Yeşil altyapı uygulamalarının entegre edildiği altı kent projesinde, her kent kendi içerisinde mevcut problemleri ve mevcut biyolojik çeşitliliği doğrultusunda rekreasyon alanlarını geliştirmiştir.	Kaynakların verimli bir şekilde kontrollü tüketimini sağlamak, daha sağlıklı temiz, dinamik ve estetik bir çevrenin yaratılmasında yeşil altyapı önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda kentlerin toplumsal yaşanabilirlikleri artmıştır. İnsanların fiziksel ve mental ihtiyaçlarını karşılayabilmesi sonucunda kentler daha sağlıklı toplumlara ev sahipliği yapabilmektedir.	Yeşil altyapı sistemlerinin doğaya ve kente entegrasyonu sonucunda insanların bir araya gelebildiği ortak kullanım alanları meydana gelmiştir. Parklar, yeşil yollar, göletler, yağmur bahçeleri, yağmur kanalları, çatı bahçeleri gibi fonksiyonlar kent teması ile birleştirilerek büyük ve küçük toplanma, dinlenme alanları gibi rekreasyon alanları yaratılmıştır. Bu alanların sosyal sürdürülebilirliğe katkısı önemlidir.	Yeşil altyapı sistemleri başlı başına estetik kaygılar taşımaktadır. Sürdürülebilir bir çevre planlarken aynı zamanda göze hitap eden ve insanların estetik algısını besleyen tasarımlar oluşturulmaktadır.

Çizelge 4.11'de yeşil altyapı sistemlerinin ekonomik sürdürülebilirliğe katkısı kentler üzerinden yaptıkları yeşil altyapı sistemleri planlamalarına göre özetlenmiştir.

Çizelge 4.11: Yeşil altyapı sistemleri ve ekonomik sürdürülebilirlik

Yeşil Altyapı Sistemleri ve Ekonomik Sürdürülebilirlik			
Kentler	Enerji Tasarrufu	Gri Altyapı	Su Kontrolü
Portland Stockholm Antalya Singapur Sydney KwaDukuza	Yeşil altyapı sistemleri enerji tasarrufunda büyük katkı sağlamaktadır. Solar güneş sistemleri ile elektrik ve doğal gaz kullanımını azaltırken, yeşil duvarlar ve çatı bahçeleri ile binaların ısı yalıtımına yardımcı olmaktadır. Kent içindeki ağaçlandırmalar kentsel ısı adası etkisini minimize etmektedir. Gri altyapı sistemlerinde harcanan enerjiden tasarruf edilmesini sağlamaktadır.	Yeşil altyapı sistemleri, başta yağmur suyunun toplanması ve filtrasyonunda doğal çözümler ile gri altyapının maliyetini düşürmektedir. Yağmur suyunun kanalizasyona ulaşmadan filtrelmesi gri altyapının yükünü azaltmaktadır.	Su canlı yaşamının ana elementlerindendir. Günümüzde tüm dünyanın çözüm aradığı su problemlerine karşı yeşil altyapı sistemleri sürdürülebilir çözümler önermektedir. Uzun vadede hem ekonomik hem sürdürülebilir su döngüsünün sağlanmasında katkı sağlayacağı bilinmektedir.

(Çizelge 4.10) ve (Çizelge 4.11) da belirtildiği üzere yeşil altyapı sistemleri sadece ekolojik değil, sosyal ve ekonomik faydaları da beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir kent planlamasında kentlerin yeni soluklar kazanmasına yardımcı olan yeşil altyapı sistemleri, biyolojik çeşitliliği koruyup iyileştirmeyi amaç olarak görmektedir. Bu sayede, toplumlara yeni rekreasyon alanları sunarak sosyal bağlantının güçlenmesine olanak tanınmaktadır. Estetik algısından öte kentlere daha sürdürülebilir çözümler sunarak enerji tasarrufunda ve gri altyapının ortaya çıkardığı maliyetleri en aza indirmede yeşil altyapı sistemlerinin rolü büyüktür.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde kentler hızla gelişip dönüşmektedir. Bu hızlı değişimler kentlerde bazı altyapı problemlerine yol açarken aynı zamanda doğal çevreyi de tahrip etmektedir. Bugüne kadar kentsel problemleri çözüm olarak gri altyapı sistemlerine başvulmuştur. Gri altyapı sistemleri kısa vadede birçok soruna çözüm gibi görünse de uzun vadede hem ekonomik kayıplara hem de doğayı tahrip ederek daha büyük problemlere yol açabilmektedir.

Günümüzde dünya kentlerinin birçoğu doğal çözümlere yönelmektedir. İklim değişikliğinin getirdiği etkilere karşı, yapaydan uzaklaşarak doğal çözümlere yöneldiğimizde yeşil altyapı kavramı kendinden söz ettirmektedir. Yeşil altyapı kavramı, doğayı bir bütün ve kentleri de doğanın bir parçası olarak benimsemektedir. Doğa ve kent kavramını bir arada düşünerek kentin yaratmış olduğu problemlerin en aza indirilmesinde yeşil altyapı sistemlerinin katkısı büyüktür. Kentleşmenin sonucunda meydana gelebilecek, betonlaşmanın yarattığı ısı adası etkisi, geçirimsiz yüzeylerin sebep olduğu sel ve taşkınlar, çevre kirliliği gibi problemlerin, sürdürülebilir ve erişimi kolay peyzaj alanları ile desteklenmesinde yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılmalıdır.

Çalışma kapsamında incelenen kent örneklerinde, yeşil altyapı sistemlerinin ortaya çıkardığı olumlu sonuçlar görülmektedir. Yeşil altyapı sistemleri parsel ölçeğinden kent ölçeğine kadar genişleyebilmektedir. Bu çalışmada parsel ölçeğinde uygulanan yeşil altyapı sistemlerinden kentsel ölçekte planlanan yeşil altyapı sistemlerinin bulunduğu kent örnekleri aktarılmıştır. Kentlerde uygulanan yeşil altyapı sistemleri her ne kadar benzer gibi görünse de kendi içlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar kentlerin coğrafi konumlarına, iklim özelliklerine, topografyalarına, hidrolojik yapılarına, demografisine ve kentlerin bu doğrultudaki ihtiyaçlarına göre değişim göstermektedir.

Yeşil altyapı sistemlerinin önemli bir ögesi olan yağmur suyu filtrelenmesi neredeyse altı kentte de entegre edilmek istenmiştir. Portland yağmur suyu yönetimini bağlantısız yağmur suyu iniş borularıyla binalara entegre ederek sağlamıştır. Aynı zamanda kent içindeki geçirgen yüzeylerin artırılması yağmur suyunun kanalizasyonlara yönelmesini azaltmıştır. Bu sayede hem yağmur sularının toplanması ve filtrasyonunda başarı sağlanırken hem de kanalizasyonun yükünün azaltılması sağlanmıştır. Hammarby Sjöstad örneğinde ise, yağmur sularının filtrasyonu kentteki hendekler ve gölet kullanılarak sağlanmaktadır. Yağmur suları bu hendeklere ve göle ulaşması sağlanıp, burada suyun arıtılarak geri dönüşümü sağlanmaktadır.

Antalya kentinde doğrudan bir yağmur suyu toplama sistemi sağlanmasa da, kentteki geçirgen yüzeylerin artırılması ve bitkilendirme çalışmaları ile toprağın sızdırma gücünün artırılması hedeflenmiştir. Singapur kentinde de benzer bir yaklaşım görülmektedir. Bahçe şehir kavramından yola çıkarak kentteki geçirimli yüzeylerin artırılması sonucunda yağmur suyunun sızma seviyesinin artırılması istenmiştir. Sydney kenti kentsel ölçekte bir yeşil altyapı planlaması yürütmüştür ve suya duyarlı bir kentsel tasarım anlayışına sahiptir. Yağmur suyunun toplanması ve yeniden kullanılması için kentteki su izlerinden yararlanılmıştır. KwaDukuza örneğinde ise yağmur suyu varilleri ile yağmur suyunun toplanması ve bahçe sulanması gibi amaçlarda kullanılması sağlanmıştır. İhtiyaçlar ve olanaklar doğrultusunda kente entegre edilen yeşil altyapı sistemlerinin her coğrafyaya uyum sağlayabileceği örneklerden anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.1. Kentlerin yağmursuyu toplama sistemleri

Kentler	Yağmur Suyu Toplama Sistemleri
Portland	- Bağlantısız yağmursuyu iniş boruları - Kentteki geçirgen yüzey oranının artırılması - Ayrık kanalizasyon sistemi
Stockholm	- Hendek ve göletin etkin kullanımı - Kentteki geçirgen yüzeylerin artırılması
Antalya	İklima uyumlu bitkilendirme ile geçirgen yüzeylerin artırılması
Singapur	Bahçe şehir anlayışıyla kentteki geçirimli yüzeylerin artırılması
Sydney	- Su izlerinin iyileştirilmesi - Hidrolojik ağların bağlantısının kuvvetlendirilmesi
KwaDukuza	Yağmur suyu varilleri

Tez çalışmasında incelenen alan örnekleri sonucunda yeşil altyapı sistemlerinin kent sürdürülebilirliğine olan katkıları açıklanmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda yeşil altyapı sistemlerinin sadece ekolojik değil ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe de katkısı olduğu sonucuna varılmıştır. Yeşil altyapı sistemlerinin entegre edildiği kentlerde, kent doğadan kopmadan iç içe bir kombinasyon oluşturmaktadır. Bu sayede hem uzun vadede gri altyapı sistemlerinin oluşturacağı masraflar azaltılabilir hem de kentliye yeni rekreasyonel alanlar sunarak sosyal iletişimin gelişmesine katkı sağlanabilmektedir. Sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması ile kentteki yaşam kalitesinin artması sağlanabilmektedir. Günümüzde nüfusun

hızla artışı kentleri olumsuz yönde etkilemektedir. Yeşil altyapı sistemlerinin bu problemlere yeni soluklar kazandırması aşîkârdır.

Yeşil altyapı sistemleri uygulanırken kentteki mevcut durumlar göz önünde bulundurulmalıdır. Kentin problemlerine çözüm ararken, kentlinin ihtiyaçları alanın kullanım durumu ve her yaştan insanın erişebilmesi gerektiği göz ardı edilmemelidir. Yeşil altyapı uygulamaları biyolojik çeşitlilik ve habitatların korunup geliştirilmesinde katkı sağlamaktadır. Kent içerisinde bulunan parçalı yeşil alanların bağlantısı park, kent ağaçlandırması, yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, bitki kutuları, dikey bahçeler ile sağlanarak hem biyolojik çeşitlilik ve habitatın korunmasına katkı sağlanmakta hem de kentliye erişebilecekleri yeni alanlar sunulabilmektedir.

Çalışmada belirtilen örneklerde, Portland kentine bakıldığında parçadan bütüne bir yaklaşım izlendiği görülmektedir. Yağmur suyu filtrasyonu, geçirimli yüzeylerin artırılması, yol ağaçlandırmaları, yeşil çatılar ve genişletilen rekreasyon alanlarıyla kentteki yeşil altyapı sistemleri bir bütünlük kazanmıştır. Fakat enerji etkin kullanımına yönelik doğrudan bir çalışma gözetilmemiştir.

Hammarby Sjöstad ise Stocholm'de bulunan bütüncül bir planlama yaklaşımına dayanarak yeniden tasarlanan, eskiden fabrikaların yoğun olduğu bir sanayi ve liman bölgesi iken yerleşim alanına dönüştürülmüştür. Bölgenin dönüşümünde yeşil altyapı planlaması büyük önem taşımaktadır. Kentin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinin yağmur suyu planlaması, filtrasyonu ve geçirimli yüzeylerin artırılması, kent ağaçlandırması ve yeşil çatıların kullanımı, rekreasyon alanlarının artırılması ve insanlara kullanım amacı geniş açık yeşil alanlar sunulması sağlanmıştır. Göletler ve kanallar sayesinde yağmur suyunun filtrasyonu sağlanmaktadır. Enerji etkin kullanımından yararlanarak bölgedeki atık toplama sistemleri, suyun filtrasyonunun sağlanması, sürdürülebilir binalar ve merkezi ısıtma ve soğutma sistemleri, güneş enerjisinin etkin kullanımı ve toplu taşımalarda kullanılmak için üretilen biyogaz üretimi gibi yeşil altyapı uygulamalarından yararlanılmıştır.

Antalya kentinde yapılan çalışma her ne kadar yeşil kuşak projesi olsa da içerisinde yeşil altyapı sistemlerinin birçok paradigmasından yararlanılmıştır. Projenin dikkat çeken özelliklerinin başında dağ ile deniz ekosistemi arasında kalan bölgenin yeşil kuşak ile bağlantısının sağlanmasıdır. Ağaçlandırma, yeşil çatı ve parklar ile alanın geçirimli yüzeylerinin artırılması hedeflenmiştir. Pasif havalandırma sistemleri ile binaların hâkim rüzgâr yönünde konumlandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada her ne kadar yeşil altyapı sistemlerinden faydalanılsa da bir yeşil altyapı planlaması değildir.

Çalışmada yer alan Singapur kenti, Güneydoğu Asya kentleri içinde en yeşil şehir olarak bilinmektedir. Yeşil alanların yaşam kalitesinin artmasında sağladığı katkılardan yola çıkarak dünyadaki ilk “biyofilik kent” örneğinin temsili olarak bilinmektedir. Bahçe Şehir anlayışını benimseyerek ulusal kent kimliğinin şekillenmesinde büyük katkı sağlanmıştır. Bu sayede kentteki rekreasyonel alanların artması, kamusal alanlarda yeşil alanların artırılmasına katkı sağlanmıştır. Yatayda büyüyen kentlerde yeşil alanı dikey bahçeler ve çatı bahçeleri kullanarak, kentsel ısı ada etkisinin azaltılmasında ve aynı zamanda binalardaki ısı ve ses yalıtımının sağlanmasında güzel bir örnek olan Singapur kenti, hem bitkisel çeşitliliğin sağlanmasında hem de enerji etkin kullanımında olumlu geri dönüşlerle karşılaşmıştır.

Sydney kenti “Sydney Green Grid” projesiyle sürdürülebilir kentsel planlamada kapsamlı bir yeşil altyapı sistemine sahiptir. Kenti hidrolojik, ekolojik, rekreasyonel ve tarım gridleri üzerinden yeşil altyapı sistemlerine entegrasyonunu sağlamak amaçlanmıştır. Kentteki ağ sistemini oluşturmak için kent altı bölgeye ayrılmıştır. Bu sayede her bölge kendi içerisinde ihtiyaçlarına ve mevcuttaki duruma göre değerlendirilirken, bölgeler arasında da ekolojik koridorlar ile bağlantıların sağlanması amaçlanmıştır. Yeşil alanların, daha yaşanabilir kentler için önemli bir ihtiyaç olduğunu benimseyen Sydney kenti, şehir merkezlerini, toplu taşıma ağlarını ve yerleşim yerleri birbirine bağlayan yüksek kaliteli yeşil alanlar ağının oluşturulması ve sağlamlaştırılmasını hedeflemektedir.

Çalışmanın son örneği olan KwaDukuza bölgesi iklim değişikliği eylemine bağlılığını ilan ederek gelecekte karşılaşılması beklenen olası iklim felaketlerine karşı iklim adaptasyonu ve karbon emisyonlarını azaltmaya karar vermiştir. Urban LEDS II projesi her ne kadar bir yeşil altyapı planlaması olmasa da yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılarak başta enerji etkin kullanımı olmak üzere yağmur hasadıyla bölgenin büyük sıkıntısı olan temiz suya olan ihtiyacın azaltılması hedeflenmiştir.

Verilen örneklerden elde edilen verilere bakıldığında kentlerin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinden küçük ölçekten büyük ölçeğe yararlanabildiği sonucu ortaya çıkmıştır. Çizelge 5.2’de kentlerin yeşil altyapı uygulama ölçekleri belirtilmiştir.

Çizelge 5.2. Kentlerin yeşil altyapı uygulama ölçekleri

Kentler	Yeşil Altyapı Uygulama Ölçekleri
Portland	Kentsel ölçek
Stockholm	Kentsel ölçekt
Antalya	Yeşil yol kapsamında kentsel alan
Singapur	Kentsel ölçek
Sydney	Kentsel ölçek
KwaDukuza	Parsel ölçeği

Fakat Mc Mahon ve Benedict'in de belirttiği gibi, yeşil altyapı sistemleri bir program olarak görülmemelidir. Yeşil altyapı gelişmeyi planlamak için çerçeve sağlayan bir felsefe veya organizasyon stratejisi değildir. Yeşil altyapı sistemlerinin herkes için her derde deva olması beklenmemelidir. Yeşil altyapı sistemlerinden kısa vadeli bir çözüm beklenmesi hayal kırıklığına sebep olabilir çünkü yeşil altyapı planlama tasarımı ve yönetimi uzun vadeli bir taahhüt gerektirmektedir. Yeşil altyapı sistemleri birçok insanın koordinasyonunu gerektirmektedir. Bu da disiplinler arası iletişimin kuvvetlenmesini sağlamaktadır. Yeşil altyapı genellikle eyalet, bölgesel veya yerel hükümet tarafından yönetilse de, özel arazi sahipleri de dâhil olmak üzere toplumun tüm sektörlerine dayanmaktadır. Bu yüzden bir hükümet programı olarak görülmemelidir. Yeşil altyapı sistemleri, kentlerde diğer planlama süreçleri ile birlikte entegre edildiğinde büyüme modeline rehberlik etmek için kullanılabilir, ancak büyümenin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirleyemez. Diğer yaklaşımlardan farklı olarak yeşil altyapı sistemleri arazi kullanımında gelişme ve diğer değişiklikleri sağlamaktadır. Yeşil altyapı sistemleri elitist değildir. Toplumun her kesimi yeşil altyapı planlaması ve uygulamasından yararlanabilmektedir. Yeşil altyapı bir yeşil yol sistemi değildir. Yeşil yollar yeşil altyapının önemli bir parçası olabilir fakat yeşil altyapı planlamasının daha geniş ekolojik hedefleri bulunmaktadır.

Çalışmada sunulan kentlerin yeşil altyapının temel ilkelerine göre değerlendirilmesi Çizelge (5.3)'de verilmiştir.

Çizelge 5.3: Yeşil altyapı temel ilkelerine göre kentlerin değerlendirilmesi.

Kentler	Yeşil Altyapı Temel İlkeleri				
	Bağlantılık	İşlevsellik	Entegrasyon	Sosyal İletişim	Sürdürülebilirlik
Portland	Kentte uygulanan yeşil altyapı sistemleri ile kent içindeki kopuk yeşil alanların bağlantısı sağlanmıştır. Yapılan kaldırım uzantıları ve yol ağaçlandırmaları yağmur suyu yönetiminde suyun filtrasyonunu sağlarken aynı zamanda kentin rekreasyonel değerinin artmasına katkı sağlamıştır.	Yağmur suyu iniş boruları ile yağmur suyunun toplanması ve filtrasyonu sağlanmıştır. Kentte uygulanan yağmur bahçeleri, yeşil çatılar, yolların kesişim noktalarında atıl kalan alanların bitkilendirilmesi, biyoçeşitliliğe katkı sağlarken aynı zamanda sürdürülebilir rekreasyonel alanlar da summaktadır.	Kentte uygulanan yeşil altyapı sistemlerinin entegrasyonu başarılı bir şekilde sağlanmıştır. Kaldırım uzantıları, yağmur bahçeleri, çatı bahçeleri ve kent ağaçlandırması kentin doğaya entegrasyonuna katkı sağlamıştır.	Kente entegre edilen rekreasyonel alanlar sayesinde sosyal iletişimin artmasına katkı sağlamış ve planlama sürecinde farklı meslek disiplinlerinin bir arada çalışmasına olanak sağlamıştır.	Kente entegre edilen yeşil altyapı sistemi çalışmalarını sonucunda başta yağmur suyu toplanması ve filtrasyonu olmak üzere, geçirimli yüzeyler ve kent ağaçlandırması ile yağmur suyunun kanalizasyonlara girmesinin önüne geçerek su döngüsü sağlanmaktadır. Aynı zamanda parklar ve kent ağaçlandırmaları sayesinde kentteki ısı adası etkisinin azaltılması ve enerji ihtiyacının azaltılması sağlanmıştır.
Stockholm, Hammarby Sjöstad	Bağlantılık Hammarby Sjöstad Bölgesi yeşil bir ağ planına göre tasarlanmıştır. Tasarlanan yağmur suyu hendekleri, sokak ağaçlandırmaları, gölet ve diğer unsurlar birbirleri ile etkileşim içerisinde.	İşlevsellik Yeşil altyapı sistemlerinden yararlanarak yapılan her uygulamaya ekolojik sürdürülebilirliğe katkı sağlarken aynı zamanda sosyal sürdürülebilirliğe ve uzun vadede ekonomik katkılar sağlamıştır.	Entegrasyon Hammarby sisteminde kentsel peyzaj ile denge sağlanabilmek için yeşil alanlar, parklar ve yürüyüş yolları kentin içinden geçirilerek kente entegre edilmiştir.	Sosyal İletişim Kent içinde entegre edilen alanlar sayesinde kullanıcılara daha kaliteli sosyal ortamlar yaratılmıştır.	Sürdürülebilirlik Eski ve bakımsız bir sanayi bölgesi olan Hammarby Sjöstad yapılan yeşil altyapı sistemleri ile sürdürülebilir bir alana dönüştürülmüştür.
Antalya	Bağlantılık Bağlantılık ilkesi bir yeşil koridor ile sağlanmak istenmiştir. Fakat kent bütününe bakıldığında projede parçalı yeşil alanların bağlantısına dair bir çalışma mevcut değildir	İşlevsellik Yeşil altyapı sistemlerinden yararlanılarak planlanan yeşil koridorunda rekreasyonel alanlar kullanıya sunulurken alandaki geçirimli yüzeyler ağaçlandırma çalışmaları, yeşil çatılar ve göletler yağmur suyu filtrasyonunda ve biyoçeşitliliği artırmada katkı sağlamıştır.	Entegrasyon Dağ ve deniz ekosistemi arasındaki bağlantı yeşil koridor ile sağlanırken mevcutta bulunan bitkisel örtü göz önünde bulundurularak kente uyum sağlayan bitkilerin kullanımına özen gösterilmiştir.	Sosyal İletişim Ekolojik çeşitlilik ve habitatın iyileştirilmesine katkı sağlanırken aynı zamanda yeni rekreasyonel alanlar ile sosyal kullanımın artması hedeflenmiştir.	Sürdürülebilirlik Akdeniz iklimin vermiş olduğu sıcak hava koşullarında enerji tasarrufunu sağlamak amacıyla doğal havalandırma sistemlerinden yararlanarak enerji tasarrufunun sağlanması hedeflenmiştir. Doğrudan bir yağmur hasadı entegrasyonu bulunmasa da projedeki alanların geçiren yüzey miktarını artırarak filtrasyonun sağlanması amaçlanmıştır.
Singapur	Bağlantılık Yatayda gelişen kentlerin büyük problemi olan yeşil alan sorununa bahçe şehir anlayışıyla çözüm bulmayı amaçlanan kente, yeşil bağlantılar yeşil çatı, dikey bahçe, yeşil bina çözümlerleriyle sağlanmıştır.	İşlevsellik Kamusal alanlar da dâhil olmak üzere kentteki flora ve faunanın geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kentte bulunan orman ve ekolojik kasabalar, koloni bahçeleri, çiftlikler hem sosyal hayatı zenginleştirirken hem de kar amacı gütmeyen kentsel peyzajın entegre edilmesini sağlamaktadır.	Entegrasyon Kent, ağaçların, çiçeklerin, parkların ve biyoçeşitlilik sağlayan ortamların içinde yer alan bir şehir anlayışıyla kentin doğaya entegrasyonunda yeşil altyapı sistemlerinden yararlanmıştır.	Sosyal İletişim Projenin amaçlarından biri de yaşanabilir şehirler merkezi anlayışına göre kenti entegre etmektir. Kentlinin refahını artırmak amaçlanmaktadır.	Sürdürülebilirlik Sürdürülebilir Singapur tasarısı olarak adlandırılan projede, minimum enerji kullanımı, su verimliliğini artırmak toplu taşıma standartlarını geliştirmek ve kendi bir bahçe şehire dönüştürmek hedeflenmiştir.

Sydney	Bağılantılık	İşlevsellik	Entegrasyon	Sosyal İletişim	Sürdürülebilirlik
	Kentteki kıyılara, plajlara ve koylara olan bağlantının iyileştirilmesi, altyapının iyileşmesine yatırım yaparak kamusal alanları iyileştirmek ve rekreasyon fırsatlarının çeşitliliğini sağlamak gibi hedeflerle erişimin artırılması amaçlanmıştır.	İnsan aktivitelerini kolaylaştıran ve kamusal alanda iyileşmeler yoluyla aktif ve sağlıklı yaşamı teşvik etmek amaçlanırken öncelikli yeşil koridorları korumak, nehir ve dere koridorları boyunca yaya ve bisiklet yollarının entegrasyonu ile işlevselliğin artırması sağlanmıştır.	Hidrolojik, ekolojik, rekreasyonel gridlerin birleşimi sonucunda parçalanmış kent arazisinin bağlantı ve entegrasyonunu sağlamak amaçlanmıştır. Yeşil grid ile parçalanmış peyzaj sistemlerini, kentsel gelişimi destekleyen bağlantılı bir yeşil altyapı çerçevesine dönüştürmek amaçlanmıştır.	Canlı ve işlevsel kamusal alanlar yaratarak, yaya dostu sosyal etkileşim ve rekreasyon alanları ile daha dinamik ve önemli kentsel alanlar arasında toplu taşıma fırsatları sunarak yüksek kaliteli ve aktif bir kamu alanı yaratmak amaçlanmıştır.	Ekolojik, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin yüksek oranda sağlanması hedeflenen yeşil grid ile, büyüyen şehre ekolojik, hidrolojik ve rekreasyon hizmetleri sunarak sürdürülebilir büyüme ve tanınması hedeflenmiştir.
KwaDukuz	Bağılantılık	İşlevsellik	Entegrasyon	Sosyal İletişim	Sürdürülebilirlik
a	Urban LEDS II projesi kapsamında seçilen yirmi bakım evinin dahil olduğu çalışmada bağlantılılık ilkesine dair bir sonuç elde edilmemiştir.	Yağmur suyu varilleri, kentsel yemek bahçeleri ve Wonderbagler ile yağmur suyunun toplanması ve bahçe sulama gibi alanlarda kullanılması sağlanmıştır. Wonderbagler sayesinde az miktarda su kullanarak yemek pişirmek amaçlanmıştır.	Yeşil altyapı sistemlerinden yararlanarak yirmi bakım eve entegre edilen uygulamalar sonucunda enerji tasarrufu sağlamak amaçlanmıştır. Yiyecek yetiştirmek ve pişirmenin yaşam koşullarına göre iyileştirilmesi hedeflenmiştir.	Urban LEDS II projesi ile Afrika yerel yönetimleri kent ihtiyaçlarını karşılayan yenilikçi kaynak yönetimi ve hizmet sağlama çözümleri geliştirmeyi hedeflemektedir.	Güneş enerjili su ısıtıcıları, Led güneş ışıkları sayesinde güneş enerjisinden büyük ölçüde yararlanmak amaçlanmıştır. Kompost kapları sayesinde biyolojik atıkların gübre olarak kullanılması ile hem toprağı kimyasaldan uzak tutmak hem de geri dönüşümü sağlamak amaçlanmıştır.

Yeşil altyapı sistemleri, sürdürülebilir kent planlamasında daha yaşanabilir bir çevre ile, kentleşmenin yarattığı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi, yaşam kalitesini artırarak sosyal sürdürülebilirliğin sağlanması, biyoçeşitliliğin korunması ve iyileştirilmesine katkı sağlayarak ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında ve özellikle uzun vadede sağladığı olanaklar ile ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli role sahiptir.

Bu çalışma ile yeşil altyapı sistemlerinin farklı kıtalardan seçilen, farklı ekonomik, ekolojik ve sosyal temellere sahip kentlere entegrasyonu üzerinde durulmuştur. Kentlerin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında yeşil altyapı planlamasının önemi vurgulanmıştır. Seçilen kentlerden görüldüğü üzere yeşil altyapı sistemleri esnek bir anlayışa sahiptir bu sayede her iklim, bitki örtüsü sosyal ve ekonomik şartlara uyarlanabilmektedir. Günümüzde iklim krizinin etkilerini en aza indirebilmek ve daha yaşanabilir kentler planlayabilmek için yeşil altyapı sistemlerinden daha fazla yararlanılması ve entegrasyonunun sağlanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Açma, B.** (2005), *Kentleşme ve çevre sorunları*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- American Planning Association**, (2008). *Green Infrastructure Rising*, Chicago.
- Andreucci, M.,B.**,(2019) *Enhancing Society's Resilience: Exploring a Range of Green Infrastructure Value Domains in a Multi-stakeholder Perspective*. Türkiye Peyzajları 3. Ulusal Konferansı, Bildiriler Kitabı, 7-9 Kasım 2019, Antalya.
- Aslan, B. G., & Yazıcı, K.** (2016). *Yeşil Altyapı Sistemlerinde Mevcut Uygulamalar*. Ziraat Mühendisliği, (363), 31-37.
- Atıl, A.& Gülgün, B. ve Yörük, İ.** (2005). *Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Sayı:42 s:215-226.
- Austin, G.** (2014), *Green Infrastructure for Landscape Planning: Integrating Human and Natural Systems*, Routledge, New York.
- Aydın, B.** (2010). *Gelişme Alanlarında Ekolojik Kentsel Yerleşim Kriterlerinin Belirlenmesi Ve İmar Planı Kapsamında Yorumlanması: Ömerli Havzası -Sancaktepe Örneği*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İst.
- Balaban, O.** (2013), *Neoliberal Yeniden Yapılanmanın Türkiye Kentleşmesine Bir Diğer Armağanı: Kentsel Dönüşümde Güncelin Gerisinde Kalmak*", İstanbul: Müstesna Şehrin İstisna Hali, Ayşe Çavdar, Pelin Tan, Sel Yayıncılık, İstanbul, ss.51-78.
- Bayram, F.** (2001). *Sürdürülebilir Kentsel Gelişme: Araçlar, Yaklaşımlar ve Türkiye*, (Ed: Ayşegül Mengi), Mülkiyeliler Birliği Yayınları, s. 251-265, Ankara.
- Benedict, M. & McMahon, E.** (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*, Island Press, Washington.
- Benedict, M. & McMahon, E.** (2001). *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*, Sprawl Watch Clearinghouse, Washington.
- Benedict, M. & McMahon, E.**, (2002). *Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century*, Renewable Resources Journal, 20, 12-17.
- Berry, B. J. L.** (1990). *Urbanisation*. In Turner, B.L, Clark, W.C, Kates, R.W, Richards, J.F., Mathews, J.T. and Meyer, W.B. (eds.) *The Earth as Transformed by Human Action*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Birleşmiş Milletler Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu** (1991), *Ortak Geleceğimiz*, Belkıs Çırakçı (çev.), Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.
- Bolleter, J.& Ramalho, C.E.**, (2020), *Greenspace-oriented development reconciling urban density and nature in suburban cities.s.2*. Berger et al., (2017).
- Boverket, S.** (1992). *Storstadsuppdraget: En Förstudie om Storstädernas Miljö. Plan-Och Naturresursavd./Stadsmiljöavd.*, Karlskrona, 172s. Gülçin, D. (2018). *Yeşil Altyapı Bağlamında Açık-Yeşil Alan Sistemlerinin Uygulama Olanaklarının Araştırılması: Aşağı Büyük Menderes Havzası Örneği*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Boyle, C. ve diğ.,** (2012) *Greening Cities: A Review of Green Infrastructure, The University of Auckland, New Zealand.*
- Chang, Q.& Li, X.& Huang, X.& Wu, J.,** (2012) *A GIs-Based Green Infrastructure Planning for Sustainable Urban Land Use and Spatial Development.* Procedia Environmental Sciences, 12: 491-498.
- CNT,** (2010). 2015 *Yeşil Altyapı Uygulamaları ile Sürdürülebilir bir yerleşke, 9. Uluslararası Sinan Sempozyumu* Edirne,Türkiye.
- Doğangönül, C. & Doğangönül, Ö.** (2008) *Küçük ve Orta Ölçekli Yağmursuyu Kullanımı, Teknik Yayınevi, Ankara*
- Eisenman T.S** (2013) *Frederick Law Olmsted, Green Infrastructure, and the Evolving City. Journal of Planning History.* 12(4):287-311.
- Emery, M.** (1986). *Promoting Nature in Cities and Towns :A Practical Guide. Croom Helm, London.*
- EPA,** (2010) *Green Infrastructure Case Studies: Municipal Policies for Managing Stormwater with Green Infrastructure, Washington.*
- Eroğan. E. & Khabbazi. A.** (2013). *Yapı yüzeylerinde bitki kullanımı, dikey bahçeler ve kent ekolojisi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1), 23-27.
- Eryıldız, S.** (2007), *Yeşil yerel yönetim, Algi yayınları, Ankara, s:132-136.*
- European Environment Agency (Eaa),** (2011). *Green Infrastructure and Territorial Cohesion: The Concept of Green Infrastructure and Its Integration into Policies Using Monitoring Systems.* Technical Report, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 138s.
- Fränne, L.** (2007). *Hammarby Sjöstad–a unique environmental project in Stockholm. Alfaprint, GlashusEtt, Stockholm, Sweden.*
- Friess, D.A.** (2017) *Singapore as a long-term case study for tropical urban ecosystem services, Urban Ecosyst,* 20: 277–291.
- Gaffney, A. ve diğ.** (2007), *Hammarby Sjöstad Stockholm Swedan: A Case Study, CP 249 Urban Design in Planning.*
- Gilbert, R., Stevenson, D., Girardet, H., & Stren, R.** (2013). *Making cities work: Role of local authorities in the urban environment.* Routledge.
- Green Infrastructure Guide,** (2015) Conservation Advisory Council City of Newburgh, New York.
- Gülersoy, N.& Erkut, G. ve Kılıçaslan, T.,** (1993), *Sürdürülebilir Gelişme ve Paralelinde Çevre Duyarlı Kent Planlama Yaklaşımları ve Bazı Ülkelerden Örnekler, 2000’li Yıllara Doğru Türkiye’de Kent Planlama Uygulama Sürecinin Değerlendirilmesi ve Yeni Yaklaşımlar Semineri, İller Bankası Genel Müdürlüğü, s:146.*
- Gürler, E.,** (2003), *Kentsel Yeniden Üretim Süreci Üzerine Karşılaştırmalı Çalışma: İstanbul Örneği, Kentsel Dönüşüm Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayın Merkezi, İstanbul, ss.113-158.*
- Harvey, D.** (2003b) . *Postmodernliğin Durumu.* Metis Yayınları, İstanbul. Kaygalak, İ., Işık, Ş. (2007). *Kentleşmenin yeni ekonomik boyutları. Ege Coğrafya Dergisi, sayı.16,s.17-35.*İzmir.

- Haughton, G. & Hunter, C.** (1994), *Sustainable Cities*, Jessica Kingsley Publishers: London.
- Haughton, G.** (1999), *Searching for The Sustainable City: Competing philosophical rationales and processes of 'ideological capture' in Adelaide, South Australia*, Urban Studies, 36 (11), 1891-1906.
- Hepcan Ç.C.** (2019) *Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri*, Ankara.
- İsbir, E.** (1986), *Şehirleşme ve meseleleri*, Ocak yayınları, Ankara, s:79-109.
- Kaya, H. E., & Susan, A. T.** (2020) *Sürdürülebilir bir kentleşme yaklaşımı olarak, ekolojik planlama ve eko-kentler. İdealkent*, 11(30), 909-937.
- Kaygalak, İ. & Işık, Ş.** (2007). *Kentleşmenin yeni ekonomik boyutları*. Ege Coğrafya Dergisi, sayı.16,s.17-35.İzmir.
- Keleş, R.** (1996), *Kentleşme politikası*, İmge kitapevi, Ankara.
- Keleş, R., Hamamcı, C.** (2002), *Çevrebilim*, İmge yayınları, Ankara.
- Kilbane, S.** (2013) *Green Infrastructure: Planning a National Green Network for Australia. Journal of Landscape Architecture*, 8(1):64-73.
- Korkut, A. & Gültürk, P & Üstün Topal, T.** (2016) *Kentsel Peyzaj Yapılarında Zemin Geçirimsizliği Üzerine Bir Araştırma: Tekirdağ Örneği*, Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi, 2016, 16 (2): 412-422.
- Korkut,A.& Kiper,T .ve Üstün Topal.,T.**(2017). *Kentsel Peyzaj Tasarımında Ekolojik Yaklaşımlar*. Artium Dergisi Cilt:5 Sayı:1 s:14-26.
- Li, F.& Wang, R.& Paulussen & J. And Liu, x.** (2005) *Comprehensive concept planning of urban greening based on ecological principles: a case study in Beijing, China, Landcape and Urban Planning*, 72; 325-336.
- Liquete, C.& Kleeschulte, S.& Dige, G.& Maes, J.& Grizzetti, B.& Olah, B.& Zulian, G.,** (2015) *Mapping Green Infrastructure Based on Ecosystem Services and Ecological Networks: A Pan-European Case Study. Environmental Science & Policy*, 54:268-280.
- Marzluff, J.M.,** (2008), *Urban ecology*, Springer press, Washington.
- McHarg, I. L.** (1969). *Design with nature* (pp. 7-17). New York: American Museum of Natural History.
- Mell I,** (2017) *Green infrastructure: reflections on past, present and future praxis. Landscape Research. Routledge*. 42(2): 135–145.
- Müftüoğlu, V. & Perçin, H.** (2015) *Sürdürülebilir Kentsel Yağmur Suyu Kapsamında Yağmur Bahçesi, İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5.11, 27-37
- Naess, P.** (1992), *Urban Development and Environmental Philosophy, Rapporteur Paper to the ECE Research Conference*, Ankara Turkey.
- Newman, P.** (2014) *Biophilic urbanism: A case study on Singapore, Australian Planner*, Vol. 51, No. 1, 47-65.

- Oh, RRY& Richards, DRR&Yee, ATK.** (2018) *Community-driven skyrise greenery in a dense tropical city provides biodiversity and ecosystem service benefits*, *Landscape and Urban Planning*, 169, 115–123.
- Ortaçesme, V. & Yıldırım, E., & Manavoğlu, E. (2005).** *Kentsel yeşil alan fonksiyonları düzleminde Antalya kenti yeşil alanlarına bir bakış*. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisleri Sorunları Kongresi Bildiriler Kitabı, 2, 539-549.
- Olafsson, A. S., & Pauleit, S.** (2018). *Green Surge Final Project Report*.
- zdemir, ř.** (1997), *Temel ekoloji bilgisi ve evre sorunları*, Hatiboğlu yayınları, Ankara, s:19-145.
- zdemir,A.,** (2009), *Peyzaj Tasarımında Yağmur Suyu Denetimi*, Peyzaj Mimarlığı Dergisi, 2009/1, 77-89.
- zeren, M.** (2012). *Yeşil Altyapı Sistemi Kapsamında Meles Deltası Ve evresinin Kurgulanması*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, İzmir, S:125.
- Öztunç, .** (2006). *Uluslararası evre Politikalarında Birleşmiş Milletlerin Rolü*, Ankara Üniv. Sosyal Bilimler Enst. Sosyal evre Bil. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Pauleit, S.& Ambrose-Oji, B.& Andersson, E.& Anton, B.& Buijs, A.& Haase, D., & van den Bosch, C. K.** (2019). *Advancing urban green infrastructure in Europe: Outcomes and reflections from the GREEN SURGE project*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 4-16.
- Saygın, N. & Ulusoy, P.** (2011) *Sürdürülebilir Kampüs Tasarımı için Yağmursuyu Yönetimi ve Yeşil Altyapı Teknikleri*, Politeknik Dergisi, 14.3, 223-231
- Semiz,M.,**(2016), *Yeşil Altyapı Sistemleri ve Kent Sürdürülebilirliği İlişkisi*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İst.9
- Süher, H.** (1996), *şehircilik*, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul, S:10-29.
- şafak, S.** (2005), *evre Kanunu ve Yönetmelikleri Tebliği*, evre ve Sanayi Semineri, TİSK, 25 Mayıs Bursa. S:23.
- şenol, E.** (2010). *Amasya'nın Cumhuriyet Dönemi Kentsel Gelişim Süreci ve Ketleşme Sorunları*, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- şişli, N.** (1999), *evre bilim ekoloji*, Gazi kitapevi, Ankara, s:427-431.
- T.C. evre ve şehircilik Bakanlığı, (2018)** *Yağmur Bahçesi Hazırlama Klavuzu*.
- Tabanlıoğlu, H.** (1991). *arpık Kentleşme Sorunları, Nedenler, ıkış Yolları*, İstanbul Haliç Rotary Klubü, İstanbul.
- The City of Lancaster,** (2011) *Green Infrastructure Plan*, Lancaster.
- The Value Of Green Infrastructure,** (2010) *A Guide to Recognizing Its Economic, Environmental and Social Benefits*.
- Tohum, N.** (2011) *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarım Aracı Olarak 'Yeşil atılar'*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.

- Tsenkova, S. & Haas, T.,** (2013) *Planning Sustainable Communities Europe's New Model for Green Living in Stockholm*, Plan Canada
- Tülek, B.& Ersoy Mirci, M.**(2019).*Kentsel Sistemlerde Yeşil Altyapı ve Ekosistem Hizmetleri*, Peyzaj-Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi 2 (2019) 1-11.
- Vail, E.** (2011). *Climate Smart Communities – Green Infrastructure Case Studies, Hudson River Estuary Program, NYS Department of Environmental Conservation*
- Wackernagel, M. & Rees, W.,**(1996) , *Our ecological footprint*, NSP, Canada.
- Weber T & Sloan A & Wolf J** (2006) *Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. Landscape and Urban Planning* 77: 94–110.
- Weber, T., Sloan, A., & Wolf, J.** (2006). Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. *Landscape and urban planning*, 77(1-2), 94-110.
- Wethington, B.,**(2015), *Green Infrastructure in the City of Portland Oregon, Environmental Services City of Portland*.
- Wickham, J. D.& Riitters, K. H.& Wade, T. G.& Vogt, P.** (2010) *A National Assessment of Green Infrastructure and Change for the Conterminous United States Using Morphological Image Processing. Landscape and Urban Planning*, 94(3):186-195.
- Williamson, K. S.** (2003). *Growing with green infrastructure*. Doylestown: Heritage Conservancy.
- Yazgı, D., & Yılmaz, K. T.** (2016). Yeşil Altyapı Kavramının İlgili Yasal Düzenlemeler İçerisindeki Yeri ve Uygulamaya Yönelik Öneriler. 6. *Peyzaj Mimarlığı Kongresi Söylem ve Eylem*, 08-11.
- Yedekçi Arslan, G.**(2014) *Kentsel Dönüşümün Sürdürülebilirlik Boyutu: Hammarby (İsveç) ve Fener-Balat Örneklerinin İncelenmesi*, Artium Dergisi, Vol.2, No.2,180-190.
- Yee, A.T.K.& Corlet,R.T.& Iiew, S.C.& Tan,H.T.W.** (2011). *The Vegetation of Singapore –an updated map*, Gardens' Bulletin Singapore 63(1 & 2): 205–212
- Yılmaz, E.** (2006). *Megakentler ve Nüfus*, Yeni Ufuklara-Bilim ve Teknik Dergisi 4 Ocak 2006 Eki, 1-3.

İNTERNET KAYNAĞI

- URL-1,** <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?contextual=default>. (Erişim tarihi: 03.05.2021)
- URL-2,** <https://www.daka.org.tr/panel/files/files/yayinlar/TRB2%20Bolgesi%20Kentsel%20Buyume%20ve%20Planlama%20Mevcut%20Durum%20Analizi.pdf> (Erişim tarihi: 20.05.2020).
- URL-3,** www.naturalengland.org.uk (Erişim tarihi 25.05.2020).
- URL-4,** <https://www.arup.com/perspectives/cities-alive> (Erişim 10.08.2020).

- URL-5, <https://www.alexandriava.gov/tes/stormwater/info/default.aspx?id=100183#:~:text=Separate%20sewer%20systems%20have%20two,mix%20of%20sanitary%20and%20stormwater.> (Erişim tarihi 30.12.2020).
- URL-6, <https://untappedcities.com/2018/09/17/5-nyc-parks-that-are-larger-than-central-park/> (Erişim tarihi 03.01.2021).
- URL- 7, <https://www.dec.ny.gov/lands/63459.html> (Erişim tarihi 10.02.2021).
- URL-8, <https://www.dec.ny.gov/lands/76843.html> (Erişim tarihi 10.02.2021).
- URL-9, <https://www.dec.ny.gov/lands/74995.html> (Erişim tarihi 11.02.2021).
- URL-10, https://www.thbb.org/media/281170/gecirimli_beton_uygulama_k%C4%B1lavu_zu_147.pdf (Erişim tarihi 11.02.2021).
- URL-11, <https://www.ekoyapidergisi.org/4429-yesil-catilar-1-wenchuan-deprem-muzesi.html> (Erişim tarihi 12.02.2021).
- URL-12, <https://www.ekoyapidergisi.org/4432-yesil-catilar-4-nanyang-teknoloji-universitesi.html> (Erişim tarihi 12.02.2021).
- URL-13, <https://www.ekoyapidergisi.org/4430-yesil-catilar-2-becton-dickinson-kampus-merkezi.html> (Erişim tarihi 12.02.2021).
- URL-14, <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/realisations/paris/loasis-daboukir-paris> (Erişim tarihi 12.02.2021).
- URL-15, <https://doee.dc.gov/service/types-green-infrastructure> (Erişim tarihi 18.02.2021).
- URL-16, <https://megamanual.geosyntec.com/npsmanual/infiltrationrechargebasins.aspx> (Erişim tarihi 18.02.2021).
- URL-17, <https://raincampaign.org/rainbarrels/> (Erişim tarihi 19.02.2021).
- URL-18, worldpopulationreview.com (Erişim tarihi 15.02.2022).
- URL-19, <https://tr.climate-data.org/kuzey-amerika/amerika-birlesik-devletleri/oregon/portland-6342/> (Erişim tarihi 15.02.2022).
- URL-20, <https://www.statista.com/statistics/858914/green-areas-per-inhabitant-in-stockholm-sweden/#:~:text=According%20to%20data%20published%20by,16.72%20square%20meters%20per%20person> (Erişim tarihi 16.07.2022).
- URL-21, <https://antalya.ktb.gov.tr/TR-66213/genel-bilgiler.html> (Erişim tarihi 15.02.2022).
- URL-22, <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/antalya/antalya-4548/> (Erişim tarihi 15.02.2022).
- URL-23, <https://tr.db-city.com/Singapur> (Erişim tarihi 15.02.2022).

- URL- 24,** <https://urban-leds.org/countries-cities/south-africa/#kwadukuza> (Erişim tarihi 17.02.2022).
- URL-25,** http://www.werf.org/liveablecommunities/studies_port_or.htm (Erişim tarihi 18.02.2022).
- URL-26,** http://www.werf.org/liveablecommunities/studies_port_or.htm (Erişim tarihi 20.02.2022).
- URL-**
27,<https://www.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=412ee753fbcc495fa618d99c445cb48a> (Erişim tarihi 20.02.2022).
- URL- 28,** <https://www.portlandoregon.gov/bes/article/509607> (Erişim tarihi 25.02.2022).
- URL-29,** <http://www.architectureoflife.net/yesil-baskent-stockholm-hammerby-modeli/> (Erişim tarihi 26.02.2022).
- URL-30,** <https://www.urbangreenbluegrids.com/projects/hammarby-sjostad-stockholm-sweden/> (Erişim tarihi 02.03.2022).
- URL-31,** https://www.researchgate.net/figure/Hammarby-Sjostad-Source-http-wwwskyscrapercitycom-Hammarby-Sjoestad-is-Stockholms_fig1_278017885 (Erişim tarihi 02.03.2022).
- URL-32,** <https://www.theplan.it/eng/award-2016-urbanplanning/antalya-green-hub> (Erişim tarihi 04.05.2021).
- URL-33,** <https://architizer.com/projects/newton-suites-singapore/> (Erişim tarihi 15.05.2021).
- URL-34,** <http://yeohongeng.blogspot.com/2012/03/birth-of-hougang-primary-school-year.html> (Erişim tarihi 15.05.2021).
- URL-35,** <https://www.mottmac.com/article/1131/kwadukuza-climate-change-response-strategy-so> (Erişim tarihi 25.05.2021).
- URL-36,** <https://urban-leds.org/kwadukuza-triumphs-as-the-national-wwf-one-planet-city-challenge-winner/> (Erişim tarihi 25.05.2021).

ÖZGEÇMİŞ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü.
- **Yüksek Lisans** : 2021, İnönü Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı,

MESLEKİ DENEYİM:

- 2016, Green Life Peyzaj A.Ş’de stajyer olarak çalıştı.
- 2017, Meta Peyzaj Planlama Ltd. Şt’de stajyer olarak çalıştı.