

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

DOKTORA TEZİ

Mehmet Ali DERSE

**SUYA DAYALI EKOSİSTEM SERVİSLERİNİN MEKÂNSAL PLANLAMA
SÜRECİNE ENTEGRASYONU: SİLİFKE ÖRNEĞİNDE YEŞİL ALTYAPI
YAKLAŞIMI**

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ADANA-2023

ÖZ

DOKTORA TEZİ

SUYA DAYALI EKOSİSTEM SERVİSLERİNİN MEKÂNSAL PLANLAMA SÜRECİNE ENTEGRASYONU: SİLİFKE ÖRNEĞİNDE YEŞİL ALTYAPI YAKLAŞIMI

Mehmet Ali DERSE

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Hakan ALPHAN
Yıl: 2023, Sayfa 221
Jüri : Prof. Dr. Hakan ALPHAN
: Prof. Dr. Çiğdem Coşkun HEPCAN
: Doç. Dr. Cengiz USLU
: Prof. Dr. Öner DEMİREL
: Prof. Dr. Tolga ÜNLÜ

Küresel iklim değişikliğinin göstergesi olan ekstrem iklim olaylarından en çok etkilenen yerlerden birini kentsel alanlar oluşturmaktadır. Büyük çoğunluğu kentlerde yaşayan günümüz toplumları için ise en belirleyici zorlukların başında sağlıklı ve yaşanabilir kentlerin yaratılması gelmektedir. Sağlıklı ve yaşanabilir bir kent yaratılması için kentsel yağmur suyunun etkin yönetilebilmesi hayati önemdedir. Bu çalışmanın amacı, kentsel peyzajlardaki sulama ihtiyacının kentsel yağmur suyu hasadı ile karşılanması potansiyelinin değerlendirilmesi ve bu sürecin bir yeşil altyapı yaklaşımı ile mekânsal planlamaya entegrasyonunun sağlanmasıdır. Bu kapsamda, Mersin'e bağlı Silifke merkez ve Taşucu-Kum Mahallesi'ne ait imar planları içerisindeki kentsel yeşil altyapı ve suya dayalı ekosistem servisleri ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur. Daha sonra kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacı belirlenerek ne kadarının yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği değerlendirilmiştir. Ayrıca 2050 yılı kentsel gelişim eğilimleri ortaya koyularak sonuçlar yeşil alan ihtiyaçları açısından değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekosistem Servisleri, Yeşil Altyapı, Kentsel Yağmur suyu

ABSTRACT

PhD THESIS

INTEGRATION OF WATER-BASED ECOSYSTEM SERVICES INTO THE SPATIAL PLANNING PROCESS: A GREEN INFRASTRUCTURE APPROACH IN THE CASE OF SILIFKE

Mehmet Ali DERSE

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

Supervisor : Prof. Dr. Hakan ALPHAN
Yıl: 2023, Sayfa 221
Jury : Prof. Dr. Hakan ALPHAN
: Prof. Dr. Çiğdem Coşkun HEPCAN
: Assoc. Prof. Dr. Cengiz USLU
: Prof. Dr. Öner DEMİREL
: Prof. Dr. Tolga ÜNLÜ

Urban areas are one of the places that are most affected by the problems caused by extreme climate events, which are the indicators of global climate change. Creating healthy and livable cities is one of the most decisive challenges for today's societies, the majority of which live in cities. In order to manage urban rainwater effectively within the framework of creating a healthy and livable city, the aim of this study is to evaluate the potential of meeting the irrigation need of water-based landscapes that provide urban ecosystem services with urban rainwater harvesting and to integrate this process into spatial planning with a green infrastructure approach. In this context, urban green infrastructure and water-based ecosystem services within the zoning plans of Silifke central settlement and Taşucu-Kum District of Mersin have been revealed. Then, the irrigation water need of public green spaces was determined and it was evaluated how much of it could be met by rainwater harvesting. In addition, the urban development trends of 2050 were revealed and the results were evaluated in terms of green space needs.

Keywords: Ecosystem Services, Green Infrastructure, Urban Rainwater harvesting.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Çağımızın en büyük sorunu olarak gösterilen küresel iklim değişikliğinin göstergesi olan ekstrem iklim olaylarının neden olduğu sorunlardan en çok etkilenen yerlerden birini kentsel alanlar oluşturmaktadır. Büyük çoğunluğu kentlerde yaşayan günümüz toplumları için ise en belirleyici zorlukların başında sağlıklı ve yaşanabilir kentlerin yaratılması gelmektedir. Yeşil altyapı uygulamaları yıllar boyunca, yağmur suyu yönetiminin sürdürülebilir bir metodu olarak tanımlanmaktadır. Entegre bir kentsel yağmur suyu yönetimi stratejisi olarak yeşil altyapının artan popülaritesi nedeniyle, mevcut havza modelleme araçlarının çoğu, bu uygulamaları yerleşik modüller olarak kullanmaktadır.

Sağlıklı ve yaşanabilir bir kent yaratılması çerçevesinde kentsel yağmur suyunun etkin yönetilebilmesi için bu çalışmanın amacı, kentsel ekosistem servisleri sağlayan suya bağlı peyzaj alanlarının sulama ihtiyacının kentsel yağmur suyu hasadı ile karşılanması potansiyelinin değerlendirilmesi ve bu sürecin bir yeşil altyapı yaklaşımı ile mekânsal planlamaya entegrasyonunun sağlanmasıdır.

Bu kapsamda, Mersin'e bağlı Silifke ilçesi ilçe merkezi ve Taşucu-Kum Mahallesi'ne ait imar planları içerisindeki kentsel yeşil altyapı ve suya dayalı ekosistem servisleri ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur. Daha sonra kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacı belirlenerek ne kadarının yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği değerlendirilmiştir.

Mevcut kentsel yeşil altyapının değerlendirilmesinden elde edilen sonuçlara göre, Silifke merkezi için, Kentsel Atlas-Yeşil Dalga (KA-YD) sınıflama sistemlerindeki tanımlamalar dikkate alınarak belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı 7,75 m² iken, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğindeki tanımlamalar dikkate alınarak belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 3,85 m² olmuştur. Taşucu-Kum Mahallesi yerleşimleri için ise KA-YD sınıflama sistemindeki

tanımlamalara göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı 17,80 m² iken, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğindeki tanımlamalara göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 12,30 m² olmuştur.

Silifke imar planı sınırları içindeki kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlarda bulunan yaklaşık 155.030 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek potansiyel yağmur suyu hasadı miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 380.000 m³ olduğu belirlenmiştir. Depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 380 bin m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 410 bin m³'tür. Silifke imar planı sınırı için yapılan yağmur suyu hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyunun yaklaşık olarak yüzde 90'ını karşılamaktadır.

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içindeki kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlarda bulunan yaklaşık 40.210 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek yağmur hasadının miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 98.000 m³ olduğu belirlenmiştir.

Depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 98.000 m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 140.000 m³'tür. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırı için yapılan yağmur suyu hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyunun yaklaşık olarak yüzde 70'ini karşılamaktadır.

Araştırma alanı için 2050 yılı projeksiyonu arazi eğilim çalışması sonucunda 2050 yılına dair kentleşme beklentisi sonucu incelendiğinde 1/100.000 Adana-Mersin Çevre Düzeni Planında belirtilen kentsel gelişim alanlarının neredeyse tamamının yapılaşma beklentisi içinde olduğu görülmektedir. Sadece Silifke yerleşim merkezinin batısında yer alan kentsel gelişim bölgesinin önemli bir

bölümünde ve yine aynı yerleşim merkezinin kuzeyinde yer alan kentsel gelişim bölgesinin neredeyse tamamında 2050 yılına kadar bir yapılaşma beklentisi görülmemektedir. Silifke imar planı sınırları içerisinde beklenen kentleşme olasılıklarında yapılaşma olması beklenen alanların tamamı tarımsal alanlardan oluşmaktadır.

2050 yılı nüfus projeksiyonuna göre Silifke imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde yaklaşık 102.923 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir. Mevcut mekânsal planlar yapım yönetmeliğine göre ise kişi başına düşen en az yeşil alan miktarının 10 m² olması gerekmektedir. Bu nedenle 2050 yılı Silifke imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 1.029.230 m² olması gerekmektedir.

2050 yılı nüfus projeksiyonuna göre Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde ise yaklaşık 24.815 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir. Mevcut mekânsal planlar yapım yönetmeliğine göre 2050 yılı Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 248.150 m² olması gerekmektedir.



İTHAF

Bu Tez, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremde Antakya’da hayatına kaybeden Dedem Mehmet Ocak, Kuzenim Serap Ocak Tileylioğlu, Eşi Yücel Tileylioğlu, Kızı Azra Tileylioğlu’na ve bu depremlerde ebediyete intikal eden tüm canlara ithaf edilmiştir.

Bu Tez ayrıca, çok zamansız kaybettiğimiz Peyzaj Mimarlığı camiasının çok değerli üyesi çok değerli hocamız Prof. Dr. Zerrin SÖĞÜT’e ithaf edilmiştir.



TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında önerileri, yardımları ve desteğiyle çalışmamın gelişmesine katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hakan Alphan'a;

Tezimin değerlendirilmesi aşamasında emeği geçen değerli jüri üyelerinden Prof. Dr. Çiğdem Coşkun HEPCAN, Doç. Dr. Cengiz USLU, Prof. Dr. Öner Demirel ve Prof. Dr. Tolga ÜNLÜ'ye;

Tez İzleme Komitesi'nde yer alan ve emekliliği dolayısıyla görevi sona eren Prof. Dr. Kemal Tuluhan YILMAZ'a ve tez süresince bana destek olan Esin KARAMANLI'ya;

Çalışmalarımın farklı dönemlerinde maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: FDK-2019-11889)'ne ve PCSWMM Europe University Grant programı ile yazılımını hibe eden HydroPraxis'e;

Ayrıca, hayatımın tüm evrelerinde olduğu gibi Doktora eğitimim süresince her türlü desteği benden esirgemeyerek her zaman yanımda olan Annem Gülşen DERSE, Babam Selahattin DERSE ve Kardeşlerim Gülşah DERSE, Emin DERSE, Yağmur DERSE 'ye;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR	IIX
İÇİNDEKİLER	X
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
KISALTMALAR	XX
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
2.1. Kavramsal Çerçeve	7
2.1.1. Kentsel Ekosistem Servisleri	7
2.1.2. Yeşil Altyapı	9
2.1.2.1. Yeşil Altyapının Kökenleri	10
2.1.2.2. Yeşil Altyapı Tanımları	11
2.1.2.3. Yeşil Altyapı Yaklaşımları	14
2.1.2.4. Yeşil Altyapı Bileşenleri ve Prensipleri	18
2.1.2.5. Yeşil Altyapı Ölçekleri	24
2.1.2.6. Kentsel Yeşil Altyapı	26
2.1.3. Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi	28
2.1.3.1. Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development-LID)	33
2.1.3.2. Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri (Sustainable Drainage Systems-SuDS)	35
2.1.3.3. Suya Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design-WSUD)	38

2.1.3.4. Sünger Şehirler (Sponge Cities-SC) / Entegre Kentsel Su Yönetimi (Integrated Urban Water Management-IUWM)...	40
2.1.3.5. Yeşil Sokak Programları (Green Alley Programs)	42
2.1.3.6. Doğal Miras/Kalıntı Sistemi (Natural Heritage System-NGS)	44
2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	45
2.2.1. Kentsel Ekosistem Servisleri	45
2.2.2. Kentsel Yeşil Altyapı.....	49
2.2.3. Kentsel Yağmur Suyu.....	51
3. MATERYAL	55
3.1. Araştırma Alanı.....	55
3.1.1. Jeoloji ve Jeomorfoloji	59
3.1.2. İklim.....	61
3.1.3. Hidroloji.....	63
3.1.4. Toprak.....	63
3.1.5. Flora ve Fauna	65
3.1.6. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanımları.....	68
3.1.7. Koruma Statüsüne Sahip Alanlar.....	70
3.1.7.1.Arkeolojik Sitler	70
3.1.7.2.Korunan Alanlar	75
3.1.8. Uzaktan Algılama Verileri ve Diğer Veriler.....	82
3.1.8.1.Hava fotoğrafları	82
3.1.8.2.Sayısal Yükseklik Model.....	82
3.1.8.3.Meteorolojik Veriler.....	83
3.1.8.4.İmar Planı	84
3.1.8.5.Yardımcı Veriler ve Yazılımlar	85
3.2. Yöntem	86
3.2.1. Kentsel Yeşil Altyapı.....	87

3.2.1.1. Mevcut Kentsel Yeşil Altyapı	87
3.2.1.2. Kentsel Ekosistem Servisleri ve Su İhtiyaçları.....	88
3.2.2. Kentsel Yağmur Suyu ve Hasadı Potansiyeli	88
3.2.3. Kentsel Gelişim Açısından Arazi Değişim Eğilimi 2050	90
3.2.4. Sınıflama Yöntemi.....	90
3.2.5. Yağmur Suyu Hesaplama Yöntemi	97
3.2.5.1. Yağmur Suyu Hesaplama Kullanan Meteorolojik Veri... 98	
3.2.5.2. Yüzeysel Akış Hesaplama Yöntemi	99
3.2.5.3. Parametre Hesaplama/Değerlendirme Yöntemleri	99
3.2.5.4. İnfiltrasyon Modeli.....	102
3.2.5.5. Yönlendirme Modeli	105
3.2.6. Su İhtiyacı Hesaplama Yöntemi	106
3.2.7. Araz Değişim Projeksiyonu Yöntemi	107
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	109
4.1. Veri Envanteri Ön Hazırlık İşlemleri ve Veri Setleri	109
4.1.1. Hava Fotoğrafları.....	109
4.1.2. Sayısal Yükseklik Modeli.....	109
4.1.3. Meteoroloji Verileri	110
4.1.4. İmar Planı	112
4.1.5. Yardımcı Veriler.....	112
4.2. Veri Setleri.....	113
4.2.1. 1990-2020 Yıllarına ait AÖ/AK (CLC 3. Düzey) Haritaları	113
4.2.2. 2020 Yılına Ait Kentsel Atlas ve Yeşil Dalga Haritaları.....	114
4.2.3. Hidroloji Ağı.....	114
4.2.4. Yol Ağı	116
4.2.5. Eğim.....	117
4.2.6. Yüzey Geçirgenliği.....	118

4.2.7. Toprak Tekstürü.....	119
4.2.7.1. Silifke Serisi (Si)	120
4.2.7.2. Göksu Serisi (Gö).....	120
4.2.7.3. Taşucu Serisi (Ta).....	121
4.3. Araştırma Alanı Sınırı: Mikro Havza Çalışması.....	122
4.4. Kentsel Yeşil Altyapı.....	126
4.4.1. Mevcut Kentsel Yeşil Altyapı.....	126
4.4.2. Kentsel Ekosistem Servisleri ve Su İhtiyaçları.....	151
4.4.2.1. Kentsel Ekosistem Servisleri	151
4.4.2.2. Suyu Dayalı Kentsel Ekosistem Servisleri	161
4.4.3. Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli	166
4.4.3.1. Silifke Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli	173
4.4.3.2. Taşucu-Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli	175
4.4.4. Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli	177
4.4.4.1. Silifke Kentsel Yağmur Hasadı Potansiyeli	182
4.4.4.2. Taşucu-Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli	183
4.4.5. Kırsal Nitelikteki Alıcı Ortamlar	185
4.5. Kentsel Gelişim Açısından Arazi Değişim Eğilimi: Projeksiyon 2050	187
4.5.1. 1990 ve 2020 Yıllarına Ait AÖ/AK (CLC 3. Düzey) Değişimleri ...	190
4.5.2. 2050 AÖ/AK Değişimleri: Kentleşme Eğilimi.....	193
4.5.3. Nüfus Eğilimi.....	197
4.5.4. Kentsel Yeşil Alan İhtiyaçları: 2050	199
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	201
6. KAYNAKLAR	209

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Yeşil Altyapının kent ve peyzaj ölçeğinde karşılaştırılması.....	25
Çizelge 3.1. Çalışmanın Akış Diyagramı.....	91
Çizelge 3.2. Kentsel Atlas sınıflama listesi.....	92
Çizelge 3.3 Kentsel Yeşil Dalga (KYD) sınıflama listesi.....	94
Çizelge 3.4. Farklı arazi kullanımları için geçirimsiz alan yüzdesi	101
Çizelge 3.5. USDA NRCS (SCS) Toprak Geçirgenliği Eğri Numaraları.....	103
Çizelge 3.6. NRCS Hidrolojik Toprak Grubu.....	104
Çizelge 4.1. Silifke serisi toprak tekstürü değerleri	120
Çizelge 4.2. Göksu serisi toprak tekstürü değerleri	121
Çizelge 4.3. Taşucu serisi toprak tekstürü değerleri	121
Çizelge 4.4. Hidroloji temelli araştırma alanına ait istatistikler.....	125
Çizelge 4.5. Kentsel Atlas Haritasına ait istatistiksel bilgiler.....	130
Çizelge 4.6. Yeşil Dalga haritasına ait istatistiksel bilgiler	134
Çizelge 4.7. Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası sınıfları	138
Çizelge 4.8. Mikro havza düzeyi Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası istatistiksel bilgiler	144
Çizelge 4.9. Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası Sınıfları.....	149
Çizelge 4.10. Silifke İmar Sınırı Düzeyi İstatistiksel Bilgileri	150
Çizelge 4.11. Taşucu-Kum Mh. İmar Sınırı Düzeyi İstatistiksel Bilgileri.....	150
Çizelge 4.12. Kentlerle ilgili ekosistem kategorileri ve türleri	152
Çizelge 4.13. Silifke Kentsel Ekosistem Servisleri sağlayan Yeşil Alanlar	156
Çizelge 4.14. Silifke merkez yerleşim nüfusu ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı	158
Çizelge 4.15. Taşucu Kentsel Ekosistem Servisleri sağlayan Yeşil Alanlar	159
Çizelge 4.16. Taşucu-Kum Mahallesi nüfusu ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı	160

Çizelge 4.17. Silifke ilçesi için çim bitkisinin aylık toplam su ihtiyacı.....	161
Çizelge 4.18. Silifke Kentsel Ekosistem Servisleri Su İhtiyaçları	163
Çizelge 4.19. Taşucu-Kum Mh. Kentsel Ekosistem Servisleri.....	164
Çizelge 4.20. Silifke imar planı alt havzaları ile ilgili veri tabanı kesiti.....	168
Çizelge 4.21. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı alt havzalar ile ilgili veri tabanı kesiti	168
Çizelge 4.22. Silifke İstatistik bilgileri	173
Çizelge 4.23. Taşucu Kum mh İstatistik bilgileri	175
Çizelge 4.24. Yağmur suyu hasadı potansiyeli için kullanılan ortalama yağış verileri	179
Çizelge 4.25. Silifke Kentsel Yağmur Hasadı Potansiyeli.....	182
Çizelge 4.26. Taşucu-Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli	184
Çizelge 4.27. Silifke imar planı kırsal nitelikli alıcı ortamlar deşarj	185
Çizelge 4.28. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı kırsal nitelikli alıcı ortamlar deşarj	186
Çizelge 4.29. Kentsel yağmur suyu yüzey akışındaki kirletici kaynakları	187
Çizelge 4.30. 1990 ve 2020 yılları CLC AÖ/AK haritaları istatistik bilgileri	189
Çizelge 4.31. 1990 ve 2020 yılları arasındaki değişimlerin yönü ve istatistiksel bilgileri	191
Çizelge 4.32. Arazi değişim eğiliminde kullanılan girdi verileri parametreleri....	195
Çizelge 4.33. 2050 Yılı arazi değişim eğilimi kentleşme projeksiyonu istatistiksel bilgiler	196
Çizelge 4.34. Silifke ve Taşucu Mahalleleri Nüfus Sayım Sonuçları.....	198
Çizelge 4.35. Silifke Taşucu 2050 yılı Nüfus Projeksiyonu	198

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Silifke ilçesi genel görünümü	56
Şekil 3.2. Taşucu yerleşim merkezi ve Taşucu limanı	57
Şekil 3.3. Araştırma alanının Türkiye’deki konumu.....	58
Şekil 3.4. Mikro havza çalışması sonucu belirlenen Araştırma alanı	59
Şekil 3.5. Jeoloji Haritası	60
Şekil 3.6 Araştırma alanına ait iklimsel veriler	62
Şekil 3.7. Araştırma alanına ait hidroloji ağı	64
Şekil 3.8 Araştırma alanına ait Büyük Toprak Grupları (Sol) ve Arazi Yetenek Sınıfı (Sağ)	66
Şekil 3.9 Silifke Kalesi	72
Şekil 3.10 Roma Köprüsü	72
Şekil 3.11 Tekir Ambarı	73
Şekil 3.12 Zeus Tapınağı	73
Şekil 3.13 Araştırma alanındaki arkeolojik sit alanlarının dağılımı	74
Şekil 3.14 Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi uydu görüntüsü	76
Şekil 3.15. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi	77
Şekil 3.16 Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi	77
Şekil 3.17. Göksu Deltası’ndaki sazlık alanlar	78
Şekil 3.18. Göksu Deltası	79
Şekil 3.19. <i>Callinectes sapidus</i>	80
Şekil 3.20. Araştırma alanı içerisindeki koruma statüsüne sahip alanların dağılımı.....	81
Şekil 3.21. 1990 ve 2015 yıllarına ait hava fotoğrafları.....	82
Şekil 3.22. 2014 yılına ait DEM verisi.....	83
Şekil 3.23. Araştırma alanını ilgilendiren imar planları.....	84

Şekil 3.24. Alt-Havza'nın kavramsallaştırılması.....	100
Şekil 3.25. Alt havza genişliği ile su toplama havzası ilişkisi	102
Şekil 4.1. 1990 ve 2015 yıllarına araştırma alanlarına ait hava fotoğrafları	110
Şekil 4.2. Temin edilen ve Silifke sınırlarına göre kesilen DEM verisi (2014) ..	111
Şekil 4.3. Araştırma alanı sınırları içinde yer alan imar planı.....	113
Şekil 4.4. Araştırma alanına ait hidroloji ağı	115
Şekil 4.5. Araştırma alanına ait yol ağı haritası	116
Şekil 4.6. Araştırma alanına ait eğim haritası	117
Şekil 4.7 Araştırma alanına ait yüzey geçirgenliği haritası	118
Şekil 4.8. Toprak tekstürü örneklem haritası	119
Şekil 4.9 Akış yönü (Sol) ve Akış birikimi (Sağ)	123
Şekil 4.10. Hidroloji temelli mikro havza düzeyindeki araştırma alanı	125
Şekil 4.11. Araştırma alanına ait Kentsel Atlas AÖ/AK Haritası	129
Şekil 4.12. Sınıflama Düzeyleri (A: CORINE Kentsel Atlas AÖ/AK 4. Düzey, B: CLC AÖ/AK 3. Düzey, C: Kentsel Atlas AÖ/AK Detay)	131
Şekil 4.13. Araştırma alanına ait Yeşil Dalga Haritası	133
Şekil 4.14. Mikro havza düzeyinde Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası	137
Şekil 4.15 Kentsel Atlas (KA) ve Yeşil Dalga (YD) haritaları birleştirme sonucu detayları	146
Şekil 4.17. İmar Planı Düzeyinde KA-YD Kentsel Yeşil Alanlar	157
Şekil 4.18. Suya dayalı kentsel ekosistem servisleri sunan Kamu (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların yersel dağılımı	165
Şekil 4.19 Silifke Alt havzaları	169
Şekil 4.20. Taşucu Alt havzaları.....	170
Şekil 4.21. Yağmur Ölçeği (Rain Gage)	171
Şekil 4.22. Diğer İklim Verileri (Buharlaştırma, Rüzgâr Hızı)	172
Şekil 4.23. Yağmur suyu hasadı yapılabilecek kamu ve yarı-özel yeşil alanlar .	178

Şekil 4.24. Yağmur suyunun depolanabileceği potansiyel alanlar	180
Şekil 4.25. 1990-2020 Yılları CLC AÖ/AK Haritaları	189
Şekil 4.26. 1990 2020 yılları arazi örtüsü değişiminin yersel dağılımı	192
Şekil 4.27. Arazi değişim eğiliminde kullanılan girdi verileri	194
Şekil 4.28. 2050 Yılı arazi değişim eğilimi kentleşme projeksiyonu	196
Şekil 4.29 Trend Analizi doğruluk değerleri	199





KISALTMALAR

AÖ/AK	: Arazi Örtüsü/Alan Kullanım
CLC	: CORINE Land Cover
CORINE	: Coordination of Information on The Environment
EC	: European Commission
EEAC	. European Environment and Sustainable Development Advisory Councils
ES	: Ekosistem Servisi
IUWM	. Integrated Urban Water Management
KA	. Kentsel Atlas
LID	: Low Impact Development
MGM	. Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ÖÇKB	: Özel Çevre Koruma Bölgesi
PCSWMM	. Personal Computer Stormwater Management Model
SÇD	: Su Çerçeve Direktifi
SuDS	: Sustainable Drainage Systems
SWMM	: Stormwater Management Model (Yağmur suyu Yönetim Modeli)
U.S. EPA	: United States Environmental Protection Agency
WSUD	: Water Sensitive Urban Design
YAY	: Yeşil Altyapı
YD	: Yeşil Dalga

1. GİRİŞ

“İnsan Çağı” (Antroposen) olarak adlandırılan ve insanların baskın bir jeolojik güç olduğu içinde bulunduğumuz çağ aynı zamanda bir “Kent Çağı” olarak da kabul edilmektedir. İnsanlığın yarısından fazlası artık kasabalarda ve kentlerde yaşamaktadır ve 2030 yılına kadar bu oranın yüzde 60'lara yükselmiş olması beklenmektedir (Elmqvist et al., 2013).

Çağımızın en büyük sorunu olarak gösterilen küresel iklim değişikliğinin en belirgin göstergesi olan ekstrem iklim olaylarının neden olduğu çevresel sorunlardan en çok etkilenen yerlerin başında kentsel alanlar gelmektedir. Bu nedenle günümüzün en belirleyici zorluklarından biri toplumlar için sağlıklı ve yaşanabilir kentsel alanların yaratılması olacaktır.

Doğal ve kültürel bileşenleri ile birlikte kentsel peyzajların kalitesi, 2030 yılına kadar tahmini beş milyar kişinin yaşam kalitesini belirleyecektir. Yaşam kalitesi ise, toplumu sağlıklı tutacak kaliteli hava, su ve besinlerin en önemli belirleyicisi olan peyzajların nasıl yönetildiği sorusunun cevabına karşılık gelmektedir (Firehock and Walker, 2015). İçinde yaşadığımız toplumların büyük çoğunluğu temiz hava ve su ve tarım toprakları gibi yaşamın devamlılığını sağlayan doğal kaynakları gerektiği kadar önemsememektedir.

Bununla birlikte kentleşmenin neden olduğu sorunlar da çok büyüktür ve çok çeşitlilik göstermektedir. Kentsel ısı adaları, sürdürülebilir olmayan kaynak kullanımı ve yetersiz planlama ile birlikte kentleşme, gıda ve su kıtlığına ilişkin sürekli mevcut ve yeni tehditler ortaya çıkarmaktadır (Elmqvist et al., 2013). Kentleşme ayrıca, istilacı türlere karşı hassasiyetin artması, yerel habitatların kaybolması ve parçalanması, yağmur suyunun miktarının, zamanlamasının ve kalitesinin değişmesi sonucunda ekosistemler üzerinde de baskı kurmaktadır (Mell, 2010). İnsan refahı ve sürdürülebilir kalkınmaya doğru ilerleme, ekosistemlerin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bu ekosistemlerin

yönetiminin iyileştirilmesine hayati derecede bağımlılık göstermektedir (MEA, 2003).

İnsan aktiviteleri ile doğal kaynakların beraber değerlendirilebildiği koruma çalışmalarından birini oluşturan Ekosistem Servisleri (ES), doğal kaynakların insanlara sunduğu servisleri içermektedir ve temelinde “fayda sağlayan “insan” bulunmaktadır. Böylece, yapılan koruma çalışmalarında insan faaliyetleri de dikkate alınarak doğal alanların sürdürülebilirliği insan faaliyetleri ile beraber düşünülerek sağlanmaktadır.

İnsan refahını ve yaşam kalitesini destekleyen kaliteli yeşil alanların ve diğer çevresel özelliklerin stratejik olarak planlandığı, ekosistem servisleri veren doğal/yarı doğal alanlardan oluşan bir ağ olarak tanımlanan “Yeşil Altyapı (YAY)”, ekolojik fonksiyonlar sağlayan yapısal altyapı ile birlikte bozulmadan kalmış yeşil alanlarla bağlantılı ve birbirini tamamlayan bir planlama ve tasarım konseptini sunmaktadır. Yağmur bahçeleri, su tutma havuzları ve yeşil çatılar da dâhil olmak üzere yağmur suyu ile özel olarak ilgilenen YAY; taşkınları, kanalizasyon taşkınlarını ve akarsu ve nehirlerle kirlenici taşınımını azaltmak için tüm dünyadaki şehirlerde uygulanmaktadır ve kentsel sorunlar arasında bulunan kentsel yağmur suyu kontrolü için uygun maliyetli bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır.

YAY’ın temel unsurlarını, doğal vejetasyonun temel alanları olma eğilimindeki çekirdekler ve birbiriyle ilişkili çekirdeklerin doğrusal özellikleri (ör; nehirler) olma eğiliminde olan bağlantılar oluşturmaktadır (Wickham ve ark., 2007). YAY, onu oluşturan (işlevsel ara bağlantısallık özelliği ile parklar, kıyı çizgileri veya dolgu alanlar gibi sadece bir özelliği için tanımlanabilmiş yeşil varlıklara ek avantajlar kazandıran) parçaların toplamından daha fazlasını oluşturmaktadır (EEA, 2011). Diğer bir ifade ile kentsel alanlarda ES sağlayan doğal çevrenin unsurları YAY olarak adlandırılmaktadır (Wentworth, 2017). Temiz su ve yiyecek gibi ES’lere yönelik talepler artarken, insan eylemleri aynı zamanda birçok ekosistemin bu talepleri karşılama kapasitesini azaltmaktadır (MEA, 2003).

Sürdürülebilir kentler için planlama; ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin temel alanlarına hitap eden karmaşık bir süreçtir (Ahern, 2007). Temel ES'lere göre gruplandırılmış YAY'ın potansiyel başlıkları ve faydaları aşağıda belirtilmiştir (EEA, 2011).

- Habitat servisleri
 - Biyoçeşitlilik ve türlerin korunması: Türler için habitatlar, habitatların birbirine bağlanması
- Tedarik Servisleri:
 - Su yönetimi: Sürdürülebilir drenaj sistemi, yüzey suyu akışını yavaşlatmak, yeraltı suyu infiltrasyonunu destekleme, kirleticilerin sudan uzaklaştırılması.
 - Gıda üretimi ve güvenliği: Tarım arazisi, bahçe ve üretim alanlarında doğrudan gıda üretimi, tarım arazisi potansiyeli olan alanların korunması, toprak gelişimi ve besin döngüsü, toprak erozyonunu önleme
- Düzenleyici servisler:
 - İklim değişim adaptasyonu, kentsel ısı adası etkisini azaltmak, ekosistemlerin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını güçlendirmek, taşkın riskini azaltmak için yüzey suyunun depolanması ve yüzey suyu akışının düzenlenmesi
 - İklim değişikliğinin önlenmesi: Karbon izolasyonu, sürdürülebilir seyahatin özendirilmesi, binaların ısıtılması ve soğutulması için enerji kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerji için yer sağlama
- Kültürel servisler
 - Rekreasyon, refah ve sağlık: Rekreasyon, mekân ve doğa bilinci, temizlenmiş hava, turizm/ekoturizm.
 - Arazi değerleri: Arazi ve mülk üzerindeki olumlu etki,
 - Kültür ve topluluklar: Yerel ayrımcılık, eğitim, öğretim ve sosyal etkileşim fırsatları, turizm fırsatları (EEA, 2011)

Su ile ilgili çalışmalara çok büyük önem vermekte olan Avrupa birliği, su politikası ile ilgili olarak 1996 yılında, Avrupa Parlamentosu, Avrupa Komisyonu ve Avrupa Birliği üye ülkeleri ile birlikte suyun gelecekte entegre olarak düşünülmesi gerekliliği ile ilgili görüş birliğine varmışlardır. Su ile ilgili diğer tüm direktiflerin tek bir yönetmelik altında toplamak gibi bir düşünce ile Su Çerçeve Direktifi (SÇD) oluşturulmuştur ve Avrupa çapında entegre su yönetimine bir çerçeve oluşturmak amacı ile direktif 22 Kasım 2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Suyun koruması ve savunulması gereken bir kamu kaynağı olduğu düşüncesini temel alan ve çevresel olarak yüzey suları, yeraltı suları ve koruma alanları için belirlenen SÇD'nin hedefleri arasında suya bağlı ekosistemler ve bunlara bağlı diğer ekosistemlerin daha fazla tahribatının önlenmesi, emisyonların azaltılarak suya bağlı çevrenin iyileştirilmesi, var olan su kaynaklarının uzun vadeli korunması temel alınarak sürdürülebilir kullanımın teşvik edilmesi ve yeraltı suyu kirliliğini azaltılması bulunmaktadır (SÇD, 2003).

Hızlı kentsel büyüme nedeniyle oluşan arazi özellikleri değişimi nedeniyle dünya üzerindeki yeşil alan kalitesi günden güne bozulmaktadır ve su döngüsünün tamamını etkileme potansiyeline sahip yüzey akışının artması sonucu alıcı ortamlardaki su kalitesinin kötüleşmesi gibi sonuçlara neden olmaktadır (Jayasooriya ve Ng, 2014).

Suya bağlı ekosistemlerin, su kaynaklarının ve yeraltı sularının en önemli beslenme kaynağı yağmur sularıdır. Yağmur suları direkt olarak su ve suya bağlı kaynakları beslemekle birlikte geçirimli yüzeylerde infiltrasyon ve yüzey akışıyla, geçirimsiz yüzeylerde ise varsa mevcut altyapı sistemi aracılığıyla kontrollü bir şekilde veya yüzey akışıyla kontrolsüz bir şekilde suya bağlı kaynaklara deşarj edilerek dolaylı yollardan su kaynaklarını beslemektedir. Özellikle kentsel peyzajlardaki geçirimsiz alanlarda kontrolsüz bir şekilde yüzey akışıyla hareket eden yağmur suları, zaman zaman hem sel ve taşkınlara sebep olmaktadır hem de bu kaynakları dolaylı yollardan beslerken yüzey akışı güzergâhı boyunca mevcut olan kirleticileri bu alanlara taşımaktadır.

Yıllar boyunca YAY uygulamaları, yağmur suyu yönetiminin sürdürülebilir bir metodu olarak tanımlanmaktadır. Entegre bir kentsel yağmur suyu yönetimi stratejisi olarak YAY'ın artan popülaritesi nedeniyle, mevcut havza modelleme araçlarının çoğu, bu uygulamaları yerleşik modüller olarak kullanmaktadır (Jayasooriya ve Ng, 2014). Yağmur bahçeleri, su tutma havuzları ve yeşil çatılar da dâhil olmak üzere yağmur suyu ile özel olarak ilgilenen YAY, taşkınları, kanalizasyon taşkınlarını ve akarsu ve nehirlerle kirletici taşınımını azaltmak için tüm dünyadaki şehirlerde uygulanmaktadır (Pennino ve ark., 2016).

Kentsel biyoçeşitliliğin korunması için yapılan planlama çalışmaları çoğunlukla korunan doğal alanlar ve koridorlar olarak kabul edilmiş alanlar üzerine yoğunlaşmaktadır. YAY önemli olmakla birlikte bu alanları çevreleyen mahallelerin ve ticari alanların korunmuş alanlar üzerindeki asgari etkileri de çok önemlidir. İstilacı egzotik türlerden yağmur suyu yüzey akışına kadar her şey YAY'ın biyolojik bütünlüğünü bozabilmektedir (Hostetler ve ark., 2011). YAY projelerinin, kentsel sorunlar arasında bulunan kentsel yağmur suyu kontrolü için uygun maliyetli bir yol olduğu gelişmiş birçok ülke tarafından benimsenmiştir (Jayasooriya ve Ng, 2014; Netusil ve ark., 2014). YAY uygulamaları ayrıca geleneksel yaklaşımlar ile karşılaştırıldığında ekonomik olarak uygulanabilir yağmur suyu yönetimi yöntemleri olarak da görülmektedir.

Bu çalışma, değişen iklim koşulları nedeniyle küresel iklim değişikliğinin etkilerine karşı kentleri daha dirençli hale getirmek için Silifke ilçesi özelinde YAY uygulaması ile kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının yağmur suyu ile karşılanması yeterliliğini ölçmektedir. Özellikle geçirgen olmayan yüzeyin ağırlıkta olduğu mevcut kentsel alanlardaki yağmur suyunun daha etkin yönetilebilmesi amacıyla; imar planı düzeyindeki potansiyel kentsel yağmur suyu miktarının, suya bağlı kentsel ES'deki kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının belirlenmesini ve bu ihtiyacın yağmur suyu hasadı ile karşılanması potansiyelinin değerlendirilerek bunun bir YAY yaklaşımı ile hâlihazırdaki mevcut mekânsal planlama sürecine entegrasyonunu amaçlamaktadır.

Bu kapsamda, Mersin iline bağlı Silifke ilçesi sınırları dikkate alınarak yapılan mikro havza çalışması sonucunda Silifke merkez yerleşimini kapsayacak şekilde araştırma alanının sınırları belirlenmiştir. Mikro havza düzeyindeki araştırma alanı kapsamında hâlihazırda yürürlükte olan Silifke Merkez, Taşucu ve Kum Mahallesi'ne ait imar planları temin edilmiştir. Bu imar planları sınırları içerisindeki kentsel alanlarda bulunan ve kentin bileşenlerine göre farklı yapılarda ve düzeylerde kentsel ES sunan Kentsel YAY'ın ayrıntılı bir şekilde değerlendirmesini yapabilmek için Kentsel YA'lar detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Kentsel YA'lar, Kentsel Atlas (KA) ve Yeşil Dalga (YD) sınıflamaları kullanılarak üretilen haritaların birleştirilmesiyle belirlenmiştir. Bu alanlar içerisindeki suya dayalı ES belirlenerek bunlar arasında yer alan kamusal peyzaj alanlarının sulama suyu ihtiyaçları ortaya konulmuştur. Yine imar planı düzeyindeki kentsel alanlarda meydana gelen yağışlar dikkate alınarak yağmur suyu potansiyeli ve bundan elde edilebilecek yağmur suyu hasadı potansiyeli belirlenmiştir. Aynı zamanda yağmur suyu hasadı yapılabilecek olan potansiyel alanların mevcut mekânsal planlamaya entegrasyonu için yağmur hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar ve bunların coğrafi referanslı konumları tespit edilmiştir. Daha sonra suya dayalı kentsel ES kapsamındaki kamusal peyzaj alanlarının sulama suyu ihtiyacının ne kadarının yağmur suyu hasadı ile karşılanabileceği değerlendirilmiştir. Bununla birlikte hasadı yapılamayan özellikle kırsal nitelikli alanlara deşarj edilen yağmur suyu kaynaklı yüzey akışa geçen potansiyel yağmur suyu miktarı da belirlenmiştir. Mevcut kentsel gelişim trendinin devamlılığı durumunda 2050 yılındaki kentsel gelişim alanları ve nüfus durumu belirlenerek bu kentsel gelişim alanlarındaki nüfusa göre ihtiyaç duyulan minimum kamusal yeşil alanların bir değerlendirilmesi de yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Kavramsal Çerçeve

2.1.1. Kentsel Ekosistem Servisleri

Ekoloji terimi 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında çoğunlukla yarı doğal ortamlarda yapılan araştırmalarda ortaya çıkmıştır ve günümüzde bu terimden türetilen tarımsal ekoloji (ekili alanlar, mera alanları vb.), doğal alan ekolojisi (ormanlık alanlar/ormanlar, çöller, otlaklar vb.), su ekolojisi (tatlı su, haliç, deniz vb.) ve kentsel ekoloji (şehirler/banliyöler vb.) konuları yeryüzünün tüm önemli alanlarında karşımıza çıkmaya devam etmektedir (Forman, 2016). Atmosferin ve toprağın bileşimi, hava ve su yollarında elementlerin döngüsü ve diğer birçok ekolojik varlık, dinamik süreçlerin bir sonucudur ve ekolojik varlıkların tümü, işlevsel bir birim olarak etkileşime giren bitki, hayvan ve mikroorganizma toplulukları ile cansız çevrenin dinamik bir kompleksi olarak tanımlanan ekosistemler tarafından korunarak yenilenmektedir (MEA, 2003). Ekosistemlerin düzgün çalışması ve değişime dirençli kalabilmesi, bu ekosistemlerin ihtiyaç duyduğu minimum boyutlara ve bağlantılara sahip karmaşık ve dinamik canlı yapıları sahip olmasını gerektirmektedir. Aksi takdirde, yenilenme yeteneklerini kaybetme riski sebebiyle sosyal, ekonomik ve biyolojik çeşitlilik değerlerinde önemli ölçüde azalma tehlikesiyle karşı karşıya kalacaklardır (EC, 2013).

Bu ekosistemlerin ayrılmaz bir parçası olan insanların ekosistemlerin işleyişinden elde ettiği faydaların tamamına “Ekosistem Servisleri (ES)” adı verilmektedir (MEA, 2005). Bu servisler arasında besin ve su gibi tedarik servisleri; iklim, hastalıklar ve su kalitesini etkileyen düzenleyici servisler; manevi ve kültürel faydalar sağlayan kültürel servisler; toprak oluşumu, fotosentez ve besin döngüsü gibi yaşam koşullarını koruyan destekleyici servisler bulunmaktadır (MEA, 2003).

ES, çevre ile kalkınma arasındaki yanlış ilişki nedeniyle şehirlerin giderek daha fazla maruz kaldığı birçok sorunun çözümünde rol oynayan önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Temiz hava, güvenli içme suyuna erişim ve iklim

değişikliği etkilerinden korunma, şehirlerdeki çevre-kalkınma dengesini kuran insani gelişmeyle oldukça alakalıdır ve yoksulluğun birçok biçimi bu çevreden sağlanan ES'e erişimde yaşanan eksikliklerden kaynaklanmaktadır (Elmqvist et al., 2013). Bu nedenle sürdürülebilir şehirler için yapılacak bir planlama çalışmasının ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan âdil sürdürülebilirliği temel alan karmaşık bir süreçten oluşması gerekmektedir (Ahern, 2007).

Her ne kadar çevresel değişikliklere karşı kültürel ve teknolojik olarak bir tampon oluşturulmaya çalışılsa da insanoğlunun türünü devam ettirebilmesi, ES'in sürekliliğinin sağlanmasına bağlı bulunmaktadır ve kentlerin çok önemli olduğu modern dünyada, ES'lerle ilgili tüm kapsamlı raporlarda kentsel konular ve buna bağlı olarak kentsel ekoloji konusu en çok dikkat çekici konuların başında gelmektedir (Davies et al., 2011; MEA, 2005; Robrecht ve ark., 2010).

Forman (2008), kentsel ekolojinin esas olarak 20. yüzyılın sonlarında şehir ortamlarındaki bitkileri, habitat türlerini ve ekosistem besin akışlarını incelemekle ortaya çıktığını belirtmiştir. Yine Forman (2016), günümüzde kentsel ekolojinin artık doğal ekosistemlere dayanan ekoloji ilkeleri ile karşılaştırıldığını ve doğal alanların azalmasının ana sebeplerinden biri olan genişleyen kentleşmenin tabiatını anlamak, hatta bu kentleri iyileştirmek için doğal alanlardan beslenen kentsel alanlara uygulanabilir bir bilimsel bakış açısına ihtiyaç duyulduğunu belirterek evrensel bir anlayış ve sağlam uygulamalar sağlamak için kentsel ekolojinin ekoloji alanının ilke ve teoriler bütününe dâhil edilmesi gerektiğini savunmuştur.

İnsan refahı ve sürdürülebilir kalkınmaya doğru ilerleme, ekosistemlerin korunmasını ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için dünya ekosistemlerinin yönetiminin iyileştirilmesine hayati derecede bağımlılık göstermektedir. Fakat temiz su ve yiyecek gibi ES'e yönelik talepler artarken, insan eylemleri aynı zamanda birçok ekosistemin bu talepleri karşılama kapasitesini de azaltmaktadır. Sağlam politika ve yönetim müdahaleleri genellikle ekosistem bozulmasını tersine çevirebilmektedir ve ekosistemlerin insan refahına katkılarını artırabilmektedir. Fakat ne zaman ve nasıl müdahale edileceğini bilmek, hem ekolojik hem de ilgili

sosyal sistemlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Daha iyi bilgi, daha iyi kararları garanti edememektedir ancak sağlam kararlar vermek için bir ön koşul vazifesi görmektedir (MEA, 2003).

Eylem 5 ve MAES (2015) gibi çalışmalarda çoğunlukla insan nüfusunun yaşadığı yaşam alanlarının temsil edildiği alanlar için kentsel ekosistemler terimi kullanılmaktadır. Genellikle kentsel yaşam alanlarıyla ilişkili *sinantropik* türler için önemli alanları barındıran ve diğer ekosistem türlerini de önemli ölçüde etkileyen bu ekosistemler; kentsel ve endüstriyel alanları, ticari ve ulaşım alanlarını, yeşil kentsel alanları (kentsel yeşil alanlar), madenleri, çöplük ve inşaat alanlarını içermektedir (MAES, 2016). Yapılan çalışmalarda “*Kentsel Ekosistemler*” terimini belirtmek için; “*Kentsel Yeşil Altyapı*”, “*Kentsel Yeşil*”, “*Yeşil Kentsel Alanlar*” veya “*Kentsel Yeşil Alanlar*” gibi bazen aynı kavrama atıfta bulunan ancak farklı kitleleri hedefleyen birçok başlık bulunmaktadır (MAES, 2015). Örneğin “*Kentsel Yeşil Alanlar*” başlığı altında; ısı adası etkisini azaltma, karbondioksit depolama, toprağı zenginleştirme, yaban hayatı için besin ve habitat sağlama, yağış sularının akışa geçmesini önleme, kullanıcılara rekreasyonel ve eğitsel olanaklar sunma gibi kentsel ekosistemler için birçok ES sağlanmaktadır (Hepcan ve Hepcan, 2017). Bu kavramlar arasında net bir ayrım yapmanın her zaman mümkün olamayacağıyla beraber kentsel ekosistemlerin, yeşil kentsel alanların veya kentsel yeşil alanların yapısal bir bileşen oluşturduğunu, yeşil altyapının ise işlevsel bir çağrışım olduğunu akılda tutmak gerekmektedir (MAES, 2015).

2.1.2. Yeşil Altyapı

Doğal çevrenin varlığını öteleyen ve 'gri altyapıya' öncelik veren arazi kullanım planlaması disiplininde doğal varlıklar, genellikle sonradan düşünülen ayrı bileşenler olarak görülmektedir. Bu yaklaşım, doğal varlıkların kalitesi ile yerel çevre ve bunların ekonomik performansları arasındaki karşılıklı fayda sağlama imkânını ortadan kaldırarak, bu varlıkları potansiyelinden çok daha az kamu yararı sağlayan bağlantısız bir dizi doğal unsurlara dönüştürmektedir (LI, 2009). Bu temel

sebeplerle beraber geleneksel koruma uygulamalarından farklı olarak yeşil alan planlaması ve korumasıyla ilgili birçok popüler algıyı değiştirme ihtiyacını vurgulamak için günümüzde YAY terimi sıkça karşımıza çıkmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002).

Kavramsal olarak “*İnsanların yararına parkları ve diğer yeşil alanları birbirine bağlamak*” ve “*biyolojik çeşitliliğe fayda sağlamak ve habitat parçalanmasına karşı koymak için doğal alanları korumak ve birbirine bağlamak*” anlayışlarını benimseyen YAY terimi yeni bir terimdir, ancak köklerinin yüz elli yıl önce başlayan planlama ve koruma çalışmalarına dayanması nedeniyle yeni bir fikir değildir (Benedict ve McMahon, 2002).

YAY’ı, çevresel kaynakların sağladığı ekonomik, sosyal ve mental/duygusal faydalar (doğal peyzajların sunduğu estetik değerler de dâhil olmak üzere) olarak düşünmek, YAY’ın insanlar için ne kadar önemli olduğunu anlamının başka bir yolunu oluşturmaktadır (Firehock and Walker, 2015). YAY’ı oluşturan varlıkların oynadığı roller YAY fonksiyonları olarak karşımıza çıkmaktadır (LI, 2009). Yani YAY’lar doğal çevrenin bir parçası oldukları için yeşildirler ve sağlıklı ve onarıcı yaşam için hepimizin ihtiyaç duyduğu temel servisleri sağladıkları için altyapıdırlar (Firehock and Walker, 2015).

YAY’ın bağlanabilirlik yoluyla sağladığı fayda ve çok işlevli doğası, artık sınırlı olduğu kesin olarak bilinen doğal kaynaklarımızın sürdürülebilir kullanımına yönelik yeni bir yaklaşımı temsil ettiği anlamına gelmektedir (LI, 2009).

Birbirine bağımlı olan peyzajların doğaları gereği ağ yapısında olmaları gerekliliği, türlerin kuraklık, orman yangınları, hastalıklar ve kasırgalar gibi rahatsızlıklardan zarar görmüş olabilecek kısımlarının kurtarılmasına ve yeniden işler hale getirilmesine izin vermektedir (Firehock and Walker, 2015).

2.1.2.1. Yeşil Altyapının Kökenleri

Peyzaj mimarı Frederick Law Olmsted, 18. yüzyılın sonlarında ve 19. yüzyılın başlarında halka açık parklarda yaptığı çalışmalar sonucunda, bir parkın ne

kadar büyük veya ne kadar iyi tasarlanmış olursa olsun tek başına orada yaşayan canlılara (özellikle insanlara) doğanın sağladığı faydaları sağlayamayacağını, bunun yerine parkların birbirleriyle ve çevredeki yerleşim bölgeleriyle bağlantılı olması gerektiğini belirterek YAY terimini kullanmadan genel hatlarıyla bir YAY tanımı yapmıştır (Little, 1989).

Benedict ve McMahon (2002), *“Ekosistem yönetimi kapsamında habitat parçalanmasına karşı yerel türleri ve ekolojik süreçleri korumanın en iyi yolunun parkların, koruma alanlarının ve diğer önemli ekolojik alanların birbirine bağlı olduğu bir koruma sisteminin kurulması ve bunlar arasındaki bağlantıların korunarak eski haline getirilmesinden geçmektedir”* diyerek YAY’ı oluşturan temel prensiplerin kökeninin anlaşılmasına katkıda bulunmuştur. 1990’lı yıllarda bazı ABD eyaletleri ve toplulukları, birbiriyle bağlantılı olan koruma alanı sistemlerini, yeşil alan sistemlerini ve diğer ekolojik değere sahip alanları stratejik olarak belirlemek, korumak ve rehabilite etmek için programlar başlatmışlardır ve bu sistemlerin ve alanların YAY’ları temsil ettiğini kabul etmişlerdir. Ayrıca, arazi kullanım planlaması ile biyolojik çeşitliliğin korunması arasında bir bağlantı kurmanın yolunu sağlayan YAY’ların, sürdürülebilir bir gelecek için hayati önem taşıyan bir görev üstlendiğini de eklemişlerdir (Benedict ve McMahon, 2002).

Doğal sistemlerin de altyapıların eşit derecede önemli bileşenleri arasında olduğunu ve bunların planlama sürecine dâhil edilmesi gerektiği fikrini yansıtmak amacıyla 'Yeşil' ve 'Altyapı' kelimelerinin birleştirilmesinden oluşan YAY terimi resmi olarak ilk kez 1994 yılında, ABD’nin Florida Eyalet valisine, arazi koruma stratejileri hakkında sunulan bir raporda kullanılmıştır (Firehock and Walker, 2015).

2.1.2.2. Yeşil Altyapı Tanımları

Dünyanın farklı bölgelerinde çeşitli disiplinler ve enstitüler tarafından kullanılan YAY teriminin kullanımının kapsamındaki farklılıkları anlayabilmek için YAY çerçevelerinin tanımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tanımlamalar arasında bulunan YAY ve inşa edilmiş altyapı gibi iki farklı fonksiyonel bileşen göz önünde

bulundurulduğunda; YAY terimi, yeşil ve mavi altyapının her ikisini, inşa edilmiş altyapı ise gri (veya diğer renkli) altyapıyı temsil etmektedir (MAES, 2016).

Doğaya dayalı çözümlerle ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalar sağlamak, doğanın insana sunduğu faydaları anlamaya yardımcı olmak ve bu faydaları sürdüren ve geliştiren yatırımları harekete geçirmek için bir araç olarak kullanılan YAY, çoğunlukla yapısal altyapı ile birlikte birbirini tamamlayan hibrit bir hidroloji/drenaj ağı olarak gelişmekte ve yükselmekte olan bir konsepttir (Ahern, 2007; EC, 2013). Akılcı gelişim ve koruma planlaması için popüler bir çerçeve oluşturan YAY, ileriye dönük olarak planlanarak geliştirilir ve sistematik bir şekilde sürdürülürse, bir kentin arazi kullanımı ve mekânsal gelişimi için iyi bir model oluşturabilecek potansiyele sahiptir (Chang ve ark., 2012).

YAY, yüksek kaliteli yeşil alanların ve diğer çevresel özelliklerin stratejik olarak planlandığı, uygulandığı ve insan refahını ve yaşam kalitesini destekleyen doğal/yarı doğal alanlar ve ES veren yeşil alanlardan oluşan bir ağıdır (EEA, 2014; Yazgı ve Yılmaz, 2017; Gülçin ve Yılmaz, 2018). Diğer bir ifade ile kentsel alanlarda ES sağlayan doğal/yarı doğal çevrenin unsurları YAY olarak adlandırılmaktadır (Wentworth, 2017).

Benedict ve McMahon, 2002 yılında yaptıkları çalışmalarında YAY'ı, arazi korumaya yönelik stratejik bir yaklaşım, kentsel yayılmanın ekolojik ve sosyal etkilerini ve açık arazilerin hızlandırılmış tüketimini ve parçalanmasını ele alan 'akıllı' bir koruma olarak tanımlarken, 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında, doğal ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan, temiz hava ve suyu sürdürülebilir kılan ve insanlar ve yaban hayatı için çok çeşitli faydalar sağlayan birbirine bağlı doğal/yarı doğal alanlar ve diğer açık alanlar ağı olarak tanımlamaktadır. CABE (2011) YAY'ı, kentsel alanların içinde, çevresinde ve ötesinde bulunan ağaçları, parkları, bahçeleri, arazileri, mezarlıkları, ormanlık alanları, yeşil koridorları, nehirleri, sulak alanları içeren doğal yerleri ve bunların oluşturduğu sistemlerin bir ağı olarak tanımlamaktadır.

Birbirleriyle yeteri kadar bağlantılı olmamalarından dolayı tek işlevleri

açısından ele alınan yeşil varlıkların (parklar, sahil şeritleri, setler vb.) ve doğal/yarı doğal unsurların bulundurdıkları potansiyellerine göre çok daha az kamusal fayda sağladıklarını öne süren LI (2009), YAY'ı, bu varlıkların ve unsurların geniş işlev yelpazeleriyle birbirlerine bağlanmalarına olanak sağlayan ve ES kavramıyla desteklenen bir yaklaşım olarak ele almaktadır.

U.S. EPA (2008)'ya göre sızma, buharlaşma ve yeniden kullanım gibi doğal hidrolojik döngü süreçlerini kullanmak, geliştirmek ve/veya taklit etmek için toprakları ve bitki örtüsünü kullanan yağışlı hava yönetimine yönelik bir yaklaşım olan YAY, EEAC (2009)'a göre bağlantılı doğa koruma ağları inşa etme eylemlerinin yanı sıra çok işlevli yeşil alanları kentsel çevreye dâhil etme eylemleridir.

EC (2013)'e göre değerli yeşil kentsel alanlar / kentsel yeşil alanlar ve doğal alanlara, ekolojik koridorlara ve habitatların birleştiği bölgelere giden Natura 2000 sınıfları arasındaki bağlantılar olarak tanımlanan YAY, doğaya dayalı çözümlerle ekolojik, ekonomik ve sosyal faydalar sağlamak, doğanın insana sunduğu faydaları anlamaya yardımcı olmak ve bu faydaları sürdüren ve geliştiren yatırımları harekete geçirmek için bir araç olarak tanımlanmaktadır.

EEA (2014)'e göre YAY, yüksek kaliteli yeşil alanların ve diğer çevresel özelliklerin stratejik olarak planlandığı ve yerine getirildiği bir ağ olarak düşünülmektedir. MAES (2015) raporuna göre, çok çeşitli ES sunmak için tasarlanmış, yönetilen diğer çevresel özelliklere sahip, stratejik olarak planlanmış doğal ve yarı doğal alanlar ağı olarak tanımlanan YAY, karasal (kıyı dâhil) ve deniz alanlarındaki (kentsel/kırsal) yeşil alanları (veya su ekosistemleri söz konusuysa mavi) ve diğer fiziksel özellikleri içermektedir.

Firehock ve Walker (2015) YAY'ı; ormanlar, su kaynakları (nehirler, sulak alanlar, göller, haliçler, akiferler), tarımı destekleyen topraklar, eşsiz jeolojik özellikler ve peyzaj formları da dâhil olmak üzere bizi besleyen tüm doğal varlıklar olarak ele almıştır.

2.1.2.3. Yeşil Altyapı Yaklaşımları

Büyüyen toplulukların ihtiyaçlarını karşılamak için kentlerin neredeyse tamamı ulaşım planlaması, havaalanı, kanalizasyon, arıtma tesisi, iletişim ağları gibi klasikleşmiş uzun dönemli altyapı planlarına sahip olmalarına rağmen aynı toplulukların çoğu yaşamlarının devamlılığına temel oluşturan doğal altyapılarını korumaya yönelik hedefleri olan YAY planlarına sahip değillerdir (Benedict ve McMahon, 2002; McMahon, 2000). İnşa edilen geleneksel altyapı çalışmalarında olduğu gibi, YAY'ın da kentsel gelişimden çok daha önce dikkatlice planlanması, tasarlanması ve bütçelendirilmesi gerekmektedir (Benedict ve McMahon, 2002). Arazi kullanım planlamasına yönelik YAY yaklaşımı, aynı unsur tarafından gerçekleştirilebilecek en geniş işlev yelpazesini teşvik ederek en üst seviyede faydayı ortaya çıkarmayı hedeflemektedir (LI, 2009).

Yeşil alanlar genellikle kendi kendini idame ettiren izole parklar, rekreasyon alanları veya doğal/yarı doğal alanlar gibi olması gereken güzel bir şeyi ifade ederken, YAY terimi, aktif olarak olması ve sahip olunması gereken bir şeyi ifade etmektedir (Benedict ve McMahon, 2002).

YAY yaklaşımının peyzaj planlaması ve yönetiminde çok önemli bir unsur haline gelmesinin nedeni; bağlantı ve çok işlevlilik kavramları temelinde doğal/yarı doğal ve kültürel çevreleri oluşturan varlıkların (yeşil alanlar, habitatlar, vb.) bireysel bölümler olarak değil bir bütün olarak ele alınıp yönetilmesini sağlayarak bunların gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunmasıdır (LI, 2009).

Açık ve yeşil alan planlamasından yeşil bir altyapı yaklaşımına geçişi etkileyen eğilimler şunları içermektedir:

- Özellikle büyük metropol alanların sınırlarında, kentsel yayılma ve peyzaj parçalanması ile ilgili sorunların tanınırlığının artması,
- Yerel su kalitesi rehberleri,
- Nesli tükenmekte olan türlerin korunması, özellikle birden fazla türü koruyan ve izole edilmiş koruma alanlarını birbirine bağlayan habitat koruma planlarının vurgulanması,

- Hareketsiz yaşam tarzlarından kaynaklanan obezite dâhil halk sağlığı sorunları,
- Parklar ve yeşil yollar gibi korunan yeşil alanlara yakın konutların pazarlanabilirliği ve yeniden satış değerlerindeki artış;
- Kent içindeki doğal alanların değerini vurgulayan kentsel canlandırmalar;
- Ülke, bölge ve topluluk düzeyinde akıllı büyüme politikaları ve programları;
- Çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği teşvik etmek için tasarlanmış kentsel gelişim uygulamaları (Benedict ve McMahon, 2002).

Yeşil Altyapı Planlama Yaklaşımları

YAY planlaması, birbirine bağımlı ve birbiriyle bağlantılı bir sistem olarak değerlendirdiği peyzajı önceliklendirerek ve yöneterek arazi kullanım planlamasına yeni bir bakış açısıyla yaklaşma fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, yerel toplulukların, arazi sahiplerinin ve kuruluşların yerel arazi ağlarını belirlemek, tasarlamak ve korumak için birlikte çalıştığı sağlıklı bir ekolojik işleyişin devamlılığını hedefleyerek açık alanların korunmasına yönelik stratejik bir peyzaj yaklaşımı ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, yeşil bir altyapı stratejisi, sağlıklı bir toplumun sürekliliğini korumak için kritik olduğu düşünülen alanların belirlenmesi, değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi sürecini içermektedir ve daha da önemlisi, sadece onlara öncelik vermekle kalınmayıp uzun vadede korunmalarını sağlamak için eylemler yapılmasını gerektirmektedir (Firehock ve Walker, 2015).

Arazi kullanım planlaması ve tasarımı sürecinde ilk adım olarak ele alınması gereken YAY planlaması, yollar, bisiklet yolları, su, elektrik, telekomünikasyon ve diğer temel topluluk destek sistemleri gibi gri altyapı planlamalarıyla da koordine edilmelidir. YAY, ayrı ve ilişkisiz parçalar olarak değil, ulaşım sistemi gibi işlevlerin tümünü kapsayan bir sistem içerisinde ve çeşitli açık ve yeşil alan elemanlarını birbirine bağlayarak bütüncül bir şekilde tasarlanmış olmalıdır. Sosyal ve ekonomik faydalar, işlevler ve değerler sağlanması için ayrıntılı ve kapsamlı bir planlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Birden fazla yetki alanı gibi bir karmaşayı engellemek ve her bir resmi idare düzeyindeki açık ve yeşil alan elemanlarını dâhil etmek için stratejik

olarak hazırlanması gerekmektedir. En öncelikli olarak, diğer altyapı sistemleri gibi yeşil alan sistemleri de birincil kamu yatırımı olarak finanse edilmeye ihtiyaç duymaktadır. Diğer bir deyişle, YAY, diğer bütün servislere temin edilen kaynaklardan arta kalan kaynak yerine diğer gerekli servislerle birlikte öncelikli olarak finanse edilmelidir (Benedict ve McMahon, 2002).

Peyzaj Planlama, Tasarım ve Yönetim Çalışmaları İçerisine Entegre Edilen Yeşil Altyapının Faydaları

ES tarafından desteklenen YAY unsurlarının karşılıklı olarak güçlendirilebilen çok işlevli bir yapıya ve birbirlerine bağlanabilir niteliğe sahip olmaları sebebiyle YAY unsurlarının çok çeşitli faydalar sağlayacağı sonucu ortaya çıkmaktadır (LI, 2009).

Peyzaj planlama çalışmaları içerisine entegre edilen YAY'ın faydaları şunlardır;

- Hem yapılaşmış alanların hem de doğanın ihtiyaçlarını tanımlamak ve konumlandırmak,
- Çevresel ve ekonomik faktörleri dengelemek için bir mekanizma sağlamak,
- Ekosistem temelli yaklaşım bütünü içerisindeki farklı doğal kaynakları ve gelişmiş yönetim aktivitelerini entegre etmek için bir çerçeve sağlamak,
- Yeşil alan ve gelişimin her ikisine en çok nerede ihtiyaç var ve en uygun yer neresi sorusunun cevabını teminat altına almak,
- Kentsel ve kırsal peyzaj içerisindeki gelişimden önce hayati öneme sahip ekolojik alanları ve bağlantıları tanımlamak,
- Hâlihazırda gelişmiş alanlar içerisindeki işleyen doğal sistemlerin çoğaltılması ve onarılması için fırsatları tanımlamak,
- Gelecekte çeşitli insanların ve organizasyonların bir bedel karşılığında kullanmak istemesi durumunda birleştirici, geniş bir vizyon sağlamak,
- YAY bileşenlerini oluşturan parçaların toplamından daha büyük bir sistem yaratmak için topluluklara olanak sağlamak,
- İlgili kurumlar arasında uyum içerisinde plan yapılabilmesi için koruma ve

kentsel gelişim arasında denge kurma imkânı sağlamak (Benedict ve McMahon, 2002; LI, 2009).

İklim değişikliğine uyum ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltma kapsamında YAY'ın faydaları şunlardır;

➤ Mütevazı artışlar da dâhil olmak üzere ağaçların gölge sağlayan taç örtüsündeki artışların sağladığı evapotranspirasyon ve gölgeleme yoluyla kentsel ısı adası etkisini önemli ölçüde azaltmak,

➤ Yüksek sıcaklıklardan dolayı sıklıkla zarar gören hava kalitesini iyileştirmek,

➤ İklim değişikliğini azaltma amacıyla tasarlanan ve yönetilen YAY ile insanları daha sürdürülebilir bir şekilde seyahat etmeye (bisiklet sürme, yürüme vb.) teşvik etmek

➤ Binaları ısıtmak ve soğutmak amacıyla kullanılan enerji kullanımını azaltmak için yazın gölgelemek ve kışın korumak,

➤ Verimli, merkezi olmayan, yenilenebilir enerji potansiyelini optimize etmek,

➤ Yerel enerji güvenliğini iyileştirmek,

➤ Toprak kaynaklı ısıtma, hidroelektrik, biyokütle ve rüzgâr enerjisi gibi yenilikçi uygulamalar için alan sağlamak (Benedict ve McMahon, 2002; LI, 2009).

Su yönetimi kapsamında YAY'ın faydaları şunlardır;

➤ Yüzey suyu akışını azaltmak ve biyolojik çeşitliliği ve rekreasyonu geliştirmek için sürdürülebilir drenaj sistemleri ile sel riskini yönetmek,

➤ Tarım arazileri, sulak alanlar, evler ve ticari binalar için risk oluşturmeyen alanlarda sel sularını depolamak ve kullanmak,

➤ Yaban hayatına çok önemli habitatlar sağlayan sulak alanları restore etmek,

➤ Kirleticileri sudan uzaklaştıran bitkiler kullanmak gibi yöntemlerle atıkları sürdürebilir bir şekilde yönetmek,

➤ Tarımsal amaçlı halk bahçeleri ve meyve bahçeleri aracılığıyla gıda üretimi için alan yaratmak, sağlıklı gıdaya erişimi artırmak, eğitim fırsatları sağlamak, gıda

güvenliğine katkıda bulunmak ve toplulukları yerel çevreleriyle yeniden buluşturmak,

➤ Peyzaj ölçeğinde bir yaklaşım benimsenerek peyzajlarla bağlantılı YAY unsurlarının planlanması, tasarımı ve yönetimi ile ilgili iklim değişikliği gibi çevresel sorunların sebep olduğu baskılara karşı tür göçünün daha kolay gerçekleşebileceği çerçeveyi sağlamak.

➤ Halk sağlığı ve refahı için kritik öneme sahip olan YAY unsurları ile erişilebilir aktif rekreasyon fırsatları sunmak.

➤ Kaliteli kentsel yeşil alanlar ile yeni nesil vasıflı ve mobil çalışanların faydalanacağı yüksek kalitede ortamlar sağlamak, bunların arazi ve emlak piyasaları üzerindeki olumlu etkileri ile ticari yatırımların bu alanlarda yapılmasını teşvik ederek ekonomik fayda sağlamak.

➤ Özellikle yerel toplulukları ilgilendiren ve peyzaj karakteri ve mirasıyla ilgili olan YAY unsurları ile bu yerel mekânlardan sosyal ve kültürel olarak fayda sağlamak isteyen topluluklara yönelik yatırımları çekerek istihdam fırsatlarını canlandırmak.

➤ Eğitim, öğretim, gönüllülük ve kapasite geliştirme için fırsatlar sağlamak, kamu yönetimi aracılığıyla toplumsal katılım için bir odak noktası oluşturmak (Benedict ve McMahon, 2002; LI, 2009).

2.1.2.4. Yeşil Altyapı Bileşenleri ve Prensipleri

YAY; çalılıklar veya yeşil çatılar gibi küçük doğrusal özellikli alanlardan başlayarak bozulmamış taşkın yatağı ormanları, turbalık alanlar veya serbest akan nehirler gibi çok büyük doğal özellikli alanlar ve bu alanların oluşturduğu ağlara kadar işlevsel ekosistemlerin tümünü içeren ve her ölçekte çalışabilen çok çeşitli/farklı çevresel unsurlardan oluşabilmektedir (EC, 2013). Ancak, YAY sisteminin temel unsurlarını; doğal/restore edilmiş yerel ekosistemlerin ve peyzajların büyük parçaları olma eğilimindeki merkezleri/çekirdekleri ve birbiriyle ilişkili merkezlerin/çekirdeklerin doğrusal özellikleri (ör; nehirler) olma

eğilimindeki “bağlantılar” oluşturmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002; Hepcan, 2019; Wickham ve ark., 2010).

Merkezler; YAY ağlarının ulaşım noktaları olarak yaban hayatı ve onun içinde hareket eden ekolojik süreçler için bir başlangıç ve varış noktası sağlamaktadır. Merkezler, aşağıda tanımlanan bazı başlıklar da dâhil olmak üzere tüm şekil ve boyutlarda olabilmektedir (Benedict ve McMahon, 2002).

- Rezervler: Milli parklar, bölge parkları ve yaban hayatı koruma sahaları gibi geniş korunan alanları kapsamaktadır.
- Yönetilen Yerel Peyzajlar: Ulusal ve devlet ormanları gibi kamuya ait büyük araziler, doğal ve rekreasyonel alanlar ve kaynak çıkarmak için yönetilen yerlerden oluşmaktadır.
- Faal (Aktif) Araziler: Emtia üretimi için yönetilen, ancak ağırlıklı olarak açık ve gelişmemiş durumda olan özel çiftlikler, ormanlar ve çiftliklerden oluşmaktadır.
- Bölgesel Parklar: Bölgesel olarak ekolojik öneme sahip daha az kapsamlı merkezleri barındırmaktadır.
- Kamusal Parklar ve Doğal Alanlar: Doğal özelliklerin ve ekolojik süreçlerin korunduğu veya restore edildiği topluluk düzeyindeki görece daha küçük parklar ve alanlardan oluşmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002).

Bağlantılar; sistemi birbirine bağlayan ve YAY ağlarının çalışmasını sağlayan oluşumlardır. Aşağıda tanımlanan bazı başlıklar da dâhil olmak üzere boyut, işlev ve sahiplik bakımından çok çeşitlilik göstermektedir.

- Yerel flora ve faunanın gelişmesi için yeterli alan sağlayan geniş doğal alanlardan oluşan peyzaj bağlantıları; mevcut parklar, koruma alanları, doğal alanlar, ekosistemler ve peyzajları birbirine bağlayan koridorlar olarak hizmet vermektedir.
- Yaban hayatı için biyolojik kanallar olarak hizmet veren koruma koridorları, rekreasyonel fırsatlar sağlayabilen nehir ve akarsu koridorları gibi daha az kapsamlı doğrusal korunan alanlardan oluşmaktadır.

➤ Yeşil Yollar; kaynakların korunması ve/veya eğlence amaçlı kullanılması için yönetilen korunan arazi koridorlarından meydana gelmektedir.

➤ Kalkınma için iyi bir çerçeve görevi gören korunan alanlardan veya faal/işletilen arazilerden oluşan Yeşil Kuşaklar, aynı zamanda doğal/yarı doğal ekosistemleri ve çiftlik arazilerini korumaktadır.

➤ Ekolojik Kuşaklar, kentsel ve kırsal arazi kullanımları arasındaki gerilim bölgesini hafifletirken bu bölge sakinleri için ekolojik ve sosyal faydalar sağlayan doğrusal odunsu bitki tamponlarından oluşmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002).

Bir YAY ağını oluşturan ögeler farklı ölçeklerde çalışabilirken, bir ögenin YAY ağına etkin bir şekilde katkıda bulunabilmesi için belirli bir kritik kütle ve bağlantı potansiyeline sahip olması gerekmektedir. Bir ağaç tek başına YAY ögesi olabilme potansiyeline sahipken, o ağacın varlığı ancak daha geniş bir habitatın veya daha geniş bir işleve hizmet eden bir ekosistemin parçası olduğu durumlarda değer kazanacaktır (EC, 2013).

EC (2013)'e göre YAY'ın potansiyel bileşenleri şunlardır;

➤ Natura 2000 doğal çevre koruma ağında belirtilen korunan alanlar gibi YAY için merkez görevi gören yüksek biyoçeşitlilik değerine sahip çekirdek alanlar.

➤ Korunan alanların dışında kalan ve sağlıklı işleyen ekosistemleri içeren büyük çekirdek alanlar.

➤ Restore edilmiş bir sazlık veya çayır gibi mevcut doğal alanların yeniden bağlanmasına veya iyileştirilmesine yardımcı olan restore edilmiş habitatlar,

➤ Küçük suyolları, göletler, çalılıklar, ormanlık şeritler gibi yaban hayatı koridorları veya basamak taşları olarak işlev gören doğal özellikli alanlar,

➤ Ekolojik kanallar, ekolojik köprüler, balık geçitleri veya yeşil çatılar gibi ES'i geliştiren veya yaban hayatı döngüsüne yardımcı olan yapay özellikli alanlar,

➤ Peyzajın genel ekolojik kalitesi ve biyoçeşitlilik geçirgenliğinin iyileştirilmesine yardımcı olan ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilen tampon bölgeler (Ör: yaban hayatı dostu tarım alanları),

➤ Aynı sınırlar içinde birden fazla alan kullanımını destekleyen arazi yönetimi kombinasyonları oluşturmak için güçlerin birleştirildiği ve uyumlu alan kullanımlarının sağlandığı çok işlevli bölgeler (EC, 2013).

Tüm yeşil alanların veya çevresel unsurların mutlaka YAY'ın bir parçası olmaya uygun alanlar olmadığının farkında olmak gerekmektedir. Yüksek kaliteye sahip olması gereken bu unsurların, birbirine bağlı bir YAY ağının ayrılmaz bir parçasını oluşturarak basitçe "Yeşil bir alan" dan daha fazlasını sunabilmesi gerekmektedir. Örneğin, şehir içerisinde bulunan bir kent parkının YAY'ın ayrılmaz bir parçası olarak düşünülmesi için, bu parkın serinleten hava koridoru görevi görmesinin yanında aşırı yağış anında sel/taşkın suyu akışını azaltacak geçirgenliği sağlaması ve rekreasyon ve yaban hayatı için çekici bir açık alan sunması gerekmektedir. Aksi takdirde, başka hiçbir çevresel özellik içermeyen tek tip bir çim parçasının YAY olarak nitelendirilmesi olası değildir. Kırsal alanlar için de bir örnek verilecek olursa; yoğun bir şekilde yönetilen bir tarım arazisinin YAY ağının bir parçasını oluşturabilmesi için, bu arazinin özel olarak yönetilerek yerel biyoçeşitliliği destekleyen, gıda üretimini rekreasyon ve su arıtma gibi diğer faydalarla birleştiren çok işlevli bir arazi kullanımını teşvik etmesi gerekmektedir (EC, 2013).

Benedict ve McMahon (2002)'a göre, YAY girişimlerinin başarılı olması için kritik olarak tanımlanan ve aşağıda verilen yedi adet yol gösterici ilke-strateji bulunmaktadır. Bu ilke-stratejilerin birlikte ele alınması, sürdürülebilir kalkınma için yapılacak olan koruma çalışmalarına (tasarımlar, planlamalar ve diğer karar alma kılavuzları) stratejik bir yaklaşım ve çerçeve sağlayacaktır.

➤ **Koruma ve gelişim için YAY'ın bir çerçevesi olmalıdır.**

Son yüzyılda yapılan ulusal arazi koruma programlarının çoğu parkların, koruma alanlarının veya diğer önemli doğal ve kültürel kaynaklara sahip izole edilmiş alanların tekil olarak korunması üzerine odaklanmaktadır. Fakat günümüzde, doğal bağlantıları koparılarak izole edilmiş alanlarda ekolojik süreçlerin işleyemediği ve yaban hayatının gelişemediği bilinmektedir. Bu nedenle korumanın

yaşayan bir süreç olarak ele alınmadığı çalışmaların koruma hedeflerine ulaşması mümkün olmamaktadır. Aksine, kentsel gelişim çalışmalarına çerçeve sağlamak amacıyla planlanmış YAY sistemlerini koruma çerçevesi haline getiren topluluklar YAY'larını koruyabilmektedirler. Ayrıca bir YAY stratejisine sahip olmak; hızlı büyümenin ekosistem işlevleri ve servisleri üzerindeki olumsuz etkisini (yaban hayatı habitatının ve göç koridorlarının kaybı, yeraltı ve yüzey su kaynaklarını besleyen yağmur suyu akışını yavaşlatan nehir kıyılarının ve diğer doğal alanların kaybı vb.) en aza indirilebilmek için planlamacılara bir çerçeve sunmaktadır (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **Kentsel gelişimden önce YAY'ın tasarımı ve planı yapılmalıdır.**

Arazilerin sürdürülebilir kullanımı için ekolojik bir çerçeve sağlayan YAY, yolların, evlerin, işyerlerinin ve diğer yapısal unsurların planlanması ve inşasından önce kritik ekolojik alanların ve bağlantıların belirlenmesi ve korunmasını esas almaktadır. Restorasyonun yüksek maliyetli olması ve insan yapımı sulak alanlar gibi restorasyon projelerinin uzun vadede işlevlerini yitirebilme ihtimallerinin olması nedeniyle, yeşil alan sistemlerinin planlanmasının ve korunmasının mümkün olduğunca yapısal gelişimden önce yapılması gerekmektedir. Ancak, yapılaşmanın hâlihazırda mevcut olduğu durumlarda, YAY'ı restore etmenin insanlara ve doğal sistemlere nerede fayda sağlayacağını değerlendirmek hâlâ önemini korumaktadır. Bir YAY planı, toplulukların mevcut yapılaşmış alanları ve inşa edilmiş altyapıları yenileme fırsatları ortaya çıktığında birbirinden izole edilmiş habitat adalarını yeniden birleştirme fırsatlarından yararlanmalarına yardımcı olacaktır (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **Anahtar olarak Bağlantılar**

Tüm YAY girişimleri için istenen sonuç ayrı ve ilgisiz parçaların rastgele bir araya gelmesi değil, bir bütün olarak ekolojik işlev gören bir yeşil alan ağının yaratılmasıdır.

Farklı sistem bileşenlerinin (parklar, koruma alanları, nehir kıyısı alanları, sulak alanlar, diğer yeşil alanlar vb.) stratejik bağlantıları ve ekolojik süreçleri, yaban

hayatı popülasyonlarının sağlığını ve biyolojik çeşitliliğini sürdürmek ve korumak için kritik öneme sahiptir. YAY çalışmalarını bölgesel ve yerel ölçeklerde akıllı büyüme programlarıyla ilişkilendirmek, kalkınma için faydalı ve tatmin edici bir çerçeve sağlayacaktır.

Büyüme ve gelişmeye odaklanan programlara YAY'ı entegre etmek, hayati öneme sahip tarım alanlarını ve diğer alan kullanımlarını korumak için kamu ve topluluk çalışmalarına yardımcı olacaktır (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **YAY, birden fazla yetki alanları arasında ve farklı ölçeklerde işlev görmelidir.**

Ülkelerin ulaşım, enerji, telekomünikasyon ve diğer gri altyapı sistemlerinin tasarlanması/planlanması, birden fazla yetki alanını birbirine bağlamak ve farklı ölçeklerde çalışan tesisleri birleştirmek için yapılmaktadır. Benzer şekilde YAY sistemlerinin de kentsel, kırsal ve doğal peyzajlar arasında bağlantı kurmak için stratejik olarak tasarlanması ve yeşil alan unsurlarının ve işlevlerinin bölge, topluluk ve parsel ölçeklerinde birleştirilmesi gerekmektedir (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **YAY, bilimsel atık kullanan arazi kullanımı planlama teorileri ve uygulamalarına dayanmalıdır.**

Bilim insanları, mühendisler ve arazi kullanım planlayıcıları su ve temiz hava kaynaklarının koruma çalışmalarını yaparken, doğal sistemlerin zaten verimli bir şekilde çalıştığını fark etmişlerdir. Çevresel tasarımın stratejik kullanımıyla hem profesyoneller hem de profesyonel olmayan kişiler, biyolojik çeşitlilik amacıyla yönetilen birbirleriyle bağlantılı doğal alanlardan ve habitatlardan oluşan ağların, gelişmiş kentsel ve kırsal alanları doğal afetlerden koruyabildiğini, insan topluluğunun genel sağlığını iyileştirebildiğini ve rekreasyon fırsatları ve kamuyu ilgilendiren kolaylıklar sağlayabildiğini fark etmişlerdir (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **YAY kritik bir kamu yatırımı olarak ele alınmalıdır.**

Birbirine bağlı yeşil alan sistemlerinden oluşturulan YAY, kaynak koruma, rekreasyon ve diğer kamusal değerler için arazi sağlayarak bütün topluluklara fayda

sağlamaktadır. Ayrıca, YAY'ın stratejik olarak ele alınması, bazı gri altyapılara olan ihtiyacı azaltarak bu bütçenin toplulukların diğer ihtiyaçları için kullanılmasına imkân tanımaktadır (Benedict ve McMahon, 2002).

➤ **YAY çeşitli paydaşları içermelidir.**

YAY çalışmalarının paydaşları farklı geçmişlere ve ihtiyaçlara sahip yapılardan oluşmaktadır. YAY girişimlerinin başarılı çalışmalara dönüşmesi hem kamu hem de özel sektör olmak üzere çeşitli kurum ve kuruluşlar arasında yapılan ortaklıklar ve kurulan karşılıklı ilişkiler ile elde edilmektedir (Benedict ve McMahon, 2002).

2.1.2.5. Yeşil Altyapı Ölçekleri

Sürdürülebilir kentler için planlama; ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan adil sürdürülebilirliğin temel alanlarını ele alan karmaşık bir süreçten oluşmaktadır (Ahern, 2007). Sürdürülebilir kentler için YAY planı ise, özellikle örüntü (patern)-süreç ilişkilerine açık bir şekilde dikkat çeken ve fiziksel/işlevsel bağlantıya vurgu yapan çok ölçekli bir yaklaşım ile peyzaj ekolojisinin temel ilkelerini kültürel nitelikteki çevrelere (kentsel/kırsal) uygulamaktadır ve bunların aynı anda birden fazla ölçekte çalışması durumunda en yüksek başarı oranına ulaşabilmektedir (Ahern, 2007; Benedict ve McMahon, 2002).

YAY çalışmaları veya stratejileri, aşağıdakiler de dâhil olmak üzere her boyuttaki veya ölçekteki girişimler için kullanılabilir:

- Münferit parselleri ve gelişim amaçlı tek gayrimenkul yapılaşmasını içeren proje ölçeği,
- Yerel kaynak koruma ve restorasyon çalışmalarını destekleyen ve park, rekreasyon ve diğer açık alan projelerini içeren topluluk ölçeği (Ör; Metropol bölgelerinin içinde ve çevresinde bir kaç ilçeyi kapsayan yeşil yol planları),
- Bölgesel ve ulusal koruma çapında açık ve yeşil alan kaynaklarını kapsayan peyzaj ölçeği (Ör; Yaban hayat habitatı, su kalitesi ve rekreasyon için bölge çapında yeşil yol sistemi) (Benedict ve McMahon, 2002).

Önemli doğal alanları birbirine bağlayarak hem korumayı hem de gelişimi amaçlayan YAY ağı, arka plan ve ölçek açısından farklılık göstermektedir. Farklı disiplinler, YAY'ın sağladığı avantajlardan faydalanan farklı gruplara da odaklanmaktadır. Avantajların ölçeğine ve türüne dayalı olarak gruplandırılan YAY, iki yönelim altında tanımlanmaktadır (EEA, 2014).

- Kentsel ölçekte YAY
- Peyzaj ölçeğinde YAY (EEA, 2014)

YAY'ın belirtilen iki ölçeği (kent ve peyzaj ölçeği) Çizelge 1.1'de detaylı olarak karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2.1. Yeşil Altyapının kent ve peyzaj ölçeğinde karşılaştırılması (EEA, 2014)

Yeşil Altyapı	Kent Ölçeği	Peyzaj Ölçeği
Kısa Tanımlama	➤ Kentsel çevrelerdeki çok işlevli yeşil alan ağının geliştirilmesi ve korunması.	➤ Daha geniş peyzaj ölçeği içerisinde bulunan önemli habitatlar arasındaki bağlantıların geliştirilmesi ve korunması.
Matris/Engeller	➤ Kentsel yapılaşmış çevre	➤ Yoğun tarım arazileri ➤ Yapılaşmış alanlar ➤ Gri altyapı
Temel ilişkili Faydalar (Literatürde Vurgulandığı Gibi)	➤ Kentsel ısı adası azaltma ➤ Su akışı yönetimi ➤ Su tutma (sel önleme) ➤ Rekreasyon ➤ Görsel zevk, doğa ve açık alan algısı ➤ Yaban Hayatı habitatları	➤ Türler göçü ➤ Su tutma (su reşarjı ve taşkın önleme)
En Yaygın Yapılar	➤ Şehir içi parklar, ağaçlarla çevrili caddeler, yeşil çatılar, tarım arazileri ve ormanlık alanlar vb.	➤ Habitatlar (AB'de, daha özellikli olarak Natura 2000 yerleri) ve koridorlar ➤ Nehirler ve akarsular, suyolları vb. ➤ 'Ekolojik ağ' terimiyle örtüşme

Çizelge 2.1.'in devamı

Terimi Kullanan Disiplinlere Örnekler	➤ Şehir ve Bölge Planlama ➤ Peyzaj Mimarlığı ➤ Çevre Yönetimi	➤ Türlerin korunması ➤ Mekânsal Planlama ➤ Çevre Yönetimi
Ana Konu / Politika Bağlantıları	➤ Şehirlerde yaşam kalitesi ➤ Biyoçeşitliliğin korunması ➤ İklim değişikliğine uyum ➤ İklim değişikliğinin azaltılması	➤ Biyoçeşitliliğin korunması ➤ İklim değişikliğine uyum

2.1.2.6. Kentsel Yeşil Altyapı

Karasal alanları ilgilendiren YAY'lar hem kırsal hem de kentsel ortamlarda bulunmaktadır. MAES (2015) ve MAES (2016) raporunda "Kentsel YAY", kentsel ekosistem sınırı içerisinde yer alan kentsel YAY'ların çok işlevli ağı olarak tanımlanmaktadır ve kentsel yeşil alanların kentsel YAY'ın yapısal bileşenleri olduğu belirtilmektedir.

Kentsel YAY'lar her ne kadar kent ve kentsel alanların içerisindeki YAY'lar tarafından meydana geliyor olsa da kırsal ortamlarda bulunan YAY'nın kentte yaşayanların faydalandığı ES'i sunabileceği göz ardı edilmemelidir.

Hepcan (2019) ve MAES (2015) raporuna göre kentsel YAY bileşenleri şunlardan oluşmaktadır:

- Kentsel alanlarda bulunan ormanlar, çalılıklar, otsu bitkilerle kaplı "Doğal/yarı doğal alanlar",
- Çeşitli büyüklüklerde olabilen doğal ve kültürel ekosistemler içeren "Kent parkları",
- Kent içindeki açık toplanma alanları işlevi de bulunan ve farklı amaçlar için kullanılan "Meydanlar",
- Bitki yoğunluğu ve tür çeşitliliği açısından zengin yeşil alanlara sahip "Şahıs

ya da kurum bahçeleri”,

➤ Bitki topluluklarını bir arada bulunduran bitki koleksiyona sahip “Botanik bahçeleri”,

➤ Ticari amaçla üretim yapılan geniş parseller, meyve bahçeleri ya da küçük ölçekli hobi bahçelerinden oluşan “Tarım alanları”,

➤ Kentlerde yetişkin ağaçları içeren yoğun bitki örtüsüne sahip geniş yeşil alanları barındıran “Mezarlıklar”,

➤ Kentlerdeki açık park alanlarının çeşitli yöntemlerle bitkilendirilmesi ya da ağaçlandırılmasıyla oluşturulan “Bitkilendirilmiş otoparklar”,

➤ Oyun ve spor alanlarını içeren, bitki örtüsüne sahip olan “Eğitim binaları, okul bahçeleri ve eğitim kampüsleri”,

➤ Vejetasyon örtüsüyle güneş radyasyonunu ve yağış suyunun hızını azaltarak yalıtım sağlayan “Yeşil çatılar”,

➤ Bina, duvar, çit gibi düşey yapısal elemanların çeşitli bitkilerle kaplanmasıyla oluşturulan ve binalardaki enerji tüketimini azaltan “Düşey bahçeler”,

➤ Kaldırım, refüj ve bitkilendirilmiş şeritlerde bulunan ve kentlerde doğrusal koridorlar oluşturan “Yol ağaçları/yol bitkileri”,

➤ Karasal ve suya bağlı ekosistemleri bir arada bulunduran doğal koridorlardan oluşan “Akarsu koridorları”,

➤ Çoğunlukla insan eliyle oluşturulan koridorlardan oluşan ve rekreasyon ve ulaşım amacıyla da kullanılan “Su kanalları” (Hepcan, 2019; MAES, 2015).

Kentsel YAY’ın bir diğer önemli özelliği de kaynağına yakın bir şekilde yağmur suyunun azaltılmasını ve artırılmasını sağlamaktır. Kentsel YAY bileşenlerinin yer aldığı kentsel alanlar işlevsel olarak; çatılar, yollar, kaldırımlar ve otoparklar gibi geçirimsiz malzemelerle kaplanmış yüzeylerden oluşmaktadır. Bu yüzeylerin hemen hemen hepsi yağmur suyu yüzey akışına katkıda bulunsun da bunların etkileri gerekli azaltma önlemleri ile büyük ölçüde değiştirilebilmektedir. Bunların içerisinde yolları kaplayan geçirimsiz yüzeyler kentsel alanlarda bulunan

suya dayalı ekosistemler için en büyük kirlilik kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bununla beraber aynı alanlar kentsel YAY kullanımı için en büyük fırsatlardan birini de sunmaktadır. Bu sebeple kentsel alanlardaki yollar, YAY'ın koordineli bir şekilde kullanılması ve uygulanması için birçok fırsat sunmaktadır (U.S. EPA, 2008).

2.1.3. Kentsel Yağmur Suyu Yönetimi

Farklı amaçlarla kullanılabilen ve hayati derecede önemli bir doğal kaynak olan su, günümüzde korunması gereken kıt bir kaynak haline gelmiştir (Andualem ve ark. 2020). Temiz su ile ilgili çalışmalara çok büyük önem vermekte olan Avrupa Birliği 1996 yılında, Avrupa Parlamentosu, Avrupa Komisyonu ve Avrupa Birliği üye ülkeleri ile birlikte su politikası ile ilgili olarak, suyun bütüncül olarak düşünülmesi gerekliliği konusunda görüş birliğine varmışlardır. Su ile ilgili diğer tüm direktiflerin tek bir yönetmelik altında toplanması düşüncesi ile Su Çerçeve Direktifi (SÇD) oluşturulmuştur ve Avrupa çapında entegre su yönetimine bir çerçeve oluşturmak amacı ile 22 Kasım 2000 tarihinde yürürlüğe girmiştir (SÇD, 2003). Çerçeve olarak yüzey suları, yeraltı suları ve koruma alanlarını içine alarak suyun korunması ve savunulması gereken bir kamu kaynağı olduğu düşüncesini temel alan SÇD'nin hedefleri arasında suya dayalı ekosistemler ve bunlara bağlı olan diğer ekosistemlerin daha fazla tahrip edilmesinin önlenmesi, zararlı emisyonların azaltılarak suya dayalı çevrenin iyileştirilmesi, var olan su kaynaklarının uzun vadeli korunması temelinde sürdürülebilir kullanımın teşvik edilmesi ve yeraltı suyu kirliliğini azaltılması bulunmaktadır (SÇD, 2003).

Yağmur suyu; suya dayalı ekosistemleri, su kaynaklarını ve yeraltı sularını besleyen çok önemli bir su kaynağıdır. Yağmur suyu direkt olarak su ve suya bağlı kaynakları beslemekle birlikte geçirimli yüzeylerde infiltrasyon ve yüzey akışıyla, geçirimsiz yüzeylerde ise, varsa, mevcut altyapı sistemi aracılığıyla kontrollü bir şekilde veya yüzey akışıyla kontrolsüz bir şekilde suya dayalı kaynaklara deşarj edilerek dolaylı yollardan su kaynaklarını beslemektedir. Özellikle kentsel

alanlardaki geçirimsiz yüzeylerde yüzey akışıyla kontrolsüz bir şekilde hareket eden yağmur suyu zaman zaman hem sel ve taşkınlara sebep olmaktadır hem de bu kaynakları dolaylı yollardan besleyerek yüzey akışı güzergâhı boyunca mevcut olan kirleticileri bu alanlara taşımaktadır.

Geçtiğimiz otuz yıl boyunca su havzası yönetimindeki gelişmelere ve su havzalarına ilişkin anlayışlara paralel olarak yağmur suyu yönetiminde de önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Planlamacıların, mühendislerin, peyzaj mimarlarının ve tasarımcıların artık hidrolojik bakım süreçleri ve doğal su dengesi temelinde suya dayalı habitatları, akarsu morfolojisini, karasal habitatların iyileştirilmesini ve iklim değişikliğinin gözlemlenen ve tahmin edilen etkilerinin azaltılmasını içeren teknik meseleler paketini geniş bir şekilde ele alması gerekmektedir (MOECC, 2017).

Su kalitesi koruma stratejileri genellikle üç ölçekte uygulanmaktadır ve bu ölçekler şunlardır:

- Bölge/büyük su havzası alanı ölçeği,
- Topluluk/mahalle ölçeği ve
- Alan/blok ölçeği.

Kirliliğin etkileri genellikle her üç ölçekte de kendini göstermektedir. Su kütlelerine en yüksek derecede koruma sağlamak için farklı ölçekler için farklı yağmur suyu yaklaşımları kullanılması gerekmektedir. Örneğin, kullanılacak yaklaşımın nerede ve nasıl yapılacağına ilişkin kararlar, su kalitesiyle ilgili ilk ve belki de en önemli kararları oluşturmaktadır. Büyüme ve gelişim bir topluluğa; bir şehir merkezini canlandırma, bir ana caddeyi yenileme, yeni okullar inşa etme, istihdam, alışveriş yapma ve eğlence için dinamik yerler geliştirme fırsatları için gereken kaynakları verebilmektedir. Bununla birlikte, bu büyüme ve gelişim ile gelen kalkınmanın çevresel etkileri doğal kaynaklarını korumaya çalışan topluluklar için zorluklar çıkarabilmektedir. Araziyi verimli kullanan ve bozulmamış doğal arazileri koruyan kalkınma ise bir topluluğun büyümesine ve aynı zamanda su kaynaklarını korumasına olanak tanımaktadır (U.S. EPA, 2007).

Altyapı sisteminin asli unsurlarından biri olan yollar, önemli bir akış

kaynağı olarak yağmur suyunu oluklar boyunca girişlere ve gömülü altyapı şebekesine taşımaktadır. Geleneksel karayollarının yapım ve kullanım aşamalarından kaynaklı artan akış hacmi, değişen akış rejimi, daha sık akış olayları ve yüksek tepe akışları çevreye zarar vermekte ve havzaların aşağısında bulunan yerleşimler için büyük bir risk oluşturmaktadır. Doğal olmayan bu akış rejimi nedeniyle alıcı akarsulardaki aşındırıcı akışlar, bazı yerlerde su yatağı kaymalarına bazı yerlerde ise aşırı sedimantasyona neden olarak akış habitatını yok etmektedir ve su sistemlerini bozmaktadır. Yağmur suyu drenaj sisteminin bir bileşeni olan yollar, hava ve kara kaynaklı geniş bir kirletici grubunu toplayarak bunları drenaj sistemine ve nihayetinde akarsulara ulaştırmaktadır. Kentsel alanlardaki diğer geçirimsiz yüzeylerle karşılaştırıldığında kentsel geçirimsiz yüzeylerin önemli bir yüzdesini yaygın kullanımları nedeniyle geçirimsiz malzemeyle kaplanmış yollar oluşturmaktadır. Bu nedenle geçirimsiz yüzey miktarını sınırlamak için yol genişliklerini ve diğer stratejileri azaltmak kritik öneme sahip bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır (U.S. EPA, 2008).

Yağmur suyu yönetim programları, mevcut gelişim seviyelerinde yağmur suyunun yeterli miktarda azaltılmasını ve arıtılmasını sağlamak için mücadele etmektedir. Gelişime bağlı yapılaşma, su varlığını ve su kalitesini korumak ve iyileştirmek için yapılan çalışmalara karşı yeni ve daha büyük zorluklar yaratacaktır. Geçtiğimiz birkaç on yıllık yağmur suyu yönetimi, yaygın olarak mevcut kontrol ve arıtma stratejileri ile sonuçlanmıştır. Bunlar, büyük ölçüde tasarlanmış, en yüksek akış hızını ve askıda katı madde konsantrasyonlarını kontrol etmeye odaklanan kapalı sistem hat sonu uygulamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, geleneksel uygulamalar, yağmur suyu hacimlerini ve akış oranlarını artırarak aşırı erozyona ve akarsu yatağı bozulmasına neden olmaktadır ve böylece havza içindeki yaygın ve kümülatif hidrolojik değişiklikleri ele almakta başarısız olmaktadır. Bu uygulamalar ayrıca besinler, patojenler ve metaller gibi diğer endişe verici kirleticilere karşı mücadelede de yeterince başarılı olamamaktadır (U.S. EPA, 2007).

İstilacı türlere karşı hassasiyetin artması, yerel habitatların kaybolması ve parçalanması, yağmur suyunun miktarının, zamanlamasının ve kalitesinin değişmesi kentsel ekosistemler üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır (Jayasooriya ve Ng, 2014). Yalnızca birkaç anahtar peyzaj özelliğinin (ağaçlar, çalılar ve geçirimsiz yüzeyler gibi) miktarı ve yerleşimi bile, kentsel alanlarda hayatta kalabilmiş yaban hayatı tiplerini ve ES'in nitelik ve niceliğini etkileyebilmektedir (Netusil ve ark., 2014).

Kentsel biyoçeşitliliğin korunması için yapılan planlama çalışmaları çoğunlukla korunan doğal alanlar ve koridorlar olarak kabul edilmiş alanlar üzerine yoğunlaşmaktadır. İstilacı egzotik türlerden yağmur suyu yüzey akışına kadar her şey YAY'ın biyolojik bütünlüğünü bozabilmektedir (Hostetler ve ark., 2011).

Hızlı kentsel büyüme ve gelişim nedeniyle dünya üzerindeki doğal/yarı doğal peyzajların kalitesi günden güne bozulmaktadır ve su döngüsünün direkt etkileyen bu alanların çoğunun arazi özellikleri değiştirilmiştir ve değiştirilmeye devam edilmektedir (Jayasooriya ve Ng, 2014). Artan kentsel nüfus ve iklim değişikliği ile ilgili belirsizlikler muhtemelen hem kentsel hidrolojik döngüyü hem de su yönetimini etkileyecektir. Kentsel su baskınlarına neden olan yüksek hacimli yağışlar veya uzun süreli kuraklık dönemleri gibi aşırı hava koşulları, kentsel su yönetiminin hazırlanması gerektiğine dayanak oluşturan temel sorunlardandır. Yaban hayatı habitatı, sulak alanlar, yeşil alanlar gibi doğal veya tasarlanmış peyzaj bileşenleri ve bunların ağından oluşan YAY, bütüncül bir sistem olarak ele alınması gereken bir yapıdan oluşmaktadır (Ghofrani ve ark., 2017). Bu sistemlerin uygulaması, kentsel ve kırsal alanlardaki dinamiklerin çeşitliliğine göre, bazen farklı bazen ise ortaklaşan özellikler dikkate alınarak yapılmaktadır. Kentsel alanlarda uygulanan kentsel YAY projelerinin, kentsel sorunlar arasında bulunan kentsel yağmur suyu kontrolü için uygun maliyetli bir yol olduğu gelişmiş birçok ülke tarafından benimsenmiştir (Jayasooriya ve Ng, 2014; Netusil ve ark., 2014).

Yıllar boyunca kentsel YAY uygulamaları, yağmur suyu yönetiminin sürdürülebilir bir metodu olarak tanımlanmaktadır. Entegre bir kentsel yağmur suyu

yönetimi stratejisi olarak YAY'ın artan popülaritesi nedeniyle, mevcut havza modelleme araçlarının çoğu, bu uygulamaları yerleşik modüller olarak kullanılmaktadırlar (Jayasooriya ve Ng, 2014). Yağmur bahçeleri, su tutma havuzları, yeşil çatılar gibi yağmur suyu ile özel olarak ilgilenen YAY'lar; taşkınları, kanalizasyon taşmalarını ve akarsu ve nehirlerle kirletici taşınmasını azaltmak için tüm dünyadaki şehirlerde uygulanmaktadır (Pennino ve ark., 2016). Diğer taraftan kentsel alanlarda yağmur suyu toplama sisteminin benimsenmesi su kıtlığı sorununun çözümünde mükemmel bir rol oynamaktadır ve bu alanlarda su tasarrufu sağlamanın en etkili yollarından birini suya dayalı kullanımlar için (duş, çamaşır, bitki yetiştirme ve inşaat gereksinimleri vb.) bir yağmur suyu toplama sisteminin kurulması oluşturmaktadır (Andualem ve ark. 2020). Potansiyel gelişim yerlerinde bulunan farklı kentsel yoğunluk tipolojilerindeki su yönetimi için gerekli çözüm türlerini anlamak ise mevcut mekânsal morfolojinin analiz edilmesinden geçmektedir (Ahmed ve ark., 2019). Kentsel alanlarda alandan uzaklaştırılamayan yağmur suyu, kuru yaz dönemlerinde sulama gerektiren kentsel bitki örtüsü sulamasında kullanılan içilebilir veya yeraltı suyunun yerini almak için iyi bir kaynak potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle sürdürülebilir su yönetim sistemlerinde, içme suyunun kullanımını ve şehirlere su teminini azaltmak için yağmur suyu toplama sistemleri kullanılmaktadır (Csete ve ark., 2021) .

Tüm dünyada gelişmiş ülkeler tarafından özellikle kentsel alanlarda etkin bir şekilde kullanılan yağmur suyu temelli kentsel YAY uygulamaları ve türevi uygulamalar şunlardır.

- Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development-LID)-ABD
- Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri (Sustainable Drainage Systems-SuDS)-Birleşik Krallık (İngiltere)
- Suyu Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design-WSUD)-Avustralya
- Sünger Şehirler (Sponge Cities-SC) Entegre Kentsel Su Yönetimi (Integrated Urban Water Management-IUWM)-Çin

- Yeşil Sokak Programları (Green Alley Programs)
- Doğal Miras Sistemi (NGS-Natural Heritage System)

2.1.3.1. Düşük Etkili Gelişim (Low Impact Development-LID)

Düşük etkili gelişim (LID) terimi, Amerika Birleşik Devletleri tarafından türetilen ve gelişmiş yağmur suyu yönetimi sağlamak için kullanılan uygulamaları ve teknikleri tanımlamak için kullanılan terimlerden biridir (U.S. EPA, 2007). LID, her şeyden önce, yağışlardan kaynaklanan akışı bir atık olarak görmek yerine yönetilmesi ve korunması gereken bir kaynak olarak ele alan, yağmur suyunu kaynağında yönetmeye yönelik yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, yağmur suyu yönetimine yönelik bir “arıtma hattı” olarak adlandırılan yaklaşım kullanılarak su dengesinin korunmasına önem verilmektedir. Bu ilkelere uygun bir şekilde, ekosistem tabanlı bir su dengesi yaklaşımıyla yağmur suyu yönetimine doğru bir geçiş sağlanarak başarılı uygulamalar yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir. Bu yaklaşım, hızlı taşıma ve kamu güvenliği hedeflerine dayalı olarak yalnızca gri altyapıyı (kapalı sistem) kullanan arazi kullanımı ve altyapı planlaması yaklaşımının yerini almıştır (MOECC, 2017).

LID, arazi plastiğinin bozulmasından önce var olan hidrolojik koşulları taklit etmek için geleneksel altyapı uygulamalarının aksine yapısal olmayan uygulamalar kullanan, akışı kaynağa mümkün olduğunca yakın yöneterek yağmur suyu akış hacimlerini, oranlarını ve kirletici yüklemesini azaltmak için kullanılan bir yağmur suyu yönetim stratejisidir. LID uygulamaları, bir sahayı terk eden yağmur suyu akışını ve ilgili kirleticilerin miktarını azaltmak için tasarlanmış bir dizi saha geliştirme tekniğidir. Bu uygulamalar, yağmur suyu akışını kaynağında kontrol eden ve genellikle yağışın alttaki toprak ortamına sızmasına izin veren mevcut doğal drenaj modellerini taklit ederek, yapılaşmanın doğal su kaynakları üzerindeki etkisini azaltmayı amaçlamaktadır (SBSS, 2009).

Su ve kirleticilerin akışını azaltmak için tasarlanmış bir dizi yaklaşım ve uygulamadan oluşan LID, günümüzde, birçok şehir, ilçe ve özel sektör

geliştiricisinin su kalitesini korumaya ve iyileştirmeye yardımcı olması için kullandıkları yeni eğilimlerden birini oluşturmaktadır. Sızma, evapotranspirasyon ve yağmur suyunun yeniden kullanımı gibi LID teknikleri, suyu ve su kirleticilerini yerinde yöneterek kentsel gelişimin nehirler, göller, kıyı suları ve yeraltı suları üzerindeki yarattığı olumsuz etkiyi önlemektedir veya azaltmaktadır. Genel olarak bütünleşmiş LID tekniklerinin uygulanması, çevresel performansa katkı sağlarken aynı zamanda geleneksel yağmur suyu yönetimi yaklaşımlarıyla karşılaştırıldığında kentsel gelişim maliyetlerini de azaltabilmektedir (U.S. EPA, 2007).

Aşağıda, her bir farklı LID uygulamaları kategorilerinin bir özeti bulunmaktadır.

- Açık alanı koruyarak yüzey akışı en aza indirmek için artan akış hacimlerine neden olabilecek geçirimsiz yüzey miktarını azaltan **koruma tasarımları**,
- Hem sahadan boşaltılan yüzey akışının hacmini hem de bu akışı iletmek, işlemek veya kontrol etmek için gereken altyapıyı azaltmak amacıyla akışın yakalanması ve sızması için tasarlanmış mühendislik yapıları veya peyzaj özelliklerinden oluşan **sızma uygulamaları**,
- Yapılaşmış çevrenin merkezi bir parçası durumunda olan geçirimsiz yüzeyler nedeniyle oluşan yağmur suyu yüzey akışlarının yakalanıp saklanması (bitkilerin sulanması gibi yeniden kullanımlar için) veya kademeli olarak sızdırılması veya buharlaştırılması gibi **akış depolama uygulamaları**,
- Sızma ve depolama uygulamaları kullanılmasına rağmen sahada üretilen tüm yüzey akışının tutulmasını zorlaştıran sağanak/fırtına gibi büyük doğa olayları nedeniyle tutulamayan fazla yüzey akışının saha içinden saha dışına yönlendirilmesi için kullanılan **akış taşıma uygulamaları**;
- Katıların fiziksel filtrasyonu ve/veya çözünmüş kirleticilerin yakalanması için filtre edilmesi ile akışın arıtılması amacıyla kullanılan **filtrasyon uygulamaları**;
- Estetik kaygı ve işlevsel peyzaj tasarımı anlayışı ile iş gücü, su ve kimyasal girdileri azaltmak için uzun vadeli bitkisel bakım hedeflerini dikkate alan **düşük etkili çevre düzenleme**, farklı LID uygulamasını oluşturmaktadır (U.S. EPA, 2007).

2.1.3.2. Sürdürülebilir Drenaj Sistemleri (Sustainable Drainage Systems-SuDS)

Horton ve ark., (2016) drenaj sistemlerini, halk sağlığını korumaktan sel olasılığını en aza indirmeye kadar geniş bir aralık içerisinde sürekli olarak temel faydalar sağlayan sistemler olarak tanımlarken, Graham ve ark.. (2012) hem su kaynakları hem de yaban hayatı için fayda sağlayacak habitatları içeren alanları önceleyen sürdürülebilir drenaj planlarını en iyi planlar olarak tanımlamışlardır.

Genellikle kırsal kesimlerde bulunan bataklıklar, bozkırlar, ormanlar, çayırar, sazlıklar ve yerleşim alanlarında bulunan açık ve yeşil alanlar gibi geçirgen yüzeylere sahip alanlar, bir yandan yağmur suyunu absorbe ederlerken diğer yandan kirliliği filtreleyen doğal süngerler olarak hizmet vermektedirler. Fakat köylerin, kasabaların ve şehirlerin birçoğunun yapılaşması nedeniyle, kısa süreli şiddetli sağanak yağışlardan sonra bile toprak tarafından emilimi kolayca sağlanabilecek olan yağmur suyu, otoparklar, yollar ve çatılar gibi geçirimsiz yüzeylere sahip olan yüzeylerde iki kat hızlı bir şekilde yüzey akışına geçerek ciddi sorunlara neden olabilmektedir. Bununla birlikte iklim değişikliğinin etkileri sonucunda gelecekte daha da ekstrem hava koşullarının ve iklim olaylarının yaşanacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle daha akıllı ve sürdürülebilir arazi ve su yönetimi için üretilecek olan argümanların her şartta ve koşulda hiçbir kesim tarafından karşı çıkılamaz seviyede olmaları gerekmektedir (Graham ve ark., 2012) .

Birleşik Krallık kentsel havza yönetimindeki sürdürülebilir yüzey suyu yönetimi ve YAY olarak bilinen SuDS, genellikle ileriye dönük akıllıca bir yol olarak kabul edilmektedir (Kapetas ve Fenner, 2020). SuDS gibi drenaj sistemleri, kentsel alanı geliştirmekle beraber ekonomik kalkınmaya ve çevresel kaliteye de katkıda bulunarak geleneksel kapalı sistem yaklaşımı ve diğer pek çok yaklaşımdan beklenen faydalardan daha fazla faydalar sağlayabilmektedir (Graham ve ark., 2012). Bu yaklaşım, minimum yüzde 25-30 gölgelik örtüsü seviyesine ulaşmak için yeşil çatılardan başlayarak çatılardaki yağmur suyunun yönlendirilmesine, alt havza nehir kıyısı koridorları ile mevcut biyofiltrasyon SuDS çözümlerinin optimizasyonuna ve sokak bitkilendirmesinin entegre olarak planlanması ve

uygulanmasına dayanmaktadır (Kapetas ve Fenner, 2020).

Avrupa, Kuzey Amerika ve başka yerlerde birçok iyi SuDS uygulama örneği bulunmaktadır ve İngiltere ve Galler'de “*Sel ve Su Yönetimi Yasası*” aracılığıyla teşvik edilmektedir (Graham ve ark., 2012). İyi tasarlanmış SuDS sistemlerinin; YAY yaklaşımlarını, yeşil çatıları, yağmur bahçelerini, ağaç/çukur kutularını, bitki hendeklerini, geçici sulak alanları, cep sulak alanlarını, tampon filtre şeritlerini, bitkilendirilmiş açık alanların yanı sıra nehir kıyısındaki nehir koridorlarını, kentsel ormanlık alanlar dâhil olmak üzere çeşitli biyofiltrasyon SUDS/BMP tesislerini, yaban hayatını, su yönetimini ve insanlar için çok iyi olan bir dizi diğer canlı peyzaj özelliklerini içermesi gerekmektedir (Graham ve ark., 2012; Kapetas ve Fenner, 2020).

SuDS, kentsel sulak alanları ve diğer yaban hayatı dostu yeşil alanları kasabalarımıza ve şehirlerimize getirmek ve bunlar arasında mavi ve yeşil koridorlar oluşturarak mevcut yaşam alanlarıyla ilişkilendirmek için ideal bir fırsat sunmaktadır. İyi tasarlanmış SuDS aynı zamanda topluluk için iyi bir eğlence ve eğitim kaynağı olmalıdır ve bu alanlar içerisinde dinlenmek, oynamak ve yaban hayatının tadını çıkarmak için yüksek kaliteli kamusal yeşil alan sağlamalıdır (Graham ve ark., 2012).

Yere düşer düşmez yüzey boyunca hareket eden yağmur suyunun toprağın izin verdiği yerlere doğru doğal olarak sızmasına “*Doğal Havza*” denilmektedir. Yağmur suyunun yolculuğu bataklıklar, ıslak otlaklar ve ormanlık alanlar, havuzlar ve göletler yoluyla sığ kıvrımlı akarsular boyunca devam etmektedir. Bu doğal süreçler her aşamada bitki örtüsünün suyu yavaşlatmasına ve temizlemesine ve aynı zamanda suyun topraktan süzülerek yeraltı akiferlerine girmesine izin vermektedir ve bu döngü doğal havzaların önemli bir faydasını ve SuDS'nin taklit etmeye çalıştığı kilit bir süreci tanımlamaktadır. Bunlarla birlikte, evapotranspirasyon süreci de bu süreç içerisinde işlemektedir ve drenaj havzasından önemli su kayıplarına yol açmaktadır. (Graham ve ark., 2012).

İnsan yerleşimlerinin büyümesi, doğal hidrolojik süreçleri etkilemeye

başlamıştır ve “*Geleneksel drenajlı kentsel su toplama alanı*” mantığı ile karasal kaynaklı sular hendekler kazılarak, tarlalar boşaltılarak, dereler düzeltilerek ve nehirlerle setler çekilerek hızla denize ulaştırılmaya çalışılmaktadır. Şu anda, yerleşimlerden geçen birçok su yolu, dışarıdan görünmeyecek şekilde yerin altındaki büyük kapalı borular şeklinde yapılmaktadır. Bu durum olurken, doğal su döngüsü önemli ölçüde bozulmakta, peyzajlar ve yaban hayatı habitatları yok edilmekte ve bir zamanlar geçirgen olan araziler artık geçirimsiz olduğundan, yeraltı suyu beslenmesi ciddi bir şekilde kısıtlanmaktadır. Kentleşme süreci hızlandıkça, kanalizasyonlar giderek aşırı yüklenmekte ve yoğun yağışlarla baş edemez hale gelmektedir (Graham ve ark., 2012).

“*SuDS'ler ile kentsel havza*” yaklaşımı, yüzey suyunun akışını ve hacmini kontrol etmek için peyzajı kullanarak, sulak alan, nehir ağzı gibi kentlerin içinden geçen akarsuların döküldüğü doğal/yarı doğal alanlardaki kirliliği önleyerek veya azaltarak ve yeraltı suyunun yeniden şarj edilmesini teşvik ederek yağışı doğal süreçlere benzer bir şekilde yönetmeyi amaçlamaktadır. SuDS'deki doğal bitki örtüsü, akışları azaltmaya, kirleticileri hapsedmeye yardımcı olmakta, sızmayı teşvik etmekte ve erozyonu önlemektedir. Ayrıca evapotranspirasyonu artırmakta ve ısı adası etkisini azaltmaktadır. Konvansiyonel borulu drenajdan SuDS'ye geçiş, kentsel gelişime maruz kalmış arazilerdeki yüzey akışın toplanması ve iletilmesi konusundaki geleneksel yöntemlerin eksikliklerinin farkına varılmasıyla olmuştur. Tıpkı doğada olduğu gibi su da SuDS döngüsüne girdiğinde bir yolculuğa başlamaktadır. Bir çatı ile başlayan ve bir sulak alan ile biten her aşama, insanlara ve yaban hayatına faydaları sağlamak için potansiyeller sunmaktadır (Graham ve ark., 2012).

SuDS kullanımının artması, karşılaşılan çeşitli sorunların çözülmesine çok büyük katkılar sağlayacaktır. Bu sorunlar özetle şunlardır:

- Hızla değişen bir iklim (artan kentsel ısı adası etkisi dâhil),
- Kentsel gelişim ve genişleme yoluyla geçirgen yüzeylerin kaybının artması,
- Mevcut kanalizasyon sistemlerinin yetersiz kapasitesi,

- Akarsularda ve nehirlerde düşük su kalitesi,
- Kentsel alanlarda yaban hayatı habitatlarının bulunmaması ve kırsal alanlarla bağlantının kesilmesi (Graham ve ark., 2012).

SuDS kullanımını artması özetle şu faydaları sağlayacaktır:

- Yüzey suyunun aşağı serbest akışını, yıkıcı gücünü ve taşma riskini azaltmak için yüzey akışının hacim ve akış hızını yönetmek,
- Yerel olarak akarsulardan, nehirlerden ve haliçlerden başlanarak nehir ağındaki kirliliği azaltarak su kalitesini iyileştirmek,
- Kurak dönemlerde nehir ve akarsu akışlarının korunmasına yardımcı olmak için doğal yeraltı suyunun beslenmesini teşvik etmek ve daha geniş peyzajlarda bulunan sulak alanları desteklemek,
- Su kalitesini korumak, geliştirmek ve sulak alan habitatı yaratmak için önemli fırsatlar sağlamak,
- İnsanların ve toplulukların refahını desteklemek ve kentsel gelişim alanlarının konfor değerini artırmak,
- Kentsel alanlarda evapotranspirasyonu ve iklim düzenlemesini artırmak (Graham ve ark., 2012).

2.1.3.3. Suya Duyarlı Kentsel Tasarım (Water Sensitive Urban Design-WSUD)

WSUD, toplam su döngüsünün yönetimini kentsel gelişim sürecine entegre eden bir kentsel planlama ve tasarım yaklaşımıdır (DPLG, 2010).

Avustralya'da uygulanan WSUD şunları içermektedir:

- Suyla ilgili çevresel, rekreasyonel ve kültürel değerleri korumak için yeraltı suyu, yüzey akışı (yağmur suyu dâhil), içme suyu ve atık suyun entegre yönetimi,
- Akışın depolanması, işlenmesi ve faydalı kullanımı,
- Atık suyun arıtılması ve yeniden kullanılması,
- Su verimli çevre düzenlemesi ile bitki örtüsünün arıtma ve biyoçeşitliliğin artırılması amacıyla kullanılması,
- İçilebilen ve içilemeyen su kaynaklarına yönelik gereksinimleri en aza

indirmek için evsel, ticari-endüstriyel ve kurumsal tesislerin içinde ve dışında su tasarrufu önlemlerinin alınması (DPLG, 2010).

WSUD, su döngüsündeki tüm su akışlarını değerli kaynaklar olarak kabul etmektedir. Potansiyel su akış kaynakları şunlardır:

- Çatıdan toplanan yağmur suyu
- Akış (tüm geçirimsiz yüzeylerden toplanan yağmur suyu dâhil)
- İçme suyu
- Yeraltı suyu
- Gri su (banyo muslukları, duşlar ve çamaşırlar)
- Siyah su (mutfak, lavabo ve tuvaletler).

Kentsel veya kırsal gelişim alanlarının planlanmasında ve işleyişinde uygun önlemlerin uygulanmasıyla şunların yapılması mümkün olmaktadır:

- Doğal su dengesini korumak ve eski haline getirmek,
- Kentsel alanlarda sel riskini azaltmak,
- Suyollarının, yamaçların ve kıyıların erozyonunu azaltmak,
- Yüzey ve yeraltı sularının su kalitesini iyileştirmek ve korumak,
- Su kaynaklarını daha verimli kullanmak,
- Su altyapısı sağlamak ve bakımının maliyetini azaltmak,
- Şebekeli su tedarik sistemi üzerindeki talebi en aza indirmek,
- Su ve nehir kıyısı ekosistemlerini ve habitatlarını korumak ve eski haline getirmek,
- Akarsuların doğal, peyzaj ve rekreasyonel değerlerini korumak,
- Arıtılmış atık suların doğal çevreye deşarjını en aza indirmek,
- Görsel, sosyal, kültürel, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik değerleri geliştirmek

için suyu peyzaja entegre etmek,

➤ Su tüketimini azaltarak, yağmur suyu hasadı ve 'doğal' arıtma alternatiflerini artırarak sera gazı emisyonlarını azaltmak (DPLG, 2010).

WSUD yaklaşımının temel hedefleri şunlardır:

- Doğal bir akış rejimine doğru hareket edilmesi (örneğin, derelerin

erozyonunu azaltmak ve ekolojik değeri iyileştirmek veya sürdürmek için daha düşük akışlar),

- Kuraklık, sel, iklim değişikliği ve halk sağlığı ile ilgili risklerin yönetilmesi,
- Su kaynaklarının korunma, geliştirilmesi, değer verilmesi ve muhafaza edilmesi,
- Su verimliliğinin artırılması, ithal suya bağımlılığı azaltılması,
- Su kalitesi, sel, erozyon ve tortulaşma üzerindeki etkileri kaynağında azaltmak için su kaynaklarının kullanımı ve yönetiminde öncü uygulamaların teşvik edilmesi,
- Kentsel gelişim ve kentsel altyapının tasarımı, inşası ve yönetiminde farkındalığın artırılması ve değişimin hızlandırılması,
- Su kaynaklarının sürdürülebilir ve verimli kullanımından kaynaklanan önemli çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları tanınması ve teşvik edilmesi (DPLG, 2010).

WSUD yaklaşımının temel prensipleri ve yol gösterici ilkeleri şunlardır:

- Su kaynaklarının mümkün olduğunca erken arazi kullanım planlama sürecine dâhil edilmesi,
- Havza ve alt havza düzeyinde su kaynağı sorunlarının ele alınması,
- Su yönetimi planlamasının ihtiyatlı olması ve nesiller arası eşitliği, biyolojik çeşitliliğin korunması ve ekolojik bütünlüğün tanınmasının sağlanması;
- Suyun değerli bir kaynak olarak kabul edilmesi ve korunması, muhafaza edilmesi ve yeniden kullanılmasının sağlanması;
- Sahaya özel çözümlere duyulan ihtiyacın farkına varılması ve uygun yapısal ve yapısal olmayan çözümlerin uygulanması,
- Ekolojik ve hidrolojik bütünlüğün korunması,
- İyi bilim ve toplum değerlerini karar verme sürecine entegre edilmesi,
- Adil maliyet paylaşımını sağlanması (DPLG, 2010).

2.1.3.4. Sünger Şehirler (Sponge Cities-SC) / Entegre Kentsel Su Yönetimi

(Integrated Urban Water Management-IUWM)

Son yıllarda küresel kaygılara neden olan ve özellikle 2013 yılından itibaren Çin’de de giderek artan hızlı kentleşmenin sebep olduğu su taşkını ve kirliliği, suyun ekolojik olarak bozulması ve su kıtlığı gibi sorunları azaltmak için, Çin, “Sünger şehir” yaklaşımıyla “*Entegre kentsel su yönetimi-IUWM*” adı altında yeni bir strateji ortaya koymuştur. Sünger Şehir Programı (SCP) olarak tanımlanan bu program, hızlı kentleşmenin devam ettiği gelişmekte olan bir ülkede uygulanan ilk bütünsel kentsel su yönetimi stratejisidir ve diğer gelişmekte olan ülkelerde de uygulanabilecek bir potansiyel taşıması açısından umut vadetmektedir (Hao ve ark., 2018; Li ve ark., 2017; Nguyen ve ark., 2019).

Çin’deki sünger kentin kısa bir geçmişi göz önüne alındığında, SCP’nin aşamalı olarak uygulanmasıyla ilgili olarak incelenmesi gereken birçok konu yer almakla birlikte sünger şehirlerde dört temel ilke kavram bulunmaktadır.

➤ Birinci ilke; su temin etmek ve yağmur suyu akışını azaltmak, yağmur suyunu absorbe etmek ve depolamak amacıyla şehrin yüzeyinin daha iyi hale getirilmesiyle,

➤ İkinci ilke; suyun kendi kendini temizlemesini hedefleyen sistemler aracılığıyla su ekolojisi yönetimi ve çevre dostu kıyı (waterfront) tasarımının sağlanmasıyla,

➤ Üçüncü ilke; yağmur suyunu arıtma, eski haline getirme, düzenleme ve yeniden kullanma gibi şehirlerde meydana gelen su ve toprak kirliliğinin önlemesine yardımcı olan YAY uygulamalarıyla (Bu ilke ayrıca kentsel ısı adası etkisini azaltarak sürdürülebilir kentleşmeyi de desteklemektedir),

➤ Dördüncü ilke; sünger kentlere fayda sağlayacak olan kentsel yol yapımında geçirgen malzemelerin kullanılmasıyla ilgilidir (Hao et al., 2018).

Sünger Şehir uygulamaları mikro ölçekli ve makro ölçekli senaryolara ayrılabilir. Mikro ölçek bağlamındaki temel odak, yağmur bahçelerini, yağmur suyu biyolojik tutma (bio-retention) sahalarını ve yapay sulak alanları içeren yerleşim ölçekleri için yapılan tasarımları uygulamaktır (Nguyen ve ark., 2019).

Kentsel su ile ilgili problemler, sünger şehir inşası, karşılık gelen önlemler ve SCP'nin hedefleri arasındaki ilişkiler çerçevesindeki bir SCP'nin uygulanması için izlenecek örnek bir yol haritası şu şekildedir:

- Kentsel su ile ilgili sorunların ana başlıklar halinde belirlenmesi (kentsel su kıtlığı, su basması, su kirliliği ve ekolojik bozulma vb.),
- Sünger Şehrin İnşası; makro sünger (su kirliliği kontrol projeleri, kentsel nehir yenileme projeleri, su taşkını önleme projeleri vb.) ve mikro sünger (YAY'ların inşası, sünger yolların yapımı, sünger toplulukların kurulması vb.) altyapılar
- Proje uygulamalarında sorunların çözümlerine karşılık gelen önlemlerin alınması (sızma, tutma, depolama, temizleme, kullanma ve boşaltma vb.)
- Programın hedeflerinin belirlenmesi (“hafif yağmur altında belirgin bir akış yok”, “şiddetli yağmur altında su basması yok”, “şehirlerde siyah ve pis su yok”, “ısı adası etkisi hafifletme” vb.) (Hao ve ark., 2018).

2.1.3.5. Yeşil Sokak Programları (Green Alley Programs)

Yeşil tekniklerle bütünleştirilmiş kentsel ulaşım genellikle “Yeşil Sokak” ismi verilmektedir. Yeşil sokaklar hem yağmur suyu akışına ve kirletici yüküne sebep olan temel unsurlar için bir kaynak kontrolü hem de yeni yol yapımı ve mevcut yolların güçlendirilmesi için birçok fayda sağlamaktadır. Yol inşaatı ve yenilemesi için her yıl çok yüksek miktarlarda bütçeler harcanmakta olup bu bütçelerin büyük bir bölümü özellikle kentsel alanların iyileştirilmesine odaklanmaktadır (U.S. EPA, 2008). Kentsel alanlarda bulunan yeşil alanları insanların yararına birbirine bağlama fikri (örneğin halk sağlığına odaklanarak rekreasyon, yaya ve bisiklet yollarının ilişkilendirilmesi) yeşil sokak anlayışıyla benzerlik gösteren “Modern yeşil yol” hareketine dönüşmüştür. Modern yeşil yol hareketi aynı zamanda YAY planlamasını ve uygulamasını da etkilemiştir. Bu yaklaşım daha önce kentsel gelişim ve kalkınmanın peyzaj üzerindeki etkisini düşünmemiş olan birçok önemli paydaşları bir araya getirmiştir (Benedict ve McMahon, 2002).

YAY yaklaşımları, ulaşım açısından faydalanan kullanıcıların birden fazla amaç ve fayda elde etmesine olanak tanımak adına sokak tesisi ve estetiği iyileştirmeleri ve kentsel ağaç ile gölgelik alan yaratma girişimleri için tamamlayıcı rol üstlenmektedir (U.S. EPA, 2008).

YAY ve yeşil sokak/yol ortak bir kökene sahip olsa da, YAY yeşil sokak/yol'dan en az üç ana yönden farklılık göstermektedir:

➤ **Ekoloji ve Rekreasyon:** YAY, rekreasyonu değil ekolojiyi vurgulamaktadır. Ancak yeşil sokak/yol ve onlarla bağlantılı diğer olanaklar ise önemli insani faydalar sağlamakla birlikte herhangi bir kamuya açık alan sisteminin parçası olmalıdırlar;

➤ **Büyüklik ve Küçüklük;** YAY, ekolojik açıdan önemli büyük merkezlerin yanı sıra önemli peyzaj bağlantılarını içermektedir. Yeşil sokak/yol ise tipik olarak patikalara, dar koruma koridorlarına ve diğer doğrusal özelliklere odaklanmaktadır;

➤ **Büyüme Çerçevesi;** YAY, kentsel formu şekillendirmek ve büyüme için bir çerçeve sağlamak üzere tasarlanabilmektedir. Bu çerçeve önceden belirlendiğinde hem ekolojik açıdan önemli alanları hem de uygun gelişme alanları için en iyi sonucu vermektedir (Benedict ve McMahon, 2002).

Kuzey Amerika, Avrupa ve diğer bölgelerdeki şehir ve kasabalarda devam eden Yeşil sokak/yol programları ile kentsel sokakların yeniden canlandırılması çalışmaları, yerel yönetimler, planlamacılar ve sivil toplum kuruluşları arasında kentsel YAY'ı genişletmek ve sürdürülebilirliği teşvik etmek için daha geniş bir hareketin tezahürü olarak görülmektedir (Newell ve ark., 2013). ABD'de yedi şehir için yapılan sokak yenileme programlarının sürdürülebilirlik planlaması temelinde analiz edildiği bir çalışmanın sonuçlarına göre, Yeşil sokak/yol programlarının çoğunun dar bir ölçekte yağmur suyu yönetimine yönelik olduğunu göstermektedir. ABD'deki yeşil sokak/yol programlarının hedefleri arasında kentsel ısı adasının ve ışık kirliliğinin azaltılması ve enerji tasarrufu gibi başlıklar olsa da tartışmasız bir şekilde programın asıl hedefinin yağmur suyu yönetimine yönelik olduğu anlaşılmaktadır (Newell ve ark., 2013). Örneğin, Baltimore'daki Blue Alleys pilot

çalışması, komşu akarsulara ve Baltimore Limanı'na yapılan kirli akış hacmini azaltmayı, Washington DC programı, iyileştirilmiş yağmur suyu kontrolü yoluyla Rock Creek'in ve diğer yakın suyollarının su kalitesini iyileştirmeyi ve Chicago'nun Green Alley Programı, periyodik taşkınları azaltmak ve yeraltı suyunun yeniden doldurulmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır (Newell ve ark., 2013).

2.1.3.6. Doğal Miras/Kalıntı Sistemi (Natural Heritage System-NGS)

Doğal miras/kalıntı sistemi (NGS); sulak alanlar, ormanlık alanlar, vadiler, göller ve nehirler gibi birbiriyle bağlantılı doğal özellikler ve alanlardan oluşan bir ağ sisteminde oluşmaktadır (GRCA, 2018). Birçok sulak alan, yalnızca yerel olarak önemli kabul edilmiş veya kent standartlarına göre değerlendirilmemiş olsa da tüm sulak alanlar bir doğal miras sistemi için değerli kabul edilmiştir.

Bu sulak alanlar aşağıda verilen bir dizi işlevi desteklemektedir:

- Risk altındaki türler de dâhil olmak üzere çok çeşitli bitki ve hayvan türleri için yaşam alanı sağlamak,
- Sel ve erozyonu kontrol etmek,
- Eğitim, eğlence ve araştırma olanakları sağlamak (GRCA, 2018).

NGS; biyolojik ve jeolojik çeşitliliği, doğal işlevleri, yerli türlerin popülasyonlarını ve ekosistemlerin varlıklarını sürdürmeleri için gerekli olan (bölgesel veya koruma alanı düzeyinde) bağlantıları sağlayarak doğal süreçleri desteklemeyi amaçlayan doğal miras özellikli alanlardan ve bağlantılardan oluşan bir sistem anlamına gelmektedir. Bu sistemler; milli parklar ve koruma rezervleri, diğer doğal miras özellikleri, restore edilmiş veya doğal bir duruma getirilme potansiyeli olan araziler, hidrolojik işlevleri destekleyen alanlar ve ekolojik işlevlerin devam etmesini sağlayan peyzajlar gibi doğal miras özelliklerini ve alanlarını içerebilmektedir (OMMAH, 2014).

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.2.1. Kentsel Ekosistem Servisleri

Gómez-Baggethun ve Barton (2013) yaptıkları çalışmada, kentsel planlamada kullanılacak ES'leri sınıflandırmak ve bunlara değer atamak için bilgi ve yöntemleri sentezlemişlerdir. Öncelikli olarak kentsel alanlardaki önemli ES'leri kategorize ettikleri çalışmalarında kentsel ES'lerin farklı değer boyutlarını karşılayan değerlendirme dillerini (ekonomik maliyetler, sosyo-kültürel değerler, dayanıklılık) tanımlamışlardır. Daha sonra kentsel ekosistemleri karakterize eden yüksek heterojenlik ve parçalanmaya istinaden kentsel planlamayı bilgilendirmek için yapılacak olan değerlendirme çalışmalarındaki analitik zorlukları tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, kentsel ES'lerin şehirlerdeki dayanıklılığının artırılması ve bu servislerin yaşam kalitesine olası olumlu etkisi için çeşitli yollar tartışılarak bunların kaybindan kaynaklanabilecek bir dizi ekonomik maliyet ve sosyo-kültürel etki tanımlanmıştır.

Larondellea ve Haase (2013), farklı Avrupa şehirleri için uygulama yaptıkları çalışmalarında, yerel ve bölgesel ölçeği kapsayan kentsel bağlamdaki ES için bir değerlendirme yaklaşımı sunmuşlardır. Önemli kentsel ekosistem ürün ve servislerini (yerel iklim düzenlemesi, hava soğutma ve rekreasyon) temsil eden bir dizi göstergiyi, kentsel-kırsal bir gradyan boyunca uzamsal veriler kullanarak test etmişlerdir. Sonuç olarak kentsel ES sunumu açısından ne tipik bir kırsal-kentsel gradyan ne de şehirler için genel bir model olarak hizmet edebilecek tek tip bir kentsel mekânsal hizmet sunumu modelinin olmadığını göstermişlerdir. Çalışmada, kentsel planlama sırasında çevresel kaynakları, ES'i ve biyolojik çeşitliliği korumak için hedefler ve eşikler belirlenirken göz önünde bulundurulması gereken farklı kentsel ES'ler arasındaki potansiyeller ve değiş tokuşlar hakkında fikir verildiğini belirtmişlerdir.

Fisher ve ark. (2009) çalışmalarında, ES araştırmalarının kullanabileceği birçok bağlam için yeterli olacak tek bir sınıflandırma şemasının olmadığını belirterek ES araştırmaları ve çeşitli sınıflandırma şemaları için muhtemel işlevsel

ES'in bir tanımını sunmuşlardır. Ekosistem, ES ve karar verme bağlamlarının sınıflandırma şemalarında işlevlerinin nasıl olacağına dair örnekleri tartışmışlardır.

Hepcan ve Hepcan (2017), İzmir Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinde yaptıkları çalışmalarında, düzenleyici ES açısından ne düzeyde yararlar sağlandığının sorusuna cevap aramışlardır. Bu amaçla kullandıkları I-tree canopy modelinin sonuçlarına göre yüzde 48'i ağaç kanopisiyle örtülü olan lojmanlar yerleşkesinde yılda 321.57 ton karbon yakalandığını ve 8107.86 ton karbon depolandığını belirlemişlerdir.

Karaşah ve Çelik (2021), Şanlıurfa'ya bağlı Balıklı Göl ve yakın çevresinde yaptıkları çalışmalarında Balıklı Göl'ün sağladığı kültürel ES'e ilişkin bir envanteri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Araştırma alanından sağlanan kültürel ES'i (manevi ve etik değerler, sosyal ilişkiler, sağlık, ekonomik, kültürel miras değeri, rekreasyon, vb.) değerlendirdikleri çalışmalarında, araştırma alanının oldukça geniş bir yelpazede kültürel ES sunduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma alanı kapsamında ve bu servisler bağlamında görülen eksikliklere ilişkin bazı önerilerde bulunarak kent halkının ES'den daha fazla faydalanabilmesi için kentteki diğer kent imgelerinin sunduğu servislerin değerlendirilmesi ve bu kent imgelerinin yeşil yol yaklaşımıyla birbirine bağlanması yönündeki önerilere de yer vermişlerdir.

Wu ve ark. (2014), tarım ve çevre koruma politikalarının farklı arazi kullanım senaryolarına olan etkilerini değerlendirmek ve otoyol inşaatının Puli Kasabası üzerindeki etkilerini analiz etmek için entegre bir yaklaşım kullandıkları çalışmalarında, uzaktan algılama verilerinin analizini yaparak yerel halk ile görüşmeler yapmışlardır. Sonuç olarak, arazi kullanım değişikliğini yönlendiren başlıca güçlerin hem biyofiziksel hem de sosyoekonomik faktörler olduğunu ortaya koymuşlardır. Aynı çalışmada yaptıkları arazi kullanımı simülasyon sonuçlarına göre ise tarım ve çevre koruma politikalarının, Puli şehir merkezinin güney kesiminde ve ana yollar boyunca bulunan alanlarda öngörülen arazi kullanım modelleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Spesifik olarak, çeşitli arazi kullanım politikaları altında otoyol inşaatı ve bunu takip eden

kentleşmenin genel peyzaj deseninde farklı derecelerde izolasyon ve parçalanmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca InVEST modelini kullanan bir habitat kalitesi değerlendirmesi sonucuna göre, tarım ve ormanlık alanların korunmasının habitat kalitesini iyileştirdiğini ve nadir habitatları koruduğunu eklemişlerdir.

Shi and Yu, (2014), hızlı kentleşme ve sosyoekonomik dönüşümler yaşayan Shenzhen Şehrine (Çin) odaklandıkları çalışmada, ES, atmosferik ortam kapasitesi, su ortamı kaynağı ve arazi değerinden oluşan çevresel kaynak değerlendirmesi için biyoçeşitliliği ve yüksek çevre kalitesini korumanın stratejik önemini kabul eden bir metodoloji önermişlerdir. Özellikle şehir içinde ve çevresinde kalan doğal ve yarı doğal alanların-ekolojik çekirdek alanların korunmasının büyük önem taşıdığını belirterek, kent menşeli çevresel kaynakları ve servisleri değerlendirmenin yanı sıra kentsel sürdürülebilirliği geliştirmek için ekolojik ağ tabanlı bir kentsel peyzaj tasarımı önermişlerdir ve önerilen kentsel tasarım planının yerel yönetim tarafından dikkate alındığını belirtmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmanın genel olarak, kentsel sürdürülebilirlik konusunda yapılacak herhangi bir araştırma ve uygulama için nicel bir yaklaşım sağladığını ve dünya çapında hızla kentleşen diğer bölgelerde de kullanılabilme potansiyeli açısından için değerli olduğunu eklemişlerdir.

Turner ve ark. (2014), Danimarka'nın çoğunu kapsayan ve 10 km×10 km ızgara ölçeğinde 11 ES'in mekânsal analizini yaptıkları çalışmalarında, bunların mekânsal dağılımlarını ve etkileşimlerini tanımlayarak Danimarka kültürel peyzajında bölgesel ölçekte belirli demet türlerini oluşturup oluşturmadıklarını analiz etmeyi amaçlamışlardır. Ülke genelinde ES'lerin kümelenmiş dağıtım modellerini buldukları bu çalışmanın sonuçlarına göre kültürel ve düzenleyici servisler ile tedarik servisleri arasında önemli bir değiş tokuş eğilimi olduğu ve ayrıca düzenleyici ve kültürel servislerin sinerji oluşturma potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Özel tarımsal üretim alanları, kıyılarda yüksek düzeyde kültürel servisler sağlanması, kentsel alanlar çevresinde çok işlevli karma kullanımlı paket türleri ve orman rekreasyon paket türleri gibi peyzaj düzeyinde çoklu etkileşimleri gösteren altı farklı ES paketi türünü belirlemişlerdir. Böylece

dağılımların hem tarihsel hem de mevcut sosyoekolojik etkiler tarafından belirlendiğini bulmuşlardır. Bunun, peyzajdaki çoklu servisler ile peyzajın yönetilme şekli arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılmasını sağladığına vurgu yapmışlardır. Ancak, bu tür demetlerin sayısı, türleri ve mekânsal dağılımı seçilen bireysel ES'e ve bu servisleri tanımlamak için kullanılan mevcut girdi verilerine oldukça duyarlı olduğunun da altını çizmişlerdir. Peyzaj ölçeğindeki ES yönetimine daha bütünsel bir yaklaşım ile bakmak için mevcut sinerjilerin ve takasların hafifletici potansiyelinin nasıl kullanılacağına dair daha fazla araştırmanın dikkate alınması gerektiğini de eklemişlerdir.

Haase ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, kentsel küçülme ve ES tedariği arasında bir bağlantı olduğunu savunmuşlardır. Kentsel küçülmeyle ilişkili arazi kullanım (değişim) potansiyelini şehirlerdeki ES'lerle ilişkilendiren bir matris yaklaşımı geliştirmişlerdir. Ayrıca bu potansiyellerin, zorlukların ve ara kullanımların kentsel ağaçlandırma veya topluluk bahçeleri gibi ilgili kentsel planlama stratejilerinin tartışılmasıyla, küçülen şehirlerdeki planlama politikasının küçülme ve kentsel ES sağlayıcıları arasındaki bağlantının dikkate alınmasından nasıl yararlanabileceğini göstermişlerdir.

Aretano ve ark., (2013) 1954 ile 2007 yılları arasında Vulcano Adası'nın (Güney İtalya) peyzajındaki değişikliklerle bağlantılı olarak ES'in dinamiklerini değerlendirdikleri çalışmada, bu dönüşümü yerel toplulukların algısıyla ilişkilendirmişlerdir. ES'in ekonomik değerindeki toplam değişiklikleri tahmin ederek bu değerlendirmeyi ES algısını ölçmek için bölge sakinleri arasında yaptıkları bir anketle birleştirmişlerdir. Sonuç olarak tarımın yerini manzarayı derinden etkileyen ve yerel nüfusa ekonomik faydalar da sağlayan turizmin aldığını belirtmişlerdir. Turizmin gelişimiyle beraber artış gösteren kentsel yayılmaya rağmen, bazı arazi örtüsü sınıflarının daha fazla miktarda ES sağlayan kullanımlara dönüştürülmesi nedeniyle zaman içinde ES akışında bir artış sağlandığını ortaya koymuşlardır. Yerel toplulukların peyzaj ve ES dinamiklerinin farkında olduğunu ancak bunları turizm adalarının doğal çekiciliğini ve kültürel kimliğini etkileyen bir

itici güç olarak algılamadıklarını vurgulamışlardır.

2.2.2. Kentsel Yeşil Altyapı

Yang ve ark. (2015) Yixing bölgesinde (Çin) yaptıkları çalışmada, revize edilmiş Toprak Koruma Hizmeti modelini kullanarak kentsel yeşil alanların su düzenleme ve arıtma işlevlerini değerlendirmişlerdir. 2007-2009 döneminde kentsel yeşil alan tarafından absorbe edilen ortalama yağış hacminin, toplam yağışın yüzde 88'inden fazlasını karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Yeşil alana verilen önemle ilgili olarak, kentsel yeşil alanların yerleşim alanları içinde yaptığı su düzenleme ve arıtma işlemleri ile yerleşim alanları dışında yaptığı arasında farklılıklar bulmuşlardır.

Wickham ve ark. (2010) coğrafi sınırı genişletilmiş yeşil alan haritası oluşturmak amacıyla yaptıkları çalışmada, Birleşik Devletler ve ortak sınırlara sahip alanlardaki çekirdekleri, bağlantıları ve arazi örtüsü ile ilişkili yapısal sınıfları tanımlamak için arazi örtüsü haritası çıkarma uygulaması olan Morfolojik Mekânsal Patern Analizi yöntemini kullanmışlardır. Yaklaşık 4000 büyük bağlantı (>100 ha çekirdek) ile birlikte 1992 ile 2001 yılları arasında net olarak kaybedilen 3.59 milyon ha kadar bağlantı ve 1.72 milyon ha kadar çekirdek alan tanımlamışlardır. Ulusal değerlendirmenin eyaletlerin YAY projelerini koordine etmek için kullanılabilecek bir temel oluşturduğuna vurgu yaparak arazi örtüsü dinamiklerindeki değişimlerin YAY planlaması ve değerlendirmesi üzerindeki önemine değinmişlerdir.

Gülçin ve Yılmaz (2020) yaptıkları çalışmada, Büyük Menderes Havzası'ndaki peyzaj potansiyelini hesaplamak ve YAY'ı haritalamak için bir yöntem önermişlerdir. Peyzaj potansiyelini belirlemede kilit rol oynayan peyzaj tipolojisini ortaya koymak üzere Peyzaj Karakter Analizini kullanmışlardır ve 71 peyzaj türünün mekânsal dağılımlarını gösteren bir harita oluşturmuşlardır. Peyzaj türlerini belirlenen kriterlere göre değerlendirerek araştırma alanının YAY haritasını çıkarmışlardır. Sonuç olarak, yüksek kaliteli peyzaj türlerinin korunan alanlardan ziyade Büyük Menderes Havzası'nın orta, kuzey ve doğu kesimlerinde yer aldığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca, 71 peyzaj türünden 68'inin YAY haritasında mevcut

olduğunu bulmuşlardır.

Hostetler ve ark. (2011), istilacı egzotik türlerden yağmur suyu yüzey akışına kadar her şeyin YAY'ın biyolojik bütünlüğünü bozabileceğini vurguladıkları çalışmada, yakın çevrede YAY ile uyumlu olacak şekilde yapılaşmış alanların tasarımını ve yönetimini de içeren bir sistem yaklaşımı elde etmek için geleceğin araştırmalarını ve stratejik yollarını tartışmışlardır. YAY ile daha uyumlu bir şey için geleneksel gelişim durumunun değiştirilmesinde plancıların, şehir plancılarının, araştırmacıların ve yöre sakinlerinin hepsinin bir rol oynadığının belirtildiği çalışmada çeşitli işlemlerin, araştırmaların, politika araçlarının ve kentsel biyolojik çeşitliliğin korunması ile daha yakından ilgili olabilecek kilit paydaş grupların eğitimsel stratejilerinin ana hatları belirlenmiştir.

Chang ve ark. (2012) çalışmalarında, YAY'ın ve Akıllı Gelişimin koruma planlaması için popüler bir araştırma alanı olduğunu belirtmişlerdir. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı ekolojik bağlantısallık değerlendirmesini Parça-Koridor-Matris modeli ile entegre ettikleri çalışmada, Shenzhen (Çin)'in Longgang bölgesinde sürdürülebilir arazi kullanım kararlarına rehberlik etmesi için bir YAY planlama yaklaşımı sunmuşlardır. Bu yaklaşım ile kentsel gelişimden önce mevcut olan önemli ekolojik bölgeleri ve bağlantıları belirlemekle beraber gelişmiş bölgelerde bulunan, koruma ve restorasyon için anahtar olan bölgeleri tanımlamada etkili bir performans gösterip göstermediğini test etmişlerdir. Gelecekte, en çok ihtiyaç duyulduğu zamanda bu çalışmada ortaya konulan planlı YAY çerçevesine dayalı olarak arazi kaynak birimlerinin en uygun biçimde korunabilmesini ve geliştirilebilmesini beklemektedirler.

Selim (2015) bu çalışmasında, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanarak Türkiye'nin önemli turizm ve tarım destinasyonlarından biri olan Fethiye (Muğla) ilçesindeki kamusal açık ve yeşil alanları YAY sistemi kapsamında kurgulamıştır. Sonuç olarak, YAY sistemi ile Fethiye kentinin kamusal açık ve yeşil alanlarını yeniden planlamıştır. Böylelikle, kentteki kişi başına düşen yeşil alan miktarının arttığını, ekolojik ve kültürel mekânlar arasında kentin sosyokültürel

yapısını destekleyen bağlantılar oluşturulduğunu ve kentsel faunanın yaşam ortamının ve hareket sahalarının genişletildiğini belirtmiştir.

2.2.3. Kentsel Yağmur Suyu

Çoğu yağmur suyu yüzey akışı, olağan yapısal gelişime eşlik eden insan yapımı hidrolojik değişikliklerin sonucu ortaya çıkmaktadır. Geçirimsiz yüzeylerin eklenmesi, toprak sıkışması ve ağaç ve bitki örtüsünün kaldırılması, suyun yüzey akışı hareketinde değişikliklere neden olmaktadır. Evapotranspirasyon ve sızma azaldığından ve yağış yüzey akışına dönüştüğünden, bu değişiklikler sadece yapılaşmış alanın özelliklerini değil, aynı zamanda yapılaşmanın bulunduğu havzayı da etkilemektedir. ABD’de yağmur suyu, tüm su kütlesi türleri için önde gelen kirlilik kaynaklarından biri olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, yağmur suyu kirliliğinin etkileri durağan değildir ve genellikle yapısal gelişmeye paralel olarak artmaktadır (U.S. EPA, 2007).

Geraldi ve Ghisi (2017) çalışmalarında, farklı yağış zaman serilerinin kullanılmasının yağmur suyu toplama sistemlerinin boyutlandırılması üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Berlin (Almanya) günlük yağış verilerinin kullanıldığı çalışmada zaman serisi uzunluğu ve yağmur suyu talebi değişkenlerinin olduğu bir simülasyonda model olarak tek ailelik evin toplama alanı ve sabit ortalama ev sakini sayısı kullanılmıştır. "Optimum yağmur suyu deposu kapasitesi" ve "içme suyu tasarrufu için ideal potansiyel" olarak iki simülasyon değişkeni kullanılarak her bir kısa vadeli zaman serisi için simülasyonlardan elde edilen sonuçlar, 30 yıllık zaman serileri sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak 30 yıllık bir zaman serisine önemli ölçüde benzer sonuçlar üretmek için 10 yıllık bir günlük yağış verisi dizisinin yeterli olduğu bulmuşlardır.

Andualem ve ark. (2020) çalışmalarında, yağmur suyu hasadı potansiyelini belirlemeyi ve kentsel alanlarda içilebilir olmayan kullanım için bir yağmur suyu hasat sisteminin önemini araştırmayı amaçlamışlardır. Yağmur suyu hasadı değerlendirmesini çatıdan toplama, kanal ağları ve yağış verilerinin araştırılması ve

analizi yoluyla yapmışlardır. Yağmur suyu potansiyelinin değerlendirmesini ise yağmur suyu toplama sistemi bileşenlerinin akış hacmini ve karakterizasyonunu ölçerek yapmışlardır. Çalışmanın sonuçları, üniversitedeki su kıtlığı sorununun üstesinden gelmek için bir yağmur suyu toplama sistemi kurmanın ekonomik olduğunu göstermiştir. Debre Tabor Üniversitesi'ndeki 13 yurt binasından ve ayrıca açık alandan toplanacak kullanılabilir su yaklaşık 41 m³ olarak hesaplanmıştır. Bu, içilebilir olmayan kullanımlara yönelik talebi karşılamaya yetecek kadar büyük miktarda su olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, kentsel alanlarda yağmur suyu toplama sisteminin benimsenmesi uygun bir yöntemdir ve su kıtlığı sorununun çözümünde mükemmel bir rol oynamaktadır.

Neupane ve ark. (2021) yaptıkları çalışmalarında, Columbia, Güney Carolina'da (ABD) bulunan kentleşmiş bir su havzası için arazi kullanımı ve iklim değişikliğinin kentsel hidroloji üzerindeki potansiyel etkisini araştırmışlardır. PCSWMM modelini taşkın azaltma ve akış üzerindeki LID kontrollerini formüle etmek için bir kentsel hidroloji modeli olarak kullanmışlardır. İklim değişikliği değerlendirmesi için Kuzey Amerika Bölgesel İklim Değişikliği Değerlendirme Programı tarafından sağlanan projeksiyonları kullanmışlardır. Gelecek dönemlere (2038-2069) ilişkin sonuçlar, yıllık ortalama yüzey akışında bir artış (%40'tan %70'e) olduğunu göstermiştir. Yağmur varili, yağmur bahçesi gibi LID azaltma stratejileri, kentsel taşkındaki potansiyel azalmayı değerlendirmek için iki yaklaşımın bir kombinasyonuna dayalı olarak karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, başarılı yağmur suyu yönetimi için LID uygulamalarının iyileştirilmiş drenaj tesisleriyle sinerjik olarak kullanılmasını tavsiye etmişlerdir.

Csete ve ark. (2021), sulama amaçlı maksimum toplanabilir yağmur suyunu tahmin etmek için Szeged (Macaristan) şehrinde basit bir yöntem tasarlamayı amaçladıkları çalışmalarında, basit sulama suyu talep tahmininin temeli olan çatılardan maksimum akışı hesaplamak için SWMM hidrolojik modellemesini kullanmışlardır. Yağmur suyu hasadı ve sulama için kullanılacak maksimum potansiyel yağmur suyu hacimlerini hesapladıkları çalışmalarında sonuç olarak,

toplanabilir yağmur suyu hacmi açısından bitki örtüsü oranının yüksek olduğu ile düşük olduğu kentsel bölgeler (örneğin, şehir merkezinin en iç kısmında) arasında dikkate değer farklılıklar olduğunu ortaya koymuşlardır. Orta Avrupa ülkelerinde çoğunlukla sosyalizm sonrası yaygın olarak ortaya çıkan yüksek bitki örtüsüne sahip toplu konut bölgelerinin, yüksek toplanabilir yağmur suyu hacmi potansiyelleri nedeniyle, yağmur hasadı tesisleri kurulumu için iyi bir seçim olabileceklerini belirtmişlerdir.

Küresel iklim değişikliğinin dramatik bir şekilde etki ettiği günümüz dünyasında planlanması, uygulanması ve sağlıklı bir şekilde sürdürülebilirliği yeniden ele alınmak zorunda kalınan kentler, kentsel alanlar, gelişim alanları, yapılaşmış alanlar veya yapısal alanlar gibi yapay alanları ilgilendiren peyzajların tek başlarına ele alınamayacağı çok net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu nedenle doğal/yarı doğal alanlarla beraber kırsal ve kentsel özellikli kültürel alanlardan oluşan peyzajları bir bütün olarak ele alan ve yukarıda genişçe bahsedilen ES, kentsel ES, YAY, kentsel YAY aslında küresel iklim değişikliğinin sonuçları olarak ortaya çıkan sorunlara bütüncül bir çözüm arayışının ürünleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ürünlerden beklenen faydaların birincil hedefi doğal döngünün sürekliliğini sağlayarak mevcut doğal sistemi muhafaza etmek, korumak ve onarmak olsa da bu sürekliliğin sağlanamadığı durumlarda ki bu durum günümüzdeki küresel iklim değişikliği sorununun temelini oluşturmaktadır, doğal olarak zaten doğada var olan çözümleri taklit ederek bu sorunların çözümlerine katkı sunmaktır.

Değişen iklimin sebep olduğu sorunlara karşı çözüm sunmak amacıyla yapılan (en küçük ölçekten en büyük ölçeğe kadar) tüm önerilerin ve uygulamaların temelini doğal ve kültürel alanlarda bulunan birbirleriyle ilişkili doğal ve kültürel açık ve yeşil alanların oluşturduğu YAY'ların (mavi altyapı ile birlikte) işlevsel performansının kalitesi oluşturmaktadır. Bu peyzaj yamalarının birbirinden bağımsız parçalar olarak değil, birbirleriyle kuvvetli iletişim halinde olmasını sağlayan bağlantılar olarak ele alan YAY sistemleri, bu sistemleri oluşturan yapıların işlevinin hem canlı hem de cansız varlıkların da içinde bulunduğu doğal döngülere hizmet

etmesini sağlayacaktır.

Bu döngülerin en önemlisi ve hayati öneme sahip sonuçlarından biri olan hidrolojik döngü veya su döngüsü de bu YAY sistemlerinin ele aldığı en öncelikli konuların başında gelmektedir. Çünkü küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu ekstrem iklim olaylarının en başında düzensiz ve yıkıcı güce sahip yağışlar gelmektedir. Bu durumun oluşturduğu sorunların çözümü için birçok farklı yöntem ve yaklaşım olsa da ulaşılmak istenen sonuçların ortaklaştığı noktaları su taşkınlarının önlenmesi, su kalitesinin artırılması ve yüzey akışı ile oluşan kirleticilerin uzaklaştırılarak su kaynaklarının temiz su ile beslenmesi oluşturmaktadır. Bu nedenle YAY uygulamaları, özellikle yapay alanlarda bu duruma sebep olan yağmur suyunu bir atık olarak değil de doğal döngüde olması gerektiği gibi yararlanılması gereken bir kaynak olarak ele almaktadır. YAY sistemlerinin ele aldığı çözümlerin en önemli özelliği ise, bu doğal su veya hidrojen döngüsünün sürdürülebilirliğini sağlamak için yapay müdahale ile kirletilen sular, bozulan suyolları ve geçirgenliği yok edilen yüzeylerin neden olduğu sorunlar için doğal çözümleri taklit ederek çözümler üretmesidir.

Bu çalışmanın özgün değerini, küresel iklim değişikliği etkilerinin en çok görüldüğü kentlerdeki kentsel yağmur suyu yönetimi için yapılan YAY uygulamalarının ulusal yasal mevzuat olan mekânsal planlar yönetmeliği çerçevesinde ve yerel yönetim düzeyinde ele alınarak Silifke ilçesi için mikro havza ölçeğinden Silifke merkezi, Taşucu ve Kum mahallesi imar planları sınırı özelinde imar planı aşamasına kadar olan süreçteki yağmur suyu potansiyelinin belirlenmesi, yağmur suyunun depolanması ve hasadı, bunlara uygun alanların tanımlanması ve bu alanların coğrafi olarak belirlenmesi ve sulama suyu ihtiyacı ve bu ihtiyacın karşılanması için bunların işleyişinin bir sistematik hâlinde ele alınması oluşturmaktadır.

3. MATERYAL

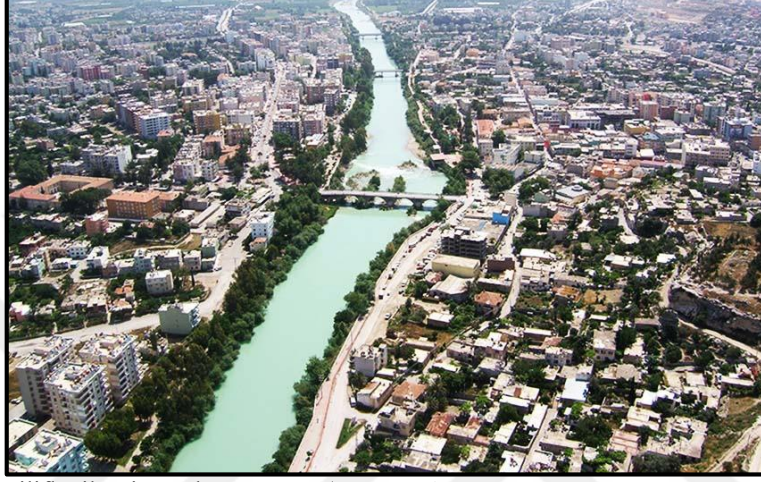
3.1. Araştırma Alanı

Araştırma alanının bağlı olduğu Silifke ilçesi, doğuda Erdemli, batıda Mut ve Gülnar ilçeleri, kuzeyinde Karaman ili ve güneyinde Akdeniz ile çevrilidir. Göksu Nehri'nin iki yakasında kurulmuş olan Silifke, Güneydoğu Anadolu, Doğu ve Batı Akdeniz ile İç ve Batı Anadolu'yu birbirine bağlayan karayolu ağının kavşak noktasında olup Mersin'e 80 km mesafede bulunmaktadır.

Silifke ilçesi yüzde 89'u dağlık, yüzde 11'i ova olmak üzere 2693 km² yüzölçümü ile Mersin'in yüzölçümünün yüzde 18'ini kaplamaktadır. Kıyı kesiminde tipik Akdeniz ikliminin hâkim olduğu ilçede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Sahilden iç kesimlere doğru yükseldikçe iklim değişmekte, yazlar serin kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir (TKP, 2018).

Göksu Vadisi'nde yer alan Silifke ilçesi, Mersin ilinin yoğun bir kentleşme ile karşı karşıya kalmış olan doğu kesimi ile bu dalgadan fazla etkilenmeden gelişim göstermiş olan batı kesiminin ortasında, bir tampon bölge konumunda bulunmaktadır. Mersin ilinin en zengin kültürel mirasa sahip ilçelerinden biri olan Silifke, kültür ve deniz turizmi açısından Türkiye'nin en önemli ilçeleri arasında yer almaktadır (Şekil 3.1.). Silifke'ye bağlı mahalleler neredeyse birer turistik yerleşim niteliği taşımaktadır. Bu mahallelerden Arkum, Narlıkuyu, Atakent ve Atayurt ilçe merkezinin doğusunda, Taşucu, Akdere ve Yeşilovacık ise batısındaki sahil şeridinde yer almaktadır. İç kesimlerde bulunan Uzuncaburç Mahallesi, Roma Devri'nden kalma kalıntılar ile önemli bir kültür turizmi noktasını oluşturmaktadır. Taşucu Beldesi ise deniz turizmi ile birlikte Türkiye-Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti arasında feribot seferlerinin yapıldığı bir yerleşim olarak uluslararası deniz ulaşımında önemli bir yere sahiptir. Silifke ilçesinin sunduğu imkân ve servisler ve çevresel etki alanına sahip bir kentsel yerleşim durumunda olması nedeniyle ilçede tarım, sanayi ve hizmet sektörlerinin hepsi kendi gereksinimlerine yetecek düzeyde gelişim göstermişlerdir. İlçede bulunan Akdere Mahallesi, Silifke ilçesinin tarım

sektörü kimliği ön planda olan mahallelerinden birisini oluşturmaktadır. Aynı mahalle sınırlarını oluşturan sahilin doğu kesimi “Silifke-Taşucu-Boğsak Turizm Merkezi” kapsamında kalmaktadır.



Şekil 3.1. Silifke ilçesi genel görünümü (SB, 2019)

Verimli tarım toprakları ile çevrili olan Arkum Mahallesi, Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi’nde bulunmaktadır ve Mersin-Adana Bölgesi Çevre Düzeni Planı’nda “Özel Kanunlarla Planlama Yetkisi Verilmiş Alanlar” kapsamında kalmaktadır. Akdeniz sahilinde, ikinci konut ve turistik tesis oluşumlarının yer aldığı küçük bir turistik yerleşim yeri olan Atakent Mahallesi’nin doğusundaki sahil kesiminin bir kısmı “Narlıkuyu-Akyar Turizm Merkezi” sınırları içerisinde bulunmaktadır. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi’nin hemen kuzeyinde yer alan Atayurt Mahallesi’nin diğer bir kısmı ise Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırları içinde kalmaktadır. Özel Çevre Koruma Bölgesi içinde kalan kısımda, karayolunun güneyinde ve sahil şeridinde yapılaşmalar bulunmaktadır. Tarım sektörü kimliği ön planda olan Atayurt Mahallesi, Mersin-Adana Bölgesi Çevre Düzeni Planı’nda “Özel Kanunlarla Planlama Yetkisi Verilmiş Alanlar” kapsamında kalmaktadır. Büyük bir kısmı “Narlıkuyu-Akyar Turizm Merkezi” kapsamında kalan Narlıkuyu Mahallesi, deniz turizminin yanı sıra Aphrodisias Antik Kenti ile Silifke ilçesindeki

önemli turistik mahallelerden birisini oluşturmaktadır. Narlıkuyu Mahallesi, Mersin-Adana Bölgesi Çevre Düzeni Planı’nda “Özel Kanunlarla Planlama Yetkisi Verilmiş Alanlar” kapsamında kalmaktadır. Silifke ilçesinin en gelişmiş mahallesi konumunda bulunan Taşucu Mahallesi, Kıbrıs’a yük ve yolcu taşımacılığının yapıldığı Taşucu Limanı ile uluslararası yolcu taşımacılığında stratejik öneme sahiptir. Bir kıyı yerleşimi olan Taşucu sahillerinin batı kısmı “Taşucu-Boğsak Turizm Merkezi” kapsamında kalmaktadır. Taşucu Mahallesi’nin yerleşik alanı turizm merkezi dışında kalmaktadır. Taşucu, tarihi liman kalesi ve yakın çevresindeki tarihi yerler ile kültür turizmi açısından da güçlü yönleri sahiptir. Silifke ilçesinin dağlık kesimlerindeki tek yerleşim yeri olan Uzuncaburç Mahallesi, yayla turizmine hizmet etmektedir. Mahalle, merkezindeki Olba Antik Kenti kalıntıları ve Cambazlı Mahallesi’ndeki tarihi kalıntılar ile birlikte Mersin ili genelinde önemli bir kültür turizmi merkezini oluşturmaktadır (Şekil 3.2.).

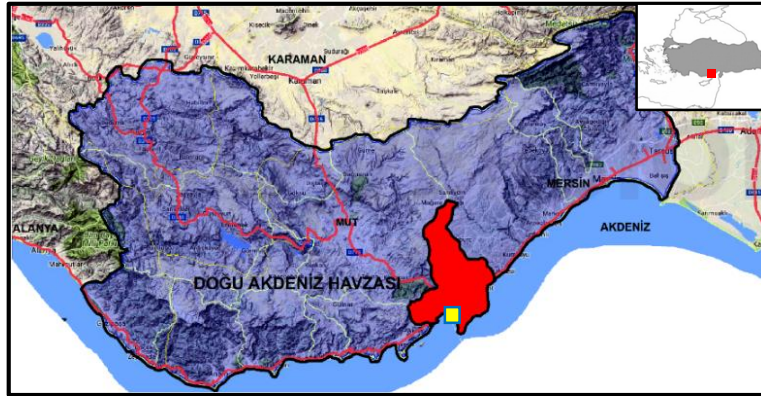


Şekil 3.2. Taşucu yerleşim merkezi ve Taşucu limanı (SB, 2019)

Mersin ili genelinde karayolu ulaşımının ana aksını kıyı şeridine paralel olarak ilerleyen Adana-Antalya D-400 Devlet Yolu oluşturmaktadır. Bu aks Tarsus ilçesi’nden Silifke-Taşucu’na kadar ulaşan kısmında bölünmüş yol niteliği taşıırken,

Taşucu’ndan Antalya il sınırına kadar olan bölümde topoğrafik eşikler nedeni ile yer yer tek şeride düşmektedir. Akdeniz sahili boyunca mevcut yolun tehlike oluşturabilecek bölümleri için Mersin–Antalya arasında yapılan çift yönlü yolun inşaatı halen devam etmektedir. Bu yolun Silifke-Mut sınırı civarında bulunan bölümünde, topoğrafik yapı nedeni ile tüneller açılmıştır ve bu tüneller günümüzde ulaşım için aktif olarak kullanılmaktadır.

Doğu Akdeniz Havzası içerisinde yer alan araştırma alanı, Silifke ve Taşucu yerleşim yerlerini, Göksu Deltası ve Göksu Nehri’nin bir kısmını sınırları içerisinde barındırmaktadır. Yapılan çalışmanın doğasına uygun olarak hidroloji temelli bir araştırma alanı sınırı belirlenebilmesi için çalışmanın başında mikro havza çalışması yapılmıştır. Bu çalışma ile belirlenen araştırma alanı sınırları, Orman ve Su İşleri Bakanlığı veri tabanında idari bir sınır olarak belirtilmiş olan Kayraktepe Alt Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır. Sulak alan, Göksu Nehri ve pek çok doğal ve kültürel yapıyı barındıran araştırma alanı, Silifke ilçesine sunulan ES’lerin en önemli parçası haline gelmektedir ve bir üst ölçekteki Kayraktepe Alt Havzası’nın YAY’ın anahtar bir çekirdeğini oluşturmaktadır. Araştırma alanının Türkiye ve Doğu Akdeniz Havzası’ndaki konumu Şekil 3.3.’te, mikro havza çalışması sonucunda belirlenen araştırma alanı ise Şekil 3.4.’te verilmiştir.



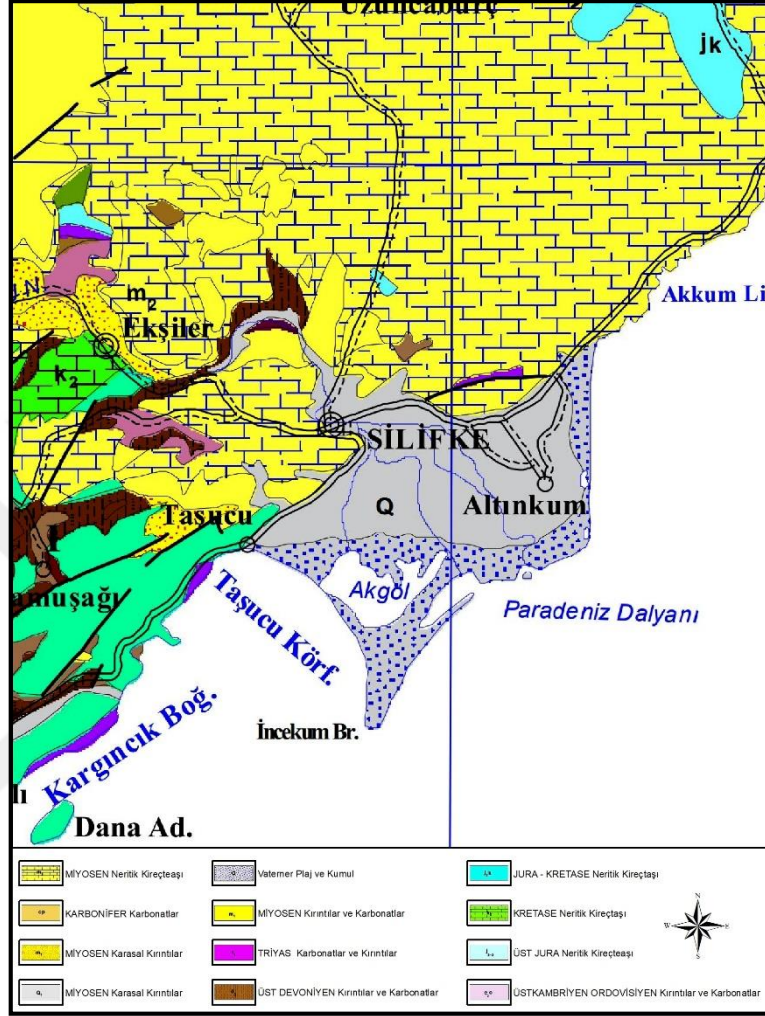
Şekil 3.3. Araştırma alanının Türkiye’deki konumu



Şekil 3.4. Mikro havza çalışması sonucu belirlenen Araştırma alanı

3.1.1. Jeoloji ve Jeomorfoloji

Araştırma alanında dördüncü zaman alüvyonları geniş yer kaplamaktadır. Silifke ve Taşucu çevresinde özellikle yamaçlarda karşılaşılan Devonien’de oluşmuş yaşlı ve az metamorfize olmuş şist ve kireçtaşı oluşumları ve yamaçlarla birlikte diğer alanlarda da görülen ve Permo-Karbonifer zamanında oluşmuş kireçtaşı ve marnlı kalker oluşumları araştırma alanı içerisinde yer yer karışık halde bulunmaktadır (Gürkan ve ark., 1999) (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Jeoloji Haritası (MTA, 2021)

Araştırma alanını da içine alan bölge jeomorfolojik değişim sürecini devam ettirmektedir. İnisiyal eğilimdeki jeolojik katmanlar ile Göksu vadisinin birçok yerinde karşılaşmaktadır. Göksu Havzası'nın Pliosen devrinin ilk dönemlerinde oluşmaya başladığı kabul edilmektedir (Gürkan ve ark., 1999).

Havzanın en alt katmanında Devonik, Jura, daha üst katmanlarda Üst Tebeşir ve Miyosen devirlerinde oluşmuş karbonlu ve karstik kayalar bulunmaktadır. Buzul ve buzul arası dönemlerdeki Pleistosen dönemi boyunca

Göksu Deltası'nda sedimantasyon oluşumu ve bu oluşumun erozyonu görülmüştür. Deltanın bu günkü şekli son buzul devrinin sonunda oluşmuştur. Alanda bulunan jeolojik birimler en çok kil, kum ve çakıldan oluşmuştur ve kil içeriğinin arttığı yerler bataklık özelliği kazanmıştır. Traverten, miyosen kireçtaşı, kretase kireçtaşı, karışık seri, kristalize kireçtaşı (mermer) ve metamorfik seri birimleri alanda görülen diğer birimlerdir (Karaömerlioğlu, 2007).

3.1.2. İklim

TC Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilen verilere göre; Silifke ilçesinin bağlı olduğu Mersin ilindeki yıllık ortalama sıcaklık 19,2 °C, yıllık ortalama en yüksek sıcaklık 23,4 °C, yıllık ortalama en düşük sıcaklık ise 14,9 °C'dir. Yine aynı verilere göre Mersin ilinde en yüksek sıcaklık 41,5 °C (Eylül, 2020), en düşük sıcaklık ise -6,6 °C (Şubat, 1950) olarak ölçülmüştür (MGM, 2022).

Silifke ilçesinde sıcak sezon yaklaşık olarak 4 ay sürmektedir ve Haziran ayından başlayıp Eylül ayının ikinci yarısına kadar devam etmektedir. Günlük ortalama yüksek sıcaklık 31°C'nin üzerindedir. Silifke ilçesindeki en sıcak ay Ağustos ayıdır ve bu ayda ortalama yüksek sıcaklık 34°C iken düşük sıcaklık 24°C'dir. Serin sezon ise benzer şekilde yaklaşık olarak 4 ay sürmektedir ve Kasım ayının ikinci yarısından başlayıp Mart ayının ikinci yarısına kadar devam etmektedir.

Bu dönemde günlük ortalama yüksek sıcaklık 18°C'nin altındadır. Silifke'deki en soğuk ay Ocak ayıdır ve bu ayda ortalama düşük sıcaklık 7°C iken yüksek sıcaklık 14°C düzeyindedir.

Silifke ilçesinin bağlı olduğu Mersin ilinde yıllık ortalama yağışlı gün sayısı yaklaşık 5 gündür ve en çok yağmurlu günün olduğu ay yaklaşık 10 yağışlı gün ortalamasıyla Aralık ayıdır (MGM, 2022).

Silifke ilçesinde yağmurlu gün ihtimali yıl boyunca değişiklik göstermektedir. Yağmurlu olarak değerlendirilebilecek sezon yaklaşık olarak 7 ay sürmektedir ve Ekim ayının ikinci yarısından başlayıp Nisan ayının ikinci yarısına

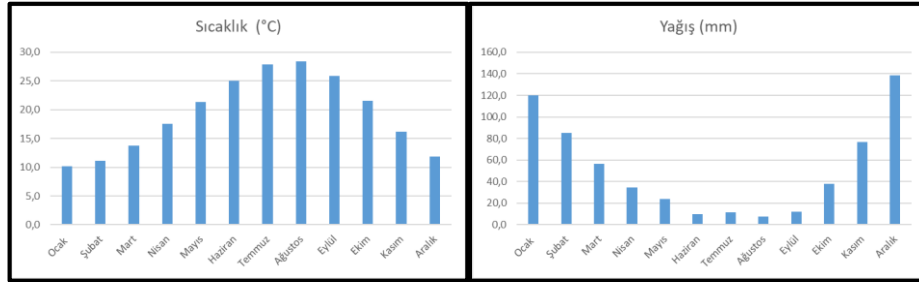
kadar devam etmektedir. Silifke ilçesinde en çok yağmurlu günün olduğu ay yaklaşık 10 yağışlı gün ortalamasıyla Aralık ayıdır. Kurak olarak değerlendirilebilecek sezon ise yaklaşık 4 ay sürmektedir ve Mart ayının ikinci yarısından başlayıp Ekim ayının ikinci yarısına kadar devam etmektedir. Silifke ilçesinde en az yağmurlu günün olduğu ay yaklaşık 1 yağışlı gün ortalamasıyla Temmuz ayıdır.

Silifke ilçesinin bağlı olduğu Mersin ilinde aylık toplam yağış miktarı ortalaması yaklaşık 51 mm'dir ve aylık toplam yağış miktarı ortalamasının en yüksek olduğu ay yaklaşık 138 mm ile Aralık ayıdır (MGM, 2022).

Silifke ilçesinin aylık toplam yağış miktarının ortalaması ise 56 mm'dir ve ilçe, aylık yağış miktarında önemli düzeyde mevsimsel çeşitlilik göstermektedir. Yılın yağışlı olarak değerlendirilebilecek dönemi Ekim ayının ikinci yarısından başlayıp Nisan ayının ikinci yarısına kadar yaklaşık 7 ay boyunca devam etmektedir.

Yılın kurak olarak değerlendirilebilecek dönemi Mayıs ayının ikinci yarısından başlayıp Eylül ayının ikinci yarısına kadar yaklaşık 4 ay boyunca devam etmektedir. Silifke ilçesinde yağışın en az olduğu ay ise Temmuz ayıdır

Yağışlı günler; yalnızca yağmur, yalnızca kar veya bu ikisinin bir karışımını içeren günler olarak ayrılmaktadır. Buna göre Silifke bölgesinde yıl boyunca görülen en yaygın yağış formu yalnızca yağmur olarak gerçekleşmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Araştırma alanına ait iklimsel veriler (MGM, 2022)

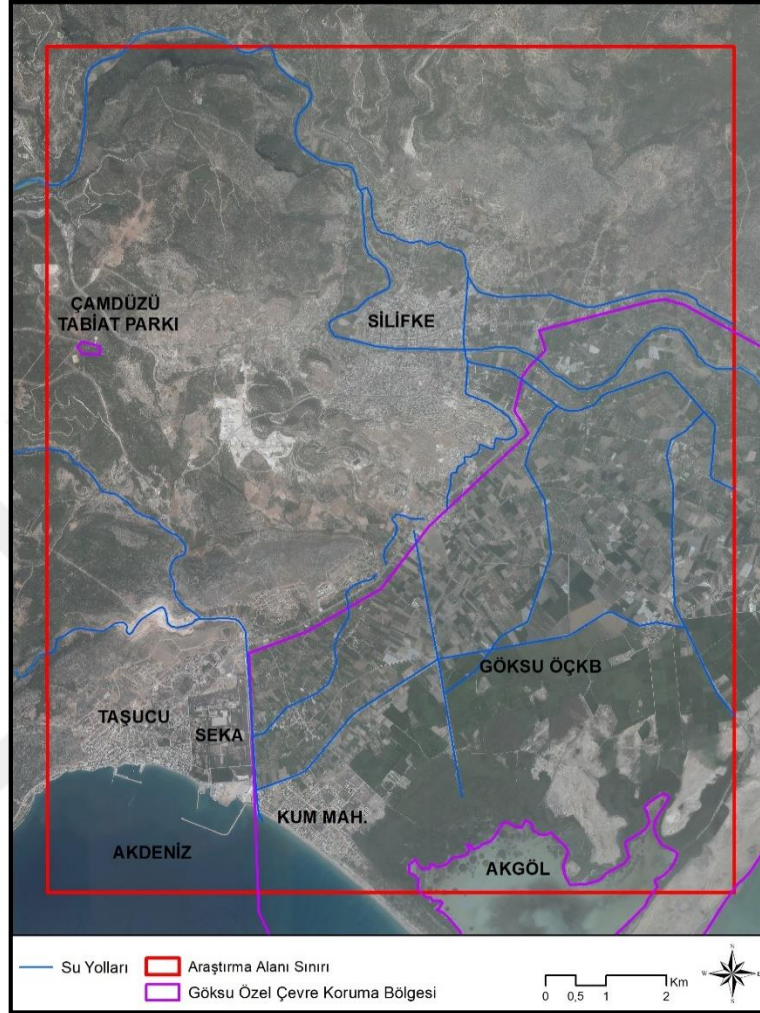
3.1.3. Hidroloji

Araştırma alanında dere, göl, lagün, yeraltı suyu gibi doğal olan hidrolojik kaynaklarla birlikte sulama amaçlı kanallar gibi doğal olmayan pek çok hidrolojik kaynak da bulunmaktadır. Alanın hidrolojik yapısını doğrudan etkileyen en etkin kaynak ise, Doğu Akdeniz havzasının en büyük akarsuyu olan ve uzunluğu 250 km'yi bulan Göksu Nehri'dir. Çevresindeki yeraltı kaynaklarından ve derelerden beslenerek bol yağış alan yüksek kesimlerin sularını toplayan Göksu Nehri'nin debisi 118 m³/s'dir (min. 26 m³/s – max. 1680 m³/s) (DAHK, 2018).

Silifke merkezinin tam ortasından geçerek taşıdığı alüvyonlarla meydana getirdiği Silifke Ovası'nı besleyen Göksu Nehri, Göksu Deltası'ndan Akdeniz'e dökülmektedir. Silifke, Mersin ilinde doğal gölü bulunan tek ilçedir. Göksu Deltası içerisinde yer alan Akgöl ve Lagün niteliği taşıyan Paradeniz gölleri toplam 1312 ha büyüklüğündedir. Göksu Deltası yer altı hidrolojik kaynaklar açısından da oldukça zengindir. Yeraltı suları kireçli olup, kaynaklar genelde karstik özelliktedir (Şekil 3.7) (DAHK, 2018).

3.1.4. Toprak

Kuzeyde Silifke yerleşim merkezini güneyde ise Taşucu ve Göksu Deltasını sınır alan araştırma alanının büyük bir kesiminde alüvyal toprak tipi görülmektedir. Alüvyal topraklar; akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan A, C profilli genç topraklardır. Mineral birleşimleri akarsu havzasını litolojik birleşimi ile jeolojik periyodlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devirlerine bağlı olup heterojen yapı göstermektedir. Profillerinde horizonlaşma ya hiç yok ya da çok az belirgindir. Buna karşılık, değişik özellikte katlar görülmektedir ve bu toprakların çoğu yukarı arazilerde yıkandığı için kireç bakımından zengindir. Silifke ovası alüvyal toprakları ilçe merkezinin bulunduğu yerden başlayarak doğu, batı ve güneye doğru yelpaze şeklinde yayılım göstermektedir (KHGM, 1991).



Şekil 3.7. Araştırma alanına ait hidroloji ağı

İlçe merkezi vadi dolgusu toprakları üzerine kurulmuştur. Bu topraklar üstte siltli tın, alt katlarda siltli killi tın bünyeli, iyi drenajlı tuzluluk ve alkalilik sorunları olmayan topraklardır (KHGM, 1991).

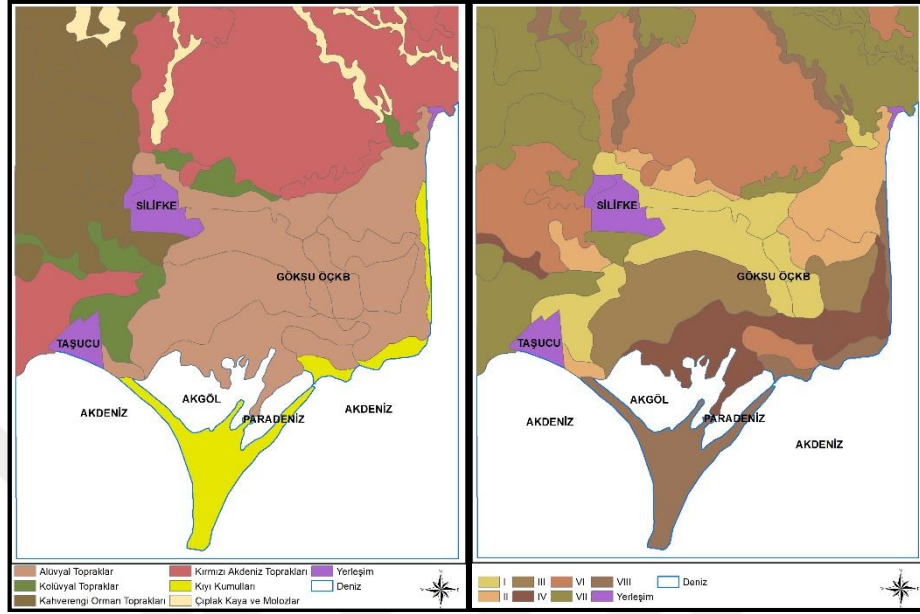
Göksu Nehri'nin her iki kıyısında da çok ince kumlu tın bünyeli nehir terası topraklarına rastlanmaktadır. Yer yer kaba bünyeli olan ve az yer kaplayan teraslar da bulunmaktadır. Nehir teraslarından doğu ve batıya doğru gidildikçe genel olarak ince bünyeli yetersiz drenajlı yer yer hafif tuzlu alüvyal topraklar

gözlemlenmektedir. Bu grup topraklar güneyde Altın- kum ve Kurtuluş köylerine kadar yayılım göstermektedir. Çiftlik köyünün doğusundan itibaren köyü grimsi kahve renkli, kil bünyeli kötü drenajlı alüvyal topraklar yer almaktadır. Göksu'nun sağ yakasında Kurtuluş köyünden batıya doğru yine koyu grimsi kahve renkli, kil bünyeli kötü drenajlı, tuzlu alüvyaller bulunmaktadır. Sökün köyünden güneye doğru kötü drenajlı, tuzlu delta tabanı toprakları denize kadar uzanmaktadır. Kırmızı renkleri ile tipik olan Kırmızı Akdeniz Toprakları seki ve yüksek arazilerde kristal kireçtaşı üzerinde oluşmuşlardır. Organik maddenin hızlı ayrışması nedeniyle bu tip topraklar organik maddece zengin değildirler. Bu grup topraklar Mersin-Silifke Hacı İshaklı kıyı şeridinde ve Silifke'nin kuzeydoğusunda ve Erdemli'nin kuzeyinden Konya sınırına kadar uzanan bölgede bulunmaktadır (KHGM, 1991).

Sahil kumulu olarak gruplanan kıyı kumulları Anamur, Silifke, Mersin, Tarsus sahil şeridinde geniş olarak bulunmaktadır. Bu gruptaki toprak yapısına sahip araziler üzerinde çalı ve ağaç grupları bulunabilmektedir. Düz, düze yakın eğimli topografyaya sahip olanları olduğu gibi orta ve dik eğimli topografyaya sahip olanları da bulunmaktadır. Bu grup toprakların tarımsal kullanım değerleri olmadığından VIII. sınıf arazi yetenek sınıfında sınıflanmaktadır (Şekil 3.8.) (KHGM, 1991).

3.1.5. Flora ve Fauna

Akdeniz ikliminin hâkim olduğu araştırma alanında genel olarak yaz kuraklığına dayanıklı, sıcaklık ve ışık isteği fazla olan kurakçıl karakterli maki topluluğu bulunmaktadır. Yerleşim alanlarına yakın olan sahalarda kızılçam ormanlarının tahrip edilmesi sonucu bu alanlar maki formasyonuna dönüşmüştür. Yerleşim yerleri çevresindeki maki formasyonunun bulunan bitki türlerinin bazıları şunlardır; *Ceratonia siliqua*, *Olea europaeae*, *Quercus coccifera*, *Laurus nobilis*, *Cistus creticus*, *Phillyrea latifolia*, *Arbutus andrachne*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Asparagus acutifolius*, *Tymus vulgare*, *Nerium oleander*.



Şekil 3.8. Araştırma alanına ait Büyük Toprak Grupları (Sol) ve Arazi Yetenek Sınıfı (Sağ)

Sıcaklığa ve kuraklığa dayanıklı olması nedeniyle araştırma alanının karakteristik bitkisi olan *Punis brutia* alanda en çok görülen ağaç türüdür ve yoğun olarak 500-1500m yükseklikleri arasında bulunmaktadır. Araştırma alanının güneyinde bulunan ve denizden ortalama 2 m yükseklikte bulunan Göksu Deltası'nda ise maki formasyonu ile birlikte daha çok tuzcul bitkiler ve kumul vejetasyonu hâkimdir. Özellikle *Salicornia* ve *Euphorbia* cinslerine ait türler, Delta'nın batısıyla Akgöl ve Paradeniz çevresinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca denize çok yakın bir konumda tespit edilen *Zygophyllum album*'un batıdan doğuya gidildikçe su yapısıyla iç içe olan konumunu sürdürdüğü görülmektedir. Göksu Deltası'nda yer alan sucul bitkilerin göllerdeki varlığı, lagünlerin su rejimine ve tuzluluğuna bağlı bulunmaktadır. *Potamogeton pectinatus* hemen hemen tüm Akgöl'ü kaplamaktadır. Bu türler su kuşları için besin kaynağı olmakla beraber kışın korunmalarını da sağlamaktadır. Paradeniz'deki *Ruppia cirrhosa* 'nın sürüklenme çizgisinin uzunluğu, onun su üzerinde yüzen ve tohum veren bir yapıda olduğunu göstermektedir (ÇŞB, 2019).

Akgöl ve sahil şeridi arasında; *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Styrax* sp., *Thymelaea hirsuta*, *Poterium spinosum*, *Ononis natrix*, *Juncus acutus*, *Cirsium* sp., *Salicornia europea*, *Phragmites* sp., *Arum* sp., *Pancreatium maritimum*, *Tamarix smyrnensis*, *Urgenia maritima*, *Artemisia* sp., *Linum* sp., *Anthemis* sp., *Chrysanthemum* sp., *Limonium* sp., *Halimione portulacoides*, *Datura* sp. türleri tespit edilmiştir (ÇŞB, 2019).

Paradeniz lagününün çevresinde yaygın bitki türleri olarak; *Phragmites* sp., *Thypha* sp., *Juncus* sp., *Scirpus* sp., *Arthrocnemum glaucum*, *Inula crithmoides*, *Suaeda maritima*, *Urgenia maritima*, *Salicornia europea*, *Halimione portulacoides*, *Chenopodium alhangii*, *Ricinus communis*, *Convolvulus* sp., *Statice* sp., *Limonium* sp. yer almaktadır. Tarla kenarları ise *Malya* sp. gibi bitkiler ile birlikte *Nargissus* sp., *Mandragora* sp., *Achillea* sp. gibi türleri barındırmaktadır. Göksu Nehri kıyıları ise daha çok *Salicornia* sp. türleri ile kaplı bulunmaktadır (ÇŞB, 2019).

Araştırma alanı sınırları içerisinde yer alan Göksu Deltası uluslararası sözleşme ile koruma altına alınmış bir Ramsar alanıdır ve birçok göçmen kuş açısından önemli bir sulak alandır. Göksu Deltası deniz kaplumbağaları “*Caretta caretta*” ve “*Chelonia mydas*” ın yumurtalarını bıraktığı, Akdeniz’deki en önemli ana yuvalama bölgelerinden birini oluşturmaktadır. Ayrıca yumuşak kabuklu Nil Kaplumbağası olan *Trionyx triunguis*’nın da yuvalama alanlarından birini oluşturmaktadır. Göksu Deltası’nı kışlama ve kuluçka alanı olarak kullanan çok sayıda kuş türü, yılın hemen her mevsiminde, ilginç ve canlı bir peyzajın oluşumuna katkı sağlayarak Delta’nın rekreasyonel potansiyelini ve çekiciliğini daha da arttırmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda kuşların Göksu Deltası’nı hem kışlama hem de kuluçka alanı olarak kullandıkları saptanmış, bazılarının ise yerli türler olduğu belirlenmiştir. Özellikle Akdeniz kuşağında yalnızca belirli bölgelerde rastlanan ve sayıları gittikçe azalan Saz Horozu “*Porphyrio porphyrio*” koruma alanının en önemli kuş türlerinden biri olup bu bölgenin simgesi durumuna gelmiştir. Göksu Deltası’nda bugüne kadar yapılmış ornitolojik araştırmalar özellikle kış aylarında ve göç zamanında kuş popülasyonunun ve tür sayısının önemli ölçüde

arttığını ortaya koymuştur. Bugüne kadar Delta'da 300'ü aşan kuş türü tespit edilmiştir. *Phoenicopterus ruber* için Göksu Deltası ayrı bir öneme sahiptir. Bunun temel nedeni olarak, bu türün Delta'yı düzenli olarak kullanması gösterilmektedir. Göksu Deltası'ndaki kuş fazlalığı, Deltanın kuluçkalama mevsimi dışında, birçok kuşun çiftleşme sonrası göçünde, kışlamada, çiftleşme öncesi göçlerinde de kullanıldığını doğrulamaktadır (ÇŞB, 2019).

Göksu Deltası'nın Herpetolojik (sürüngenler ve amfibiler, kurbağalar) önemini saptamaya yönelik bir çalışma sonucunda 34 tür belirlenmiştir. Bu türlerden dördü kara ve su kurbağası (*Anura*), altı tür kara ve su kaplumbağası, on dördü kertenkele (*Scauria*) ve onu yılan türüdür. Göksu Deltası deniz kaplumbağaları *Caretta caretta* ve *Chelonia mydas*'ın yumurtalarını bıraktığı, Akdeniz'deki en önemli ana yuvalama bölgelerinden birisini oluşturmaktadır. Ayrıca yumuşak *Trionyx tringuis* da bu bölgede bulunmaktadır. Kaplumbağaların Delta'nın özellikle güneybatı tarafında daha çok yuva yaptıkları tespit edilmiştir. Delta'nın doğusu, daha az yuvalanma imkânı veren alanlar olmakla beraber burada da uygun yuvalanma habitatları mevcuttur. Koruma alanında deniz kaplumbağalarının yumurtalarını bıraktığı kumsalın uzunluğu ise 10,5 km'yi bulmaktadır. Akgöl'de dört tür balık avlanmaktadır. Bunlardan ikisi tuzluluğa toleranslı göçücü balık türlerinden olan *Anguilla anguilla* ve (*Mugil cephalus* Paradeniz Lagünü'ne geçmektedir. Ayrıca iki tatlı su türü *Cypinus carpio* ve *Clarias lazera* bu göle yumurta bırakmaktadır. Balık türleri olarak; *Dicentrarcus labrax*, *Sparus auratta*, *Dentex, dentex*, *Cantharus lineatus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melenura*, *Diplodus sargus*, *Lithognatus mormyrus*, *Pagrus pagrus* avlanmaktadır. Göksu Deltası'nda bir başka su ürünü olan *Callinectes sapidus* avlanması suyun sıcak olduğu Haziran'dan Ekim ayına kadar, Akgöl ve Paradeniz'de sürdürülmektedir (ÇŞB, 2019).

3.1.6. Arazi Örtüsü ve Alan Kullanımları

Araştırma alanını kapsayan Silifke ilçe sınırları içerisinde yükseklikler 0 ile 2509 m arasında değişkenlik göstermektedir. Kıyı kesiminde eğimli alan neredeyse hiç bulunmazken kuzeye doğru gidildikçe topoğrafya vadiler ve yüksek eğimli sarp

yamaçlar ile hareketlenmektedir.

Araştırma alanındaki en önemli alan kullanımı tarımsal faaliyetlerdir. Özellikle kıyı kesiminde geniş düzlüklere sahip Silifke Ovası'nda yoğun bir şekilde tarım faaliyeti gerçekleştirilmektedir. Silifke Ovası, Göksu Nehri tarafından doğu ve batı sahili olarak ikiye bölünmektedir. Tarımsal potansiyelin belirlenmesinde rol oynayan toprak yapısı ve iklim, üretim deseninin çeşitlenmesine ve üretim miktarının artmasına neden olmaktadır. Göksu Deltası'nın bu yapısı bir yandan karasal iklimi bitkilerinin bir yandan da sıcak iklim bitkilerinin yetiştirilmesine olanak vererek, çok zengin tarımsal yapı oluşturmaktadır.

Geçmiş yıllarda büyük öneme sahip olan hayvancılık, günümüzde otlakların tarım ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi sonucunda önemini kaybetmiştir. Araştırma alanının güney sınırının Akdeniz olması ve alanda bulunan Göksu Deltası içerisinde lagün bulunmasından dolayı bölgede dalyan ve açık deniz balıkçılığı yapılmaktadır. Balıkçılığın yanı sıra mavi yengeç ve karides avcılığı da bölgede önemli faaliyetlerden birini oluşturmaktadır (SB, 2018).

Araştırma alanının güneyinde yer alan Taşucu Mahallesi ve Göksu Deltası bir kısmında yer alan Kum Mahallesi'nin belirli bir bölümünde ikinci yazlık konutlar bulunmaktadır. Kışları çoğunlukla kullanım dışı olan bu konutlar yazın sezonluk olarak yerli turistler için popüler bir alan haline gelmektedir.

Araştırma alanının kıyı kesimindeki Kum ile Taşucu Mahalleleri arasında bulunan ve Deltanın en büyük endüstriyel tesisi olarak kâğıt sanayiinde yatırım ve planlamalar yapan SEKA Fabrikası bulunmaktadır. Kendisine ait limanı olan fabrikanın temeli 1975 yılında atılarak 1984 yılında faaliyete girmiştir. 1998 yılında özelleştirme kapsamına alınan şirket 2005 yılında Sümer Holding ile birleştirilerek kapatılmıştır (Karaömerlioğlu, 2007).

Araştırma alanındaki araz örtüsü tiplerini makilik alanlar, ormanlar, kumul alanlar gibi doğal/yarı doğal alanlar, yukarı dağlık kesimlerden başlayarak ilçe merkezinden geçen Göksu Nehri ve Göksu Deltası'nda bulunan göllerin oluşturduğu nehirler ve sulak alanlar oluşturmaktadır (SB, 2018).

3.1.7. Koruma Statüsüne Sahip Alanlar

3.1.7.1. Arkeolojik Sitler

Coğrafi yapısı nedeniyle M.Ö. 7. yy'den itibaren insanların dikkatini çeken bölgeye ilk olarak İonlar tarafından yerleşim kurulmuştur. Helenistik dönemde, Selefkoslar ve Ptolomeos (Mısır) krallıkları arasında sıkça el değiştiren bölge daha sonra Romalılar tarafından ele geçirilmiştir. Roma İmparatorluğu'nun bölünmesinden sonra Bizans yönetimine giren bölge 13. Yüzyılda Selçuklular, 14. Yüzyılda ise Karamanoğulları tarafından yönetilmiştir. 15. Yüzyılda Osmanlı topraklarına katılan bölge günümüzde Mersin sınırları içerisinde yer almaktadır (MKT, 2018).

Araştırma alanını da içine alan bu bölge, tarih boyunca birçok medeniyet tarafından yönetilmesi nedeniyle arkeolojik sit alanları varlığı bakımından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Araştırma alanı sınırları içerisinde bulunan ve koruma kararı alınmış alanlar içerisinde kalan arkeolojik kalıntıları içeren yerler Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından arkeolojik sit olarak tescillenmiştir. Sadece 1 alan “Doğal Sit Alanı” olarak tescillenmiştir. Araştırma alanı içinde kalan tescillenmiş sit alanlarının büyük bir bölümünü ise Arkeolojik Sit Alanları oluşturmaktadır. Bu Arkeolojik Sit Alanları içerisinde çoğunlukla; ören yerleri, nekropoller, mağaralar, höyükler, sarnıçlar, antik kentler, antik limanlar, antik yollar, kaya kabartmaları, kaleler, harabeler ve antik mimari kalıntılar yer almaktadır. Özellikle kıyı şeridinde yoğun olarak bulunan arkeolojik sitlerin büyük bir bölümü Silifke ilçesi sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu antik kalıntılar çoğunlukla “1. Derece Arkeolojik Sit” statüsünde olup Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından taşınmaz kültür varlıkları olarak tescillenmiştir. Silifke'nin orta kesiminden kıyı şeridine doğru sit alanları artış göstermektedir.

Azize Thekla Kutsal Alanı-Meryemlik Ören yeri, Hristiyanlığın en eski ve en önemli dini kent merkezlerinden biri olan Azize Thekla Kutsal Alanı M.S. 50 yıllarında kurulmuştur. Bu alana Silifke merkezine yakın bir yerden ulaşım sağlayan antik bir yol güzergâhı bulunmaktadır. Bu yer altı mabedinin yanında Azize'nin

ölümünden sonra yapılmış üç nefli Thekla Bazilikası(M.S.460-470), Kubbeli Kilise (Zenon Mabedi), üzeri örtülü sarnıçlar, Hamam Binası, Kuzey Kilise ve Necropol alanı bulunmaktadır. *Mylai Antik Kenti /Manastırı*, Taşucu civarında bulunmaktadır. Kalıntıları arasında bulunan denize sıfır konumdaki antik hamam yapısı küçük bir körfezin hemen kenarındadır. Kıyıdan sonra kademeli bir yükselişle alçak, geniş, sahaya yayılan tepe yüzeyinde antik kentin kalıntıları devam etmektedir. Bu kalıntılar içinde 100’den fazla ev, üretimle ilgili zeytinyağı işlikleri, kilise kalıntıları, su sarnıcı, kaya mezarları ve anıt mezarlar bulunmaktadır ve bu kalıntılar Roma-Bizans devrine tarihlenmektedir (MKT, 2018).

Seleukeia Antik Kenti, Göksu Irmağı kıyısında Akdeniz’e yakın bir yerde kurulmuştur. Bugün Ortaçağ Kalesi’ni barındıran tepe kentin akropolüdür. Bugün Tekir Ambarı adını taşıyan Bizans Su Sarnıcı, Kalenin güneyinde küçük bir tepe üzerinde yer almaktadır. Bu sarnıcın doğusunda sırtın yamaçlarında tiyatro bulunmaktadır (MKT, 2018).

Silifke Kalesi, bazı kaynaklara göre VII. yy.’ da bazı kaynaklara göre ise XI. yy.’ da Silifke ilçe merkezinin kuzeyinde yüksek bir tepe üzerinde inşa edilmiştir. Günümüzde 10 adet burcu görünen kalenin, ana girişi doğu yönünde bulunmaktadır ve batı yönünde bir hendek yer almaktadır. 2012 yılı kazı çalışmaları sırasında Evliya Çelebi’nin Seyahatnamesinde bahsedilen cami ortaya çıkartılmıştır (Şekil 3.9.). Osmanlı devrine tarihlenen *Liman Kalesi*, Silifke-Anamur yolu üzerinde bulunmaktadır. 1471 yılında yapılan kale günümüzde sağlam olarak ayakta durmaktadır ve kalenin ana giriş kapısı doğu yönünde bulunmaktadır (MKT, 2018).



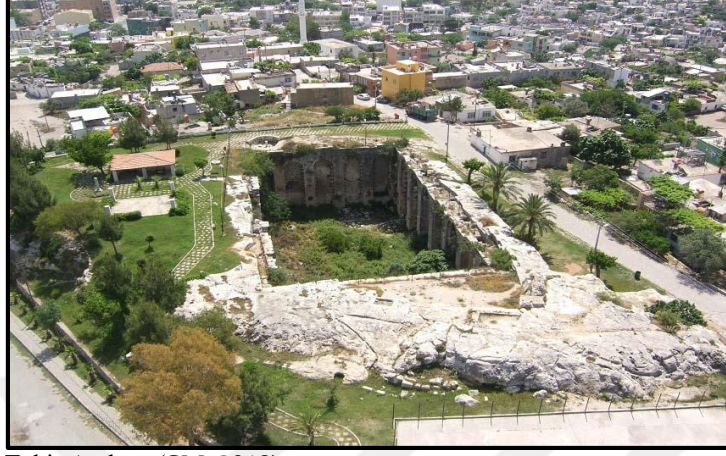
Şekil 3.9. Silifke Kalesi (SB, 2019)

Roma Köprüsü, Silifke ilçe merkezinde yer almaktadır. Göksu Irmağındaki Taş Köprü XIX. yüzyılın sonlarına kadar orijinalliğini korumuştur. 1972 yılında genişletme çalışmaları yapılmıştır. Günümüzde sadece temelleri orijinaldir ve araç trafiğine açık bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 3.10).



Şekil 3. 10. Roma Köprüsü (Taş Köprü) (SB, 2019)

Mevcut bir kayanın oyulması ile inşa edilmiş olan Tekir Ambarı, Silifke Kalesi'nin bulunduğu tepenin alt kesiminde yer almaktadır. 45 m uzunluk, 23 m genişlik ve 12 m derinlikte olan yapı bir su sarnıcı olarak yapılmıştır (Şekil 3.11).



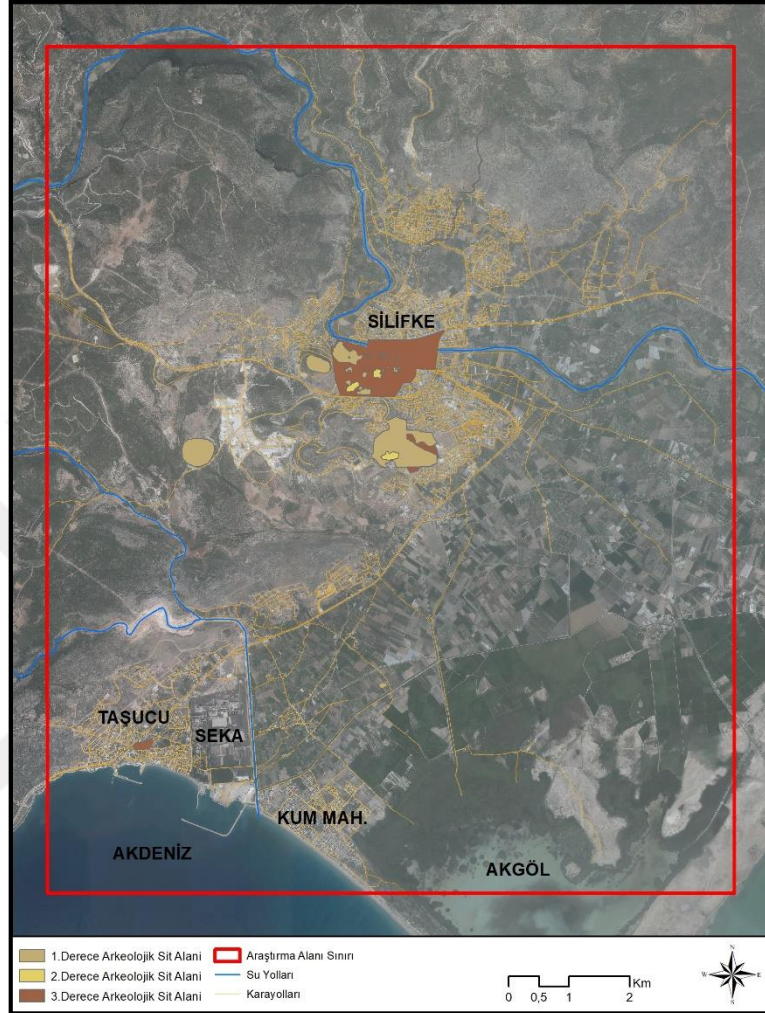
Şekil 3. 11. Tekir Ambarı (SM, 2018)

Silifke ilçe merkezinde yer alan ve Roma dönemine ait bir mabet olan *Zeus Tapınağı*, Peripteros şeklinde inşa edilmiştir (MKT, 2018). Tapınağın sadece bir sütunu, podium kısmı ve bazı mimari parçaları günümüze kadar korunmuştur (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Zeus Tapınağı (SM, 2018)

Araştırma alanı içerisindeki arkeolojik sit alanlarının yersel dağılımı Şekil 3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.13. Araştırma alanındaki arkeolojik sit alanlarının dağılımı

Alaattin Camii, Silifke ilçe merkezinde, Roma Köprüsü civarında bulunmaktadır. Selçuklu sultanlarından Alaattin Keykubat döneminde dikdörtgen olarak inşa edilmiştir. *Reşadiye Camii*, Sultan Reşad zamanında 19. yüzyıl'da kare şeklinde inşa edilmiştir. *Şeyhümer Türbesi*, Gülnar ilçesi Şeyhümer Köyünde bulunmaktadır. Sekizgen planlı ve kubbeli olarak 14. yüzyıl'da inşa edilmiştir. *Mukaddem Dede Türbesi*, Silifke ilçesi Mukaddem Mahallesinde yer almaktadır.

3.1.7.2. Korunan Alanlar

Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi

Toroslardan doğarak Silifke ilçesinden Akdeniz'e dökülen Göksu Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla oluşan Göksu Deltası Silifke sınırları içerisinde yer almaktadır. 02.03.1990 tarih ve 20449 sayılı resmi gazetede yayımlanan Bakanlar Kurulu kararı ile Özel Çevre Koruma Bölgesi tespit ve ilan edilmiştir. 1994 yılında Ramsar Sözleşmesi gereğince Bakanlar Kurulu Kararı ile Ramsar listesine alınarak uluslararası boyutta koruma altına alınmıştır. 1996 yılında Kültür Bakanlığınca 1. Derecede Doğal Sit Alanı ilan edilmiştir (MKT, 2018).

Özel Çevre Koruma sınırları içerisinde on adet yerleşim yeri bulunmakta olup toplam koruma alanı 226 km² dir. Denizden yüksekliği 0-5 m arasında değişen Göksu Deltası'nın toplam alanı yaklaşık 15.000 hektardır. Göksu Nehri'nin batısında en büyükleri Paradeniz ve Akgöl lagünleri olmakla üzere irili ufaklı 4 adet lagün bulunmaktadır (Paradeniz, Akgöl, Kuğu, Arpaalanı). Akgöl hafif tuzlu acı su karakterine sahip olmakla beraber balıkçıların açmış olduğu bir kanalla Paradeniz'e bağlanmaktadır ve drenaj kanallarından tatlı suyla beslenmektedir.

Bir kanal aracılığıyla denizle sürekli bağlantı halinde olan Paradeniz Lagünü, hafif tuzlu su karakterine sahiptir ve lagünün en derin noktası maksimum 1,5 m derinliğe sahiptir. Denizden ortalama 2 m yükseklikte bulunan Göksu Deltası'nın doğal bitki örtüsünü Akdeniz'in maki formasyonu, kumul bitkileri ve tuz stepleri oluşturmaktadır (Şekil 3.14).

Doğal bitki örtüsünü, özellikle kıyı bölgesine adapte olmuş kumul bitki türleri oluşturmaktadır. Akgöl çevresindeki kumul alanlar için en yaygın bitki türlerini *Ononis natrix* ve *Euphorbia paralias* oluşturmaktadır. 0 ile 3 m arasındaki yüksekliklere sahip kum tepelerinin üzerini *Mvrtus communis*, *Paliurus spina-cristi* ve *Vitex agnus-castus* türleri kaplamaktadır.



Şekil 3.14. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi uydu görüntüsü

Kum tepelerinde bulunan bitki örtüsünün oluşturduğu set, rüzgârı büyük oranda engelleyerek *Allium sp.*, *Iris sp.* ve *Muscari sp.* gibi bahar türlerinin de gelişmesini sağlayan bir zemin oluşturmaktadır (Şekil 3.15)(TVKGM, 2018).

Delta'nın güneyindeki Akgöl ve Paradeniz lagünlerinin çevresindeki geniş alanlar alçak boylu tuzcul (halofit) bitki örtüsüyle, Göksu Nehri kıyıları ise daha çok *Salicornia sp.* türü ile kaplanmaktadır. Özellikle *Salicornia* ve *Euphorbia* cinslerine ait türler, Delta'nın batısında ve Akgöl ve Paradeniz çevresinde yoğunlaşmaktadır.



Şekil 3.15. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi (SB, 2019)

Denize çok yakın bir konumda bulunan *Zygophyllum album*, su ile olan ilişkine paralel olarak doğu-batı hattı boyunca yayılım göstermektedir. Göksu Deltası'nda yer alan sucul bitkilerin varlığı, lagünlerin su rejimine ve lagünlerdeki tuzluluğa bağlı olarak gelişim göstermektedir. *Potamogeton pectinatus* hemen hemen tüm Akgöl'ü kaplamaktadır. Bu türler su kuşları için besin kaynağı olduğu kadar, kuşların kışın korunmalarını da sağlamaktadır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi (SB, 2019)

Paradeniz'deki *Ruppia cirrhosa*'nın sürüklenme çizgisinin uzunluğu, onun yüzen ve tohum veren yapıda olduğunu göstermektedir. Akgöl'ün düz ve geniş olan kuzeyi, kamış yatakları tarafından kuşatılmaktadır. Hâkim türü *Phragmites australis* türü oluşturmaktadır. Bazı yerlerde ise, *Arundo donax* ya da *Thypa latifolia* baskın duruma geçmektedir. Alandaki bitkiler, tuzcul sukkulent halofitler, yastık formulu kserofit ve hasır şekilli hemikriptofitlerin oluşmaktadır (Şekil 3.17) (TVKGM, 2018).

Akdeniz Bölgesi'nin en önemli sulak alanlarından birisi olan Göksu Deltası, nadir ve nesli tehlike altında olan çeşitli kuş türlerine yaşama, üreme, beslenme ve konaklama imkânı, iki tür deniz kaplumbağasına da üreme imkânı sağlamaktadır (MÇR, 2017). Ramsar kapsamında uluslararası düzeyde koruma statüsünde bulunan Göksu Deltası, birçok göçmen kuş açısından önemli bir sulak alanı oluşturmaktadır. Deniz kaplumbağaları *Caretta caretta* ve *Chelonia mydas* ın yumurtalarını bıraktığı, Akdeniz'deki en önemli ana yuvalama bölgelerinden birisini oluşturmaktadır. Ayrıca yumuşak kabuklu *Trionyx triunguis*'un da yuvalama alanlarından birisini oluşturmaktadır.



Şekil 3.17. Göksu Deltası'ndaki sazlık alanlar (TVKGM, 2018)

Koruma alanında deniz kaplumbağalarının yumurtalarını bıraktığı kumsalın uzunluğu yaklaşık olarak 10,5 km'yi bulmaktadır. Göksu Deltası'nı hem kışlama hem de kuluçka alanı olarak kullanan bazı yerli kuş türleri bulunmaktadır. Özellikle Akdeniz kuşağında yalnızca belirli bölgelerde rastlanan ve sayıları gittikçe azalan *Porphyrio porphyrio* koruma alanının en önemli kuş türlerinden biridir (TVKGM, 2018).

Delta'yı düzenli olarak kullanmaları nedeniyle *Phoenicopterus ruber* için Göksu Deltası ayrı bir öneme sahiptir. Göksu Deltası'nın herpetolojik (sürüngenler ve amfibiler, kurbağalar) önemini saptamaya yönelik yapılan bir çalışma sonucunda, 4 kara ve su kurbağası (*Anura*) türü, 6 kara ve su kaplumbağası türü, 14 kertenkele (*Scauria*) türü ve 10 yılan (*Serpentes*) türü olmak üzere toplamda 34 tür belirlenmiştir. Akgöl'de dört balık türü avlanmaktadır. Bu balık türlerinden tuzluluğa toleranslı *Anguilla anguilla* ve *Mugil cephalus* türleri, dönemsel olarak Paradeniz Lagünü'ne göç etmektedir (Şekil 3.18) (TVKGM, 2018).



Şekil 3.18. Göksu Deltası (SB, 2019)

Göksu Deltası'nda yer alan lagünlerde *Dicentrarcus labrax*, *Sparus auratta*, *Dentex dentex*, *Cantharus lineatus*, *Diplodus vulgaris*, *Oblada melenura*, *Diplodus sargus*, *Lithognathus mormyrus* ve *Pagrus pagrus* balık türleri avlanmaktadır. Göksu

Deltası'nda bir başka su ürünü olan *Callinectes sapidus* da avlanmaktadır. Bu yengeçler çoğunlukla Paradeniz'i Akdeniz'den ayıran kum setleri içerisinde yaşamaktadırlar (Şekil 3.19).

Göksu Deltası ve yakın çevresi tarihi ve arkeolojik değerler açısından da oldukça zengindir. Delta içerisinde yer alan üç höyük kalıntısının Hitit dönemine ait olduğu düşünülmektedir. Paradeniz Lagünü kenarındaki kumullarda Roma ve Bizans dönemlerine ait büyük yapı kalıntıları bulunmaktadır. İncekum yakınlarında ve Akgöl'ün güneyinde yer alan kumullarda da bazı kalıntılar yer almaktadır. Altinkum ve Gazi Çiftliğinde yer alan iki yatır, bölgedeki yedi kardeş yatırlarından ikisini oluşturmaktadır. Hacıpaşalar çiftliğinde bulunan iki alçak höyük, Roma-Bizans kalıntıları, Ulugöz Su Kovaları ve Atatürk Çiftliği tarihsel nitelikte yapılardan bazılarını oluşturmaktadır (TVKGM, 2018).

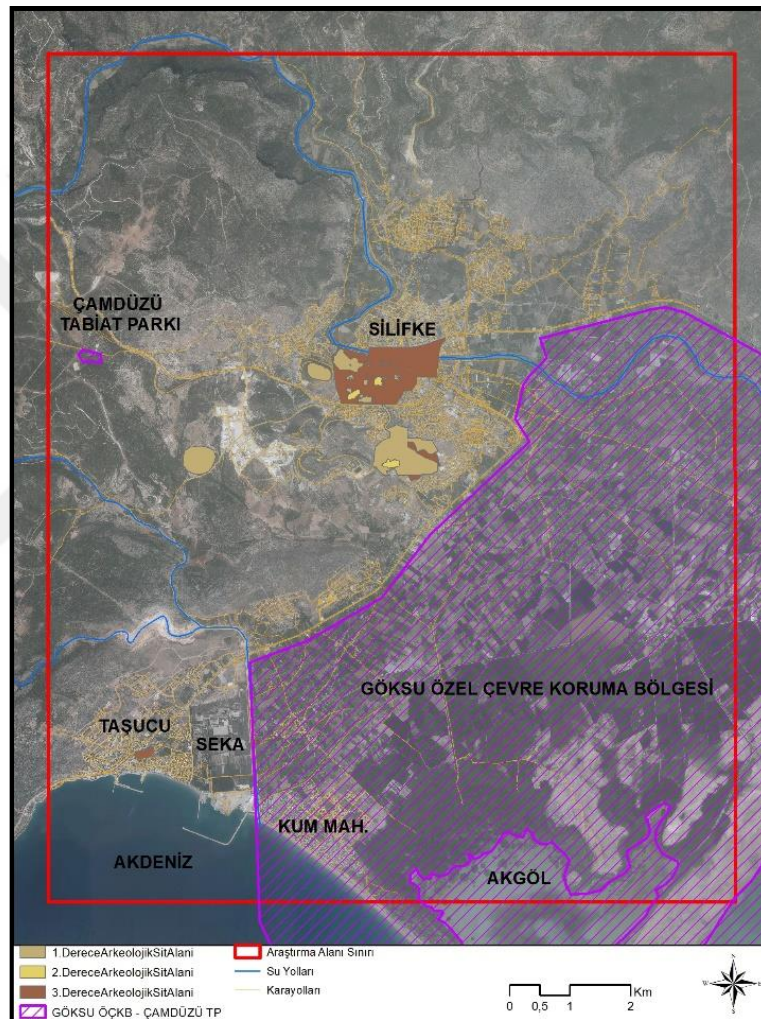


Şekil 3.19. *Callinectes sapidus* (SB, 2019)

Çamdüzü Tabiat Parkı

Silifke-Gülner karayolu güzergâhı üzerinde bulunan Çamdüzü Tabiat parkı, 1963 yılında mesire yeri durumundayken 2011 yılında Tabiat Parkı olarak ilan edilmiştir. Kapladığı alan yaklaşık olarak 6 hektardır. Kaynak değerleri açısından, tipik maki formasyonuna ve *Pinus brutia* bitki örtüsüne sahiptir. Günümüzde

günübirlik piknik yapılabilen mesire yeri olarak kullanılmaktadır. Çamdüzü Tabiat Parkı, Mersin-Adana Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı'na Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Alanı olarak işlenmiştir (MAPB, 2017). Korunan alanların yersel dağılımı Şekil 3.20'de verilmiştir.

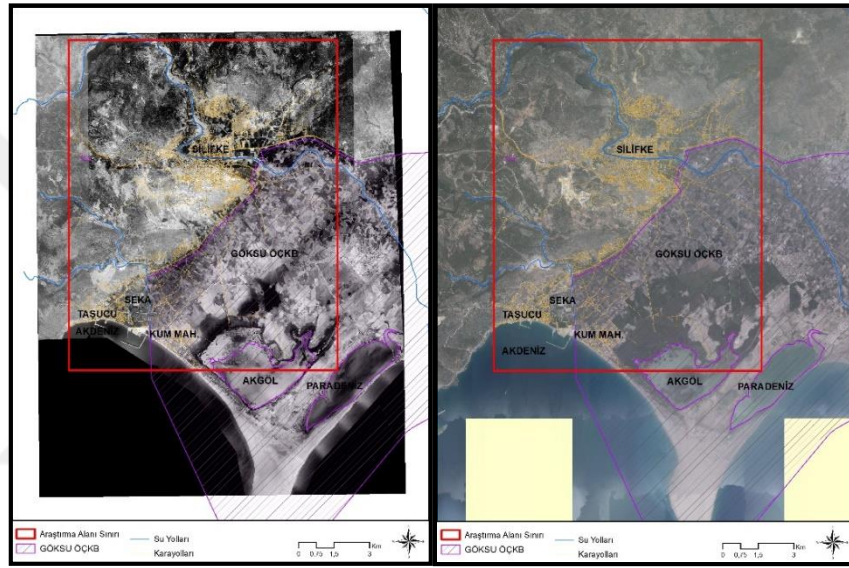


Şekil 3.20. Araştırma alanı içerisindeki koruma statüsüne sahip alanların dağılımı

3.1.8. Uzaktan Algılama Verileri ve Diğer Veriler

3.1.8.1. Hava fotoğrafları

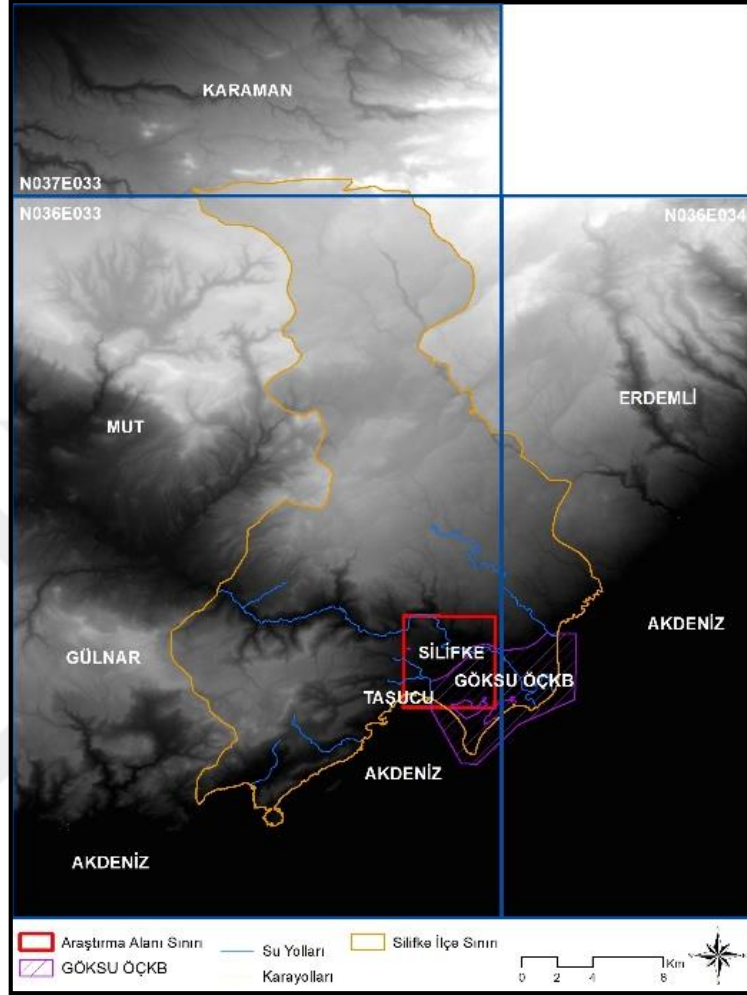
Bu çalışmada 1990 ve 2015 tarihli olmak üzere iki farklı tarihli hava fotoğrafı kullanılmıştır. 1990 yılına ait 30 cm çözünürlükteki hava fotoğrafı Harita Genel Müdürlüğü'nden, 2015 yılına ait 30 cm çözünürlükteki hava fotoğrafı ise Silifke Belediyesi'nden temin edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. 1990 ve 2015 yıllarına ait hava fotoğrafları

3.1.8.2. Sayısal Yükseklik Modeli

Bu çalışmada 2014 tarihli DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) verisi kullanılmıştır. Kullanılan veri 2014 tarihli 30 m yersel çözünürlüğe sahip ALOS World 3D (AWD3D30) verisidir. Alan içerisindeki Silifke ve Taşucu yerleşim merkezleri Silifke ilçe sınırları içerisinde yer aldığı için, DEM verisi bu ilçe sınırlarını kapsayan çerçeveler belirlenerek temin edilmiştir. Bu çerçeveler şunlardır; N037E033, N036E033, N036E034. 2006 yılına ait uydu görüntüsü ve 2014 yılına ait DEM verisi Şekil 3.22'de verilmiştir.



Şekil 3.22. 2014 yılına ait DEM verisi

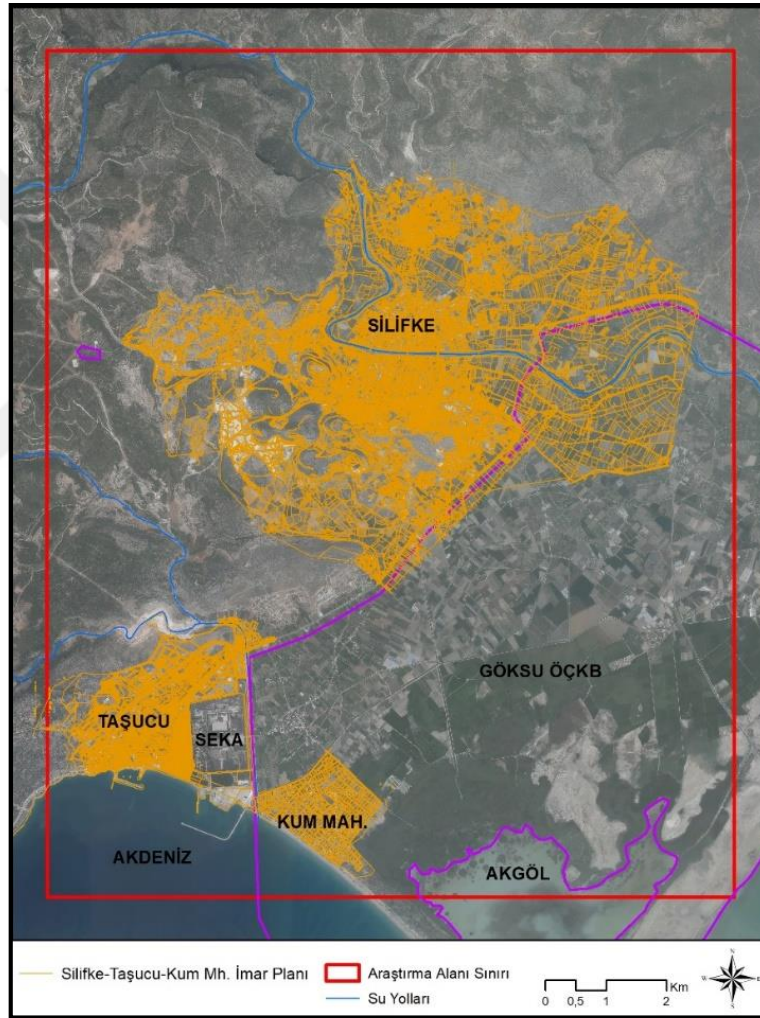
3.1.8.3. Meteorolojik Veriler

Bu çalışmanın temelini oluşturan yağmur suyu çalışmalarında kullanılan meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğüne (MGM) ait 17330 numaralı Silifke İstasyonundan temin edilmiştir. Araştırma alanında yer alan diğer istasyonlarda sağlıklı arşiv bilgisi bulunamadığı için buralardan veri temin edilememiştir.

MGM'den talep edilerek elde edilen veriler günlük ve saatlik toplam yağış, günlük toplam buharlaşma, saatlik toplam sıcaklık ve rüzgâr verileridir.

3.1.8.4. İmar Planı

Araştırma alanına ait imar planları Silifke Belediyesi'nden temin edilmiştir. 2013 yılında üretilen bu plan Silifke merkez ilçeleri için yapılmıştır. Silifke merkez, Taşucu ve Kum mahallesi olarak ayrı ayrı temin edilen imar planı, çalışma boyunca birçok yerde kullanılmıştır. Araştırma alanını ilgilendiren imar planı Şekil 3.23'te verilmiştir.



Şekil 3.23. Araştırma alanını ilgilendiren imar planları

3.1.8.5. Yardımcı Veriler ve Yazılımlar

Araştırma alanı ile ilgili yapılan çalışmalarda yardımcı veri olarak topoğrafik haritalar, çevre düzeni planı, orman meşcere haritası, ulaşım ağı haritası ve arazi çalışmalarında elde edilen veriler kullanılmıştır.

Yazılım olarak ESRI firması tarafından geliştirilen ArcGIS yazılımının modülü olan ArcMap, temelini ABD Çevre Koruma Ajansı-EPA Yağmur suyu Yönetim Modeli hesaplama motoru oluşturan PCSWMM, arazi değişim kestirimi için ise TerrSet firmasının Land Change Modeler modülü kullanılmıştır.

Etkili yağmur suyu yönetimi, iklim olayları sırasında üretilen yağışla ilgili özelliklerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. ABD Çevre Koruma Ajansı'nın yağmur suyu yönetimi modeli olan SWMM, su kaynakları profesyonelleri ve araştırmacıları tarafından kullanılan popüler bir kentsel/banliyö yağış modelidir. SWMM, tek olay veya akış miktarı ve kalitesinin uzun vadeli (sürekli) simülasyonu için kullanılabilir. Rakam bileşeni, yağış alan ve akış ve kirletici yükler üreten bir alt-cazibe alanları koleksiyonunda çalışmaktadır (Lee ve ark., 2017).

EPA, Yağmur Suyu Yönetim Modeli-SWMM, esas olarak kentsel alanlardan akış miktarı ve kalitesinin tek olay veya uzun vadeli (sürekli) simülasyonu için kullanılan dinamik bir yağış-akış simülasyon modelidir. SWMM'nin akış bileşeni, yağış alan ve akış ve kirletici yükler oluşturan bir alt havza alanları topluluğu üzerinde çalışmaktadır (Rossman, 2015).

PCSWMM, bir coğrafi bilgi sistemini hidrolojik ve hidrolik modelleme motoruyla birleştirmektedir. PCSWMM'nin temelini, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) Yağmur Suyu Yönetim Modeli-SWMM hesaplama motoru oluşturmaktadır. Bu nedenle SWMM ve PCSWMM aynı temel işlevsellik ve modelleme çerçevesine sahiptir.

Arazi değişimi modellemesi, arazi örtüsü değişimini analiz etmek, açıklayıcı değişkenlerle ilişkisini deneysel olarak modellemek ve gelecekteki değişiklikleri yansıtmak için kullanılmaktadır. İnsanların dünya sistemi üzerinde meydana

getirdiği en büyük etkilerden birini arazi örtüsü değişimi oluşturmaktadır. Akılcı gelişim, biyoçeşitliliğin korunması ve ormansızlaşma ve orman bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması gibi iklim azaltma stratejilerinin yönetimi için geleceğe geçişleri anlamak ve öngörmek kritik önem taşımaktadır. Arazi değişim modellemesi, güçlü öğrenme prosedürlerini kullanarak arazi örtüsü değişimini değerlendirmek, modellemek ve tahmin etmek için arazi örtüsünü zamansal olarak analiz etmektedir (LCM, 2016).

3.2. Yöntem

Doğu Akdeniz Havzası Kayraktepe Alt Havzası sınırları içerisinde yer alan Silifke ilçesi sınırları kullanılarak hidroloji temelli bir araştırma alanı sınırı belirlenebilmesi amacıyla mikro havza çalışması yapılmıştır. Bu çalışma için 30 m yersel çözünürlüğe sahip ALOS World 3D verisi kullanılmıştır. Mikro havza çalışması sonucunda araştırma alanı sınırları belirlenmiştir. Belirlenen araştırma alanı sınırı dikkate alınarak daha sonraki aşamalarda yapılan çalışmaların ölçeklerine uygun olarak hem mikro havza düzeyinde hem de daha alt ölçek olan imar planı düzeyinde çalışmalara devam edilmiştir.

Araştırma alanı sınırları belirlendikten sonra yapılan çalışmalar temel olarak 3 bölümden oluşmaktadır. Bu aşamalar şunlardır;

- Mikro havza ve imar planı düzeyindeki mevcut kentsel YAY'ların belirlenmesi ve imar planı düzeyindeki suya dayalı kentsel ES'lerin ihtiyaç duyduğu sulama suyu miktarının hesaplanması,
- İmar planı düzeyindeki kentsel alanlarda yağmur suyu potansiyelinin ortaya konulması, potansiyel yağmur suyu hasadının hem yersel olarak hem de miktar olarak belirlenmesi ve birinci aşamada belirlenen sulama suyu ihtiyacı ile ikinci aşamada belirlenen potansiyel yağmur suyu hasadı miktarının değerlendirilmesi,
- Arazi değişim ve nüfus eğilimi ile 2050 yılına ait potansiyel kentsel gelişim alanlarının ve nüfusun belirlenerek bu alanlarla ilgili kentsel yeşil alan ihtiyaçlarının ortaya konulması açısından değerlendirilmesi.

Sonuç olarak kentsel peyzaj düzeyindeki mevcut imar planı sınırları içerisinde yer alan kamuya ait suya dayalı ES'lerin ihtiyaç duyacağı sulama suyu ihtiyacının yağmur suyu hasadı ile karşılanması potansiyelinin YAY yaklaşımı ile irdelenip bu durumun mevcut mekânsal planlama sürecine entegrasyonu için bir öneri geliştirilmiştir. Bu duruma ek olarak, mevcut eğilimlerin devam etmesi durumunda kentsel gelişim açısından 2050 yılı arazi değişim eğilimleri hem kentleşmesi beklenen alanlar hem de potansiyel nüfus artışı açısından değerlendirilmiştir.

3.2.1. Kentsel Yeşil Altyapı

3.2.1.1. Mevcut Kentsel Yeşil Altyapı

Çalışmanın ön hazırlık aşamasında, çalışmada kullanılacak olan gerekli veriler belirlenmiştir ve veri envanteri oluşturulması için bu veriler temin edilmiştir. Temin edilen verilerin bir sonraki aşamada yapılacak olan işlemlere hazır hale getirilmesi için bu veriler üzerinde gerekli düzeltme işlemleri yapılmıştır. Özellikle altlık olarak kullanılan hava fotoğraflarına yapılacak olan düzeltme operasyonları, çalışmanın sağlıklı ilerlemesi için hayati önem taşımaktadır.

Çalışmanın en önemli verisini oluşturan detaylı bir Arazi Örtüsü/Alan Kullanım (AÖ/AK) haritasının üretilmesi için hava fotoğrafı ekran üzerinden elle sayısallaştırılmıştır. Temel veri olarak kullanılan 2015 yılına ait yüksek yersel çözünürlüğe sahip hava fotoğrafı Google Earth ve diğer yardımcı veriler (imar planları, orman meşcere haritası, topoğrafik haritalar, arazi çalışmalarından temin edilen bilgiler) aracılığı ile detaylı ve güncel bir şekilde sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu alanlar daha sonra CORINE Land Cover (CLC) sınıflama sisteminde yer alan “Yapay Alanlar” sınıfının 4. düzeyde kategorize edildiği “Kentsel Atlas (KA)” ve özellikle kentsel yeşil alanların kategorize edildiği “Yeşil Dalga (YD)” sınıflama sistemlerine göre ayrı ayrı sınıflanmıştır. Ayrı ayrı üretilen KA ve YD haritaları birleştirilerek mevcut kentsel YAY'ın belirlenmesi için çok detaylı bir AÖ/AK haritası ortaya konulmuştur.

Sonuç ürünü olarak ortaya çıkan KA-YD haritası öncelikle mikro havza düzeyinde daha sonra ise imar planı düzeyinde değerlendirilmiştir.

3.2.1.2. Kentsel Ekosistem Servisleri ve Su İhtiyaçları

Bu aşamada öncelikle, üretilen KA-YD haritası kullanılarak araştırma alanı içerisinde yer alan mikro havza düzeyindeki kentsel ekosistemlerinin temelini oluşturan açık ve yeşil alanlar belirlenmiştir ve değerlendirilmiştir. Daha sonra aynı harita üzerinde Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırlarını kapsayan imar planı düzeyindeki kentsel yeşil alanlar ortaya konulmuştur. Bu alanlar belirlenirken hem Silifke hem de Taşucu-Kum Mahallesi imar planları sınırları içinde yer alan tüm kentsel yeşil alan potansiyeli olan alanlar ele alınmıştır. Bu alanların değerlendirilmesi yapıldıktan sonra sadece kamusal ve yarı kamusal alanlar tekrar belirlenmiştir. Bunun nedeni, sulama ihtiyacı olan kamusal ve yarı kamusal alanlara ait yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının belirlenmesidir. Sonuç olarak belirlenen kamusal ve yarı kamusal alanlara ait yeşil alanların sulama suyu ihtiyacı kurak ve yağışlı sezonlar olarak ortaya konulmuştur.

3.2.2. Kentsel Yağmur Suyu ve Hasadı Potansiyeli

Potansiyel yağmur suyu varlığı çalışmasının yapıldığı bu aşamada, potansiyel yağmur suyu imar planı düzeyinde kentsel yağmur suyu olarak ele alınmıştır. Burada bahsedilen potansiyel yağmur suyu varlığı esasında yağmur suyu kaynaklı olarak oluşan potansiyel infiltrasyon, buharlaşma ve yüzey akışı olarak ortaya çıkan sonuçlardan oluşmaktadır. Kentsel yağmur suyu potansiyelinin hesaplandığı bu bölümde Avrupa Çevre Ajansı'nın kullandığı SWMM modelinin profesyonel modu olan PCSWMM'den faydalanılmıştır. Bu çalışmanı en önemli bölümlerinden birini oluşturan imar planı düzeyindeki kentsel peyzajlardaki kentsel yağmur suyu varlığının belirlenmesi için öncelikli olarak Silifke MGM istasyonundan meteorolojik veriler (Yağış, buharlaşma, sıcaklık, rüzgâr) temin edilmiştir. Temin edilen meteorolojik verilerin kalitesini kontrol etmek için her bir

veri teker teker incelenmiştir. Daha sonra yazılımın sağlıklı sonuçlar vermesi için gerekli olan veriler ve bilgiler uygun formatta yazılıma aktarılmıştır. Bu veriler ve bilgiler şunlardır: KA-YD AÖ/AK haritası, yüzey geçirgenliği haritası, toprak iletkenliği, alanın eğim hesabı, sayısal yükseklik bilgisi, hidroloji ağı, yol ağı, alansal-çevresel istatistiksel bilgiler ve yüzey akış uzunluğu.

Kullanılan yazılıma uygun bir şekilde aktarılan veriler sonucunda çalıştırılan simülasyon ile 1980 ve 2020 yılları arasındaki yağmur suyundan kaynaklı potansiyel yüzey akış miktarı yağışlı sezon ayları için aylık olarak hesaplanmıştır. Yağışların olmadığı kurak sezon olarak ele alınan Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları bu aşamada dikkate alınmamıştır. Daha sonra yağışlı sezona ait her bir ay için ayrı ayrı üretilen 40 yıllık sonuçların ortalaması alınmıştır. Böylelikle yağışlı sezon aylarının aylık yağmur suyu potansiyeli ortaya konulmuştur.

Sonrasında yapılan yağmur hasadı potansiyeli çalışması için, yağmur suyunun depolanabileceği geçirimsiz yüzeyleri barındıran kamusal (genel) ve yarı-özel alanlara ait yeşil alanlar belirlenmiştir. Bu çalışmada mevcut durumun ortaya konulabilmesi adına öncelikli olarak kamusal alanlar içerisinde yer alan hâlihazırda yüzeyi kaplamış sert zemin yüzeyler kullanılmıştır. Bunun nedeni, geçirgen olmayan bu alanların hâlihazırda hem bozulmuş alanlar olmaları hem de mevcut durumu açısından yağmur suyunun depolanmasına en uygun alanlar olmalarıdır.

Çalışmanın bu bölümünde, kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlar içerisindeki hâlihazırda mevcut olan sert zeminler üzerinde yüzey akışına geçen yağmur sularının (yağmur hasadı için gerekli olan dönüştürme prosedürlerinin uygulanarak) yine bu alanların altında depolanması kurgusu amacıyla yağmur suyu hasadı potansiyeli irdelenmiştir. Bu amaçla yağmur hasadı potansiyeline sahip sınıflar içerisinde yer alan sert zeminler detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Böylelikle tamamen geçirimsiz olan bu yüzeylerde meydana gelen yüzey akışından, yağmur suyu hasadı için, elde edilebilecek olan potansiyel faydanın miktarı belirlenmiştir. Ayrıca, toprak altında depolanma kurgusuyla yapılacak olan hasat için üretilen 5 m³ ve daha yüksek hacimlere sahip depoların yükseklikleri 230 cm ile 360 cm aralığında

değişmektedir. Bu sebeple, bu çalışmada, yağmur suyu hasadı potansiyelini hesaplamak için kullanılan ortalama depolama derinliği 295 cm olarak kabul edilmiştir. Yağmur suyu hasadı ile ilgili yapılan çalışmalarda bu kabul üzerinden gidilerek potansiyeller belirlenmiştir.

3.2.3. Kentsel Gelişim Açısından Arazi Değişim Eğilimi 2050

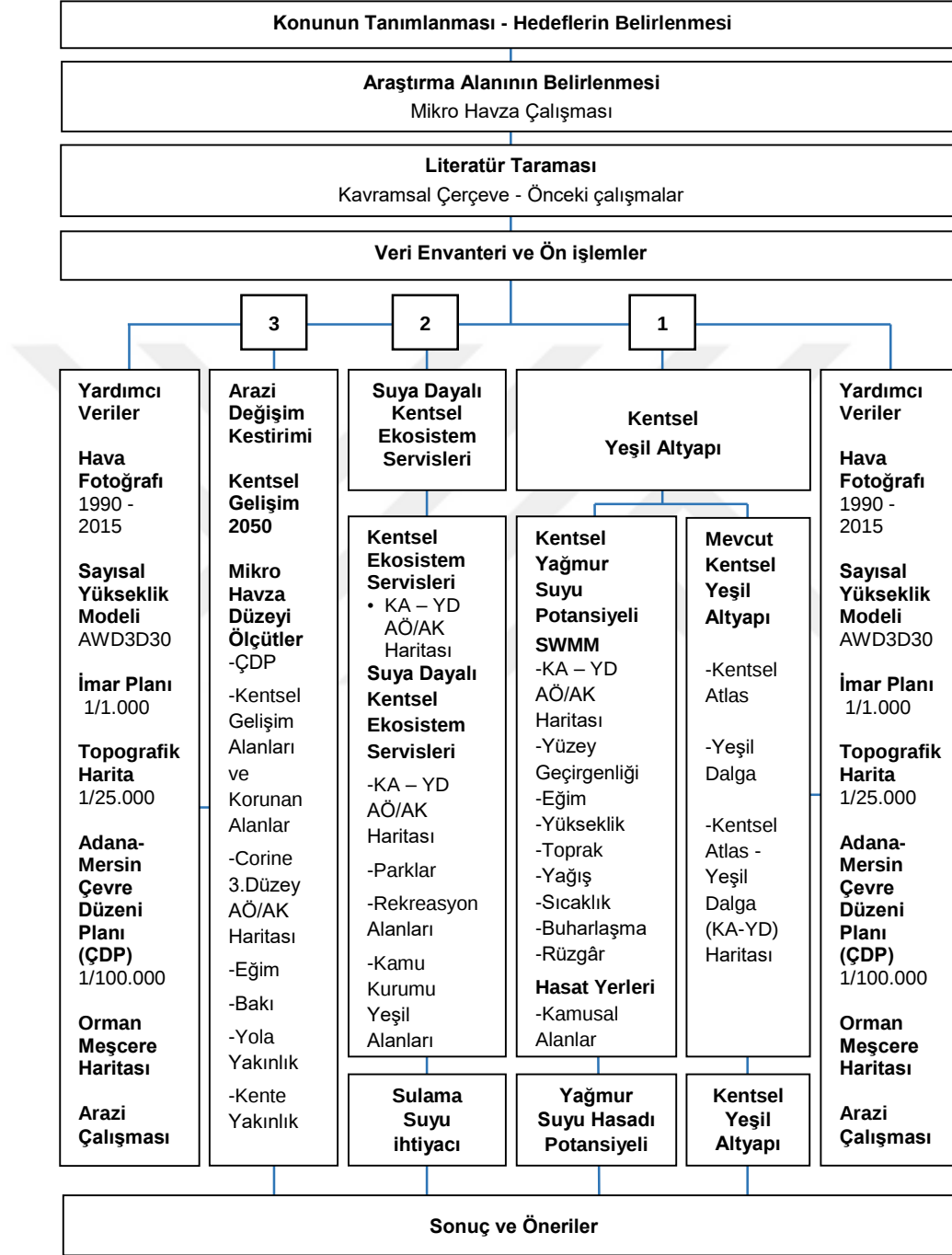
Çalışmanın bu bölümünde araştırma alanının kentsel gelişimi açısından 2050 yılı arazi değişim eğilimleri ve nüfus projeksiyonu ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, TerrSet yazılımının Arazi Değişim Modelleyicisi – LCM modülü yardımı ile mikro havza düzeyinde araştırma alanındaki 1990 ile 2020 yılları arasında oluşan AÖ/AK değişimleri belirlenmiştir. Bu değişimler öncülüğünde mekânsal gelişim için oldukça önemli olan diğer parametrelerle birlikte kentsel gelişim açısından 2050 yılına ait arazi değişim eğilimleri ortaya konulmuştur. 1990-2020 yılları arasındaki değişimlerin belirlenmesinde 3. düzey CORINE AÖ/AK haritaları kullanılmıştır. Çalışmanın yöntemine ait akış diyagramı Çizelge 3.1’de verilmiştir.

3.2.4. Sınıflama Yöntemi

Kentler, bir ülkenin sosyal ve politik durumuna, nüfus miktarı veya yoğunluğuna bağlı olarak mekânsal olarak betimlenerek veya AÖ/AK bilgileri kullanılarak haritalanabilmektedir. Kent ekosistemleri ve ES’nin tanımlanması, haritalanması ve değerlendirilmesi politika sorularına, farklı sosyo-ekolojik süreçlerin ölçeğine ve mevcut göstergeler ve verilere bağlı bulunmaktadır (MAES, 2016).

Bu çalışmada mikro havza düzeyinde yapılan arazi projeksiyonu çalışmasında 3. Düzey CLC kullanılmıştır. İmar planı düzeyinde yapılan ve kentsel ekosistemlerin temelini oluşturan bileşenleri içeren kentsel YAY’ı sınıflamak için ise iki farklı sınıflama sistemi birlikte kullanılmıştır. Bunlar; 4. Düzey CLC olan KA (Urban Atlas-Kentsel Atlas) ve Avrupa Birliği projesi olan YD (Green Surge-Yeşil Dalga) sınıflama sistemleridir.

Çizelge 3.1. Çalışmanın Akış Diyagramı



CORINE Projesi, Avrupa Çevre Ajansının belirlediği kriterler doğrultusunda üye ülkelerin sınırları içindeki çevresel değişimlerin belirlenmesi, doğal kaynakların rasyonel biçimde yönetilmesi ve çevre ile ilgili politikaların belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak aynı temel verilerin toplanması ve standart bir veri tabanı oluşturulması amacıyla 1985 yılında başlatılmıştır (RİP, 2020).

AÖ/AK'lerin standart bir şekilde haritalanması amacıyla oluşturulan CLC 3 düzey ve 44 sınıftan oluşmaktadır. Genellikle büyük ölçekli geniş çalışma alanları için kullanılan CLC daha detaylı bir bilgi ihtiyacı gerektiren küçük ölçekli çalışmalarda yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle zaman içerisinde çalışılan ilgili sınıfın detaylı çalışmaları için KA adında 4. Düzey sınıflama sistemi geliştirilmiştir. KA toplam 29 sınıf içermektedir. Özellikle geçirimsiz yüzeye sahip yapay alanların detaylandırılması ile ilgilenen KA, kentsel alanların kategorize edilmesinde yüzey geçirgenliği oranını dikkate almaktadır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Kentsel Atlas sınıflama listesi

Kentsel Atlas No	Kentsel Atlas Kodu	İsim
1		Yapay Alanlar
1.1		Kentsel Doku
1.1.1	11100	Süreklilik Gösteren Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey > 80%
1.1.2	11200	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey ~10-80%
1.1.2.1	11210	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey ~50-80%
1.1.2.2	11220	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey ~30-50%
1.1.2.3	11230	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey ~10-30%
1.1.2.4	11240	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku Geçirimsiz Yüzey < 10%
1.1.3	11300	İzole Yapılar
1.2		Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Askeri, Halka Kapalı Birimler ve Ulaşım Birimleri
1.2.1	12100	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Askeri, Halka Kapalı Birimler
1.2.2	12200	Karayolu ve Demiryolu Ağı ve İlişkili Alanlar
1.2.2.1	12210	Hızlı Ulaşım Karayolları ve İlişkili Alanlar
1.2.2.2	12220	Diğer Karayolları ve İlişkili Alanlar

Çizelge 3.2'nin devamı

1.2.2.3	12230	Demiryolları ve İlişkili Alanlar
1.2.3	12300	Liman Alanları
1.2.4	12400	Havalimanları
1.3		Maden, Boşaltım ve İnşaat Alanları
1.3.1	13100	Mineral Çıkarma ve Boşaltma Alanları
1.3.3	13300	İnşaat Alanları
1.3.4	13400	Hâlihazırda Kullanılmayan Araziler
1.4		Yapay Tarımsal Olmayan Bitkilendirilmiş Alanlar
1.4.1	14100	Yeşil Kentsel Alanlar
1.4.2	14200	Spor ve Eğlence Tesisleri
2	20000	Tarımsal Alanlar
2.1	21000	Ekilebilir Araziler (Tek Yıllık)
2.2	22000	Kalıcı Ürünler
2.3	23000	Meralar
2.4	24000	Karmaşık ve Karışık Ekim
2.5	25000	Meyve Bahçeleri
3	30000	Doğal ve Yarı-Doğal Alanlar
3.1	31000	Ormanlar
3.2	32000	Otsu Bitki Örtüsü Birlikleri
3.3	33000	Bitki Örtüsü Az Olan veya Hiç Olmayan Açık Alanlar
4	40000	Sulak Alanlar
5	50000	Sucul Alanlar
9.1	91000	No Data (Bulutlar ve Gölgeler)
9.2	92000	No Data (Eksik Görüntü)

Avrupa Birliği, alan kullanım çatışmalarıyla ilgili kentsel sorunların üstesinden gelmek, iklim değişikliğine uyum sağlamak, demografik değişiklikler ve insan sağlığı ve refahı için yeşil alanları, biyolojik çeşitliliği, insanları ve yeşil ekonomiyi birbirine bağlamanın yollarını belirlemek, geliştirmek ve test etmek amacıyla “Yeşil Dalga” başlıklı ortak bir proje başlatmıştır. Büyük bir Avrupa Birliği projesi olarak tüm Avrupa'da uygulanabilir olma amacıyla 2013 yılında oluşturulan YA yaklaşımı ile başlayan bu proje, kentsel bir yeşil alan tipolojisi geliştirerek bu tipolojiyi ES ve talepleriyle ilişkilendirmiştir. Bu tipoloji sekiz kategori altında bulunan 44 kentsel yeşil alan sınıfını içermektedir (MAES, 2016) (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Kentsel Yeşil Dalga (KYD) sınıflama listesi

Kategori	No.	Yeşil Dalga Elementi	Tanım
A. Yapı Yeşil Alanları	A.1.	Yeşil balkon	Balkon ve teraslardaki bitkiler, çoğunlukla saksılara ekilir.
	A.2.	Zemine bağlı yeşil duvar	Süs (ve bazen gıda üretimi) amaçlı zemine dayalı tırmanma tesisleri.
	A.3.	Cepheye bağlı yeşil duvar	Cepheye bağlı substratta (Kalın bir alt tabakada) büyüyen bitkiler, örn. kaplar veya tekstil sistemleri.
	A.4.	Seyrek bitkili çatı bahçesi	Çok az sulama ve yönetim ile ince alt tabaka üzerinde çatı bitki örtüsü. Yapay olarak tohumlama veya dikme yoluyla veya doğal olarak kurulan bitki örtüsü: yosunlar, sulu meyveler, birkaç bitki ve ot.
	A.5.	Yoğun bitkili çatı bahçesi	Sulama ve yönetim ile kalın alt tabaka üzerinde çatı bitki örtüsü. Bitki örtüsü, tohumlama veya dikim yoluyla yapay olarak veya doğal olarak: çok yıllık bitkiler, çimenler, küçük ağaçlar, çatıda çiftçilik faaliyetleri.
	A.6.	İç avlu (Atrium)	Çoğunlukla süs bitkileri ile bezeli bir yapı içindeki çevrelenmiş/kapalı yeşil alanlar.
B. Özel, Ticari, Endüstriyel, Kuruma Ait KYD ve Gri Altyapıya Bağlı KYD	B.1.	Bitki hendeği (bioswale)	Yüzey akışını filtrelemek için bitkili ve hafif eğimli çukurlar.
	B.2.	Sıralı ağaçlı yol (alle) ve sokak ağacı, çit	Yollar ve patikalar boyunca tek tek veya sıralar halinde dikilmiş ağaçlar. Yollar veya patikalar boyunca çitler.
	B.3.	Yeşil sokak ve yeşil sınır	Ağaç olmayan, yollar veya diğer yapıları veya doğal unsurlar boyunca çoğunlukla çalı veya çim kaplı kenarlar.
	B.4.	Ev bahçesi	Esas olarak süs amaçlı ve/veya ticari olmayan gıda üretimi için yetiştirilen, özel evlerin yakın çevresindeki alanlar.
	B.5.	Demiryolu seti	Demiryolları boyunca yeşil alanlar.
	B.6.	Yeşil oyun alanı, okul alanı	Oyun oynama/açık havada öğrenme amaçlı yeşil alanlar.
C. Nehir Kıyısı Yeşil Alanı	C.1.	Nehir kıyısı yeşil alanı	Nehirlerin, akarsuların ve kanalların yanında, genellikle yaya veya bisiklet yolları olan yeşil alanlar.
D. Parklar ve Rekreasyon Alanları	D.1.	Büyük kentsel park	Kentsel nüfus tarafından rekreasyonel kullanıma yönelik bir şehir içindeki daha büyük yeşil alan; ağaçlar, çim alanlar, oyun alanları, su kütleleri, süs yatakları vb. gibi farklı özellikleri içerebilir.
	D.2.	Tarihi park/bahçe	Büyük şehir parklarına benzer, ancak miras statüsü nedeniyle farklı bir yönetime sahiptir.

Çizelge 3.3'ün devamı

	D.3.	Cep parkı	Binaların çevresinde ve arasında süs ağaçları ve çimlerle çevrili, halka açık küçük park benzeri alanlar.
	D.4.	Botanik bahçesi	Çok çeşitli bitki türleri ile bitkilendirilen eğitim ve süs alanları.
	D.5.	Hayvanat bahçesi	Kafeslerde ve muhafazalarda tutulan hayvanların bulunduğu alanlar; genellikle dikilmiş ağaçlar, süs bitkisi yatakları ve ekili çimlerle düzenlenmiştir.
D. Parklar Ve Rekreasyon Alanları	D.6.	Mahalle parkı	Çok katlı yerleşim alanlarındaki çimler, ağaçlar ve çalılarla çevrili yarı kamusal yeşil alanlar.
	D.7.	Kurumlara ait yeşil alanlar	Kamu ve özel kurumları ve kurumsal binaları çevreleyen yeşil alanlar.
	D.8.	Mezarlık ve kabristan	Genellikle çim yüzeyler, ağaçlar ve diğer süs bitkileriyle kaplı mezarlıklar.
	D.9.	Yeşil spor tesisi	Yoğun ekili ve gübrelenmiş çim, spor aktiviteleri için (örneğin, golf sahaları, futbol sahaları) kullanılan ve sık sık çiğnemeye toleranslı alanlar.
	D.1.0	Kamp alanı	Kamp için ayrılmış yeşil alanlar.
E. Hobi Ve Topluluk Bahçeleri	E.1.	Ticari Hobi bahçeleri	Ticari olmayan gıda üretimi ve rekreasyon amaçlı, farklı kullanıcılar tarafından düzenlenen küçük bahçe parselleri.
	E.2.	Topluluk bahçesi	Yemek ve eğlence için bir topluluk tarafından ortaklaşa bahçe olarak kullanılan alanlar.
F. Tarımsal Alanlar	F.1.	Ekilebilir alan	Mahsul üretimi için düzenli olarak sürülmüş ekilebilir araziler.
	F.2.	Otlaklar	Meralar veya çayırlar
	F.3.	Ağaçlı çayır/çayır meyve bahçesi	Meyve ve fındık ağaçları; karışık tarım ve meyve veya biyoyakıt üretimi alanlar.
	F.4.	Biyoyakıt üretimi/tarımsal ormancılık	Kısa rotasyonlu baltalık gibi özel biyoyakıtlara ayrılmış araziler.
	F.5.	Bahçecilik (horticulture)	Sebze, çiçek, çilek vb. yetiştirmeye ayrılmış araziler.
	G.1.	Orman (kalıntı ormanlık alan, yönetilen orman, karma formlar)	Yoğun ağaç bitki örtüsünün doğal veya ekili alanları.

Çizelge 3.3'ün devamı

G. Doğal, Yarı Doğal ve Yaban Hayatı Alanları	G.2.	Fundalık ve çalılık	Doğal veya ikincil çalılık, örneğin fundalık, maki, vb.
	G.3.	Terk edilmiş, ruderal ve işlenmeyen alan	Yakın zamanda terk edilmiş alanlar, şantiyeler, vb. kendiliğinden oluşan öncü veya ruderal bitki örtüsü ile kaplı alanlar.
	G.4.	Kayalıklar	Seyrek bitki örtüsü ile kaplı kayalık alanlar.
	G.5.	Kıyı kumulları	Rüzgâr veya su ile şekillenen, seyrek bitki örtüsüne sahip kumlu alanlar tarafından kaplanan alanlar.
	G.6.	Kum ocağı, taş ocağı, açık maden ocağı işletmesi	Kaynak çıkarma için üst toprak ve bitki örtüsünün kaldırıldığı yerler.
	G.7.	Sulak alan, bataklık, turbalık	Sürekli veya periyodik olarak suya ve karakteristik flora ve faunaya doymuş toprak alanlar.
H. Mavi Alanlar	H.1.	Göl, gölet	(Yarı) doğal su toplulukları ile tuzlu olmayan su içeren doğal ve yapay durgun su kütleleri, yapay/yönetilen veya doğal setler.
	H.2.	Nehir, dere	Kaynaklar, akarsular ve geçici suyolları dâhil olmak üzere akan sular, yapay/yönetimli veya doğal nehir kıyıları.
	H.3.	Kuru nehir yatağı, menderesi	Akan suyun oluşturduğu ancak genellikle kuru olan kara çöküntüsü. Yönetilen ya da yönetilmeyen, genellikle biyolojik çeşitlilik açısından zengin ve genellikle rekreasyon için kullanılan alanlar.
	H.4.	Kanal	Yapay alt tabaka ile yapay tuzlu olmayan suyolları.
	H.5.	Haliç/Nehir ağzı	Tatlı su ve deniz suyunun karışmasıyla gelgit etkilerine maruz kalan nehrin mansap kısmı.
	H.6.	Delta	Sedimentlerin oluşturduğu bir nehir ağzındaki yeryüzü şekli.
	H.7.	Deniz kıyısı	Deniz ve farklı özelliklere sahip kara arasındaki temas alanları (ör. kumlu plajlar, falezler, kıyı kumulları).
	H.8.	Deniz	

3.2.5. Yağmur Suyu Hesaplama Yöntemi

Bu çalışmada su kaynakları ile çalışan profesyoneller ve araştırmacılar tarafından kullanılan popüler bir kentsel yağış modeli olan ve ABD Çevre Koruma Ajansı'nın da kullandığı SWMM modelinin profesyonel modu olan PCSWMM'den faydalanılmıştır.

Çevre Koruma Ajansı-EPA SWMM modeli, öncelikle kentsel alanlardan akış miktarı ve kalitesinin tek bir olay veya uzun vadeli (sürekli) simülasyonu için kullanılan dinamik bir yağış-akış simülasyon modelidir. SWMM'nin akış bileşeni, yağış alan ve akış ve kirletici yükler oluşturan bir alt havza alanları topluluğu üzerinde çalışmaktadır. SWMM'nin yönlendirme kısmı, bu akışı bir borular, kanallar, depolama/arıtma cihazları, pompalar ve düzenleyiciler sistemi aracılığıyla taşımaktadır. SWMM, birden çok zaman adımından oluşan bir simülasyon süresi boyunca her bir alt havza içinde üretilen akışın miktarını ve kalitesini ve her boru ve kanaldaki suyun akış hızını, akış derinliğini ve kalitesini izlemektedir (U.S. EPA, 2017).

SWMM, bir drenaj sistemini birkaç ana çevresel bölme arasında bir dizi su ve malzeme akışı olarak kavramsallaştırmaktadır. Yağış/akış sürecini modellemek için kullanılan başlıca nesneler “yağmur ölçümleri” ve “alt havzalar”dır. Drenaj sisteminin taşıma kısmı, bir “düğüm” ve “bağlantılar” ağı ile modellenmiştir. Düğümler, basit bağlantıları, akış bölücüleri, depolama birimlerini veya çıkışları temsil eden noktalardır. Bağlantılar, kanallar (borular ve kanallar), pompalar veya akış düzenleyiciler (delikler, savaklar veya çıkışlar) ile düğümleri birbirine bağlamaktadır (U.S. EPA, 2017).

SWMM, dağıtılmış bir ayrık zamanlı simülasyon modelidir. Durum değişkenlerinin yeni değerlerini bir dizi zaman adımı üzerinden hesaplar, burada her bir zaman adımında sistem yeni bir dizi harici girdiye tabi tutulur. Durum değişkenleri güncellendikçe, ilgilenilen diğer çıktı değişkenleri hesaplanır ve raporlanır. Bu süreç, simülasyon ilerledikçe her bir zaman adımında çözülen

aşağıdaki genel denklemler dizisi ile matematiksel olarak temsil edilir:

$$X_t = f(X_{t-1}, I_t, P)$$

$$Y_t = g(X_t, P)$$

Eşitlikteki değerler:

X_t	=	t anında durum değişkenlerinin bir vektörü
X_t	=	t anında durum değişkenlerinin bir vektörü,
Y_t	=	t zamanında çıktı değişkenlerinin bir vektörü,
I_t	=	t anında girdilerin bir vektörü,
P	=	sabit parametrelerin bir vektörü,
f	=	vektör değerli bir durum geçiş fonksiyonu,
g	=	vektör değerli bir çıktı dönüştürme işlevi.

(U.S. EPA, 2017).

3.2.5.1. Yağmur Suyu Hesaplama Kullanılan Meteorolojik Veriler

Yağış

Yağış-akış kalitesi simülasyonunda yağış, başlıca itici gücü oluşturmaktadır. SWMM içinde, “yağmur ölçeği” nesnesi, bir yağış verisi kaynağını temsil etmek için kullanılmaktadır. “Yağış göstergeleri”, bir çalışma bölgesindeki bir veya daha fazla alt havza alanı için yağış verileri sağlamaktadır. Birçok SWMM analizi, havzaya en yakın yağış göstergelerinde yapılan ölçümlere veya "gerçek" (gerçek ölçümlerden türetilen) veya "sentetik" (varsayılan bir süre ve zamansal dağılımdan türetilen) varsayılan bir tasarım sürecine dayalı olarak kullanıcı tarafından sağlanan yağış verilerine dayanmaktadır. Kullanıcı tarafından sağlanan yağış verileri, bir yağış göstergesi nesnesi kullanılarak SWMM'ye sunulmaktadır (U.S. EPA, 2017).

Sıcaklık

SWMM, kar erimesini simüle ederken veya potansiyel buharlaşma-terlemeyi (evaporasyon) hesaplamak için Hargreaves yöntemi ile temsili hava sıcaklığı verilerini kullanmaktadır (U.S. EPA, 2017). Araştırma alanı boyunca tek bir zamana bağlı sıcaklık seti kullanılmıştır.

Buharlaşma (Evaporasyon)

Alt havza yüzeylerinde duran su, yeraltı suyu akiferlerindeki yeraltı suyu, açık kanallarda akan su ve depolama ünitelerinde tutulan su için SWMM'de buharlaşma meydana gelebilir. Tek olay simülasyonları genellikle buharlaşma hızına duyarsızdır. Ancak, buharlaşma sürekli simülasyon sırasında su b t cesinin önemli bir bileşenini oluşturabilir (U.S. EPA, 2017).

Rüzgâr

SWMM, sağanak şeklinde yağış olduğu zamanlarda biriken kar için erime hızının hesaplanmasını iyileştirmek için rüzgâr hızını kullanmaktadır.

3.2.5.2. Yüzeysel Akış Hesaplama Yöntemi

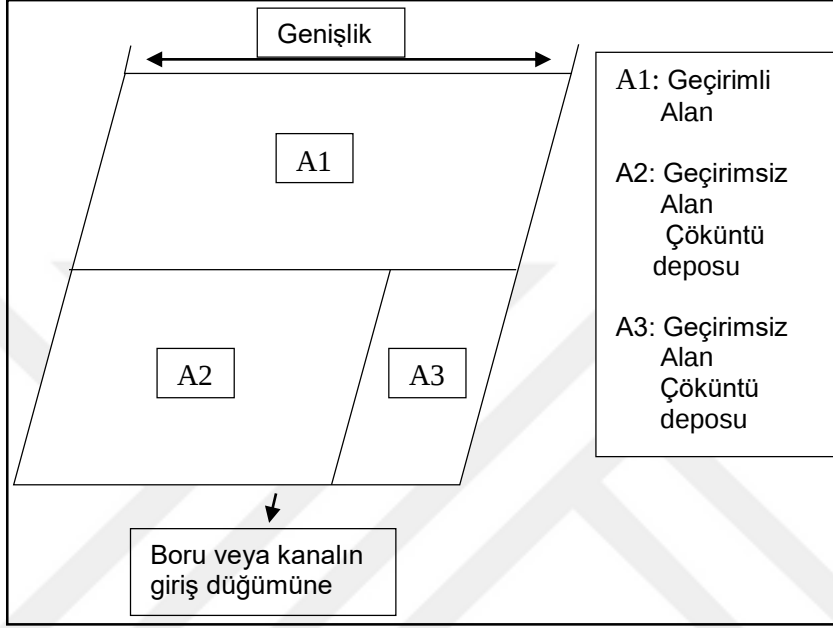
SWMM, yağış fazlalığını (yağış ve/veya kar erimesi daha az sızma, buharlaşma ve ilk soyutlama) yüzey akışına (kara akışı) dönüştürmektedir. Akışın  retimi, alt havza bazında bir alt havzada hesaplanır ve SWMM, bir alt havza üzerindeki yağış tarafından üretilen yüzey akışını tahmin etmek için doğrusal olmayan bir rezervuar modeli kullanmaktadır (model ilk olarak 1971'de Chen ve Shubinski tarafından yayınlanmıştır).

SWMM görevleri dağıtan bir model olduğundan, topografya, drenaj yolları, arazi örtüsü ve toprak özelliklerindeki uzamsal değişkenliğin yüzey akışı oluşumu üzerindeki etkisini en iyi şekilde yakalamak için bir araştırma alanının herhangi bir sayıda düzensiz şekilli alt havza alanına bölünmesine izin vermektedir. Bu nedenle, yüzey akışının üretimi bir alt havzada hesaplanmaktadır.

3.2.5.3. Parametre Hesaplama/Değerlendirme Yöntemleri***Alt-Havza Kavramsallaştırma***

Her bir alt havza, farklı geçirgen ve geçirimsiz yüzeyleri temsil etmek için A1, A2 ve A3 olarak belirlenen üç alt alan kullanımı şekil 3.24'teki gibi şematize edilmektedir. İdealleştirilmiş alt havzanın eğimi, akış genişliğine dik doğrultuda bulunmaktadır. Normal seçenek, her bir alt alandan çıkışın doğrudan bir drenaj borusunun veya kanalının giriş düğümüne hareket etmesi ve başka bir alt alanın

üzerinden geçmemesinden geçmektedir. Tüm alt alanların, yüzey akış yoluna dik aynı genişliğe sahip olduğu varsayılmaktadır.



Şekil 3.24. Alt-Havza'nın kavramsallaştırılması

Alt Havza Alanı

Prensip olarak, toplama ve alt havza alanı, topografik haritalar üzerinde drenaj bölmeleri oluşturularak tanımlanabilmektedir. Pratikte bu işlemin başarısı detaylı kontur bilgisinin bulunmasına ve bilinmeyen giriş ve çıkışların varlığına bağlıdır. Modelleme açısından, alt havza alanında herhangi bir üst veya alt sınır bulunmamaktadır. Alt havzalar genellikle farklı arazi kullanımları, drenaj bölünmeleri ile örtüşecek ve parametre tahminini kolaylaştıracak, yani homojen eğimler, topraklar vb. için seçilmektedir (U.S. EPA, 2017).

Geçirimsizlik

Bir alt havzanın geçirimsizlik yüzdesi, prensipte hava fotoğraflarından veya arazi kullanım haritalarından doğru bir şekilde ölçülebilen başka bir parametredir.

Uygulamada, havzanın bir CBS temsiline geçirimsiz katmanlar dâhil edilmediği sürece, bu tür çalışmalar eksik olma eğilimindedir. Akış hacmi ve akış hızları, geçirimsizlik tahminlerine son derece duyarlıdır; bu nedenle, geçirimsizlik verisinde dikkatli olunması gerekmektedir. Birden fazla arazi kullanımına sahip geniş alanlarda geçirimsiz alanı tahmin etmeye yönelik bir yaklaşım, her bir arazi kullanımı kategorisiyle geçirimsiz alan yüzdesini ilişkilendirmektir. Daha sonra, bir alt havza içindeki her arazi kullanımının yüzdesi bilinerek, geçirimsiz alan yüzdesi hesaplanabilmektedir. EPA'nın Rouge River Projesi'nden (Kluitenberg 1994) alınan ve Bölge I'de MS4 yağmur suyu izni için EPA teknik kılavuzuna dâhil edilen farklı arazi kullanımları için geçirimsiz alan yüzdesi tahminleri Çizelge 3.4'te listelenmektedir (U.S. EPA, 2014).

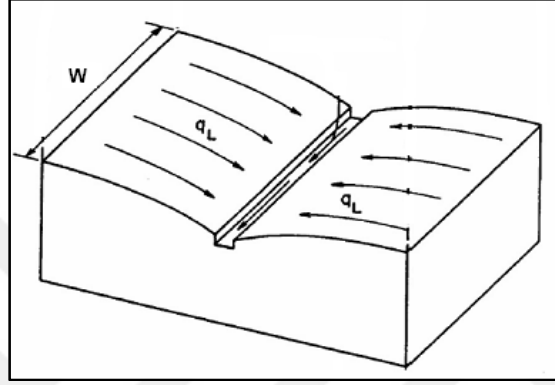
Çizelge 3.4. Farklı arazi kullanımları için geçirimsiz alan yüzdesi (U.S. EPA, 2014)

Alan Kullanımı	Geçirimsiz Alan Oranı (%)
Ticari	56
Endüstriyel	76
Kentsel Doku (Yüksek Yoğunluk)	51
Kentsel Doku (Orta Yoğunluk)	38
Çizelge 3. 5'ün devamı	
Kentsel Doku (Düşük Yoğunluk)	19
Kurumsal/Kamusal Alanlar	34
Tarımsal Alanlar	2
Ormanlar	1,9
Açık Kentsel Araziler	11

Alt Havza Genişliği

İdealize edilmiş karasal akış, dikdörtgen bir havzadan aşağı eğimli akış olarak görselleştirilirse, alt havzanın genişliği, arazi akışının fiziksel genişliğinden meydana gelmektedir. İdealleştirilmiş su toplama havzası Şekil 3.25'te gösterilmektedir. Burada birim genişlik başına yanal akış (qL), kanala toplam akışı elde etmek için hesaplanıp genişlikle (W) çarpılmaktadır. Ayrıca bu ideal duruma göre, eğer alt havzanın iki tarafı simetrik ise toplam genişliğin drenaj kanalının

uzunluğunun iki katı olduğuna dikkat edilmelidir. Gerçek alt havzalar simetri ve tekdüzelik özellikleriyle dikdörtgen olamayacağından, daha genel durumlar için genişliği elde etmek için başka prosedürlerin benimsenmesi gerekmektedir (U.S. EPA, 2017).



Şekil 3.25. Alt havza genişliği ile su toplama havzası ilişkisi

Bu durum özellikle önemlidir, çünkü eğim ve pürüzlülüğün sabitlenmesi durumunda, hidrograf şeklini değiştirmek için genişlik kullanılabilir. Genişlik için iyi bir tahmin, kara akışının ortalama maksimum uzunluğunu belirleyerek ve alanı bu uzunluğa bölerek elde edilebilir.

Eğim

Alt havza eğimi, kara akış yolu boyunca giriş konumlarına giden ortalama eğimi yansıtmalıdır. Basit bir geometrik hesaplama ile eğim, akış uzunluğuna bölünen yükseklik farkından oluşmaktadır. Daha karmaşık geometriler için, birkaç kara akış yolu çizilebilir.

3.2.5.4. İnfiltrasyon Modeli

Sızma, yağışın zemin yüzeyine nüfuz etmesi ve alttaki toprağın gözeneklerini doldurması sürecinden oluşmaktadır (Akan ve Houghtalen, 2003). Genellikle geçirgen alanlar üzerindeki yağış kayıplarının en büyük kısmını oluşturmaktadır. Teorik olarak, sızma, toprak nem içeriğinin bir fonksiyonu olarak

toprak geçirgenliği ve boşluk suyu gerilimi arasındaki ilişkinin bilinmesini gerektiren Richards denklemi (Richards, 1931) tarafından yönetilmektedir. Mühendisler, bir fırtına olayı sırasında sızma kapasitesinin toprak özelliklerine ve önceden sızan suyun hacmine genel bağımlılığını yakalayan birkaç basit cebirsel sızma modeli geliştirmişlerdir.

Hangi modelin en iyi olduğu konusunda evrensel bir anlaşma olmadığı için SWMM, kullanıcının infiltrasyonu modellemek için en yaygın olarak kullanılan üç yöntem arasından seçim yapmasına izin vermektedir: Horton Denklemi, Green-Ampt Yöntemi ve Eğri Numarası (Curve Number) Yöntemi.

Bu çalışmada Eğri Numarası (EN) yöntemi kullanılmıştır. EN yöntemi, tek bir fırtına olayı için tasarlanmış akış tahmini için NRCS (resmi olarak SCS) EN yönteminden uyarlanmıştır. SCS (Soil Conservation Service, artık Natural Resources Conservation Service olarak bilinmektedir) EN Yöntemi, tek olaylı tasarım fırtınalarından akış akışını hesaplamak için yaygın olarak kullanılan bir prosedürdür.

NRCS'nin TR-55 kılavuzunda (NRCS, 1986) uygulandığı gibi, akışla ilgili üç ayrı hesaplamadan oluşmaktadır: birincisi herhangi bir yağış olayı için toplam akış hacmini hesaplarken, diğer ikisi ise belirli bir geri dönüş süresi ile sentetik bir 24 saat için bir tepe debisini ve bir akış hidrografını tahmin etmektedir. Çalışmada kullanılan eğri numaraları ile ilgili bilgiler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. USDA NRCS (SCS) Toprak Geçirgenliği Eğri Numaraları (SCS, 1986)

SCS Eğri Numaraları (CN)				
Alan Kullanım Tanımı	Hidrolojik Toprak Grubu			
	A	B	C	D
Ekilebilir Alanlar				
Koruma işlemi olmadan	72	81	88	91
Koruma işlemi ile	62	71	78	81
Mera veya Otlaklar				
Kötü durumda	68	79	86	89
İyi durumda	39	61	74	80
Çayırlar				
İyi durumda	30	58	71	78

Çizelge 3.5'in devamı

Ağaçlık ve Ormanlık Alanlar				
Kötü Örtü	45	66	77	83
İyi Örtü	25	55	70	77
Ticari Alanlar	89	92	94	95
%85 Geçirimsizlik				
Sanayi Bölgeleri	81	88	91	93
%72 Geçirimsizlik				
Yerleşim (% Geçirimsizlik)				
>%65	77	85	90	92
%65-%38	61	75	83	87
%38-%30	57	72	81	86
%30-%25	54	70	80	85
%25-%20	51	68	79	84
Kaplanmış Otoparklar, Çatılar ve Araç Yolları	98	98	98	98
Sokaklar ve Yollar				
Kaldırım taşı ve taşkın kanalları ile döşeli	98	98	98	98
Çakıl	76	85	89	91
Toprak	72	82	87	89
NRCS: Doğal Kaynakları Koruma Servisi (Eski Adı: SCS)				
USDA: Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı				

Çalışmada kullanılan Hidrolojik Toprak Grupları ile ilgili bilgiler Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. NRCS Hidrolojik Toprak Grubu (SCS, 1986)

Grup	Açıklamalar	Doymuş Hidrolik İletkenlik (cm/sa)
A	Düşük Yüzey Akış Potansiyeli • Topraktan su geçişi serbesttir. • Çakıl veya kum Tekstür • Yüzde 10'dan az kil • Yüzde 90'dan fazla kum/çakıl	>3,61
B	Orta Düşük Yüzey Akış Potansiyeli • Topraktan su geçişi engellenmez. • Tınlı kum veya kumlu balçık Tekstür • Yüzde 10-20 arası kil • Yüzde 50-90 arası kum	1,45-3,61
C	Orta Yüksek Yüzey Akış Potansiyeli • Topraktan su geçişi sınırlıdır. • Balçık, silt balçık, kumlu killi balçık, killi balçık ve siltli killi balçık Tekstür	0,15-1,45
	• Yüzde 20-40 arası kil • Yüzde 50'den az kum •	

Çizelge 3.6'nın devamı

D	Yüksek Yüzey Akış Potansiyeli • Topraktaki su hareketi sınırlıdır veya çok sınırlıdır. • Killi Tekstür. • Yüzde 40'tan fazla kil • Yüzde 50'den az kum	<0,15
---	---	-------

3.2.5.5. Yönlendirme Modeli

Alt havzalar

Alt havzalar, topografyası ve drenaj sistemi elemanları yüzey akışını tek bir deşarj noktasına yönlendiren hidrolojik arazi birimlerden oluşmaktadır. Kullanıcı, bir araştırma alanını uygun sayıda alt havzaya bölmekten ve her bir alt havzanın çıkış noktasını belirlemekten sorumlu tutulmaktadır. Boşaltma çıkış noktaları, drenaj sisteminin düğümleri veya diğer alt havzalardan oluşabilmektedir.

Alt havzalar, geçirgen ve geçirimsiz olarak alt alanlara ayrılmaktadır. Yüzey akışı, geçirgen alt alanın üst toprak bölgesine sızabilmektedir, ancak geçirimsiz alt alandan geçememektedirler. Geçirimsiz alanlar, biri çöküntü depolaması içeren ve diğeri içermeyen iki alt alana bölünmüştür. Bir alt havzadaki bir alt alandan gelen akış, diğer alt alana yönlendirilebilmekte veya her iki alt alan da alt havza çıkışına aktarabilmektedir. Bir alt havzanın geçirgen alanından doymamış üst toprak bölgesine yağmur suyu sızması üç farklı model kullanılarak tanımlanabilmektedir:

- Horton infiltrasyonu ve Modifiye Horton infiltrasyonu
- Green-Ampt infiltrasyonu ve Modifiye Green-Ampt infiltrasyonu
- EN (Curve Number-CN) infiltrasyonu

Alt havzalara yönlendirmede infiltrasyon bölümünde de olduğu gibi Eğri Numarası infiltrasyonu kullanılmıştır.

Alt havzalar için diğer temel girdi parametreleri şunları içermektedir:

- Atanan yağmur ölçeği (Rain gage)
- Çıkış düğümü veya alt toplama
- Atanan arazi kullanımları

- Yan yüzey alanı
- Geçirimsizlik
- Eğim
- Kara akışının karakteristik genişliği (U.S. EPA, 2017).

3.2.6. Su İhtiyacı Hesaplama Yöntemi

Sulama ihtiyacı olan alanların su ihtiyacı hesabı için TAGEM ve DSİ'nin ortak bir çalışması olan “*Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri*” çalışmasından faydalanılmıştır. Bu rehberde temel olarak buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) bilgileri kullanılmıştır. Bu, kısa boylu bitki esaslı referans bitki su tüketimini temsil etmektedir (ET_o). ET_o, kısa boylu (ortalama 12 cm) ve tam örtüye sahip bir bitkinin (çoğunlukla çim olarak kabul edilmektedir) ele alınan bir dönemde, standart koşullar altındaki su tüketimini göstermektedir. Birçok ulusal ve uluslararası kaynakta, ET_o, bitkiler için atmosferin nem talebini gösteren bir parametre olarak da değerlendirilmektedir. Bu rehberin hazırlanmasında ET_o hesabında ASCE Standardize Penman-Monteith eşitliğinden yararlanılmıştır. ASCE Standardize Penman-Monteith eşitliği aşağıda verilmiştir (TAGEM, 2017).

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \frac{C_n}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + (1 + C_d u_2)}$$

Eşitlikteki değerler;

R_n = Bitki yüzeyi için hesaplanan net radyasyon (MJ m⁻² g⁻¹),

G = Toprak ısı akısı (MJ m⁻² g⁻¹),

T = Günlük ortalama hava sıcaklığı, (°C),

u_2 = Günlük ortalama rüzgâr hızı, (m s⁻¹),

e_s = Doygun buhar basıncı, (kPa),

e_a = Gerçek buhar basıncı, (kPa),

Δ = Doygun buhar basıncı-sıcaklık eğrisinin eğimi (kPa, 0C-1),

C_n = Kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için $C_n = 900,0$

C_d = Kısa boylu bitki ve günlük hesaplama için $C_n = 0,34$

ETo' nun hesaplanabilmesi için gerekli olan asgari veriler hava sıcaklığı (T), oransal nem (RH), güneş radyasyonu (Rs), atmosferik basınç (P) ve rüzgâr (u) hızından oluşmaktadır. Hesaplanan ETo değerinin doğruluğu bütünüyle kullanılan iklim verilerinin kalitesine dayanmaktadır. En doğru sonucun elde edilebilmesi için bu iklim elemanlarının, zemini bitki ile kaplı (tercihen bakımlı çim bitkisi) meteoroloji istasyonlarında ölçülmüş olması gerekmektedir. Bu rehberin hazırlanmasında Türkiye geneline dağılmış, MGM'ye bağlı toplam 259 istasyonun son 30 yıllık, günlük minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, nispi nem, yağış, rüzgâr hızı, güneşlenme süresi ve güneşlenme şiddeti verileri kullanılmıştır. Öncelikle tüm veri kalite kontrolünden geçirilmiştir. Çıkarılan veya eksik veriler Allen ve ark., (1998)' de verilen esaslar doğrultusunda tamamlanmıştır. Güneş radyasyonu verilerinin kalite kontrolü ayrıca yapılmış ve her bir istasyon için güneş radyasyonu verilerinden uygun olmayanlar tekrar düzenlenmiştir. Böylece 259 istasyonun tamamında ETo hesaplamaya uygun günlük bazda 30 yıllık veri hazır hale getirilmiştir. Son olarak sözü geçen istasyonların tamamına ait veriler kullanılarak 30 yıl için günlük olarak ETo değerleri hesaplanmıştır (TAGEM, 2017).

3.2.7. Araz Değişim Projeksiyonu Yöntemi

Arazi Değişim Modelleyicisi'ndeki (Land Change Modeler) değişiklik tahmin süreci sırasıyla, değişiklik analizi, geçiş potansiyeli modellemesinden, değişiklik tahminine kadar adım adım hareket eden deneysel olarak yönlendirilen bir süreçten oluşmaktadır. Arazi değişimi tahmini için gelecekteki senaryoları projelendirme, 1. zamandan 2. zamana kadar geçen sürede arazi örtüsü haritalarında oluşan tarihsel değişime dayanmaktadır (TerrSet, 2016).

Değişim tahmin sürecindeki ilk adım değişim analizinden oluşmaktadır. Geçiş potansiyelleri sekmesi, iki arazi örtüsü haritası arasındaki geçişleri, her bir alt modelin bir dizi sürücü veya açıklayıcı değişkenle tanımlandığı bir dizi alt model

halinde gruplandırmaktadır. Değişiklik tahmini sekmesi, dinamik bir arazi örtüsü değişiklik tahmin süreci için kontroller sağlamaktadır. Bitiş tarihi belirlendikten sonra, her geçişteki değişim miktarı ya bir Markov Zinciri analizi yoluyla ya da bir dış modelden geçiş olasılığı matrisi belirlenerek modellenmektedir (TerrSet, 2016).

Çalışmanın bu bölümünde araştırma alanı için 2050 yılı projeksiyonu ile gelecekteki kentsel gelişim açısından arazi değişim eğilimleri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda, TerrSet yazılımının Arazi Değişim Modelleyicisi modülü yardımı ile mikro havza düzeyindeki araştırma alanında meydana gelen 1990 yılı ile 2020 yılları arasındaki AÖ/AK değişimleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Veri Envanteri Ön Hazırlık İşlemleri ve Veri Setleri

4.1.1. Hava Fotoğrafları

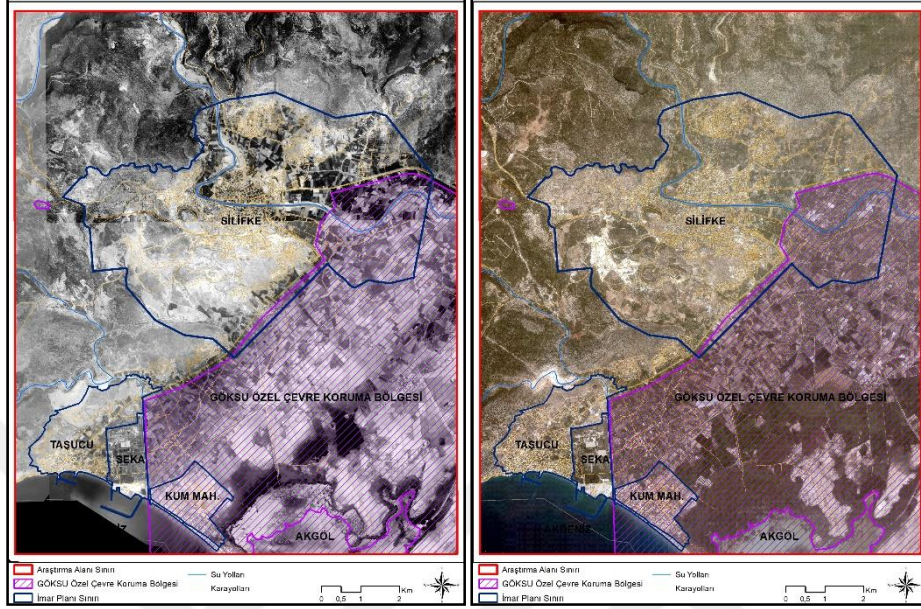
Bu çalışmada 1990 ve 2015 yıllarına ait olmak üzere iki farklı hava fotoğrafı kullanılmıştır. Gerekli ön hazırlık işlemlerinden geçirilmiş şekilde Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 30 cm çözünürlüğe sahip 1990 yılı hava fotoğrafının yersel doğruluğu kontrol edilerek çalışmada kullanılmak üzere araştırma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. 1990 yılına ait hava fotoğrafı araştırma alanının geçmiş yıllarına ait AÖ/AK haritasının üretilmesi için kullanılmıştır.

Silifke Belediyesinden temin edilen 30 cm çözünürlüğe sahip kullanıma hazır olan 2015 yılına ait hava fotoğrafının yersel doğruluğu kontrol edilerek çalışmada kullanılmak üzere araştırma alanı sınırlarına göre kesilmiştir. 2015 yılına ait hava fotoğrafı ile birlikte yardımcı veriler (İmar planı, Google Earth, Arazi çalışmaları, Topoğrafik haritalar) kullanılarak araştırma alanına ait güncel AÖ/AK haritası üretilmiştir.

2015 yılına ait hava fotoğrafı ayrıca yardımcı veriler ile (İmar planı, Google Earth görüntüleri, arazi çalışmaları, topoğrafik haritalar, orman meşcere haritası) birlikte güncellenerek 4. düzey sınıflama haritalarının üretilmesinde altlık olarak kullanılmıştır. 4. düzeyde yapılan KA ve YD detaylı sınıflama sonucunda üretilen veriler ile araştırma alanındaki mevcut YAY, suya bağlı kentsel ES'e hizmet eden alanlar ve ihtiyaçları ve yağmur suyu potansiyeli ve hasadı için depolama yerleri belirlenmiştir (Şekil 4.1).

4.1.2. Sayısal Yükseklik Modeli

Ön hazırlık işlemlerinden geçirilen ve coğrafi doğrulukları kontrol edilen 2014 yılına ait yükseklik bilgisi içeren Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model (DEM)) verisi kullanım amaçlarına uygun sınırlara göre kesilmiştir.

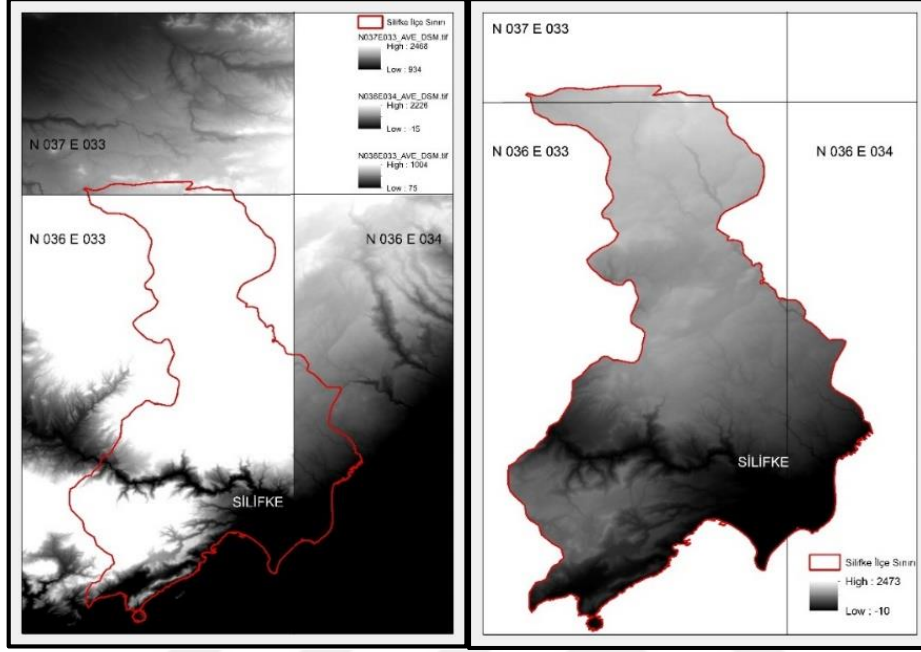


Şekil 4.1. 1990 ve 2015 yıllarına araştırma alanlarına ait hava fotoğrafları

Mikro havza çalışması ile birlikte yağmur suyu çalışmalarında da kullanılan DEM verisi mikro havza çalışması için Silifke ilçe sınırına göre yağmur suyu çalışmaları için ise araştırma alanı sınırına göre kesilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.2).

4.1.3. Meteoroloji Verileri

Bu çalışmada kullanılmak üzere MGM'ye ait 17330 numaralı Silifke İstasyonundan Saatlik/Günlük/Aylık Toplam Yağış, Saatlik Sıcaklık, Günlük Toplam Buharlaşma Saatlik Rüzgâr Yönü ve Hızı, Yağış Şiddet Analizi verileri temin edilmiştir. Ham olarak temin edilen bu veriler kalite açısından (eksik veri, yanlış veri veya olağan olmayan ekstrem veri değeri) kontrol edilmiştir. Temin edilen bu veriler farklı tarih aralıklarına sahip oldukları için bu veriler içerisinde hangi tarih aralığında kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Günlük veriler 1980 ve 2020 yılları arası için temin edilmiştir. Fakat saatlik olarak temin edilen verilerin tarih aralıkları günlük olarak temin edilen veriler ile benzerlik göstermemektedir.



Şekil 4.2. Temin edilen ve Silifke sınırlarına göre kesilen DEM verisi (2014)

Araştırma alanı içerisinde yer alan istasyonda yukarıda belirtilen tarihlerden daha eski tarihli saatlik verinin bulunmamasından dolayı saatlik olarak kaydedilmiş olan veriler 2000 ve 2020 yılları arası için temin edilebilmiştir.

Yağmur suyunun potansiyelinin hesaplanması için yapılan analizlerde günlük toplam yağış verisi kullanıldığı için kullanılan diğer meteorolojik verilerin tarih seçimi de bu tarih aralıklarına göre yapılmıştır. Günlük toplam yağış (mm) verisi 1980 ve 2020 yılları arası için temin edilmiştir. Bu nedenle diğer meteorolojik veriler için de 1980-2020 yılları arasına ait veriler kullanılmıştır. Bu verilerin kalitesini kontrol etmek için her bir veri teker teker incelenmiştir. Eksik, yanlış veya olağan olmayan ekstrem veri değeri olduğu düşünülen kayıtlar için veriler ön işleminden geçirilmiştir. Daha sonra bu veriler, yağmur suyu potansiyelinin hesaplanacağı yazılımda kullanılmak üzere, bu yazılıma uygun formata dönüştürülmüştür. Aynı şekilde araştırma alanını ilgilendiren Silifke istasyonundan temin edilen rüzgâr ve buharlaşma verileri için de benzer işlemler uygulanmıştır.

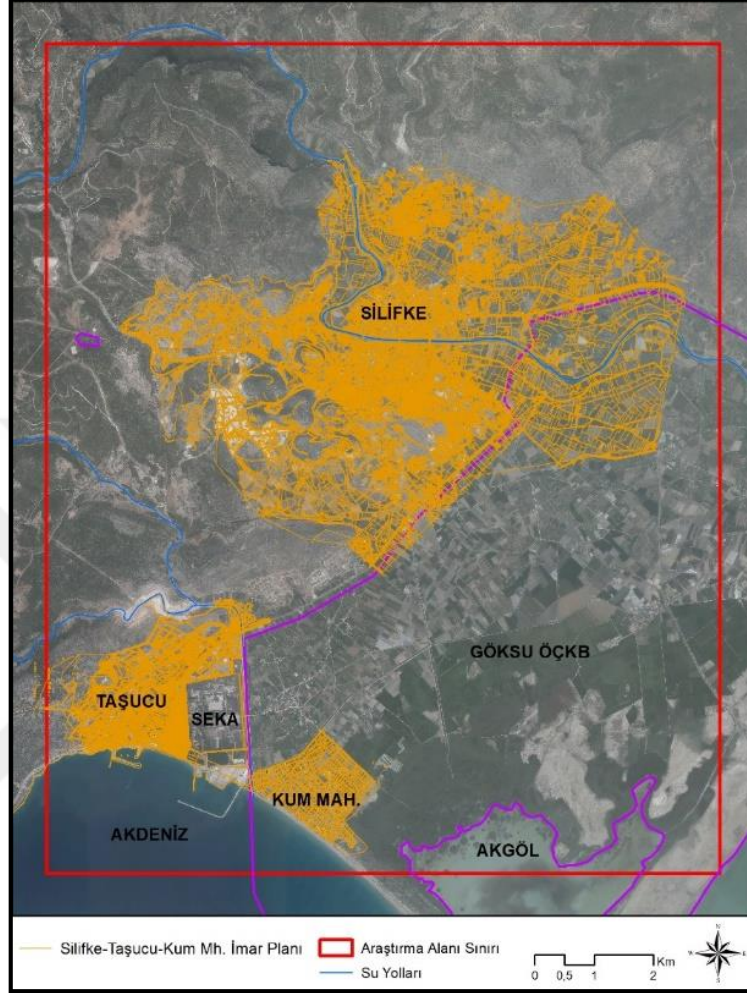
4.1.4. İmar Planı

2013 yılında üretilen araştırma alanına ait imar planları Silifke Belediyesi'nden temin edilmiştir. Silifke Merkez, Taşucu ve Kum Mahallesi olarak ayrı ayrı temin edilen imar planları, çalışma kapsamında farklı şekillerde kullanılmıştır. İmar planlarının sürekli olarak revize edilmesi nedeniyle temin edilen verinin kullanıma hazır hale getirilmesi için veri yeniden düzenlenmiştir. Diğer verilerle tutarlı ve sağlıklı sonuçlar elde edilmesi için her bir verinin coğrafi doğruluğunun sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle farklı projeksiyon bilgilerine sahip veri gerekli dönüştürme işlemlerinden geçirilmiştir ve coğrafi tutarlılığı kontrol edilen veri araştırmada kullanılan diğer verilerle tutarlı hale getirilmiştir.

Ön hazırlık işlemlerinden geçirilen araştırma alanına ait 2013 yılı imar planları çalışmada kullanılmadan önce tekrar işleminden geçirilmiştir. Bunu nedeni analiz çalışmalarında kullanılmak istenen ve en fazla bilgi içeren veri dosyasının istenilen geometrik yapıya sahip olmamasıdır. Kullanılmak istenilen geometrik yapının poligon olması nedeniyle veri vektörel yani çizgisel yapıdan poligon yani alansal özelliğe sahip geometrik yapıya dönüştürülmüştür. Yazılım aracılığı ile otomatik olarak yapılmak istenen dönüşüm işleminden istenilen sonuç elde edilememiştir. Bu nedenle işlem manuel şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanını ilgilendiren imar planı Şekil 4.3'te verilmiştir.

4.1.5. Yardımcı Veriler

Topoğrafik haritalar, Adana-Mersin 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı, orman meşcere haritası ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler yardımcı veriler olarak kullanılmıştır. Temin edilen tüm veriler, standart bir projeksiyonda yeniden örneklenmiştir.



Şekil 4.3. Araştırma alanı sınırları içinde yer alan imar planı

4.2. Veri Setleri

4.2.1. 1990-2020 Yıllarına ait AÖ/AK (CLC 3. Düzey) Haritaları

Bu çalışma kapsamında araştırma alanının gelecekteki kentsel dokusu için arazi değişim eğilimleri ortaya konulmuştur. Araştırma alanına ait AÖ/AK'lerdeki kentsel gelişimin nasıl bir değişikliğe sebep olacağının ortaya konularak 2050 yılında ortaya çıkabilecek kentleşmenin ve nüfusun ihtiyaç duyacağı yeşil alanların durumu ortaya konulmuştur. Bu çalışmanın ana unsuru olan ve CLC 3. düzey sınıflama sistemi kullanılarak üretilen haritalar; 1990 yılına ait hava fotoğrafı, 2015

yılına ait hava fotoğrafı ve Google Earth ve diğer yardımcı veriler (orman meşcere haritası, topoğrafik haritalar, arazi çalışmaları) ile mevcut durum bilgileri kullanılarak detaylı bir şekilde üretilmiştir. 1990 ve 2015 yıllarına ait AÖ/AK haritaları arazi değişim modeline dâhil edilerek araştırma alanının gelecek yıllardaki arazi değişim eğilimlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu veri setleri ile ilgili haritalar ve bu haritalara ait istatistiksel bilgiler verilerin kullanıldığı ilgili bölümlerde verilmiştir.

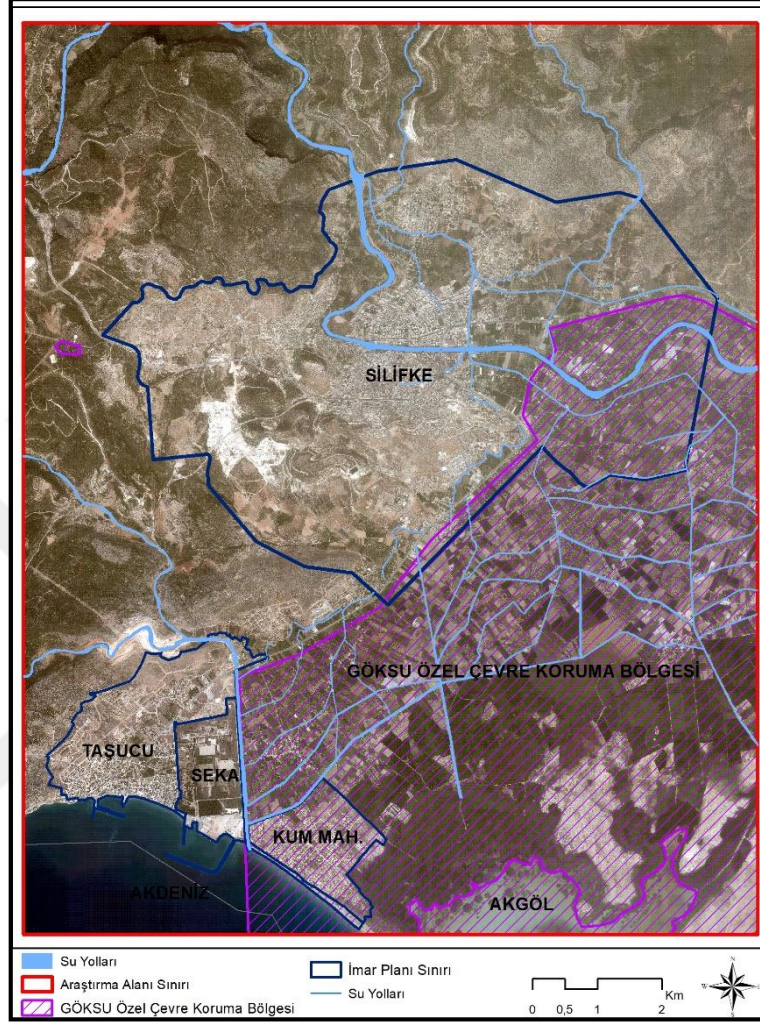
4.2.2. 2020 Yılına Ait Kentsel Atlas (KA) ve Yeşil Dalga (YD) Haritaları

Hem kentsel hem de kırsal alanları içeren ve sınırları mikro havza çalışması ile belirlenen araştırma alanı için 3. düzey CLC sınıflama sisteminin kullanılması düşünülmekteydi. Fakat yapılan çalışmanın doğası gereği kentsel ağırlıklı araştırma alanı için daha detaylı bir sınıflama sistemi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle bu çalışmada C LC “Yapay Alanlar” sınıfının yüzey geçirgenliği oranına göre 4. düzeyde kategorize edildiği KA ve özellikle kentsel yeşil alanların kategorize edildiği YD sınıflama sistemleri kullanılmıştır.

Araştırma alanı için mevcut YAY durumu, suya dayalı kentsel ES ve bunların ihtiyaçları, akışa geçen yağmur suyu potansiyeli ve bunların hasadı için yağmur suyunun depolanacağı yerlerin belirlenmesi çalışmalarının tamamı bu veriler kullanılarak (direkt veya dolaylı) ortaya konulmuştur. Bu veri setleri ile ilgili haritalar ve bu haritalara ait istatistiksel bilgiler verilerin kullanıldığı ilgili bölümlerde verilmiştir.

4.2.3. Hidroloji Ağı

Araştırma alanına ait hidroloji ağı, altlık olarak kullanılan 2015 yılına ait hava fotoğrafının ekran üzerinden elle sayısallaştırılmasıyla elde edilmiştir. Sayısallaştırma işlemi yapılırken yardımcı veri olarak Google Earth, topoğrafik haritalar ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler kullanılmıştır (Şekil 4.4).

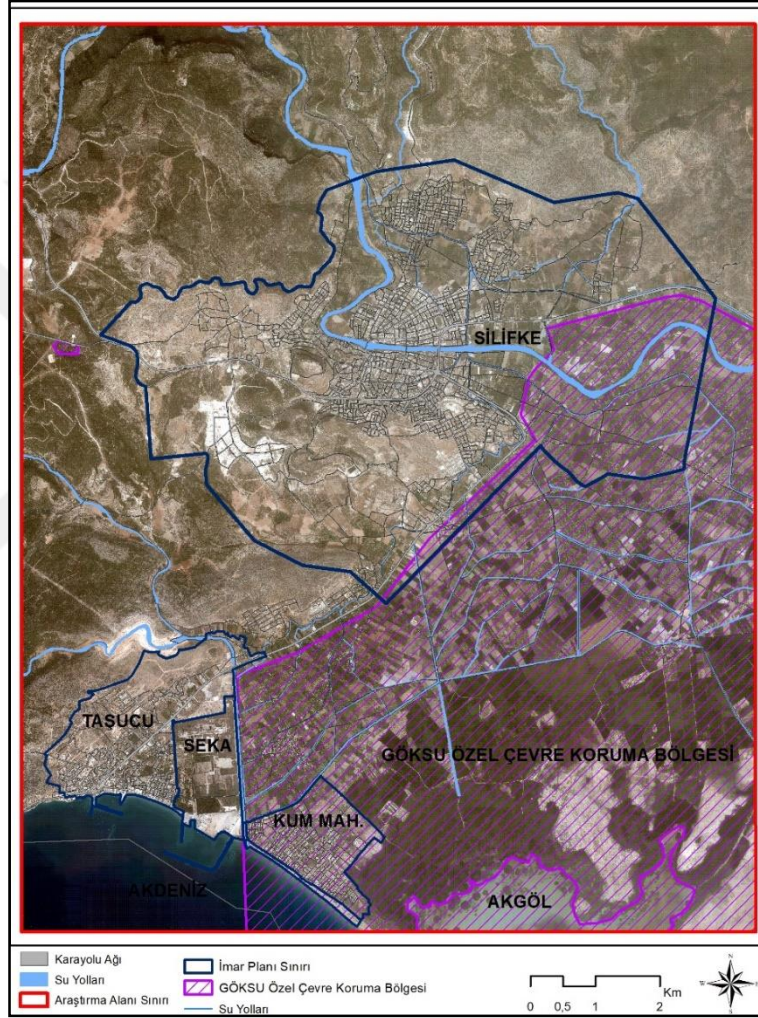


Şekil 4.4. Araştırma alanına ait hidroloji ağı

Araştırma alanındaki suyolları doğal nehir ve dere yataklarından ve yapay su kanallarından oluşmaktadır. Araştırma alanı içerisindeki en büyük ve en önemli su yolu ise Silifke merkez yerleşim yerinin ortasından geçen Gökusu Nehri'dir. Su kanallarının bir kısmı yerleşim merkezinde ilerleyerek meyve bahçeciliğinin yoğun olarak yapıldığı bölgelere su temin etmektedir. Diğer kanallar ise çoğunlukla kıyıya yakın olan bölgede ova üzerinde yayılmış vaziyettedir. Gökusu deltasında yer alan bu kanalların bazıları ise drenaj amaçlı kullanılmaktadır.

4.2.4. Yol Ağı

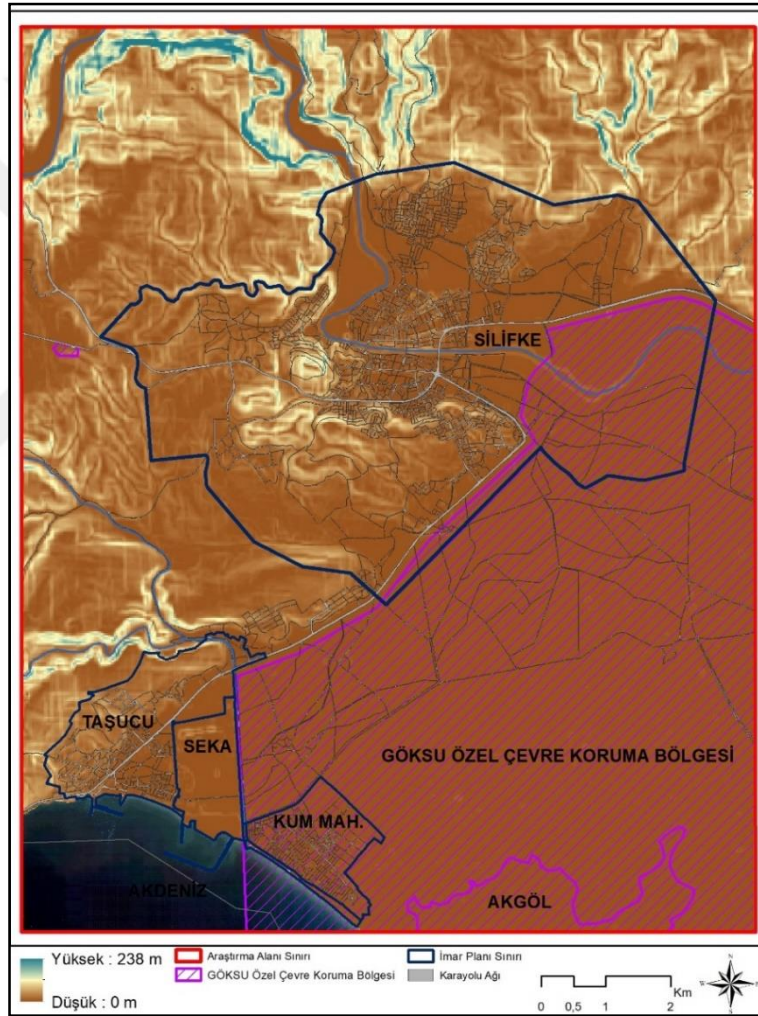
Araştırma alanına ait yol ağı 2015 yılına ait hava fotoğrafı kullanılarak üretilmiştir. Ekran üzerinden elle sayısallaştırılan yol ağı yardımcı veriler aracılığı ile güncel olarak üretilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Araştırma alanına ait yol ağı haritası

4.2.5. Eğim

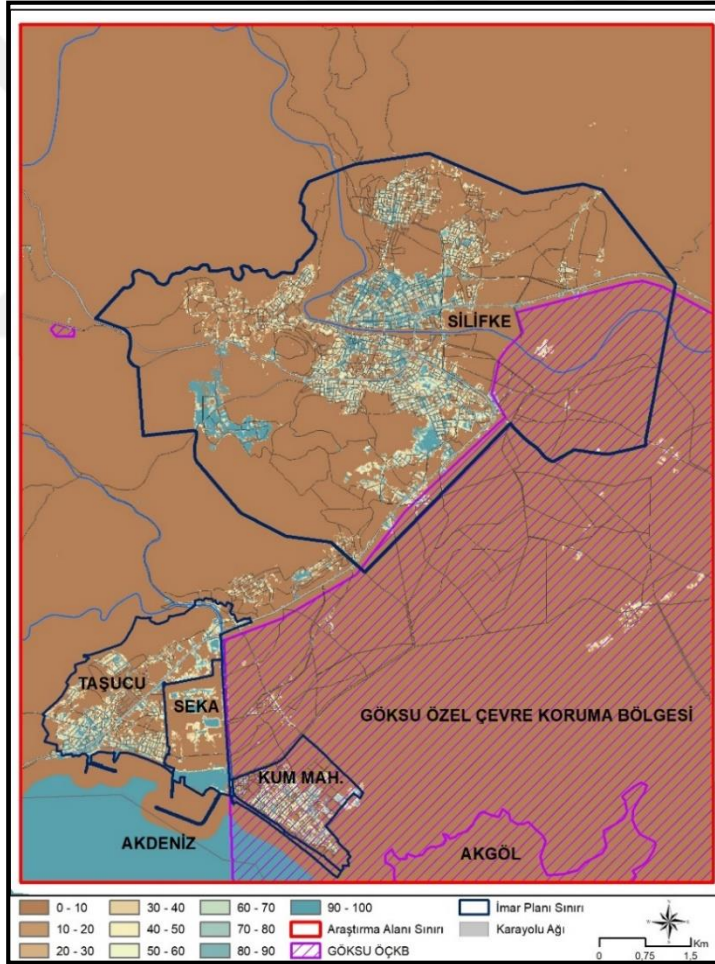
Eğim haritasının üretilmesinde 30 m yersel çözünürlüğe sahip ALOS World3D Sayısal Yükseklik Modeli verisi kullanılmıştır. Üretilen eğim haritası araştırma alanı sınırına göre kesilmiştir ve hem yağmur suyu potansiyelinin belirlenmesinde hem de arazi değişim modeli içerisindeki yapılaşma eğiliminin belirlenmesinde önemli bir belirleyici olarak kullanılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Araştırma alanına ait eğim haritası

4.2.6. Yüzey Geçirgenliği

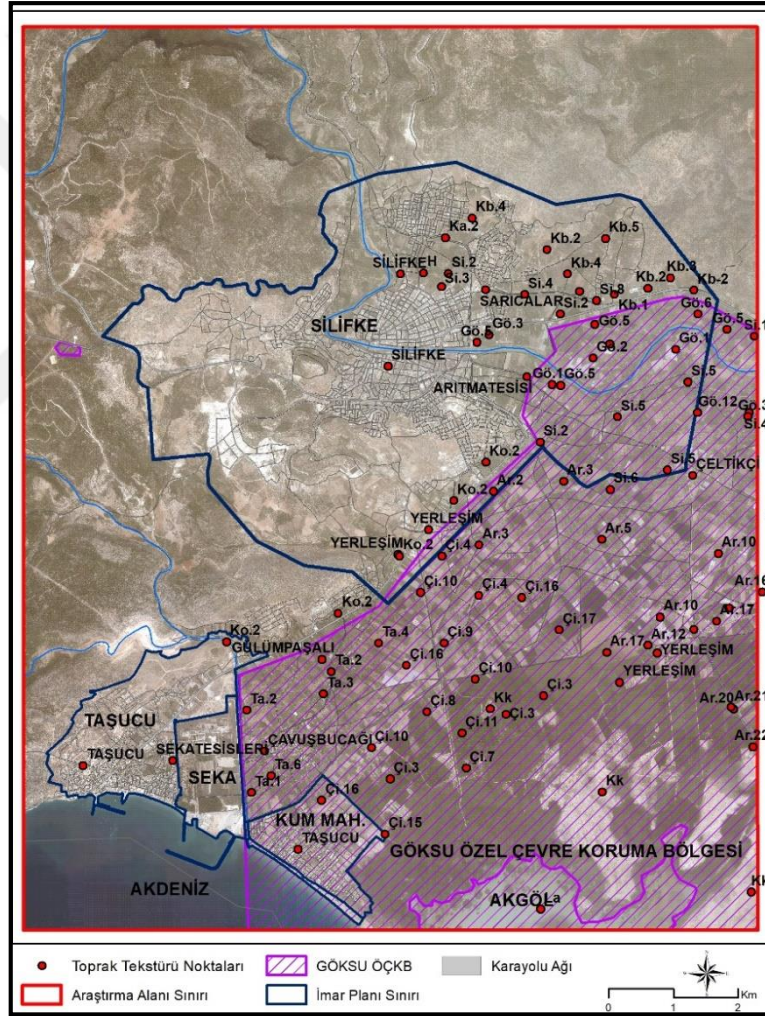
CLC'nin temel sınıflarına karşılık gelen yüzey geçirgenliği verisi Copernicus veri tabanından temin edilmiştir. Copernicus programı kapsamında elde edilen 10 m yersel çözünürlüğe sahip Sentinel veri setlerinin yüksek çözünürlüklü katmanları belirli arazi örtüsü özellikleri hakkında bilgi sağlarken, yüzey geçirgenliği gibi tamamlayıcı verilerin de üretilmesine de olanak vermektedir. Bu verinin coğrafi tutarlılığı kontrol edilerek araştırma alanı sınırına göre kesilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Araştırma alanına ait yüzey geçirgenliği haritası

4.2.7. Toprak Tekstürü

Bu çalışmanın ilgili yerlerinde kullanılmak üzere araştırma alanında yapılan güncel bir çalışmanın ölçüm sonuçlarından faydalanılmıştır (Arslan ve Şenol, 2021). Bu çalışma bir lisansüstü çalışması olup çalışma çıktıları toprağın tekstürü (bünyesi) (Kum, kil ve silt) hakkında detaylı bilgi vermektedir. Bu veriler özellikle yağmur suyu potansiyelinin hesaplanması aşamasında geçirimli yüzeylerdeki süzülme miktarının hesaplanmasında önemli bir girdi olarak kullanılmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Toprak tekstürü örneklem haritası (Arslan ve Şenol, 2021)

4.2.7.1. Silifke Serisi (Si)

Göksu Nehri'nin taşkın ovasına açılmadan depoladığı sedimentler üzerine oluşmuş entisol (SSS, 1975) taksonomisi ve Fluvisollerdir (FAO-UNESCO, 1974). Düze yakın eğimli siltli tın veya siltli killi tın ana madde üzerinde oluşmuş derin veya çok derin topraklardır. Drenajları çoğunlukla iyi, ancak nadiren ovada yetersiz drenajlı olanlara da rastlanmaktadır. Organik madde yüzeyden aşağı katlara doğru kademeli olarak azalmaktadır. Bütün profil çok kireçli olup, profilde kireç hareketi görülmemektedir (Çizelge 4.1) (Arslan ve Şenol, 2021).

Çizelge 4.1. Silifke serisi toprak tekstürü değerleri (Arslan, E. ve Şenol, S., 2021)

Horizon	Derinlik (cm)	pH	Total Tuz %	K.D.K. Meq / 100gr	D.K. Meq/100 gr.			Organik Madde %	Tane Dağılımı %			Tekstür Sınıfı
					Na	K	Ca+ Mg		Kil	Silt	Kum	
A ₁₁	0-16	8,2	0,04	11,3	10,0	1,1	0,2	2,30	21,4	46,7	31,9	L
A ₁₂	16-30	8,1	0,11	9,9	8,7	0,9	0,3	1,74	21,4	50,6	27,8	L
A ₃	30-74	8,2	0,04	13,0	12,0	0,8	0,2	1,36	27,5	37,1	35,4	CL
C	74+	8,1	0,05	12,6	11,6	0,8	0,2	1,50	27,5	41,2	31,3	CL

4.2.7.2. Göksu Serisi (Gö):

Göksu serisi toprakları nehir setleri ve eski nehir yatakları üzerinde oluşmuş fluvent (SSS, 1975) ve Fluvisollerdir (FAO-UNESCO, 1974) Düz ve düze yakın eğimlidirler. Çok ince kumlu tın ana profili üzerinde oluşan seri toprakları doğal setlerde ve eski yataklarda kaba bünyeli olduklarından bu seriye varyant olarak dâhil edilmişlerdir. Eski yataklar daha sonraları nehir depozitleri ile dolduğundan hemen hemen profiller aynı bünyelidir, sadece denize doğru ilerledikçe drenaj yetersizliği ile birlikte tuzluluk görülmektedir. Bütün profil çok kireçli olup, profilde kireç hareketi görülmemektedir. Bölge organik maddece fakirdir (Çizelge 4.2) (Arslan ve Şenol, 2021).

Çizelge 4.2. Göksu serisi toprak tekstürü değerleri (Arslan ve Şenol, 2021)

Horizon	Derinlik (cm)	pH	Total Tuz %	K.D.K. Meq / 100gr	D.K. Meq/100 gr.			Organik Madde %	Tane Dağılımı %			Tekstür Sınıfı
					Na	K	Ca + Mg		Kil	Silt	Kum	
Ap	0-17	8,1	0.0	9.5	8,6	0.7	0.2	1,7	13.	42.	43,8	L
A ₁₂	17-47	8.0	0,0	8,7	7,8	0.5	0.4	1,3	13,	54,	41,8	L
A ₁₃	47-55	8.2	0.0	6.9	4.9	1.3	1.6	1,4	9,1	30,	60,1	SL
C ₁	55-86	8,1	0.0	6.9	3.4	1.3	2.2	1.3	----	26.	73.9	SCL
C ₂	86-08	8,1	0,1	6.4	3.9	1.3	2.2	1.3	8.7	38.	52,8	SL

4.2.7.3. Taşucu Serisi (Ta):

Silifke Ovasının batısındaki küçük yandere aluviyal depozitleri üzerinde oluşmuş çok genç fluvent (SSS, 1975) ve Fluvisollardır (FAO-UNESCO, 1974). Eğimleri kuzeyden güneye, batıdan doğuya doğru olup genellikle %1-2 arasındadır. Tekstürleri kumlu, killi, tınlıdır. Yüzeyde ve profilde seyrek az yuvarlaklaşmış 4-20 mm boyutunda çakıl taşları bulunmakta, aşağılara doğru nispeten irileşmekte ve çoğalmaktadır. Kireç içerikleri yüksek olup alt katlara doğru artmaktadır. Organik madde içerikleri ise düşüktür (Çizelge 4.3) (Arslan ve Şenol, 2021).

Çizelge 4.3. Taşucu serisi toprak tekstürü değerleri (Arslan ve Şenol, 2021)

Horizon	Derinlik (cm)	pH	Total Tuz %	K.D.K. Meq/ 100gr	D.K. Meq/100 gr.			Organik Madde %	Tane Dağılımı %			Tekstür Sınıfı
					Na	K	Ca + Mg		Kil	Silt	Kum	
A _p	0- 2	8,15	0,04	9,5	8,6	0,7	0,2	1,57	16,5	53,6	29,9	L
A ₁₂	12-31	8,10	0,05	7,8	7,3	0,4	0,1	1,48	26,4	64,1	9,5	SİC
A ₁₃	31-55	6.05	0,04	12,1	11,2	0,7	0,2	0,94	30,6	33,3	35,9	L
C ₁	55-87	8,20	0,04	9,7	9,1	0,4	0,2	1,58	26,6	53,9	19,6	SİL

4.3. Araştırma Alanı Sınırı: Mikro Havza Çalışması

Orman ve Su İşleri Bakanlığı veri tabanında idari bir sınır olarak belirtilmiş olan Doğu Akdeniz Havzası Kayraktepe Alt Havzası içerisinde yer alan araştırma alanı, Silifke ve Taşucu yerleşim yerlerini, Göksu Deltası ve Göksu Nehri'nin bir kısmını sınırları içerisinde barındırmaktadır. Yapılan çalışmanın doğasına uygun olarak hidroloji temelli bir araştırma alanı sınırı belirlenebilmesi için çalışmanın başında mikro havza çalışması yapılmıştır.

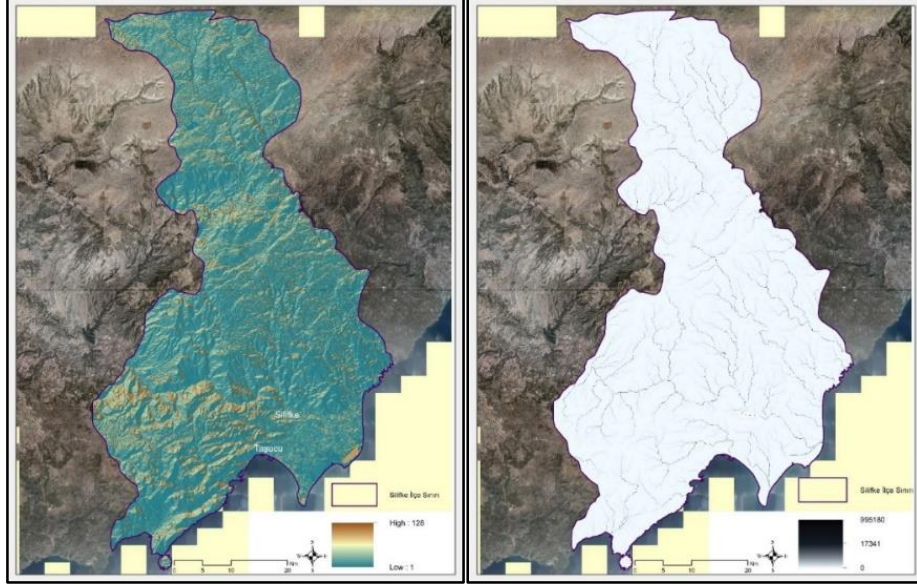
Bu çalışma için 30 m yersel çözünürlüğe sahip ALOS World 3D verisi kullanılmıştır. Mikro havza çalışması 7 aşamadan oluşmaktadır.

Birinci aşamada, çalışmada kullanılan yükseklik bilgisine sahip veri setinde var olan hataların minimize edilmesi için düzeltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem, herhangi bir nedenle veri bilgisi olmayan piksellerin düzeltilmesi veya verinin algılayıcı tarafından kayıt edilmesi esnasında meydana gelmiş olan hataların düzeltilmesi için gereklidir. Temin edilen verilerden ilgili alan sınırları kesilerek hazırlanan veri setinde 2350 adet eksi değerli piksel mevcut iken düzeltme işlemi sonrasında eksi değere sahip piksel sayısı 43 adet gibi göz ardı edilebilecek sayılara düşmüştür.

İkinci aşamada, hataları düzeltilmiş sonuç verisi girdi olarak kullanılmaktadır. Bu verideki piksellerin rakamsal değerleri dikkate alınarak, akış birikim fonksiyonu ile her bir pikselin akış yönü belirlenmiştir (Şekil 4.9). Akışın yönü, her bir pikselden en dik akışın yönü veya pikseldeki maksimum düşüşün yönü ile belirlenmektedir (ESRI, 2018). Akış yönü belirlenirken kullanılan hesaplama yöntemi şu şekildedir;

$$\text{Maksimum düşüş} = Z \text{ değerindeki değişim} / \text{uzunluk} * 100.$$

Şekil 4.9'da görüldüğü üzere kahverengi ile gösterilen alanlar eğimin fazla olduğu yerlerde meydana gelen akışın en yoğun olduğu yerleri temsil etmektedir. Bu sonuç verisi üçüncü aşamada girdi verisi olarak kullanılmıştır.



Şekil 4.9. Akış yönü (Sol) ve Akış birikimi (Sağ)

Üçüncü aşamada, bir önceki aşamada akış yönleri belirlenen hücrelerin eğim durumuna göre piksel düzeyinde akış birikimleri hesaplanmaktadır. Bu fonksiyon, girdi verisindeki her bir hücre için, bir hücre kaynağına doğru yönelen diğer hücrelerin toplam sayısını kullanarak akış birikimini hesaplamaktadır.

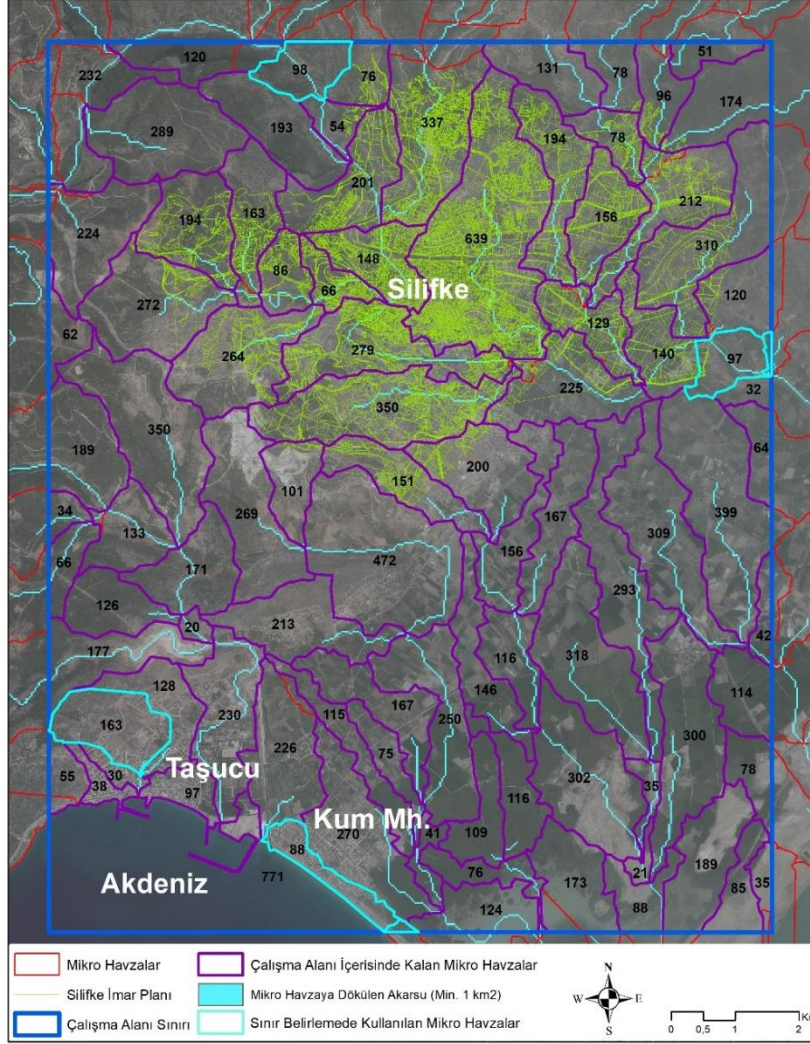
Dördüncü aşamada, hidroloji ağını oluşturacak akarsular tanımlanmaktadır. Tanımlama yapılırken belirlenecek olan eşik, çalışmanın sonucunda ortaya çıkacak olan mikro havzaların detayını belirleyecektir. Akarsu tanımlama olarak isimlendirilen bu işlemin ana belirleyicisi, üzerinde işlem yapılacak olan en az piksel sayısının veya en küçük alan büyüklüğünün seçimi olacaktır. Bu çalışma özelinde en küçük alan büyüklüğü tercih edilmiştir. Bu işlem, bir önceki aşamada üretilen akış birikim verisine ve kullanıcı tarafında belirlenen eşığe bağlı olarak bir akarsu kılavuzu oluşturmaktadır. Akarsu kılavuz verisinde, eşik değerinden daha büyük değere sahip her bir hücreye 1 (bir), diğer bütün hücrelere ise 0 (sıfır) değeri atanmaktadır. Bu işlemin yapılması için kullanılan yazılımda açılan penceredeki çalışılacak en küçük alan büyüklüğü eşığı belirlenirken önerilen değer genellikle en

büyük akış birikim değerinin % 1'i olmaktadır. Bu, akarsu tayini için önerilen eşiktir. Bu çalışmada en büyük akış birikim değerinin %1'i yaklaşık olarak 7,5 km²'dir. Bu değer (7,5 km²) kullanıldığında bu çalışma özelinde ihtiyaç duyulan detay düzeyine ulaşamamıştır. Bu nedenle 5, 2.5, 2 ve 1 km² en küçük alan büyüklüğü eşik değerleri sırasıyla kullanılarak işlem tekrarlanmıştır. Bu aşamada (4. Aşama) elde edilen sonuçlar bundan sonraki aşamalarda (5. ve 6. Aşama) girdi verisi olarak kullanılmıştır. 4., 5. ve 6. aşamalarda elde edilen veriler beraber değerlendirilmiştir.

Beşinci aşamada yapılan işlemde her çalışmaya özgü olarak üretilen akarsu tanımlamasına bağlı bir şekilde kendine has bir kimliğe sahip akarsu segmentlerinin bir gridi oluşturulmuştur. Belirli bir segmentteki tüm hücreler, o segmente özgü aynı grid koduna sahiptir. Bir önceki aşamada üretilen sonuç verileri bu aşamada girdi verisi olarak kullanılmıştır. Bir önceki ve bir sonraki aşamada üretilen sonuçlar ile bu aşamada üretilen çıktılar beraber değerlendirilmiştir. Akarsu segmentasyonu işlemi sonucunda üretilen haritaların karşılaştırılması için bu haritalar karşılaştırılmıştır.

Altıncı aşamada yapılan işlemde, bir değere sahip her bir hücre aracılığıyla hangi hücrenin hangi havzaya ait olduğu belirlenmektedir. Hangi hücrenin hangi havzaya ait olduğu kararının alınmasında kullanılan bu değer, girdi verisi olarak kullanılan akarsu segmentasyonu işleminde tanımlanmış olan ve akarsu segmentleri tarafından üretilen değere karşılık gelmektedir. Bu aşamada bir önceki aşamada üretilen veri kullanılarak mikro havza sınırları grid olarak üretilmiştir.

Yedinci ve son aşamada, sonuç olarak, en küçük araştırma alanı büyüklüğü 1 km² olan veri ile Silifke ilçe sınırları düzeyinde mikro havzalar üretilmiştir. Üretilen mikro havzalar kullanılarak Silifke Merkez, Taşucu ve Kum Mahallesi yerleşim yerlerini içine alacak şekilde en küçük çerçeve oluşturulması amacıyla her yöne ait sınır mikro havzalar belirlenmiştir ve araştırma alanı sınırı belirlenmiştir. Araştırma alanı Şekil 4.10'da, bu alana ait istatistik bilgiler ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.10. Hidroloji temelli mikro havza düzeyindeki araştırma alanı

Çizelge 4.4. Hidroloji temelli araştırma alanına ait istatistikler

Mikro Havza Sayısı	En Büyük Mikro Havza Alanı	Ortalama Mikro Havza Alanı	Toplam Alan
103 Adet	771 ha	158 ha	15.845 ha

4.4. Kentsel Yeşil Altyapı

4.4.1. Mevcut Kentsel Yeşil Altyapı

Kentsel YAY stratejisi veya yaklaşımı içinde, geniş doğal/yarı doğal alanlardan özel bahçelere, yeşil çatılardan sürdürülebilir kentsel drenaj sistemlerine kadar kentsel ekosistemin bir parçası olan yeşil alan unsurları önemli bir rol oynamaktadır (GS, 2015).

Kentsel alanlarda bulunan ve kentin bileşenlerine göre farklı yapılarda ve düzeylerde kentsel ES sunan kentsel YAY'ın daha ayrıntılı bir değerlendirmesini yapabilmek için kentsel yeşil alanların detaylı bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

14 Ocak 2014 tarihli ve 29030 sayılı Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği yeşil alanları; *“Toplumsal yararlanması için ayrılan oyun bahçesi, çocuk bahçesi, dinlenme, gezinti, piknik, eğlence, rekreasyon ve rekreatif alanlar (Metropol ölçekteki fuar, botanik ve hayvanat bahçeleri ile bölgesel parklar...) ve 19. maddede yer alan işlevleri ve yapılaşma koşullarını yerine getiren yeşil alanlar”* olarak tanımlamaktadır (MBS, 2014). Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde kategorize edilen yeşil alanlara ait tanımlamalar ise aşağıda verilmiştir.

“Çocuk bahçeleri: Çocukların oyun ve dinlenme ihtiyaçlarını karşılayan, bitki örtüsü ile çocukların oyun için gerekli araç gereçleri, toplamda 6 m²'yi geçmeyen büfe ile süs havuzu, pergola ve genel tuvalet dışında başka tesis yapılamayan alanlar.

Parklar: Kentte yaşayanların yeşil bitki örtüsü ile dinlenme ihtiyaçları için ayrılan, 19 uncu maddedeki kullanımlara da yer verilebilen alanlar.

Piknik ve eğlence (rekreasyon) alanları: Kentin açık ve yeşil alan ihtiyacı başta olmak üzere, eğlence, dinlenme, piknik ihtiyaçlarının karşılanabildiği, kent içinde ve çevresinde günübirlik kullanıma yönelik olarak imar planı ile belirlenmiş yerler.

Millet bahçeleri: Halkı doğa ile buluşturan, rekreatif gereksinimleri

karşılایan, afet anında kentin toplanma alanları olarak da kullanılabilircek, yer seçimi, alan büyüklüğü, fonksiyonları ve tasarımı gibi hususların Bakanlıkça hazırlanarak yürürlüğe konulacak Millet Bahçeleri Rehberinde belirlendiğı büyük yeşil alanlar. “ (MBS, 2014).

Yukarıdaki ilgili yasal mevzuatta tanımlamaları verilen kentsel yeşil alanların ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması için bu alanların sistematik bir şekilde sınıflanmaları gerekmektedir. Günümüzde farklı yaklaşımlarla ele alınmış birçok sınıflama sistemi bulunmaktadır ve bu sınıflama sistemleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Fakat bu farklılıklar bazı durumlarda daha detaylı bir sonuç elde etmek açısından dezavantaj yerine avantaj sağlayabilmektedir. Sınıflamalar genellikle yapısal, işlevsel veya her ikisini de içeren bir sınıflama yaklaşımını benimseyebilmektedir. Yapısal bir sınıflama arazi örtüsü türleri veya bitki örtüsü özelliklerine (açık alanlar, ormanlar vb.) dayalı olabilirken işlevsel bir sınıflama ise alan kullanım türlerine, amaca veya mekânsal konfigürasyona (örn. rekreasyon alanları, parklar vb.) dayalı olabilmektedir.

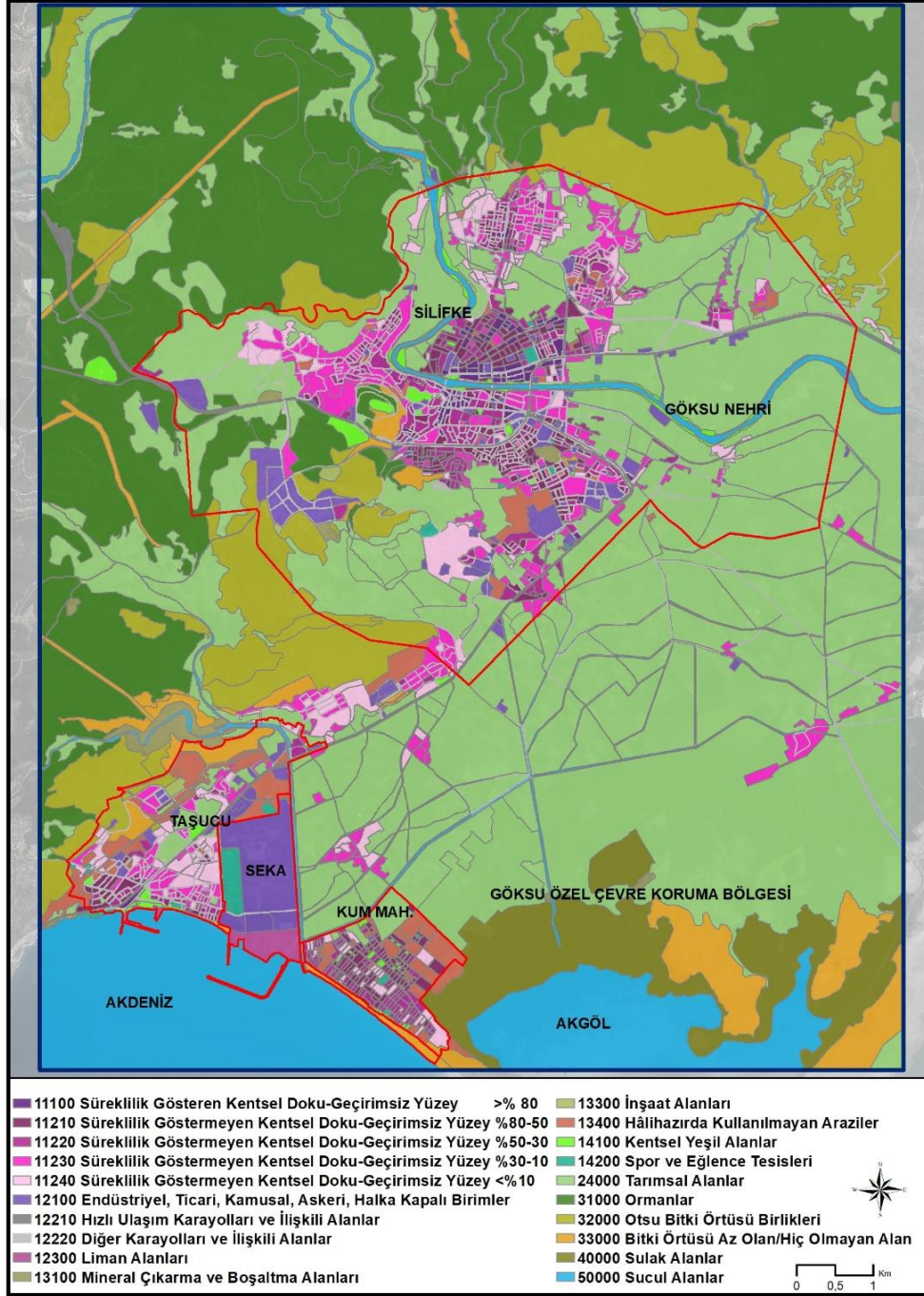
Kentsel YAY'ın işlevsel nosyonu ile kentsel yeşil alanların yapısal nosyonu arasındaki uyumdan faydalanan yapısal ve işlevsel sınıflama yaklaşımının benimsendiğı bu çalışmada, kentsel ekosistemlerin temelini oluşturan ve farklı bileşenleri içeren kentsel YAY'ı sınıflamak için iki farklı sınıflama sistemi birlikte kullanılmıştır. Bunlar; 4. Düzey CORINE sınıflama sistemi olan KA ve Avrupa Birliğı projesi olan YD sınıflama sistemleridir.

Küresel iklim değışikliğinin sebep olduğı ekstrem iklim olaylarından en çok etkilenen yerlerin başında kentsel alanlar bulunmaktadır. Bu etkilerin hem nedenlerini hem de sonuçlarını anlamak için son zamanlarda yapılan çalışmalar çoğunlukla kentsel alanlara odaklanmaktadır. Bu durum zaman içerisinde yapılan çalışmaların ölçeklerinin küçülmesi ve kent çekirdekleri düzeyine kadar detaylandırılması ihtiyacını getirmektedir. Bu nedenle 3. düzey sınıflama hiyerarşisine sahip olmasına rağmen kentsel ölçek düzeyinde yapılan çalışmalar için

yeterli düzeyde detay sağlayamayan CLC sınıflamasında bulunan “Yapay Alanlar” sınıfı için 4. düzey sınıflama sistemi geliştirilmiştir ve “Kentsel Atlas” (KA) olarak isimlendirilmiştir.

KA toplam 29 sınıf içermektedir. Özellikle kentsel alanların detaylandırılması ile ilgilenen KA, kentsel alanların kategorize edilmesinde yüzey geçirgenliğini dikkate almaktadır. Bununla birlikte, en önemli değişikliklerden bir diğeri de en küçük sınıflama segment sınırının oldukça küçülmüş olmasıdır. Bu sınır her bir sınıf için eşit olmamakla beraber CLC sınıflama siteminde en küçük sınıflama segmentinin alanı 25 ha iken KA sınıflamasında ise yapısal alanlara karşılık gelen kentsel dokular sınıfı için en küçük segment alanı 2,5 hektara kadar düşürülmüştür. Bu alansal küçültme işlemi sınıflamanın detayının ne kadar büyük bir ölçüde arttırıldığının önemli bir göstergesidir. Yapay alanlar, doğal/yarı doğal alanlar, sulak alanlar, kentsel yeşil alanlar, ormanlar gibi kentsel YAY sınıflarını içeren ve bir tipoloji olarak da kullanılabilme potansiyeline sahip olan KA, hem işlevsel hem de yapısal özelliklere dayalı bir karma sınıflama sistemi örneğidir. Araştırma alanına ait KA AÖ/AK Haritası Şekil 4.11’de verilmiştir.

Araştırma alanına ait KA AÖ/AK Haritası ve bu haritaya ait istatistiksel bilgiler incelendiğinde yaklaşık 62 bin dekar ile alandaki en büyük alan kullanımının tarımsal alanlara ait olduğu görülmektedir. Tarımsal alanların büyük bir bölümü alanın güneydoğusunda, Göksu nehrinin taşıdığı alüvyonlarla oluşan verimli arazilere sahip Göksu Deltası’nda bulunmaktadır. Alanın kuzey ve kuzeybatı bölümünde çoğunlukla yarı doğal alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar yaklaşık 45 bin dekar alanı kaplamaktadır. Bu alanların büyük bir kısmını ibrelili ağaç türlerinden oluşan ve yaklaşık 30 bin dekarlık alana yayılan ormanlar oluşturmaktadır. Araştırma alanının güneybatısı ve merkezinde yer alan doğal/yarı doğal alanların çoğunluğunu ise yaklaşık 15 bin dekar alansal büyüklük ile kurakçıl bitki örtüsünden oluşan makilik alanlar oluşturmaktadır.



Şekil 4.11. Araştırma alanına ait Kentsel Atlas AÖ/AK Haritası

Kentsel Atlas Haritasına ait istatistiksel bilgiler Çizelge 4.5’te verilmiştir.

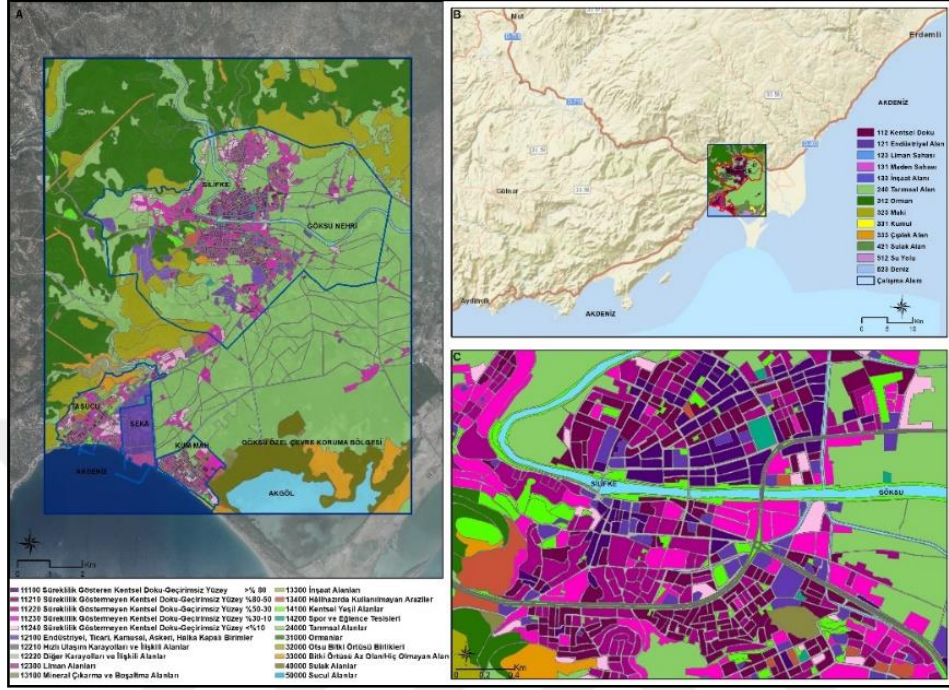
Çizelge 4.5. Kentsel Atlas Haritasına ait istatistiksel bilgiler

KA Kod	Alan(da)	KA Kod	Alan(da)	KA Kod	Alan(da)	KA Kod	Alan(da)
11100	603	12100	4386	13300	307	31000	31980
11210	1889	12210	692	13400	909	32000	14478
11220	2519	12220	3475	14100	1878	33000	4405
11230	4548	12300	365	14200	181	40000	5686
11240	2633	13100	956	24000	62019	50000	14558
						Toplam	158450

Yerleşim yerleri araştırma alanının görece kuzeyinde ve güney kesiminde yoğunlaşmaktadır ve bu alanlar yaklaşık olarak 12 bin dekar alan büyüklüğüne sahiptir. Silifke Merkez mahalleleri ve Taşucu-Kum Mahallesi olarak iki ayrı bölümden oluşan yerleşim yerleri araştırma alanının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır ve bu çalışmanın odaklandığı ana hedef sınıfını oluşturmaktadır. KA AÖ/AK Haritası yüzey geçirgenliklerine göre yani kaplanmış malzemeye sahip sert zemin oranına göre incelendiğinde en üst sırada yaklaşık 4 bin 500 dekar ile yüzde 10-30 arası oranında geçirimsiz yüzeye sahip 11230 sınıfının olduğu göze çarpmaktadır. Bunları yaklaşık 2 bin 500 da ile benzer büyüklüğe sahip sırasıyla yüzde 0-10 ve yüzde 30-50 geçirimsiz yüzeye sahip 11240 ve 11220 sınıfı takip etmektedir. En son sırada ise yaklaşık 600 dekar alansal büyüklük ile sert zemin oranının yüzde 80’den fazla olduğu sınıfı temsil eden 11100 sınıfı bulunmaktadır. Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırlarına göre değerlendirilen daha detaylı bilgi ilerleyen bölümler de verilmiştir.

Kent ölçeğinde bakıldığında KA, tarımsal alanlar, yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su kütleleri sınıflarını içermesine rağmen esas olarak içerdiği kentsel doku sınıfları ile beraber nispeten kaba bir harita sağlamaktadır. Sınıflama ölçeğinin detayına ait KA AÖ/AK haritasının konumu ve detay düzeyi Şekil 4.12’de verilmiştir.

Şekil 4.12’ye bakıldığında özellikle yerleşim yerlerinde yapılan sınıflamanın detay düzeyi daha iyi anlaşılmaktadır.



Şekil 4.12. Sınıflama Düzeyleri (A: CORINE Kentsel Atlas AÖ/AK 4. Düzey, B: CLC AÖ/AK 3. Düzey, C: Kentsel Atlas AÖ/AK Detay)

Kentsel alanlar için imar adalarını kullanan KA sınıflaması, imar adasında bulunan geçirimsiz alanların imar adasının toplam alanı içerisindeki oranı dikkate alınarak yapılmaktadır.

En yoğun geçirimsiz alanlar Silifke yerleşim yerinin merkezinde bulunmaktadır. Göksu Nehri'nin her iki yakası boyunca uzanan yerleşim merkezi, yapılaşmanın en yoğun olduğu bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı bölge ayrıca ticaret merkezini de içinde barındırmaktadır. Yapılaşma yoğunluğu yani geçirimsizlik oranı yerleşim merkezinden uzaklaştıkça azalmaktadır.

KA her ne kadar genel olarak yerleşim alanlarının detaylandırılmasına odaklanıyor olsa da bu çalışmanın temelini oluşturan kentsel yeşil alanlar sınıfını tek bir sınıf olarak ele almaktadır. Bundan dolayı çalışmada kentsel yeşil alanlarla ilgili daha detaylı bir sınıflamaya ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle çerçeve olarak ele alınan KA haritasına bağlı kalınarak ihtiyaç duyulan daha detaylı bilgiye YD

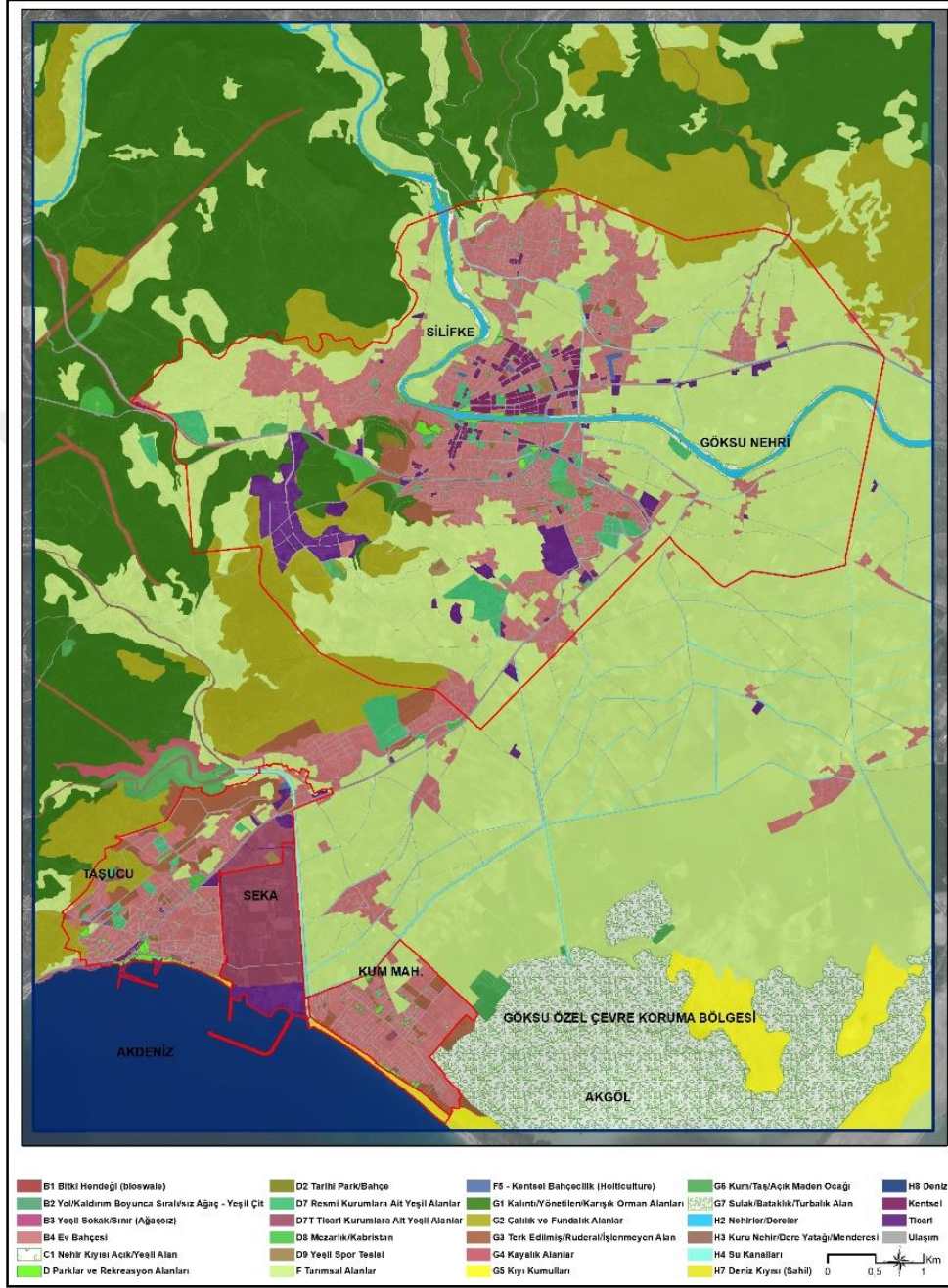
kullanılarak ulaşılmıştır.

Büyük bir AB projesi olarak tüm Avrupa'da uygulanabilir olması amacıyla 2013 yılında oluşturulan YD yaklaşımı, ağırlıklı olarak kentsel yeşil alanların işlevsel bir sınıflamasını kullanmaktadır. YD, kentsel bir yeşil alan tipolojisi geliştirerek bu tipolojiyi ES ve talepleriyle ilişkilendirmektedir. Bu tipoloji sekiz kategori altında bulunan 44 kentsel yeşil alan sınıfını içermektedir (MAES, 2016).

YD, bahsedildiği üzere kentsel yeşil alanlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Burada bahse geçen kentsel yeşil alan unsurlarına, YD sınıfını temsil etme potansiyeli yüksek olan fakat uygulama aşamasına geçirilmemiş alanlar da dâhil edilmiştir. Bu sınıflar sadece kentsel yeşil alanlar değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Yağmur suyu hasadı ve kullanımı bölümünde uygulaması yapılmamış ya da mevcut olarak hâlihazırda olmayan yerler kullanılmamıştır.

Ayrıca “Ev bahçesi” sınıfını temsil eden B4 sınıfı YD haritasında gösterilmesine rağmen yine yağmur suyu hasadı ve kullanımı hesaplamalarına dâhil edilmemiştir. Bunun nedeni bu çalışmanın, mekânsal planlamanın özellikle yerel yönetimler düzeyindeki uygulamalarında, kamusal alanlara ait yeşil alanlardaki sulama suyu ihtiyacını karşılayacak olan yağmur sularının yine kamusal alanlarda depolanması amacına göre kurgulanmış olmasıdır.

Ev bahçelerinin kişilere ait özel mülk alanları olmasından dolayı bu alanlar bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır. Sadece, YD sınıflamasında yer alan “Ev bahçesi” sınıfının temsil ettiği alanların da ortaya konulması açısından bu alanlar sınıflamaya dâhil edilmiştir. Ayrıca coğrafi doğruluğu yüksek ve tutarlı bir detaylı sınıflama haritası ortaya konulması, ilerleyen zamanlarda yapılabilme potansiyeli olan şahıslara ait özel mülklerin de dâhil edilebileceği daha detaylı çalışmalara bir çerçeve oluşturması açısından, bu çalışmanın önemli çıktılarından bir diğerini oluşturmaktadır. Araştırma alanına ait YD haritası Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Araştırma alanına ait Yeşil Dalga Haritası

Geçirimsizlik oranı yüzde 80’den fazla olan adaların KA sınıflamasında “Süreklilik gösteren kentsel doku” adı ile bir karşılığı olmasına rağmen YD sınıflamasında bir karşılığı bulunmamaktadır. Bu nedenle YD için kentsel alanlar “K” kodu ile ticari ve endüstriyel alanlar “T” kodu ile ulaşım ağları ise “U” kodu ile temsil edilmiştir. YD haritasına ait istatistiksel bilgiler Çizelge 4.6)’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Yeşil Dalga haritasına ait istatistiksel bilgiler

YD	Alan (da)	YD	Alan (da)	YD	Alan (Da)	YD	Alan (da)
B1	19	D7	1340	G2	14478	H3	328
B2	37	D7T	1833	G3	2814	H4	1275
B3	75	D8	243	G4	255	H7	216
B4	11653	D9	92	G5	2554	H8	7732
C1	483	F	62019	G6	956	K	603
D	372	F5	67	G7	9956	T	1842
D2	56	G1	31980	H2	954	U	4236
						Toplam	158.450

Araştırma alanına ait YD Haritası incelendiğinde KA haritasında da görüldüğü üzere en büyük alanları tarımsal alanlar ve makilik ve ormanların oluşturduğu doğal/yarı doğal alanlar oluşturmaktadır. Sınıfsal olarak hem KA hem de YD haritalarında bu alanlar segment sınırı olarak aynı sınırlara karşılık gelmektedir. Bu nedenle KA ile aynı sınırın kullanıldığı ve benzer sınıflara karşılık gelen alanlar için KA bölümünde belirtilen açıklamalar aynen geçerliliğini korumaktadır. Burada daha çok YD sınıflamasının detay farkını ortaya koyan sınıflar genel olarak ele alınacaktır. Bunlar kentsel ES’lerin temelini oluşturan kentsel yeşil alanları ilgilendiren sınıflar olacaktır. En yüksek alansal büyüklüğü (yaklaşık 12 bin dekar) ile B4 kodlu “Ev bahçesi” sınıfı öne çıkmaktadır

B1 kodu ile gösterilen ve yaklaşık 19 dekar olan “Bitki hendeği” sınıfını oluşturan alanlar, mevcut olarak bulunmayan fakat hafif çukurlu ve çizgisel yapısı ve ulaşım yolları kenarındaki konumu nedeniyle potansiyel olarak bitki hendeği kullanımına çok uygun alanlar olarak ele alınmıştır. B2 kodu ile gösterilen ve yaklaşık 37 dekar olan “Yol/kaldırım boyunca sıralı/sız ağaç-yeşil çit” sınıfını temsil

eden alanlar, yaya yolları boyunca veya ulaşım yolları kenarı boyunca tek veya çift taraflı olarak dikilmiş sıralı veya sırasız ağaç hatlarının bulunduğu alanları temsil etmektedir. B3 kodu ile “Yeşil sokak/ yeşil sınır (ağaçsız)” sınıfını temsil eden alanlar (yaklaşık 75 dekar) ise B2 sınıfı ile benzer konumlarda bulunan fakat ağaçların yer almadığı çoğunlukla refüjler veya araç yolu ile yaya yolu arasında sınır oluşturan şeritler şeklindeki bitki parterlerinden oluşmaktadır.

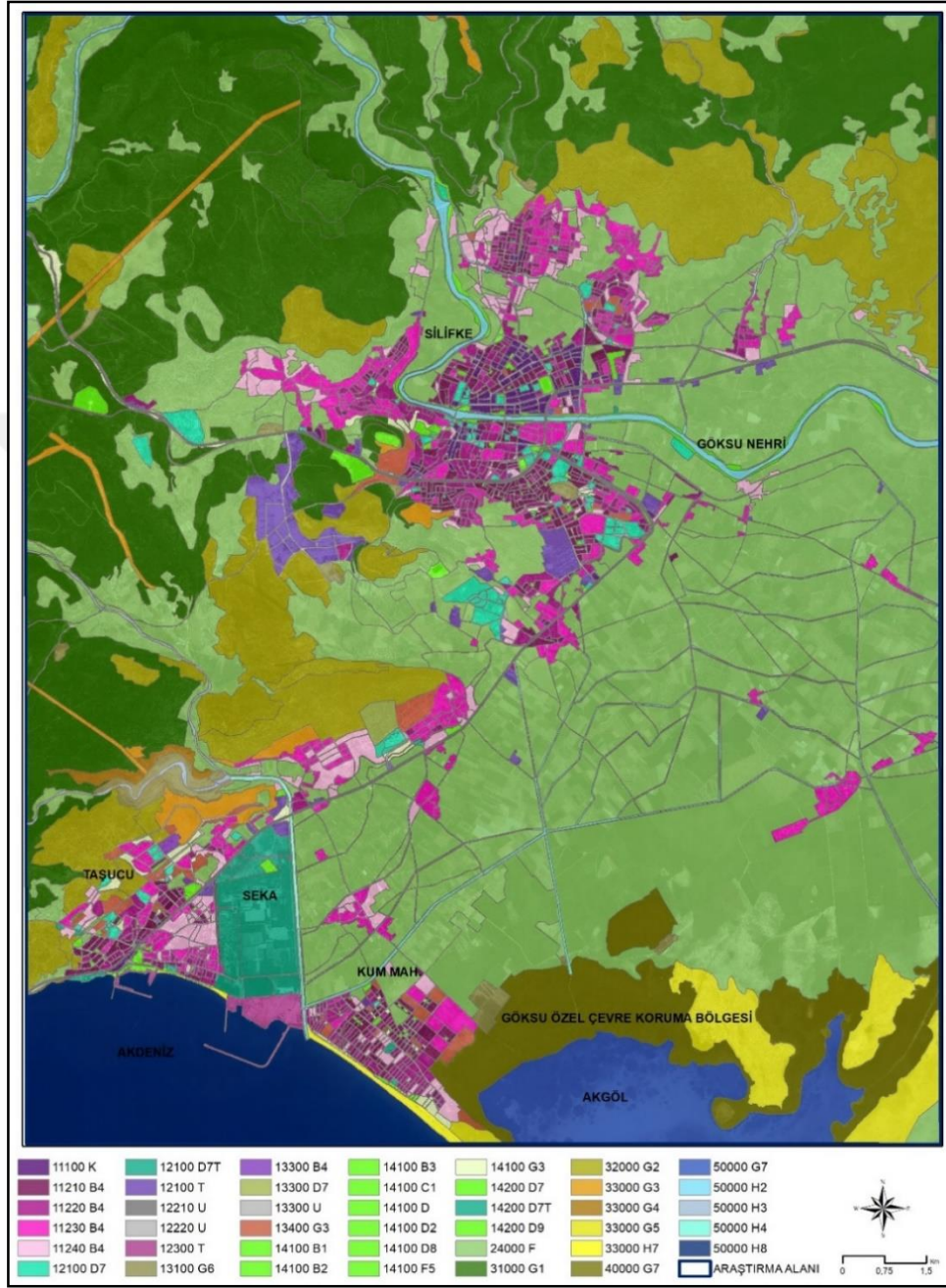
C1 kodu ile temsil edilen ve “Nehir kıyısı açık ve yeşil alan” sınıfını oluşturan alanları, Göksu Nehri boyunca devam eden ve özellikle imar sınırı içinde bulunan alanlar oluşturmaktadır. Yaklaşık 483 dekar alana sahip bu alanlar mevcut olarak üzerinde bir uygulama yapılmamış açık alanlardır. Bu alanlar nehir kıyısında yapılabilecek bir çalışma açısından oldukça yüksek potansiyele sahip alanları oluşturmaktadır.

D kodu ile temsil edilen ve bu çalışmanın hedef sınıflarının başında gelen “Parklar ve rekreasyon alanları” sınıfını oluşturan alanlar mevcut olarak kullanılan parklar ve rekreasyon alanlarından oluşmaktadır. Bu sınıf yaklaşık olarak 372 dekar alan büyüklüğüne sahiptir. Yine benzer şekilde bu çalışmanın hedef sınıfları arasında yer alan D2 kodlu “Tarihi park/bahçe” sınıfını oluşturan alanlar (56 dekar) ise içerisinde tescil edilmiş tarihi kalıntıların veya yapıların bulunduğu parklardan oluşmaktadır. Bu çalışmanın diğer hedef sınıfı olan ve D7 kodu ile temsil edilen ve “Resmi kurumlara ait yeşil alanlar” sınıfını oluşturan alanlar yaklaşık bin 340 dekar alan kaplamaktadır. Bu alanlar resmi kurumlara ait yapılar, geçirimsiz sert zeminler ve bu kurumlara ait yeşil alanlardan oluşmaktadır. D8 kodu ile temsil edilen “Mezarlık/kabristan” sınıfını oluşturan alanlar ile D9 kodu ile temsil edilen ve tamamını çim futbol sahalarının oluşturduğu “Yeşil spor tesisi” sınıfları sırasıyla 243 ve 92 dekar alan yer kaplamaktadır. Bu sınıflar da çalışmanın hedef sınıfları arasında yer almaktadır ve bu sınıfların sınırları ilgili sınıfların bütün bileşenlerini içerisine alacak şekilde çizilmiştir. “D” kodu ile başlayan sınıfların içerisinde yer alan geçirimli ve geçirimsiz alanlar ile ilgili detaylı değerlendirme çalışmanın ilerleyen bölümlerinde yapılmıştır.

Yukarıda da belirtildiği üzere bu çalışmanın odağı olan kentsel ES ve bunların su ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için bu ekosistemlerle direkt ilişkili olan kentsel YAY'ın temel bileşenlerini oluşturan kentsel yeşil alanların detaylı bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Bu amaçla farklı ölçeklerde olan KA ve YD haritaları üretilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında ise daha detaylı bir sonuç elde etmek amacıyla üretilen bu haritalar (Kentsel Atlas ve Yeşil Dalga) birleştirilmiştir. Birleştirme işlemi her iki sınıflama sonuç haritalarının çakıştırılmasıyla elde edilmiştir.

Bu sonuç haritası iki farklı düzeyde ele alınmıştır. Birinci düzey araştırma alanı sınırının mikro havza çalışması ile belirlendiği mikro havza düzeyidir. Bu düzey daha çok araştırma alanı ile ilgili üretilen detaylı sonuç haritasının genel olarak değerlendirilmesi için kullanılmıştır. İkinci düzey ise imar sınırlarının kullanıldığı imar planı düzeyidir. Silifke Belediyesinden temin edilen bu sınırlar Silifke, Taşucu ve Kum Mahallesi olarak üç ayrı bölümden oluşmaktadır. Bu çalışmada ise imar sınırları iki bölüm olarak ele alınmıştır. Bunlar Silifke imar sınırı ve Taşucu – Kum Mahallesi imar sınırıdır. İmar sınırı düzeyinin kullanılmasının sebebi bundan sonraki bölümde kentsel nitelikli alanların dikkate alınmış olmasıdır. Ana hedeflerinden biri mekânsal planlamanın yerel düzeyi olan bu çalışmanın amacı, halihazırdaki durumun dikkate alınarak üretilen çalışma sonuçlarının yerel yönetimlerin ürettiği imar planlarına entegre edilmesidir. Bu nedenle bu aşamadan sonra çalışmaya imar planları düzeyinde devam edilmiştir. Mikro havza düzeyinde bulunan kırsal nitelikli alanlar ise alıcı ortamlar olarak değerlendirilmiştir.

Mikro havza düzeyinde üretilen KA-YD haritası Şekil 4.14'te verilmiştir. Bu harita kentsel nitelikli alanlar dikkate alınarak genel olarak değerlendirilmiştir. Bunun temel olarak iki nedeni bulunmaktadır. Birinci ve en önemli nedeni; KA ve YD haritalarının birleştirilmesi ile elde edilen sonuç haritasının diğer sonuçlardan ayrılan özgün değeri özellikle kentsel YAY'lar için kentsel alanlardaki detay düzeyinin zenginleştirilmesidir. İkinci neden ise kırsal alanların hem KA hem de YD düzeyinde yukarıdaki bölümlerde verilen bilgilerle aynı özellikleri taşımasıdır.



Şekil 4.14. Mikro havza düzeyinde Kentsel Atlas-Yeşil Dalg Haritası

İmar planı düzeyi KA-YD haritası sınıfı açıklamaları Çizelge 4.7’de verilmiştir

Çizelge 4.7. Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası sınıfları

KA-YD	Kentsel Atlas – Yeşil Dalga	KA-YD	Kentsel Atlas – Yeşil Dalga
11100 K	Sürekli Gösteren Kentsel Doku GY>%80-Kentsel Ada	14100 D2	Kentsel Yeşil Alanlar-Tarihi Park/Bahçe
11210 B4	Sürekli Göstermeyen Kentsel Doku GY %80-50-Ev Bahçesi	14100 D8	Kentsel Yeşil Alanlar-Mezarlık / Kabristan
11220 B4	Sürekli Göstermeyen Kentsel Doku GY %50-30-Ev Bahçesi	14100 F5	Yeşil Kentsel Alanlar-Kentsel Bahçecilik (Horticulture)
11230 B4	Sürekli Göstermeyen Kentsel Doku GY %30-10-Ev Bahçesi	14100 G3	Yeşil Kentsel Alanlar-Terk Edilmiş / Ruderal / İşlenmeyen
11240 B4	Sürekli Göstermeyen Kentsel Doku GY < % 10-Ev Bahçesi	14200 D7	Spor ve Eğlence Tesisleri-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alan
12100 D7	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	14200 D7T	Spor ve Eğlence Tesisleri-Ticari Kurumlara Ait Yeşil Alanlar
12100 D7T	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Ticari Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	14200 D9	Spor ve Eğlence Tesisleri-Yeşil Spor Tesisi
12100 T	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Ticari	24000 F	Tarımsal Alanlar
12210 U	Hızlı Ulaşım Karayolları ve İlişkili Alanlar-Ulaşım	31000 G1	Ormanlar- Kalıntı / Yönetilen / Karışık
12220 U	Diğer Karayolları ve İlişkili Alanlar-Ulaşım	32000 G2	Otsu BÖ Birlikleri-Çalılık ve Fundalık Alanlar
12300 T	Liman Alanları-Ticari Ada	33000 G3	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar -Terk Edilmiş / Ruderal / İşlenmeyen
13100 G6	Mineral Çıkarma ve Boşaltma Alanları-Kum/Taş/Açık Maden	33000 G4	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Kayalık Alanlar
13300 B4	İnşaat Alanları-Ev Bahçesi	33000 G5	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Kıyı Kumulları
13300 D7	İnşaat Alanları-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	33000 H7	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Deniz Kıyısı (Sahil)
13300 U	İnşaat Alanları-Ulaşım	40000 G7	Sulak Alanlar-Sulak/Bataklık/Turbalık Alanlar
13400 G3	Hâlihazırda Kullanılmayan Araziler-Terk Edilmiş / Ruderal	50000 G7	Sucul Alanlar-Sulak/Bataklık / Turbalık Alanlar
14100 B1	Kentsel Yeşil Alanlar-Bitki Hendeği (Bioswale)	50000 H2	Sucul Alanlar-Nehirler / Dereler
14100 B2	Yeşil Kentsel Alanlar-Yol/Kaldırım Boyunca Sıralı/sız Ağaç (Alle) veya Yeşil Çit	50000 H3	Sucul Alanlar-Kuru Nehir / Dere Yatağı / Menderesi
14100 B3	Yeşil Kentsel Alanlar-Yeşil Sokak/Sınır (Ağaçsız)	50000 H4	Sucul Alanlar-Su Kanalları
14100 C1	Yeşil Kentsel Alanlar-Nehir Kıyısı Açık/Yeşil Alan	50000 H8	Sucul Alanlar-Deniz
14100 D	Yeşil Kentsel Alanlar-Parklar ve Rekreasyon Alanları		*GY: Geçirimsiz Yüzey *BÖ: Bitki Örtüsü

Araştırma alanındaki yerleşim yerlerinin oluşturduğu kentsel dokuya ait sınıflar, 5 farklı geçirgenlik oranına sahip adalar olarak sınıflanmıştır. 11100K kodu ile yüzde 80’den daha fazla geçirimsizlik yüzey oranına sahip adaları içeren kentsel alanlar çok geniş alanları kaplamasa da bu alanların büyük çoğunluğu neredeyse tamamen geçirimsiz yüzeylere sahip alanlardan oluşmaktadır ve bu alanların büyük çoğunluğu Silifke yerleşim merkezinin çekirdeğinde, geriye kalan küçük bir kısım ise Taşucu yerleşim merkezinin çekirdeğinde bulunmaktadır.

11210B4, 11220B4, 11230B4 ve 11240B4 kodları ile temsil edilen ve kentsel dokuyu oluşturan diğer sınıflar; geçirimsizlik oranlarına göre yüzde 80 ve daha az oranda geçirimsiz yüzeyler içeren ve potansiyel olarak ev bahçesini barındıran adalar olarak ele alınmıştır. Bu alanların hepsi farklı örtü yapısına ve oranına sahip geçirimli yüzeyler içermektedir. Bu yüzeyler çim alanlarla kaplanmış ve bitkilendirilmiş alanlardan oluşmakla beraber sadece çıplak toprak yüzeye sahip geçirimli yüzeylerden de oluşabilmektedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere bu çalışmanın kapsamı içerisinde kişilere ait özel mülk ev bahçeleri yer almamaktadır. Bununla birlikte ileride yapılabilecek olan yeşil alanlar barındıran şahıslara ait evlerin, tesislerin veya merkezlerin entegre edilebileceği detaylı bir çalışmada bu çıktı kılavuz olarak kullanılabilecektir. Bu özel alanlar, Silifke imar planı sınırları için, haritada görülen yerleşim merkezinin ortasından geçen Göksu Nehri boyunca hem güneye doğru hem de kuzeye doğru bir yayılım göstermiştir. Bu kentsel dokunun kuzeyinde, batısında ve güneydoğusunda yer yer boşluklar bulunsa da bu boşluklardan hemen sonra ulaşım ağı boyunca tekrar bir yapı yoğunluğu oluşmaktadır. Silifke yerleşim merkezinde yer alan yapılar yüksek katlı apartmanlardan oluşurken yerleşim merkezi çekirdeğinin çevresinde kalan ve boşluklardan sonra tekrar yapı kümesi olarak görülen alanlar ise görece daha az katlı yapılardan oluşmaktadır.

Taşucu yerleşim yeri doğuda SEKA endüstriyel tesisi ile güneyde ise Akdeniz tarafından sınırlanmıştır. Bu nedenle Taşucu yerleşim merkezi kıyıda yer alan marinanın hemen kuzeyinde bulunmaktadır ve yerleşim ana aksı oluşturan

karayolu etrafında güneybatı ve kuzeydoğu ekseninde bir yayılım göstermektedir. Bu alanlardaki yapılar, çoğunlukla ikinci konut olarak kullanılan yüksek katlı apartmanlardan oluşmaktadır. Kum mahallesindeki yerleşim yapısı ise kıyı hattı boyunca ve kıyı bitiminden hemen sonra başlayarak kıyıya paralel bir şekilde batı ve doğu ekseninde bir yayılım göstermektedir. Kum Mahallesinde bulunan yapılaşmanın hemen hemen hepsi ikinci konut olarak kullanılan iki katlı binaların bulunduğu sitelerden oluşmaktadır.

Endüstri tesisleri ve ticaret merkezleri ile ilişkili sınıflar iki açıdan ele alınmıştır. Bunları; tamamına yakını geçirimsiz yüzeylerden oluşan adalar ve yeşil alan yani geçirimli yüzey barındıran adalar oluşturmaktadır. Bunlardan tamamına yakını geçirimsiz yüzeylerden oluşan adalar 12100T kodu ile sınıflanmıştır. Bu alanların büyük bir bölümünü Silifke yerleşim merkezinin güneydoğusunda bulunan ticari birimlerden oluşan sanayi sitesi ve yine Silifke yerleşim merkezinin güneybatısında yer alan organize sanayi bölgesi oluşturmaktadır. Yine araştırma alanı sınırları içerisinde Taşucu yerleşim merkezinin kuzeyinde parçalı halde dağılmış adalar halinde bulunan çoğunlukla fabrikalardan oluşan adalar da görülmektedir. Bu sınıfın temsil edildiği alanlar çalışmanın bu aşamasında kullanılmıştır fakat yağmur suyu hasadı için kullanılmamıştır. Geçirimli yüzey içeren adalar da kendi içerisinde iki ayrı sınıfa ayrılmıştır. Bunlardan biri 12100D7 kodu ile çalışmanın hedef sınıfları içerisinde yer alan ve yeşil alanlar içeren kamuya ait kamusal ticari ve endüstriyel alanlardır. Bu alanlar yağmur suyu yüzey akış çalışmasında, yağmur suyu hasadı çalışmasında ve hasat edilen yağmur suyunun kullanılacağı potansiyel alanlar çalışmasında kullanılmıştır. 12100D7T kodu ile temsil edilen ticari ve endüstriyel alanlar ve bunlara ait yeşil alanlar şahıslara veya tüzel kişilere ait özel işletmelerden oluşmaktadır. Bu sınıfın temsil edildiği alanlar yağmur suyu miktarının hesaplandığı yüzey akışı çalışmasına dâhil edilmiştir fakat yağmur suyu hasadı bölümüne dâhil edilmemiştir.

Silifke, Taşucu ve diğer komşu yerleşim yerleri arasında ana aksları oluşturan 12210U sınıfı ve diğer karayollarından oluşan 12220U sınıfı araştırma

alındaki ulaşım ağını oluşturan sınıflardır. Bu çalışmada ulaşım ağları çok detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur.

Liman alanları 12300T kodu ile sınıflanmıştır. Araştırma alanında Taşucu kıyısında yer alan Marina ve SEKA endüstriyel tesisin kıyısında bulunan liman olmak üzere iki adet tesis bulunmaktadır.

Araştırma alanı sınırları içerisinde bir adet açık taş ocağı bulunmaktadır ve bu alan Taşucu yerleşim merkezinin kuzeyinde bulunmaktadır. Düzenli akış rejimi olmayan bir dere yatağı üzerine kurulmuştur. Göksu ÖÇKB sınırları içerisinde ise tuz çıkarılması için kurulmuş 2 adet tesis bulunmaktadır. Bu alanlar 13100G8 sınıfı ile kodlanmıştır.

13300 ile başlayan sınıflar ise daha yapımı tamamlanmamış şantiye halinde bulunan inşaat alanlarını içeren adalardan oluşmaktadır. 13300B4 sınıfı yapımı tamamlanınca konut olarak kullanılacak alanları, 13300D7 sınıfı yapımı tamamlanınca resmi kurum olarak kullanılacak alanları, 13300U sınıfı ise yol güzergâhı olarak açılmış fakat yapım aşamasında olan karayollarını temsil etmektedir.

13400G3 sınıfı, insan faaliyeti sonrasında terk edilmiş veya yapı alanları arasında kaldığı için yapılaşacağı bilinen, tarım alanı vasfında bulunan fakat hiçbir faaliyetin olmadığı çoğunlukla ruderal bitkilerin bulunduğu işlenmeyen alanları temsil etmektedir. Bu alanların çoğunluğu geçirimli yüzeylerden oluşmaktadır fakat yakın bir tarihte yapılaşacak olan ve dolayısıyla yoğunluğu bilinmemekle beraber geçirimsiz yüzeylere dönüşecek alanları temsil etmektedir.

14100 ile başlayan ve kentsel yeşil alanları temsil eden sınıflar bu çalışma için oldukça büyük bir öneme sahiptir. Çünkü bu sınıflar araştırma alanının yeşil alan durumunu ortaya koyan sınıfların büyük çoğunluğunu içermektedir. Ayrıca KA sınıflaması ile YD sınıflamasının birleştirilmesi ile elde edilen sonuç haritasındaki en büyük katkı kentsel yeşil alanların detaylandırılmasıdır. Kentsel yeşil alanlar YD haritası ile detaylandırıldığında 9 farklı sınıf olarak etiketlenmiştir.

14100B1 kodu ile gösterilen “Kentsel yeşil alanlar-Bitki hendeği (bioswale)” sınıfı mevcut olarak bulunmayan fakat konumu ve fiziksel yapısı nedeniyle bitki hendeği potansiyeli çok yüksek geçirimli bir yapıya sahip açık alanlardır. Bu alanlar yağmur suyu yüzey akışı çalışmasında kullanılmıştır fakat yağmur suyu hasadı ve kullanımı çalışmalarında kullanılmamıştır.

14100B2 kodu ile gösterilen “Kentsel yeşil alanlar-Yol/kaldırım boyunca sıralı/sız ağaç veya yeşil çit” sınıfını temsil eden alanlar, yaya yolları boyunca veya ulaşım yolları boyunca tek veya çift taraflı olarak dikilmiş sıralı veya sırasız ağaç hatlarının bulunduğu alanları temsil etmektedir.

14100B3 kodu ile “Kentsel yeşil alanlar-Yeşil sokak/yeşil sınır (ağaçsız)” sınıfını temsil eden alanlar ise ağaçların yer almadığı çoğunlukla refüjler veya araç yolu ile yaya yolu arasında sınır oluşturan şeritler şeklinde bulunan bitki parterlerinden oluşmaktadır.

14100C1 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alanlar-Nehir kıyısı yeşil alan” sınıfı Silifke içinden geçen Göksu Nehri boyunca devam eden ve üzerinde uygulama yapılmamış alanlardan oluşmaktadır. Bu alanlar nehir kıyısında yapılabilecek bir çalışma açısından oldukça yüksek potansiyele sahip alanlardır.

Kentsel yeşil alanlar içerisinde 14100D, 14100D2 kodu ile temsil edilen ve bu çalışmanın hedef sınıflarının başında gelen sırasıyla “Kentsel yeşil alanlar-Parklar ve rekreasyon alanlar” ve “Kentsel yeşil alanlar-Tarihi park/bahçe” sınıfını oluşturan alanlar mevcut olarak kullanılan parklar ve rekreasyon alanlardan oluşmaktadır. 14100D2 kodu ile “Tarihi park/bahçe” sınıfını oluşturan alanların 14100D sınıfından tek farkı içerisinde tescil edilmiş tarihi kalıntıların veya yapıların bulunduğu parklardan oluşmasıdır.

Bu çalışmanın diğer hedef sınıfı olan ve 14100D7 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alanlar-Resmi kurumlar ait yeşil alanlar” sınıfı resmi kurumlara ait binalar, geçirimsiz kaplamalı zeminler ve kurum sınırları içerisinde bulunan yeşil alanlardan oluşmaktadır. Çalışmanın diğer hedef sınıflarından biri olan 14100D8 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alanlar-Mezarlık/kabristan” sınıfı çalışmanın

her aşamasında kullanılmıştır. Yağmur suyu hasadı potansiyeline sahip alanlarda toplanan suların sulamada kullanılması düşünülen sınıflardan birini de belirtilen sınıf oluşturmaktadır. Bu alanlara ait yeşil alanların ve geçirimsiz yüzeylere sahip sert zeminlerin belirlenerek ayrı ayrı değerlendirilmesi ve istatistiksel olarak ele alınması ilerleyen bölümlerde yapılmıştır.

14100F5 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alan-Kentsel bahçecilik (Horticulture)” sınıfı yerleşim yerleri arasında bulunan bahçelerden oluşmaktadır. Bu alanların bu sınıfa dâhil edilmesinin birkaç sebebi bulunmaktadır. Bu alanlar yapısı gereği geçirimli yüzeye sahip tarımsal faaliyetin devam ettiği alanlardır. Fakat bu alanların alansal büyüklüğü sadece tarımsal faaliyetler için kullanılan sınıfın tanımlandığı en küçük alansal büyüklüğü karşılamamaktadır. Ayrıca aynı alanların çevresinin neredeyse tamamen kentsel doku ile çevrelenmesi nedeniyle bu alanların kentsel yeşil alan olarak değerlendirilmesi daha doğru olacaktır. Bu durum mevcut durumun ortaya konulması açısından geçerliliğini korurken şahıslara ait bu alanların geleceğine dair durumu tamamen belirsizdir. Bu çalışmada mevcut durum dikkate alındığı için bu alanlar yağmur suyu yüzey akışında kullanılmıştır fakat diğer aşamalarda kullanılmamıştır.

14100G3 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alan-Terk Edilmiş/ruderal/işlenmeyen” alanlar yapı alanları arasında bulunan fakat hiçbir faaliyetin olmadığı çoğunlukla ruderal bitkilerin bulunduğu işlenmeyen alanlardır. Bu alanlar ile ilgili imar planları incelendiğinde bu alanların yeşil alan olarak belirlendiği fakat hiçbir faaliyetin yapılmadığı alanlardan oluştuğu anlaşılmıştır.

14200 ile başlayan sınıf içerisinde üç ayrı sınıf bulunmaktadır. Bunlardan 14200D7 ile etiketlenen sınıf çoğunlukla spor tesislerinde oluşan ve içerisinde yeşil alan barındıran resmi kurumlara ait tesislerden, 14200D9 kodu ile temsil edilen “Kentsel yeşil alanlar-Yeşil spor tesisi” sınıfı ise çim futbol sahalarından oluşmaktadır. Kamuya ait kurumlardan oluşan bu sınıf yukarıda bahsedilen bazı diğer sınıflar gibi çalışmanın hedef sınıfları içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle çalışmanın yağmur suyu ile ilgili bölümünün her aşamasında kullanılmıştır.

14200D7T sınıfı ile temsil edilen alanlar ise çoğunlukla açık alan faaliyetlerinin ve organizasyonlarının yapıldığı yeşil alanlara sahip ticari işletmelerden oluşmaktadır. Bu alanlar yağmur suyu ile ilgili yüzey akışının yapıldığı bölüme dâhil edilmiştir fakat bu alanların kamusal alanlar olmamasından dolayı yağmur suyu hasadı ve kullanımı aşamasında çalışmaya dâhil edilmemiştir. Mikro havza düzeyinde üretilen KA-YD haritasına ait istatistiksel bilgiler ise Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Mikro havza düzeyi Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası istatistiksel bilgiler

KA	-	YD	Alan (Da)	Oran (%)	KA	-	YD	Alan (Da)	Oran (%)
11100		K	603	0,38	14100		D2	56	0,04
11210		B4	1889	1,19	14100		D8	243	0,15
11220		B4	2519	1,59	14100		F5	67	0,04
11230		B4	4548	2,87	14100		G3	525	0,33
11240		B4	2633	1,66	14200		D7	13	0,01
12100		D7	1152	0,73	14200		D7T	75	0,05
12100		D7T	1758	1,11	14200		D9	92	0,06
12100		T	1477	0,93	24000		F	62019	39,14
12210		U	692	0,44	31000		G1	31980	20,18
12220		U	3475	2,19	32000		G2	14478	9,14
12300		T	365	0,23	33000		G3	1381	0,87
13100		G6	956	0,60	33000		G4	254	0,16
13300		B4	63	0,04	33000		G5	2554	1,61
13300		D7	175	0,11	33000		H7	216	0,14
13300		U	69	0,04	40000		G7	5686	3,59
13400		G3	909	0,57	50000		G7	4270	2,69
14100		B1	19	0,01	50000		H2	954	0,60
14100		B2	37	0,02	50000		H3	328	0,21
14100		B3	75	0,05	50000		H4	1264	0,80
14100		C1	483	0,31	50000		H8	7732	4,88
14100		D	372	0,23	Toplam			158450	100

KA-YD haritası kentsel alanlar açısından istatistiksel olarak ele alındığında araştırma alanı sınırları içerisinde yer alan kırsal eğilimli alanlar araştırma alanının yaklaşık yüzde 75’ini oluşturmaktadır. Bu alanlardan tarımsal alanlar toplam alanın yaklaşık olarak yüzde 39’unu, ormanlar yaklaşık olarak yüzde 20’sini, makilik alanlar yaklaşık olarak yüzde 9’unu, Göksu ÖÇKB çevresinde yer alan kumullar ve

deniz kıyısında bulunan kıyı kumulları ise toplam alanın yaklaşık olarak yüzde 2'sini oluşturmaktadır. Çoğunluğu kırsal alanlar içerisinde yer alan Göksu ÖÇKB sınırları içerisinde bulunan sulak alanlar toplam alanın yaklaşık olarak yüzde 4'ünü oluşturmaktadır. Göksu ÖÇKB içerisinde yer alan sulak alan etrafındaki bataklık, turbalık alanlar toplam alanın yaklaşık olarak yüzde 3'ünü oluşturmaktadır. Akdeniz'in araştırma alanı sınırları içerisinde kalan bölümü toplam alanın yaklaşık olarak yüzde 5'ini oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi araştırma alanının büyük bir bölümünü kırsal eğilimli alanlar oluşturmaktadır. Fakat daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere bu çalışmanın odak noktasını kentsel eğilimli alanlar oluşturmaktadır. Kırsal alanlar ilerleyen bölümde sadece alıcı ortamlar olarak ele alınmıştır.

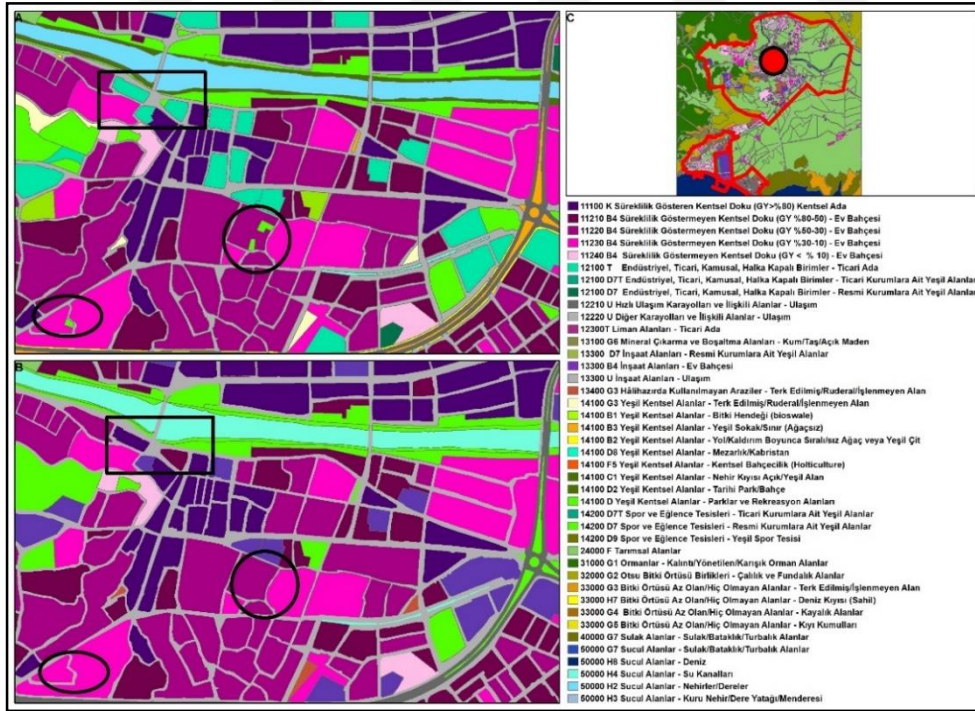
Kentsel alanlar araştırma alanının yaklaşık olarak yüzde 16'sını oluşturmaktadır. Toplam alan miktarının yaklaşık yüzde 8'ini oluşturan kentsel doku sınıflarının toplamı kentsel eğilimli alanların yarısını oluşturmaktadır. Bunların yaklaşık 603 dekarlık bölümü yüzde 10'dan az geçirimsiz yüzey barındıran yapısal adalardan oluşmaktadır. Yaklaşık 4 bin 548 dekar alan büyüklüğü ile 11240B4 sınıfı bu sınıflar içerisinde bulunan en yüksek alansal büyüklüğe sahiptir. Bu sınıfa atanmış olan alanların geçirimsizlik oranı yüzde 10-30 arasındadır. Yine kentsel alanlar içerisinde yer alan ticari ve endüstriyel alanlar, araştırma alanının yaklaşık yüzde 3'ünü oluşturmaktadır. Bu alanlar içerisinde resmi kurumlara ait alanlar olmakla beraber özel işletmeler de yer almaktadır. Bin 477 dekar ticari ve endüstriyel alanların neredeyse tamamı geçirimli yüzey içermemektedir.

Araştırma alanı sınırları içerisindeki ulaşım ağının çoğunlukla kentsel alanlar arasında bulunmasına rağmen diğer yerleşim yerlerine bağlantıyı sağlayan karayolları da bulunmaktadır. Bu yolların oranı çok az olmasından dolayı tüm ulaşım ağı kentsel eğilimli olarak ele alınmıştır ve kentsel alanlar içerisinde değerlendirilmiştir. Ulaşım ağı araştırma alanının yaklaşık olarak yüzde 3'ünü oluşturmaktadır.

Kentsel alanlar içerisinde değerlendirilen ve bu çalışmanın amacına

ulaşması açısından kullanılan en önemli alan kullanımlarından bir diğeri olan kentsel yeşil alanlar araştırma alanının yaklaşık olarak yüzde 1'ini oluşturmaktadır. Bu alanlar içerisinde hâlihazırda aktif olarak kullanılan kentsel yeşil alanların (parklar ve rekreasyon alanları) oranı ise yüzde 0,27 ile oldukça düşük bir orana karşılık gelmektedir. Silifke ve Taşucu yerleşim yerlerindeki 2021 yılı nüfus sayımına göre yaklaşık 82 bin olan kişi sayısı ve mekânsal planlar yönetmeliğinde belirtilen kişi başına düşmesi gereken asgari 10 m² yeşil alan miktarı dikkate alındığında mevcut yeşil alanların kişi başına düşmesi gereken asgari koşulun sadece 820 bin m² olması gerekmektedir.

Temel olarak kentsel yeşil alanların sınıflanmasına odaklanan YD haritası, KA'dan türetilen harita üzerinde yer aldığı daha fazla ayrıntı sağlamaktadır. KA ile YD haritalarının birleştirilmesi ile elde edilen harita ve değişen detaylar Şekil 4.15'te verilmiştir.

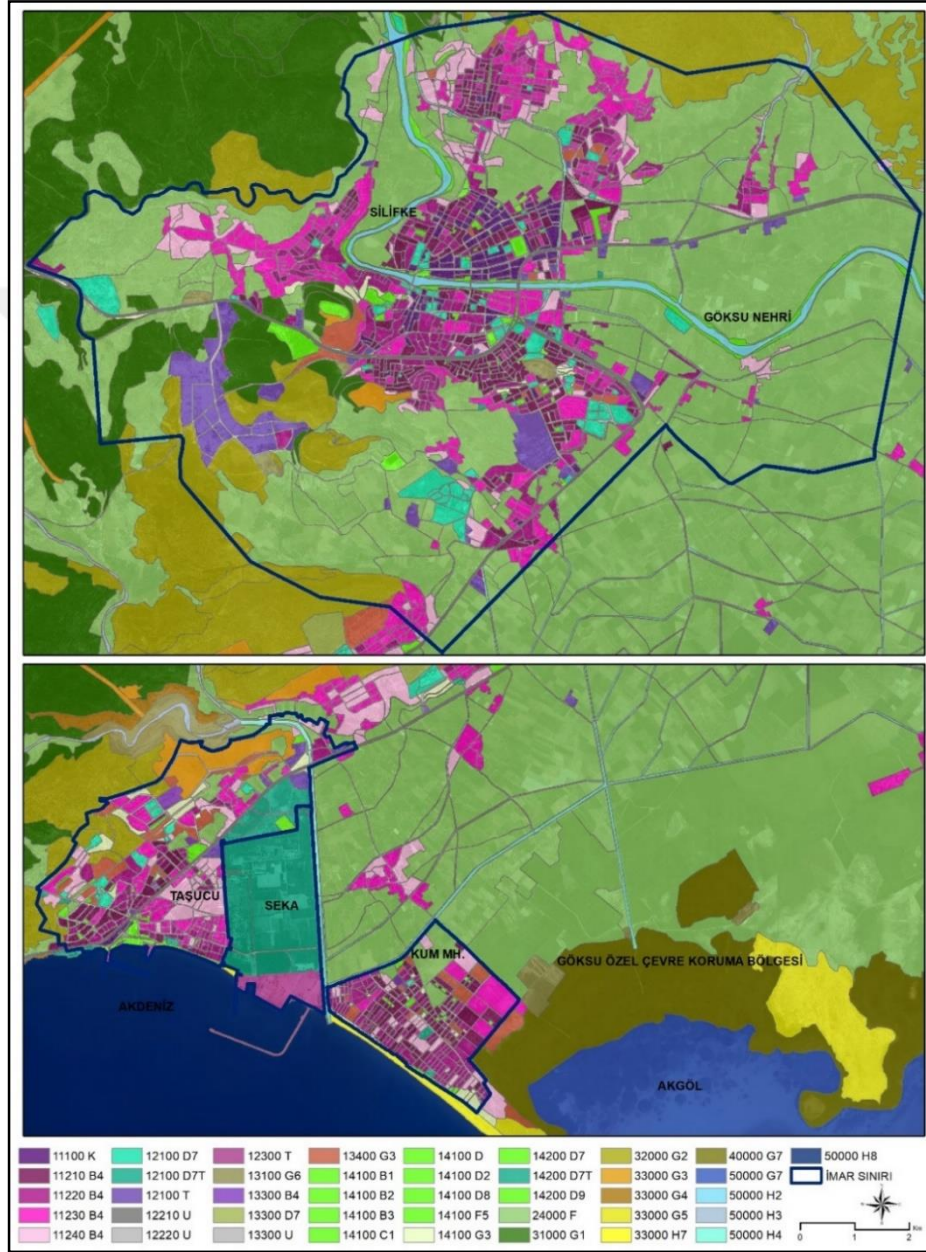


Şekil 4.15. Kentsel Atlas (KA) ve Yeşil Dalga (YD) haritaları birleştirme sonucu detayları

Bu tür çalışmalarda ayrıca yersel veri olarak kentsel ağaç veri tabanının oluşturulması oldukça önemli katkılar sunmaktadır. Özellikle kamusal yeşil alanlarda bulunan her bir ağacın tür adını ve mekânsal koordinatlarını içeren veri tabanları özellikle ağaçlar tarafından sağlanan ES'lerin çok daha iyi ölçülmesine izin verdiği için oldukça yararlı olmaktadır. Ayrıca bu durum, ağaçların tür, yaş ve ekolojik özellikleri hakkında ek bilgiler sağlanması, hava kalitesi ve (mikro)iklim düzenlemesi gibi servislerin haritalanmasını ve değerlendirilmesini geliştirmektedir (MAES, 2016). Araştırma alanında böyle bir veri tabanının bulunmaması önemli bir eksikliktir ve bu veri tabanının oluşturulması benzer çalışmalardan çok daha iyi sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

Çalışmanın bu aşamasında KA-YD haritası mikro havza ve imar sınırı düzeyi olmak üzere iki düzeyde ele alınmıştır. Mikro havza düzeyi hakkında gerekli değerlendirme yukarıda yapılmıştır. İmar düzeyi ile alakalı değerlendirme için KA-YD haritası Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi bölgeleri olmak üzere iki bölümde ele alınarak revize edilmiştir. Revize işleminde, mikro havza düzeyinde üretilen KA-YD haritası imar planları sınırları kapsamında tekrar ele alınmıştır. Bunun nedeni bu aşamadan sonra yapılan yağmur suyu ile ilgili çalışmalarda yerel yönetimlerin hâlihazırda uyguladığı imar planları dikkate alınarak mevcut durum için bir değerlendirme yapılmıştır. Yani bu çalışmada bugüne kadar üretilen, uygulanan planların veya kararların doğruluğu veya yanlışlığı üzerine bir değerlendirme yapılmamıştır. Bu çalışmanın özü açısından bakıldığında çalışmada mevcut olan durum üzerinden bir değerlendirme yapılmıştır. Bunun sonucunda Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde bulunan kentsel ve kırsal alanlardaki yağmur suyu potansiyeli, kentsel alanlarda yağmur suyu hasadı potansiyeli, kamusal alanlardaki yeşil alanların sulama ihtiyacının bu sulardan karşılanması potansiyeli ve yüzey akışlarına maruz kalan kırsal eğilimli alıcı ortamların durumu ortaya konulmuştur. Böylece ileride yapılması düşünülen veya yapılacak olan revizyon, rehabilitasyon veya gelişim çalışmalarında potansiyel durumun dikkate alınarak bu konu açısından bir aksiyon alınmasının sağlanması amaçlanmıştır.

Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi olarak iki bölümde ele alınan imar planı düzeyinde revize edilen KA-YD haritası Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16 . İmar Sınırı Düzeyi KA-YD Haritası

KA-YD haritası sınıf açıklamaları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kentsel Atlas-Yeşil Dalga Haritası Sınıfları

KA-YD	Kentsel Atlas-Yeşil Dalga	KA-YD	Kentsel Atlas-Yeşil Dalga
11100 K	Süreklilik Gösteren Kentsel Doku GY>%80-Kentsel Ada	14100 D2	Kentsel Yeşil Alanlar-Tarihi Park/Bahçe
11210 B4	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku GY %80-50-Ev Bahçesi	14100 D8	Kentsel Yeşil Alanlar-Mezarlık / Kabristan
11220 B4	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku GY %50-30-Ev Bahçesi	14100 F5	Yeşil Kentsel Alanlar-Kentsel Bahçecilik (Horticulture)
11230 B4	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku GY %30-10-Ev Bahçesi	14100 G3	Yeşil Kentsel Alanlar-Terk Edilmiş / Ruderal / İşlenmeyen
11240 B4	Süreklilik Göstermeyen Kentsel Doku GY < % 10-Ev Bahçesi	14200 D7	Spor ve Eğlence Tesisleri-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alan
12100 D7	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	14200 D7T	Spor ve Eğlence Tesisleri-Ticari Kurumlara Ait Yeşil Alanlar
12100 D7T	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Ticari Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	14200 D9	Spor ve Eğlence Tesisleri-Yeşil Spor Tesisi
12100 T	Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Ticari	24000 F	Tarımsal Alanlar
12210 U	Hızlı Ulaşım Karayolları ve İlişkili Alanlar-Ulaşım	31000 G1	Ormanlar- Kalıntı / Yönetilen / Karışık
12220 U	Diğer Karayolları ve İlişkili Alanlar-Ulaşım	32000 G2	Otsu BÖ Birlikleri-Çalılık ve Fundalık Alanlar
12300 T	Liman Alanları-Ticari Ada	33000 G3	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar -Terk Edilmiş / Ruderal / İşlenmeyen
13100 G6	Mineral Çıkarma ve Boşaltma Alanları-Kum/Taş/Açık Maden	33000 G4	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Kayalık Alanlar
13300 B4	İnşaat Alanları-Ev Bahçesi	33000 G5	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Kıyı Kumulları
13300 D7	İnşaat Alanları-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar	33000 H7	BÖ Az Olan/Hiç Olmayan Alanlar-Deniz Kıyısı (Sahil)
13300 U	İnşaat Alanları-Ulaşım	40000 G7	Sulak Alanlar-Sulak/Bataklık/Turbalık Alanlar
13400 G3	Hâlihazırda Kullanılmayan Araziler-Terk Edilmiş / Ruderal	50000 G7	Sucul Alanlar-Sulak/Bataklık / Turbalık Alanlar
14100 B1	Kentsel Yeşil Alanlar-Bitki Hendeği (Bioswale)	50000 H2	Sucul Alanlar-Nehirler / Dereler
14100 B2	Yeşil Kentsel Alanlar-Yol/Kaldırım Boyunca Sıralı/sız Ağaç (Alle) veya Yeşil Çit	50000 H3	Sucul Alanlar-Kuru Nehir / Dere Yatağı / Menderesi
14100 B3	Yeşil Kentsel Alanlar-Yeşil Sokak/Sınır (Ağaçsız)	50000 H4	Sucul Alanlar-Su Kanalları
14100 C1	Yeşil Kentsel Alanlar-Nehir Kıyısı Açık/Yeşil Alan	50000 H8	Sucul Alanlar-Deniz
14100 D	Yeşil Kentsel Alanlar-Parklar ve Rekreasyon Alanları		*GY: Geçirimsiz Yüzey *BÖ: Bitki Örtüsü

Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planı düzeyinde revize edilen KA-YD haritası ile ilgili istatistiksel bilgiler Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Silifke İmar Sınırı Düzeyi İstatistiksel Bilgileri

KA	-	YD	Alan (da)	KA	-	YD	Alan (da)
11100		K	583	14100		D	215
11210		B4	1235	14100		D2	50
11220		B4	1771	14100		D8	101
11230		B4	2820	14100		F5	48
11240		B4	1389	14100		G3	134
12100		D7	885	14200		D7	12
12100		T	1310	14200		D7T	8
12210		U	366	14200		D9	70
12220		U	1921	24000		F	19989
13100		G6	154	31000		G1	1497
13400		G3	284	32000		G2	2265
14100		B1	19	33000		G3	126
14100		B2	34	50000		H2	566
14100		B3	51	50000		H3	22
14100		C1	399	50000		H4	290
Toplam							38614

Çizelge 4.11. Taşucu-Kum Mh. İmar Sınırı Düzeyi İstatistiksel Bilgileri

KA	-	YD	Alan (da)	KA	-	YD	Alan (da)
11100		K	20	14100		B3	15
11210		B4	637	14100		C1	2
11220		B4	729	14100		D	157
11230		B4	770	14100		D2	6
11240		B4	691	14100		D8	27
12100		D7	121	14200		F5	19
12100		D7T	1756	14200		G3	240
12100		T	126	14200		D7	2
12210		U	93	14200		D9	23
12220		U	704	24000		F	566
12300		T	364	32000		G2	345
13100		G6	4	33000		G3	382
13300		B4	63	40000		H7	193
13300		U	69	50000		H4	43
13400		G3	371	50000		H8	3
14100		B2	3	Toplam			8590 da

İmar düzeyinde revize edilen KA-YD haritası incelendiğinde hem Silifke hem Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde çoğunlukla kentsel bileşenlerin bulunduğu görülmektedir. Silifke imar sınırları içerisinde ise kentsel bileşenler ile birlikte dikkate değer alansal büyüklüğe sahip kırsal bileşenler de bulunmaktadır. Taşucu ve Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde kalan alanların neredeyse tamamı yapılaşmış alanlardan oluşmaktadır.

Silifke merkez yerleşimi çoğunlukla çok katlı yapılardan oluşmaktadır. Klasik bir kent merkezi unsurlarını barındıran bu yerde ticaret merkezi ve diğer sosyal donatı unsurları da yer almaktadır. Alanın kuzey kesiminde başlayarak doğu bölümünden terk eden Göksu Nehri yine Silifke merkezinden geçen ve yerleşim merkezi için de çok önemli olan bir doğal su yolu niteliği taşımaktadır.

Taşucu ve Kum Mahallesi yerleşim yerleri ise daha çok ikinci konut olarak kullanılan sezonluk yapılardan oluşmaktadır. Taşucu, Kum Mahallesi'ne göre daha çok yapılaşmıştır. Günümüzde faaliyette olmasa da fiziksel olarak var olan SEKA Entegre Kâğıt ve Selüloz Tesisi ve Limanı, Kıbrıs seferlerinin yapıldığı Taşucu Limanı ve turizm tesislerinin varlığı Taşucu'nu sezonluk tatil bölgesi ile klasik yerleşim merkezi arasında bir yere konumlandırmaktadır. Kum Mahallesi ise tamamen ikinci konutların olduğu sezonluk olarak kullanılan, az katlı yapılardan oluşan sitelerin yoğunlukta olduğu sezonluk bir turizm bölgesi yapısındadır. Alanda yer alan bir diğer önemli doğal alan ise içerisinde yüksek çeşitlilikte bitki ve hayvan türlerini barındıran Özel Çevre Koruma Bölgesi statüsüne sahip olan Göksu Deltası'dır.

4.4.2. Kentsel Ekosistem Servisleri ve Su İhtiyaçları

4.4.2.1. Kentsel Ekosistem Servisleri

İnsanların doğanın işleyişinden veya ekosistem süreçlerinden elde ettikleri faydalara ES denilmektedir ve bu ES'ler dört temel kategoriden oluşmaktadır; Tedarik Servisleri, Düzenleyici Servisler, Destekleyici servisler, Kültürel servisler. Kentlerin ve kentlilerin faydalandığı bu servislere ise kentsel ES denilmektedir (GS, 2015; TEEB, 2011). Kentlerle ilgili ve ilişkili olan ES'lerin kategorileri ve bu

kategorilerin her bir türü ile ilgili tanımlar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Kentlerle ilgili ekosistem kategorileri ve türleri (TEBB, 2011).

Ekosistem Servisi	Servis tanımı
Tedarik Servisleri: Ekosistemlerden gelen malzeme veya enerji çıktılarını tanımlayan ekosistem servisleri.	
Gıda	Ekosistemler, gıda yetiştirmek için gerekli koşulları sunmaktadır. Gıda esas olarak yönetilen tarımsal ekosistemlerden gelmektedir ancak deniz ve tatlı su sistemleri, ormanlar ve kentsel bahçecilikten de gıda sağlanmaktadır.
Hammadde	Ekosistemler, doğrudan yabani ve ekili bitki türlerinden elde edilen odun, biyoyakıtlar ve bitkisel yağlar dâhil olmak üzere inşaat ve yakıt için çok çeşitli malzemeler sağlamaktadır.
Temiz su	Ekosistemler, suyun akışını, depolanmasını ve arıtılmasını sağladığı için şehirlere içme suyu sağlamada hayati bir rol oynamaktadır ve bitki örtüsü ve ormanlar, yerel olarak mevcut su miktarını etkilemektedir.
Tıbbi kaynaklar	Biyçeşitlilik ekosistemleri, ilaç endüstrisi için hammadde sağlamanın yanı sıra geleneksel ilaç olarak kullanılan birçok bitki sağlamaktadır. Tüm ekosistemler potansiyel bir tıbbi kaynak kaynağı durumundadır.
Düzenleyici Servisler: Ekosistemlerin hava ve toprak kalitesini düzenleyerek veya sel ve hastalık kontrolü vb. sağlayarak sağladığı servisler.	
Yerel iklim ve hava kalitesi düzenleme	Ağaçlar ve yeşil alanlar şehirlerdeki sıcaklığı düşürürken ormanlar hem yerel hem de bölgesel olarak yağış ve su mevcudiyetini etkilemektedir. Ağaçlar veya diğer bitkiler de kirleticileri atmosferden uzaklaştırarak hava kalitesini düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır.
Karbon tutma ve depolama	Ekosistemler, sera gazlarını depolayarak küresel iklimi düzenlemektedir. Ağaçlar ve bitkiler büyüdükçe atmosferden karbondioksiti uzaklaştırmadırlar ve dokularında etkili bir şekilde hapsederek karbon depoları görevi görmektedirler.
Ekstrem olayların moderasyonu	Ekosistemler ve canlı organizmalar, doğal afetlere karşı tamponlar oluşturarak aşırı hava olaylarından veya sel, fırtına, çığ ve toprak kayması gibi doğal tehlikelerden kaynaklanan hasarı önlemektedir veya azaltmaktadır. Örneğin, bitkiler yamaçları stabilize ederken, mercan resifleri kıyı şeridini fırtına hasarından korumaya yardımcı olmaktadır.
Atık su arıtma	Sulak alanlar gibi ekosistemler atık suları filtrelemektedirler. Topraktaki mikroorganizmaların biyolojik aktivitesi sayesinde çoğu atık parçalanmaktadır. Böylece patojenler (hastalığa neden olan mikroplar) ortadan kaldırılmakta ve besin ve kirlilik seviyesi azalmaktadır.
Erozyonun önlenmesi ve toprak verimliliğinin korunması	Toprak erozyonu, arazi bozulumu, çölleşme ve hidroelektrik kapasitesi sürecinde önemli bir faktör durumundadır. Bitki örtüsü; toprak erozyonunu önleyerek hayati bir düzenleyici servis sağlamaktadır. Toprak verimliliği; bitki büyümesi ve tarım için esastır ve iyi işleyen ekosistemler, bitki büyümesini desteklemek için toprağa gerekli besin maddelerini sağlamaktadır.

Çizelge 4.12.'nin devamı.

Tozlaşma	Meyve, sebze ve tohumların gelişimi için gerekli olan böcekler ve rüzgâr bitkileri tozlaştırmaktadır. Hayvanlarda tozlaşma, başta böcekler olmak üzere bazı kuşlar ve yarasalar tarafından da sağlanan bir ekosistem servisi.
Biyolojik Kontrol	Ekosistemler; bitkilere, hayvanlara ve insanlara saldıran zararlıları ve vektör kaynaklı hastalıkları düzenlemek için önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca avcılarının ve parazitlerin faaliyetleri yoluyla zararlıları ve hastalıkları düzenlemektedir. Kuşlar, yarasalar, sinekler, yaban arıları, kurbağalar ve mantarların tümü doğal kontroller olarak hareket etmektedirler.
Habitat veya Destekleyici servisler: Bu servisler hemen hemen tüm diğer servislerin temelini oluşturmaktadır. Ekosistemler; bitkiler veya hayvanlar için yaşam alanları sağlayarak bitki ve hayvan çeşitliliğini de korumaktadırlar.	
Türler için habitatlar	Habitatlar, tek bir bitki veya hayvanın yiyecek, su ve barınak gibi hayatta kalması için ihtiyaç duyduğu her şeyi sağlamaktadır. Her bir ekosistem, bir türün yaşam döngüsü için gerekli olabilecek farklı habitatlar sağlamaktadır. Kuşlar, balıklar, memeliler ve böcekler dâhil göçmen türlerin tümü, hareketleri sırasında farklı ekosistemlere bağlı bulunmaktadır.
Genetik çeşitliliğin korunması	Genetik çeşitlilik (tür popülasyonları arasındaki ve içindeki gen çeşitliliği), yerel olarak iyi adapte olmuş türler için temel sağlayarak farklı cinsleri veya ırkları birbirinden ayırır ve ticari mahsuller ve hayvancılığı geliştirmek için bir gen havuzu sağlamaktadır. Bazı habitatlar, genetik olarak onları diğerlerinden daha çeşitli kılan ve "biyoçeşitlilik noktaları" olarak bilinen olağanüstü yüksek sayıda türe sahiptirler.
Kültürel servisler: Estetik, ruhsal ve psikolojik faydalar gibi insanların ekosistemlerle temastan elde ettikleri maddi olmayan faydaları içermektedir.	
Rekreasyon ve zihinsel ve fiziksel sağlık	Yeşil alanda yürümek ve spor yapmak iyi bir fiziksel egzersiz şeklidir ve insanların rahatlamasına yardımcı olmaktadır. Yeşil alanın zihinsel ve fiziksel sağlığın korunmasında oynadığı rol, ölçülmesinin zor olmasına rağmen, giderek daha fazla tanınmaktadır.
Turizm	Ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik, birçok turizm türü için önemli bir rol oynamaktadır ve bu da önemli ekonomik faydalar sağlayarak birçok ülke için hayati bir gelir kaynağı oluşturmaktadır. 2008'de turizmden elde edilen küresel kazançlar 944 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. Kültürel ve eko-turizm ayrıca insanları biyolojik çeşitliliğin önemi konusunda eğitebilme olanağı sunmaktadır.
Kültür, sanat ve tasarım için estetik beğeni ve ilham	Dil, bilgi ve doğal çevre, insanlık tarihi boyunca yakından ilişkili olmuştur. Biyoçeşitlilik, ekosistemler ve doğal manzaralar, sanatın, kültürün ve giderek daha fazla bilimin ilham kaynağı olmuştur ve olmaya devam etmektedir.
Manevi deneyim ve yer duygusu	Dünyanın birçok yerinde belirli ormanlar, mağaralar veya dağlar gibi doğal özellikler kutsal kabul edilmektedir veya dini bir anlam taşımaktadır. Doğa, tüm büyük dinlerin ortak bir unsurudur ve geleneksel bilgi ve bunlarla bağlantılı gelenekler, bir aidiyet duygusu yaratmak için önem taşımaktadır.

Kentsel ES'lerin haritalandırılması ve değerlendirilmesi, mevcut gösterge ve verilere bağlı bir tanımlama gerektirmektedir ve kentsel YAY'ın kapsamı ve mekânsal konfigürasyonu bu servislerin durumunu tanımlamada büyük önem taşımaktadır. Bu tanımlama için ise tek ölçekli bir çerçeve yerine çalışmanın amacına göre bölgesel ölçek, metropol ölçeği ve kentsel ölçek olarak tanımlanan üç ölçek önerilmektedir. Belirlenen mekânsal ölçeğe hizmet edecek haritalar üretmek için yapılacak olan sınıflama çalışmasına başlamadan önce kentsel ES'lerin mekânsal sınırlarının netleştirilmiş ve kentsel YAY tipolojisinin belirlenmiş olması gerekmektedir (MAES, 2016).

Bu çalışmanın odak noktasını kentsel ES sunan kentsel YAY'ın coğrafi doğruluğu yüksek, ayrıntılı detay düzeyinde ve somut bir şekilde haritalandırılması oluşturmaktadır. Bu altyapının haritalanması ise araştırma sınırları içerisinde yer alan kentsel yeşil alanların detaylı bir şekilde ortaya konulmasından geçmektedir.

Kentsel ES'lerin detaylı bir şekilde ortaya konulması amacıyla KA ile YD haritalarının birleştirilerek üretildiği KA-YD haritasında bulunan yeşil alan sınıfları hem kullanılan bu sınıflama sistemlerinin açıklamalarında hem de mevcut mevzuatlarda ayrı ayrı tanımlanmışlardır.

KA sınıflamasında kentsel ES'i ilgilendiren sınıflar "Kentsel yeşil alanlar" ve "Spor ve eğlence tesisleri" sınıflarından oluşmaktadır. KA rehberinde 14100 kodu ile temsil edilen Kentsel yeşil alanlar; *"Bahçeler, hayvanat bahçeleri, parklar, tarihi parklar ve mezarlıklar gibi ağırlıklı olarak rekreasyonel kullanım için halka açık yeşil alanlar, kent parkları haline gelen ve yönetilen banliyö doğal alanları ve en az iki tarafı kentsel alan ve yapılarla sınırlanmış rekreasyonel kullanım izlerinin görüldüğü çevreden kentsel alanlara uzanan ormanlar veya yeşil alanlar"* olarak, 14200 kodu ile temsil edilen Spor ve eğlence tesisleri ise; *"İster kamu ister ticari olarak yönetilsin, ilgili arazi dâhil tüm spor ve eğlence tesisler; ilişkili yeşil alanlar, park yerleri vb. dâhil olmak üzere her türlü spor için halka açık alanlar"* olarak tanımlanmıştır (EU, 2016).

YD ise büyük kamu parkları, kentsel ormanlık alanlar, yeşil alanlar ve

cadde/park ağaçlarından bahçeler, arazi gibi özel yeşil alanlara kadar değişen kentsel ortamlardaki kentsel yeşil alanların (farklı kentsel yeşil alan tiplerinin) kapsamlı bir konseptini ve listesini geliştirmek için hazırlanmıştır (GS, 2015).

2014 yılında yürürlüğe giren ve güncel olarak yürürlükte olan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nin "Tanımlar" bölümündeki "Sosyal altyapı alanları" *"Birey ve toplumun kültürel, sosyal ve rekreatif ihtiyaçlarının karşılanması ve sağlıklı bir çevre ile yaşam kalitelerinin artırılmasına yönelik kamu veya özel sektör tarafından yapılan eğitim, sağlık, dini, kültürel ve idari tesisler, açık ve kapalı spor tesisleri ile park, çocuk bahçesi, oyun alanı, meydan, rekreasyon alanı gibi açık ve yeşil alanlara verilen genel isim."* olarak tanımlamaktadır (MBS, 2014). Aynı yönetmeliğin *"Farklı Nüfus Gruplarında Asgari Sosyal ve Teknik Altyapı Alanlarına İlişkin Standartlar ve Asgari Alan Büyüklükleri"* başlıklı Ek-2 Tablosuna göre ilçe sınırları dahilinde yapılan planlamalardaki açık ve yeşil alanlar çocuk bahçesi, park, meydan, semt spor alanı, botanik parkı, mesire yeri ve rekreasyon alanından oluşmalıdır ve yine bu planlamalarda kişi başına düşen açık ve yeşil alan miktarının en az 10m² olarak olması gerekmektedir (MBS, 2014).

3/5/1985 tarihli ve 3194 sayılı İmar Kanunu ve 9/6/2011 tarihli ve 644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname hükümlerine dayanılarak hazırlanmış olan ve hâlihazırda yürürlükte olan 3/7/2017 tarihli ve 30113 sayılı Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin "Tanımlar" bölümünde bulunan yeşil alanlar *"Toplumun yararlanması için ayrılan oyun bahçesi, çocuk bahçesi, dinlenme, gezinti, piknik, eğlence, rekreasyon ve rekreatif alanları toplamını (Metropol ölçeğindeki fuar, botanik ve hayvanat bahçeleri ile bölgesel parklar bu alanlar kapsamındadır.), 19 uncu maddede yer alan işlevleri ve yapılaşma koşullarını içeren yeşil alanlar"* şeklinde tanımlanmıştır (MBS, 2017). Bu tanım içerisindeki Çocuk bahçeleri, Parklar, Piknik ve eğlence (rekreasyon) alanları sınıfları ile ilgili verilen detaylı bir tanımlama daha önceki bölümlerde (sf 126) verilmiştir.

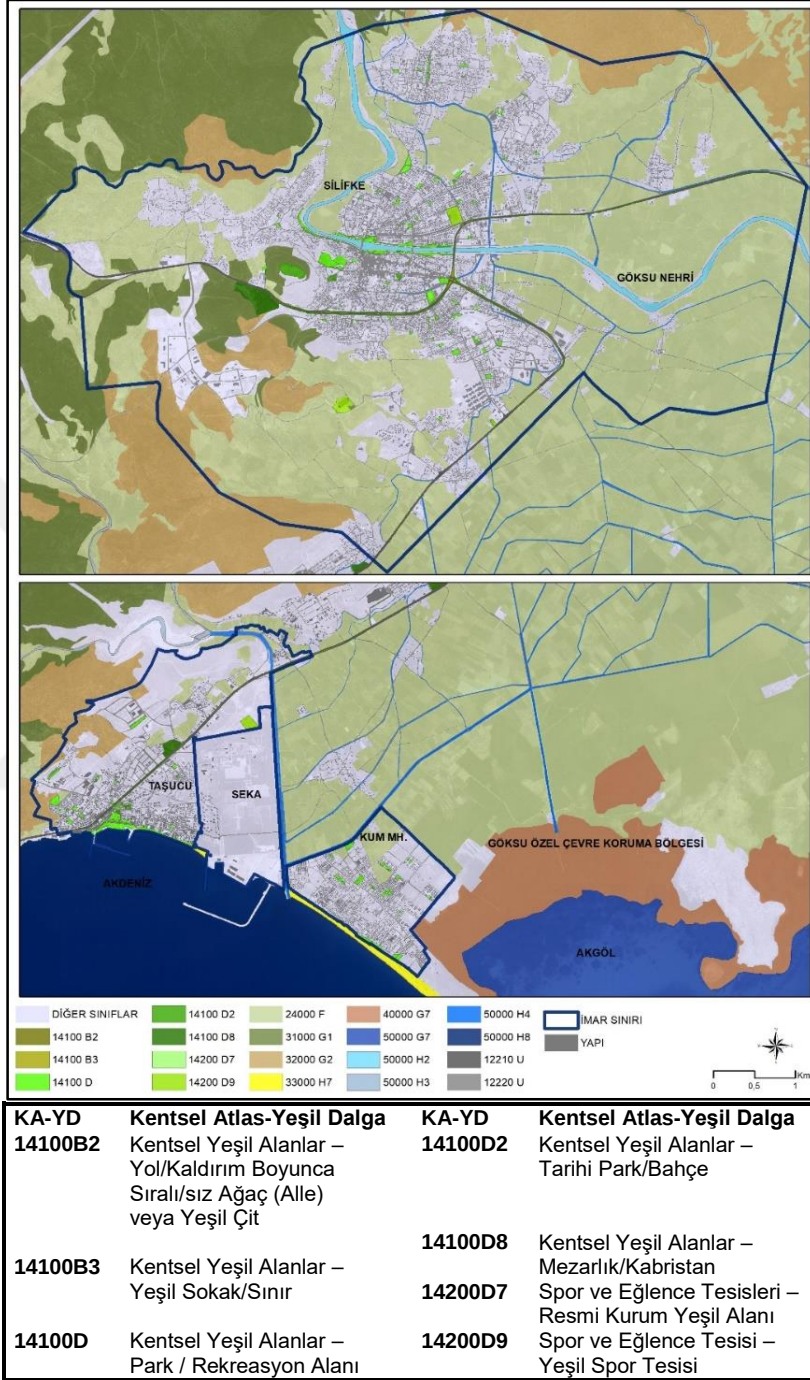
Çalışmanın bu aşamasında tüm bu tanımlamalardan yola çıkılarak, KA ile YD haritalarının birleştirilmesiyle üretilen KA-YD haritasındaki hem Silifke hem de Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde bulunan ve kentsel ES sağlayan tüm yeşil alanlar ortaya konulmuştur. Ayrıca aynı alanlar hem kullanılan sınıflama sisteminde belirtilen tanımlamalar doğrultusunda hem de mevcut mevzuat olan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde yer alan tanımlamalara göre ayrı ayrı ele alınarak kişi başına düşen yeşil alan miktarları açısından değerlendirilmiştir.

Silifke imar sınırları içerisinde bulunan ve kentsel ES sağlayan yeşil alanlarla ilgili istatistiksel bilgiler Çizelge 4.13'te, yersel dağılım haritası ise Şekil 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Silifke Kentsel Ekosistem Servisleri sağlayan Yeşil Alanlar

KA-YD	Alan (Da)	KA-YD	Alan (Da)
14100 B2	34	14100 D8	101
14100 B3	51	14200 D7	12
14100 D	215	14200 D9	70
14100 D2	50	Toplam	533 da

Yaklaşık 34 da olan 14100B2 kodlu “Yol/kaldırım boyunca sıralı/sız ağaç-yeşil çit” sınıfı alanları, yaya yolları boyunca veya ulaşım yolları kenarı boyunca sıralı veya sırasız allelerin bulunduğu alanlardan oluşmaktadır. 14100B3 kodlu “Yeşil sokak/yeşil sınır (ağaçsız)” sınıfı (51 da) ağaçların yer almadığı çoğunlukla refüjler veya araç yolu ile yaya yolu arasında sınır oluşturan şeritler şeklindeki bitki parterlerinden oluşmaktadır. 14100D kodu ile “Parklar ve rekreasyon alanları” sınıfını oluşturan alanlar, mevcut olarak kullanılan ve yaklaşık 215 da alan büyüklüğüne sahip parklar ve rekreasyon alanlarından oluşmaktadır.



Şekil 4.17. İmar Planı Düzeyinde KA-YD Kentsel Yeşil Alanlar

14100D2 kodlu “Tarihi park/bahçe” sınıfı ise yaklaşık 50 da alansal büyüklük içerisinde tescil edilmiş tarihi kalıntıların veya yapıların bulunduğu parklardan oluşmaktadır. 14100D8 kodu ile “Mezarlık/kabristan” sınıfı 101 da alan yer kaplamaktadır. 14200D9 kodu ile çim futbol sahalarının oluşturduğu “Yeşil spor tesisi” sınıfı toplam 70 da alan yer kaplamaktadır.

Silifke merkez imar planı sınırlarına giren mahallelerdeki nüfus sayıları ile KA-YD sınıflama sistemi ve Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği’nde yer alan tanımlamalara uyan yeşil alanların toplam miktarları ayrı ayrı belirlenerek, mevcut geçerli mevzuat olan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde belirtilen kişi başına olması gereken yeşil alan miktarlarına göre bir değerlendirme yapılmıştır.

Silifke merkez imar planı sınırlarına giren mahallelerdeki kişi başına düşen yeşil alan miktarları ile ilgili istatistiksel bilgiler Çizelge 4.14’te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Silifke merkez yerleşim nüfusu ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı

Mahalle Adı	Nüfus	Mahalle Adı	Nüfus
Gazi Mh.	15.428	Pazarkaşı Mh.	1.640
Göksu Mh.	14.396	Tosmurlu Mh.	1.237
Mukaddem Mh.	6.675	Bucaklı Mh.	1598
Sarıcalar Mh.	6.056	Ulugöz Mh.	1.160
Sayağzı Mh.	5.208	Kabasakallı Mh.	956
Yeni Mh.	3.563	Say Mh.	954
Toros Mh.	3.452	Camiikebir Mh	910
Atik Mh.	2.990	Burunucu Mh	826
Saray Mh.	1.762	Toplam	68.811
Silifke İmar Sınırı Yeşil Alan Miktarı (KA-YD'ya göre)			533.000 m²
Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı (KA-YD'ya göre)			7,75 m²
Silifke İmar Sınırı Yeşil Alan Miktarı (MPYY'e göre)			265.000 m²
Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı (MPYY'e göre)			3,85 m²
MPYY: Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliği			

Çizelge 4.14’te görüldüğü üzere Silifke merkez yerleşimi için ne KA-YD sınıflama sistemindeki tanımlamalara göre belirlenen toplam kentsel yeşil alan miktarı ne de Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde yapılan tanımlamalara göre belirlenen toplam kentsel yeşil alan miktarı mevcut yasal mevzuatta belirlenen kişi başına düşmesi gereken en az 10 m² yeşil alan miktarı ihtiyacını karşılamamaktadır.

KA-YD sınıflama sistemindeki tanımlamalara göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı 7,75 m² iken, mevcut mevzuat olan mekânsal plan yapım yönetmeliğindeki tanımlamalara göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 3,85 m² düzeyinde kalarak oldukça yetersiz bir kişi başına düşen yeşil alan miktarı durumunu ortaya koymaktadır.

Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde bulunan ve kentsel ES sağlayan yeşil alanlarla ilgili istatistiksel bilgiler Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Taşucu Kentsel Ekosistem Servisleri sağlayan Yeşil Alanlar

KA-YD	Alan (da)	KA-YD	Alan (da)
14100 B2	3	14100 D8	27
14100 B3	15	14200 D7	2
14100 D	157	14200 D9	23
14100 D2	6	Toplam	233 da

Yaklaşık 3 da olan 14100B2 kodlu “Yol/kaldırım boyunca sıralı/sırasız Ağaç-Yeşil Çit” sınıfı, yaya yolları boyunca veya ulaşım yolları kenarı boyunca sıralı veya sırasız ağaçlı alanlardan oluşmaktadır. Yaklaşık olarak 15 da alansal büyüklüğe sahip 14100B3 kodlu “Yeşil sokak/yeşil sınır (ağaçsız)” sınıfı ağaçların yer almadığı çoğunlukla refüjler veya araç yolu ile yaya yolu arasında sınır oluşturan şeritler şeklindeki bitki parterlerinden oluşmaktadır

14100D kodlu “Parklar ve Rekreasyon Alanları” sınıfı, mevcut olarak kullanılan ve yaklaşık olarak 157 da alan büyüklüğüne sahip parklar ve rekreasyon alanlarından oluşmaktadır.

Yaklaşık olarak 6 da alansal büyüklüğe sahip 14100D2 kodlu “Tarihi park/bahçe” sınıfı içerisinde tescil edilmiş tarihi kalıntıların veya yapıların bulunduğu parklardan oluşmaktadır. 14100D8 kodu ile “Mezarlık/kabristan” sınıfı yaklaşık olarak 28 da alan büyüklüğüne sahiptir.

14200D9 kodu ile çim futbol sahalarının oluşturduğu “Yeşil spor tesisi” sınıfının alansal büyüklüğü toplam 23 da olarak belirlenmiştir.

Taşucu ve Kum Mahallesi imar planı içindeki mahallelerin nüfus sayıları ile KA-YD sınıflama sisteminde ve Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde yer alan tanımlamalara uyan yeşil alanların toplam miktarları ayrı ayrı belirlenerek, Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'nde belirtilen olması gereken kişi başı yeşil alan miktarı ile karşılaştırılmıştır.

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırlarına giren mahallelerdeki kişi başına düşen yeşil alanlar ile ilgili istatistiksel bilgiler Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Taşucu-Kum Mahallesi nüfusu ve kişi başına düşen yeşil alan miktarı

Mahalle Adı	Nüfus
Taşucu Mahallesi	13.215
Taşucu-Kum Mh. İmar Sınırı Yeşil Alan Miktarı (KA-YD'ya göre)	233.000 m ²
Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı (KA-YD'ya göre)	17,8 m ²
Taşucu-Kum Mh. İmar Sınırı Yeşil Alan Miktarı (MPYY'e göre)	163.000 m ²
Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı (MPYY'e göre)	12,3 m ²
MPYY: Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliği	

Çizelge 4.16'da görüldüğü üzere Silifke merkez yerleşiminde görülenin aksine hem KA-YD sınıflama sistemindeki tanımlamalara göre belirlenen toplam kentsel yeşil alan miktarı hem de Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliğinde yapılan tanımlamalara göre belirlenen toplam kentsel yeşil alan miktarına göre hesaplanan kişi başına düşen yeşil alan miktarı mevcut yasal mevzuatta belirlenen kişi başına en az 10m² olan yeşil alan miktarı koşulunu karşılamaktadır.

KA-YD sınıflama sistemindeki tanımlamalara göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı 17,8 m² olarak belirlenirken, Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliğindeki tanımlamalara göre hesaplanan kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 12,3 m² olarak belirlenmiştir.

Silifke merkez yerleşim yerindeki çok yetersiz olan kişi başına düşen yeşil alan miktarı durumunun aksine Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları için kişi başına düşen yeşil alan miktarı mevcut yasal mevzuattaki belirlenen yeşil alan ihtiyacını karşılamaktadır.

4.4.2.2. Suya Dayalı Kentsel Ekosistem Servisleri

Araştırma alanı içerisinde yer alan ve sulama ihtiyacı olan kamusal alanların su ihtiyacı hesabı için TAGEM ve DSİ'nin ortak bir çalışması olan *Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri* çalışmasından faydalanılmıştır. Bu çalışmada her bölge için ilçe düzeyine kadar detaylı bir şekilde çalışılmıştır. 30 yıllık meteorolojik veriler kullanılarak geniş bir yelpazeye sahip bitki sulama ihtiyacı tablosu oluşturulmuştur. Bu çalışmada referans olarak çim alanların sulama ihtiyacı dikkate alınmıştır. Özellikle kentsel yeşil alanlardaki en yüksek sulama ihtiyacını çim alanlar oluşturmaktadır. Çim alanların sulama ihtiyacının karşılanması durumunda alanda yer alan diğer canlı materyallerin de sulama ihtiyaçları karşılanmış olacaktır. Bu amaçla bitki su tüketimlerinin verilmiş olduğu kaynaktan Silifke ilçesi için çim alanlarının aylık su ihtiyaçları çıkarılmıştır. Silifke ilçesi için aylık sulama isteği Çizelge 4.17'de gösterilmiştir. Bitkilere ait sulama suyu ihtiyacının nasıl hesaplandığı ile ilgili detaylı bilgi yöntem bölümünün ilgili kısmında verilmiştir.

Çizelge 4.17. Silifke ilçesi için çim bitkisinin aylık toplam su ihtiyacı (TAGEM, 2017)

Aylık Toplam Su İhtiyacı (mm)												
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	56	61	89	111	146	166	168	167	131	102	66	51

Mersin gibi tipik bir Akdeniz iklimine sahip bir kentin ilçesi olan Silifke'nin en yüksek sulama ihtiyacının olduğu mevsim doğal olarak yaz mevsimidir. Çizelgede de görüldüğü üzere Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları en yüksek sulama ihtiyacının olduğu aylardır. Mayıs, Eylül ve Ekim ayları da yaz aylarına göre daha düşük görünseler de dikkate değer bir sulama ihtiyacına sahiptirler.

Gezer ve Gül (2009), Kentsel Açık ve Yeşil alanları kullanım durumuna göre; “Kentlerde yaşayan insanların genel olarak faydalandığı veya tüm rekreasyonel ihtiyaçlarının karşılandığı **Kamusal (Genel) Açık ve Yeşil Alanlar** (Kent ve mahalle parkları, kent ormanları, mezarlıklar, botanik ve hayvanat

bahçeleri, fuar ve sergi alanları, yol ve refüjler, spor alanları), kentlerde yaşayan insanların tümüyle yararlanamadığı, sadece kurum ve kuruluşların çalışanları ve ailesi veya belirli bir kesim tarafından belli şartlarda kullanılabilen Yarı-Özel Açık ve Yeşil Alanlar (Okul bahçeleri, askeri alan, kamu kurum ve kuruluşu ile fabrika yerleşkeleri) ve sadece sahipleri veya sakinleri tarafından kullanılan özel mülkiyetli tek ve çok katlı veya toplu konutlardan oluşan Özel Açık ve Yeşil Alanlar” olmak üzere üç grup altında sınıflamaktadır. Bu bölümde sadece Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde yer alan Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlardan oluşan alanların sulama ihtiyaçları dikkate alınmıştır. Özel Açık ve Yeşil Alanlar bu çalışmanın yağmur suyu ile ilgili yapılan bölümleri için hedef grubu içinde yer almamaktadır.

Bu kapsamda Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içinde kalan ve sulama ihtiyacı bulunan Kamusal (Genel) Yeşil Alanlara ait sınıflar şunlardır: 14100D kodu ile Kentsel yeşil alanlar-parklar ve Rekreasyon alanları, 14100D2 kodu ile Kentsel yeşil alanlar-Tarihi park/bahçe, 14100D8 kodu ile Kentsel yeşil alanlar-Mezarlık/kabristan, 14200D9 kodu ile Spor ve eğlence tesisleri-Yeşil spor tesisi. Yine aynı şekilde imar planı sınırları içinde kalan ve sulama ihtiyacı bulunan Yarı-Özel Yeşil Alanlara ait sınıflar ise şunlardır; 12100D7 kodu ile Endüstriyel, Ticari, Kamusal, Halka Kapalı Birimler-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar, 14200D7 kodu ile Spor ve Eğlence Tesisleri-Resmi Kurumlara Ait Yeşil Alanlar.

Bu alanlar Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planları olmak üzere her iki imar planı sınırları açısından ayrı ayrı ele alınmıştır.

Silifke imar planı sınırları içinde kalan ve sulama ihtiyacı bulunan Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlara ait aylık sulama ihtiyacı Çizelge 4.18’de verilmiştir. Silifke imar planı sınırı içindeki sulama ihtiyacı olan kamusal sınıflara ait yeşil alanlar ile ilgili çizelge incelendiğinde en yüksek sulama suyu ihtiyacının yaz aylarında olduğu görülmektedir. Bu durum yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz iklimine sahip kıyıya yakın yerleşimlerde oldukça beklenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.18. Silifke Kentsel Ekosistem Servisleri Su İhtiyaçları

Aylar		Kentsel Atlas – Yeşil Dalga Sınıfları						Toplam
		12100D7	14100D	14100D2	14100D8	14200D7	14200D9	
	mm	269 da	176 da	47 da	101 da	3 da	57 da	1.016 da
Ocak	56	15.064	9.856	2.632	5.656	168	3.192	36.568 m ³
Şubat	91	24.479	16.016	4.277	9.191	273	5.187	59.423 m ³
Mart	89	23.941	15.664	4.183	8.989	267	5.073	58.117 m ³
Nisan	111	29.859	19.536	5.217	11.211	333	6.327	72.483 m ³
Mayıs	146	39.274	25.696	6.862	14.746	438	8.322	95.338 m ³
Haziran	166	44.654	29.216	7.802	16.766	498	9.462	108.398 m ³
Temmuz	168	45.192	29.568	7.896	16.968	504	9.576	109.704 m ³
Ağustos	167	44.923	29.392	7.849	16.867	501	9.519	109.051 m ³
Eylül	131	35.239	23.056	6.157	13.231	393	7.467	85.543 m ³
Ekim	102	27.438	17.952	4.794	10.302	306	5.814	66.606 m ³
Kasım	66	17.754	11.616	3.102	6.666	198	3.762	43.098 m ³
Aralık	51	13.719	8.976	2.397	5.151	153	2.907	33.303 m ³
Toplam	1.344	361.536	236.544	63.168	135.744	4.032	76.608	877.632 m ³

Özellikle yaz aylarında kurak bölgeler neredeyse hiç yağış almamaktadır. Yaz aylarına yakın miktarda sulama suyuna ihtiyaç duyulan Mayıs ve Eylül ayları da benzer şekilde görece az yağış alan aylar olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle Eylül ayı yağış davranışı bakımından yaz mevsimi karakteristiği göstermektedir. Bu nedenden dolayı ilerleyen bölümlerde yapılan yağmur suyu ile ilgili çalışmalarda Eylül ayı kullanılmamıştır. Özellikle yaz aylarına karşılık gelen sulama ihtiyacına dikkat çekilmesinin nedeni, potansiyel yağmur suyu hasadının kullanımı açısından bu ayların çok büyük öneme sahip olmasıdır.

Resmi kurumlara ait Yarı-Özel Yeşil Alanların oluşturduğu 12100D7 sınıfı, sulama ihtiyacı olan kamusal yeşil alanlar içerisinde en büyük alansal büyüklüğe sahip sınıfı temsil etmektedir. Bu sınıfı Kamusal (Genel) Yeşil Alanlara ait park ve rekreasyon alanlarını temsil eden 14100D sınıfı ile mezarlıkları temsil eden 14100D8 sınıfı takip etmektedir.

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içinde kalan Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlara ait aylık sulama ihtiyacı Çizelge 4.19’da verilmiştir.

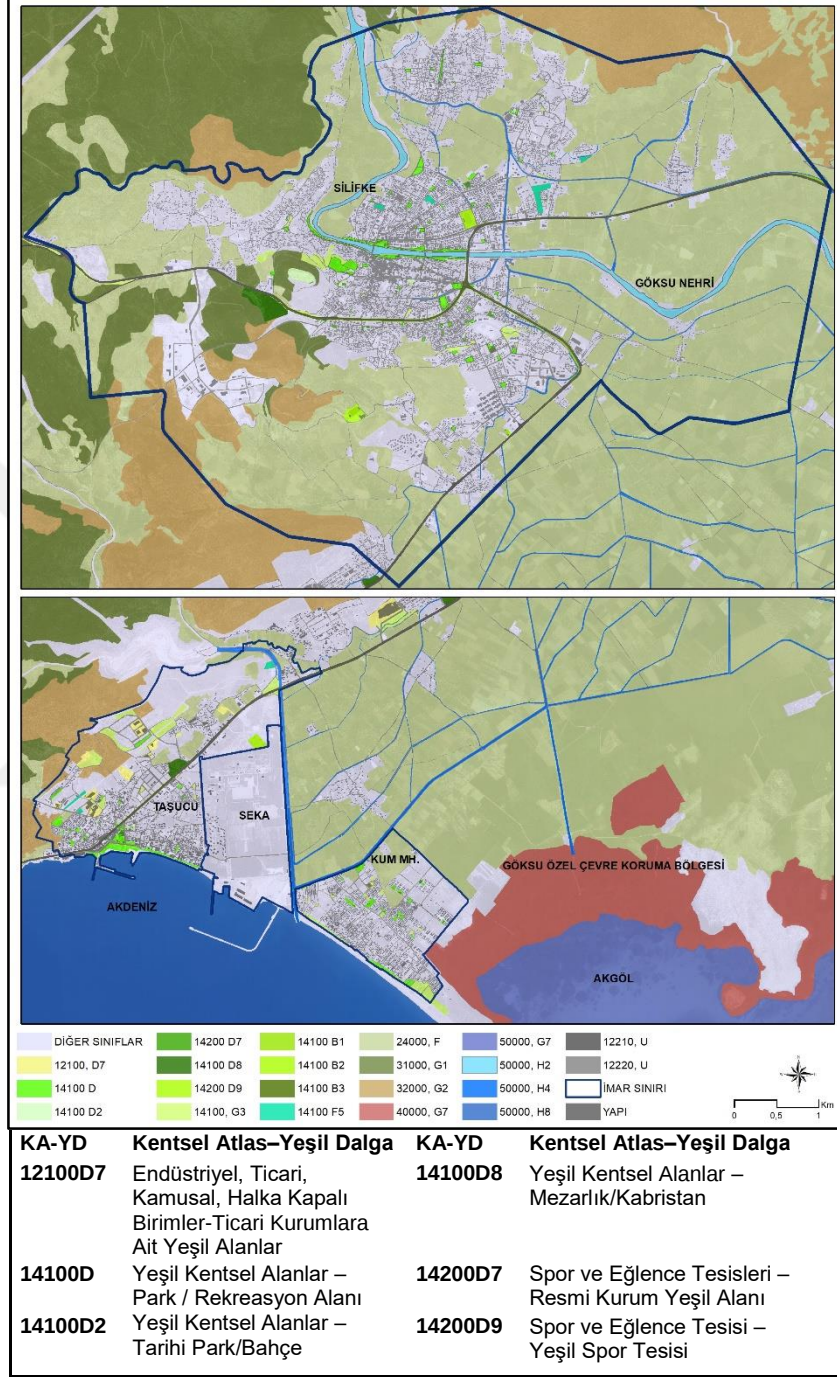
Çizelge 4.19. Taşucu-Kum Mh. Kentsel Ekosistem Servisleri

		Kentsel Atlas – Yeşil Dalga Sınıfları						Toplam
		12100D7	14100D	14100D2	14100D8	14200D7	14200D9	
	mm	26 da	140 da	5 da	27 da	2 da	23 da	223 da
Ocak	56	1.456	7.840	280	1.512	112	1.288	12.488 m ³
Şubat	91	2.366	12.740	455	2.457	182	2.093	20.293 m ³
Mart	89	2.314	12.460	445	2.403	178	2.047	19.847 m ³
Nisan	111	2.886	15.540	555	2.997	222	2.553	24.753 m ³
Mayıs	146	3.796	20.440	730	3.942	292	3.358	32.558 m ³
Haziran	166	4.316	23.240	830	4.482	332	3.818	37.018 m ³
Temmuz	168	4.368	23.520	840	4.536	336	3.864	37.464 m ³
Ağustos	167	4.342	23.380	835	4.509	334	3.841	37.241 m ³
Eylül	131	3.406	18.340	655	3.537	262	3.013	29.213 m ³
Ekim	102	2.652	14.280	510	2.754	204	2.346	22.746 m ³
Kasım	66	1.716	9.240	330	1.782	132	1.518	14.718 m ³
Aralık	51	1.326	7.140	255	1.377	102	1.173	11.373 m ³
Toplam	1.344	34.944	188.160	6.720	36.288	2.688	30.912	299.712 m ³

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırı içindeki sulama ihtiyacı olan kamusal sınıflara ait yeşil alanlar ile ilgili çizelge incelendiğinde en yüksek sulama suyu ihtiyacının Silifke ile benzer şekilde yaz aylarında olduğu görülmektedir. Akdeniz’e kıyısı olan Taşucu ve Kum Mahallesi yerleşimleri benzer şekilde yaz aylarında neredeyse hiç yağış almamaktadır. Görece yüksek sulama suyuna ihtiyaç duyulan Mayıs ve Eylül ayları da benzer şekilde az yağış alan aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kamusal (Genel) Yeşil Alanlardan park ve rekreasyon alanlarını temsil eden 14100D sınıfı, sulama ihtiyacı olan kamusal yeşil alanlar içerisinde en büyük alansal büyüklüğe sahip sınıfı temsil etmektedir. Bunu, mezarlıkları temsil eden 14100D8 sınıfı ile Yarı-Özel Yeşil Alanların oluşturduğu 12100D7 sınıfı ile Spor ve eğlence tesislerinden çim futbol sahalarının oluşturduğu 14200D9 sınıfı takip etmektedir.

Suya dayalı kentsel ES’ler sunan resmi kurumlara ait Kamu (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların imar planları üzerindeki yersel dağılımını gösteren harita Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Suya dayalı kentsel ekosistem servisleri sunan Kamu (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların yersel dağılımı

4.4.3. Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli

Etkili yağmur suyu yönetimi, iklim olayları sırasında üretilen yağışla ilgili özelliklerin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir (Lee ve ark, 2017). Bu çalışmada ulaşılmak istenen sonuçlardan biri ve en önemlisi potansiyel olarak toplanabilecek olan yağmur suyunun kullanım potansiyelini ölçmektir. Bu nedenle araştırma alanı sınırları içinde meydana gelecek olan yağmur suyu miktarının hesaplanması bu çalışma için hayati önem taşımaktadır. Yağmur suyunun hesaplanması, içinde birçok parametreyi barındıran bir süreçten oluşmaktadır. Bu süreci doğru tanımlamak ve parametreleri doğru seçerek doğru bilgiler kullanmak çalışmanın sağlıklı sonuçlar vermesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu nedenlerden dolayı bu çalışmada su kaynakları ile çalışan profesyoneller ve araştırmacılar tarafından kullanılan popüler bir kentsel yağış modeli olan ve ABD Çevre Koruma Ajansının da kullandığı yağmur suyu yönetimi modeli olan SWMM kullanılmıştır. SWMM, tek olay veya akış miktarı ve bunun kalitesinin sürekli simülasyonu için kullanılabilir. SWMM modeli için kullanıcı açısından birçok parametrenin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kentsel yağmur suyu potansiyelinin hesaplandığı bu bölümde yukarıda da bahsedildiği üzere ABD Çevre Koruma Ajansının kullandığı SWMM modelinin profesyonel modu olan PCSWMM'den faydalanılmıştır. Modelin içinde bulundurduğu simülasyon modülü, yağmur suyundan kaynaklanan yüzey akışı, infiltrasyon, buharlaşma gibi süreçlerle ilgili miktarların hesaplanmasına imkan tanımaktadır. Bu modelin kullanılması için birçok parametrenin de doğru bir şekilde modelin içine aktarılması gerekmektedir. Bunların en önemlilerini AÖ/AK haritası, yüzey geçirgenliği miktarı, alanın eğim hesabı, yüzey akış uzunluğu ve iklimsel veriler oluşturmaktadır. Bu model ve model içinde kullanılan yöntemler ile ilgili detaylı bilgi yöntem bölümünde verilmiştir.

Bu çalışmanın temelini kentsel alanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle kentsel alanların da içinde yer aldığı planlı imar sınırları dikkate alınarak yağmur suları potansiyelleri hesaplanmıştır. Bu amaçla araştırma alanı iki bölüm olarak ele

alınmıştır: Silifke merkez bölümü ve Taşucu ve Kum mahallesini içine alan ve kıyı şeridinde yer alan diğer bölüm. Bu alanlar Silifke ilçesinin merkez yerleşimleri konumundadır.

Silifke merkez yerleşimi geçirgenlik oranının oldukça az olduğu yoğun yapılaşmanın yer aldığı bir yapıya sahiptir. Yerleşim çekirdeğinin içinde yer alana ticaret ve yerleşim alanlarının varlığı kaplanmış alan miktarının oldukça artırmaktadır. Kıyı kesiminde yer alan Taşucu ve Kum mahalleleri Silifke yerleşim merkezine kıyasla daha geçirgen bir yapıya sahiptir. İkinci konut yapılaşmasının yoğun olduğu bu bölümde görece daha geçirgen bir yapı bulunmaktadır. Özellikle Kum Mahallesi çoğunlukla az katlı ve bahçeli yazlık sitelerden oluşmaktadır. Bu nedenle kaplanmış yüzey miktarları oldukça azdır.

Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisinde yer alan yerleşim yerleri için detaylı bir AÖ/AK haritası üretilmiştir. Bu harita hazırlanırken yapılaşma adaları dikkate alınmıştır. Çünkü kullanılan KA sınıflama sistemi, yapılaşma adalarının geçirimsizlik oranına göre kentleşme sınıfını belirlemektedir. KA ile beraber kullanılan diğer sınıflama sistemi olan YD ise yeşil alanların detaylı bir şekilde sınıflanmasıyla ilgilenmektedir. Bu sınıflama sistemleri eşliğinde haritalanmış olan çalışma alanları modele alt havzalar olarak yüklenmiştir. Bu alt havzalar arasında kalan bölümler çoğunlukla yollardan oluşmaktadır. Yolların detaylı bir şekilde belirlenmiş olması çalışmanın sağlıklı ilerlemesi için oldukça önemlidir. Çünkü çoğunlukla yağmur suyu akışlarının taşındığı alanlar bu kaplama malzemesine sahip alanlardan oluşmaktadır.

Her bir alt havza için bir bağlantı noktası oluşturulması gerekmektedir. Bu noktalar akışa geçen yağmur suyunun nereye, ne şekilde, neyle ve hangi eğimle aktarılacağına cevaplarını içermektedir. Bu noktada yüzey akış uzunluğunun doğru hesaplanması, çalışmanın sağlıklı yapılmasını sağlamaktadır. Çünkü belirlenen bu noktalar her bir yüzeyden gelen yağmur suyu miktarının hesaplanarak bir bağlantı aracılığıyla diğer alana aktarılmasını sağlamaktadır. Bu aşamada yüzeyin geçirgenliği, toprak geçirgenliği, eğim miktarı ve alansal bilgilerin doğruluğu

kontrol edilmelidir. Silifke ve Taşucu-Kum Mahallerine ait alt havzalar ile ilgili bu verilerin kullanıldığı şekliyle yazılım veri tabanındaki görünümüne ait bir kesit Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Silifke imar planı alt havzaları ile ilgili veri tabanı kesiti

No	X	Y	KA-YD Sınıfı	Çıkış	Alan (ha)	W (m)	Eğim (%)	G (%)	Eğri No	U (m)
S1	584507	4028958	24000 F	J7	14	341	13	5	88	413
S2	584356	4028664	11230 B4	J46	14	239	8	11	79	602
S3	583809	4029020	24000 F	J2	14	384	19	5	88	358
S4	584170	4028527	11230 B4	J18	10	121	8	19	79	817
S5	583496	4029038	24000 F	J2	5	377	24	3	88	138
S6	584092	4028784	11230 B4	J12	15	266	12	20	79	572
S7	584812	4028843	24000 F	J7	16	506	15	6	88	317
S8	583423	4028809	24000 F	J23	11	477	13	5	88	240
S9	583117	4028838	24000 F	J9	13	341	20	3	88	369
S10	582702	4028727	24000 F	J5	7	451	17	3	88	156
S11	583875	4028634	11220 B4	J33	11	393	9	36	81	280
S12	585321	4028742	24000 F	J14	8	304	23	3	88	252
S13	585150	4028514	11210 B4	J48	15	493	13	7	79	308
S14	582510	4028569	24000 F	J21	14	320	22	3	88	437
S15	584840	4028380	11230 B4	J478	19	367	9	12	79	509

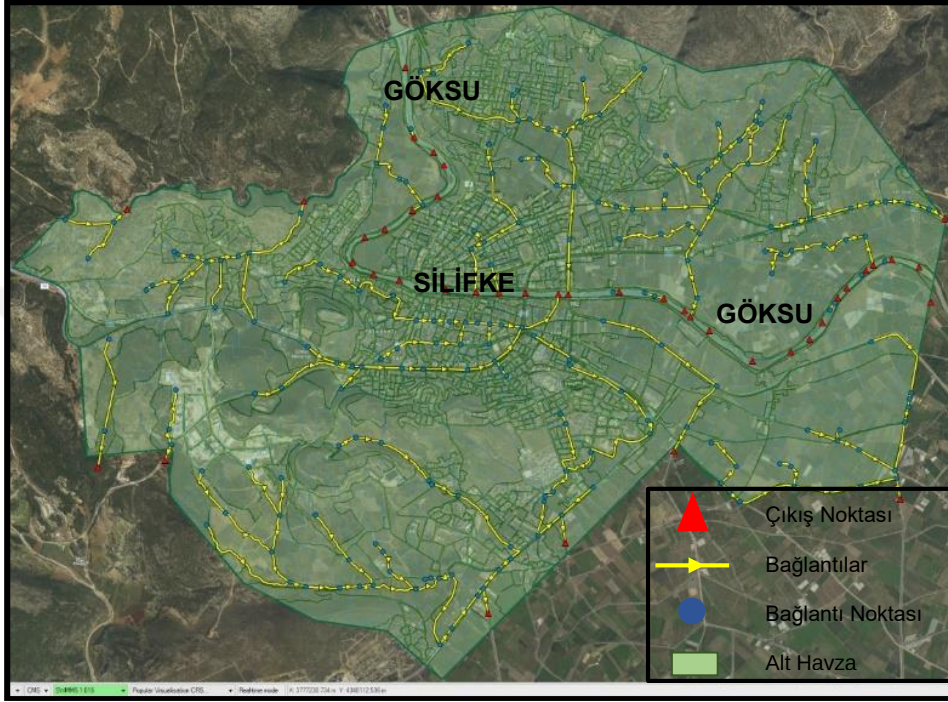
W: Genişlik, U: Uzunluk, A: Alan, G: Yüzey geçirimsizlik oranı,

Çizelge 4.21. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı alt havzalar ile ilgili veri tabanı kesiti

No	X	Y	KA-YD Sınıfı	Çıkış	Alan (ha)	W (m)	Eğim (%)	G (%)	Eğri No	U (m)
1	578732	4019464	14100 D	Of125	0,61	203	18	65	90	30
2	579685	4019434	14100 D	89	0,35	30	2	5	98	118
3	580850	4021482	14100 G3	Of001	1,89	199	2	53	83	95
4	579923	4019444	11220 B4	J006	2,83	199	4	40	83	142
5	581016	4021660	11220 B4	J003	4,93	200	4	18	79	247
6	579445	4019580	11220 B4	J107	3,04	200	3	55	83	152
7	579194	4019635	11220 B4	J128	1,23	198	6	50	83	62
8	579776	4019708	11220 B4	J121	5,32	200	3	42	83	266
9	579865	4019958	11240 B4	J116	8,30	200	4	12	80	415
10	579832	4020154	11220 B4	10	1,30	200	4	41	83	65
11	580562	4020972	12100 D7T	87	36,03	200	2	29	80	1801
12	579966	4019668	11230 B4	J007	4,26	200	3	40	83	213
13	579892	4020320	11240 B4	13	5,80	200	3	16	80	290
14	579631	4020863	11230 B4	J146	2,02	200	2	9	80	101
15	582599	4018398	11230 B4	J079	3,59	199	3	17	79	180

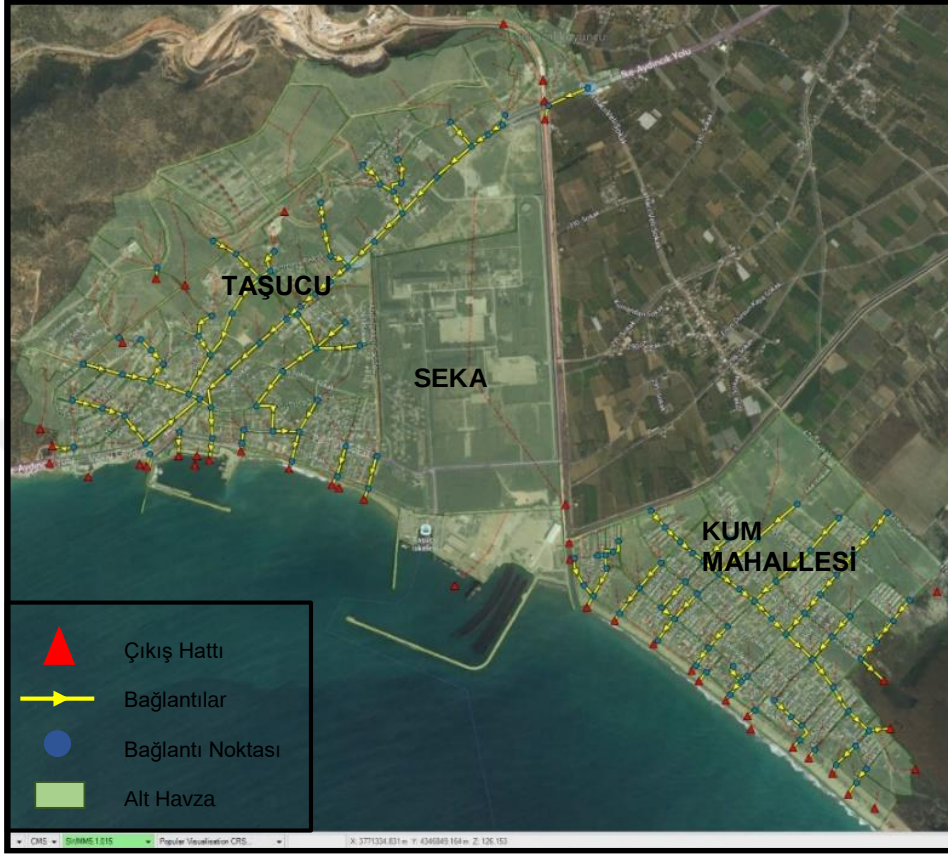
W: Genişlik, U: Uzunluk, A: Alan, G: Yüzey geçirimsizlik oranı,

Silifke ve Taşucu-Kum Mahallerine ait alt havzalar, bağlantılar ve çıkış noktaları ile ilgili yersel dağılım Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.19. Silifke Alt havzaları

Her bir alt havza için tanımlanması gereken bir diğer parametre de yağış miktarıdır. Bunun için yağmur suyu hesaplama aracı olan günlük yağış verisinin girildiği Yağmur Ölçeği kullanılmaktadır. Bu araç tanımlanmış olduğu her bir alt havza için bir yağış simülasyonu oluşturmaktadır. Böylelikle belirlenen zaman aralıkları içerisindeki yağış simüle edilerek yağmur suyu miktarı, yüzey akışı, buharlaşma ve infiltrasyon hesaplanabilmektedir. Bu veriler ile hesaplanan her bir alt havzanın yağmur suyu miktarı bağlantılar ile akışın toplanacağı yere aktarılmaktadır. Bu bağlantılar geleneksel gri altyapılarda kullanılan betonarme veya diğer malzemelerden oluşan kapalı sistem alt yapı borularından oluşabileceği gibi yüzey akışları ile tanımlanan otoyollar veya taban ve kaplama malzemeleri farklı olan yapay veya doğal su yolları gibi çok çeşitli yapılar da olabilmektedir



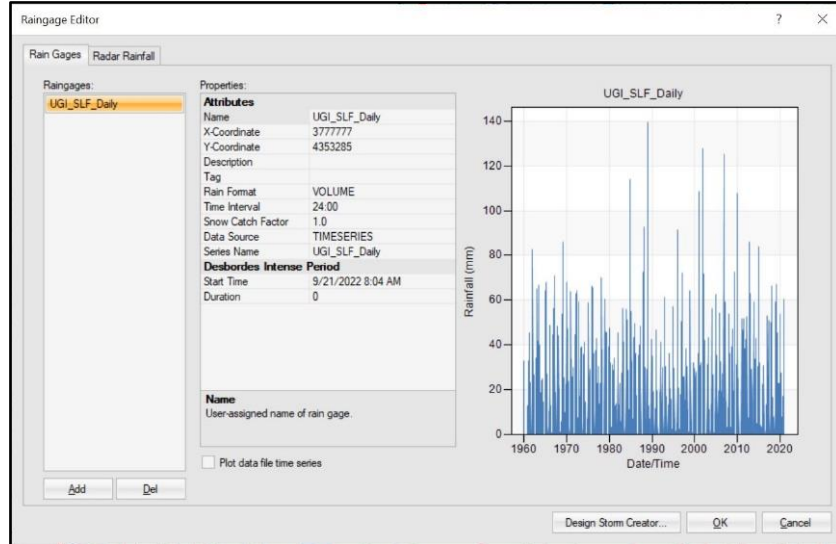
Şekil 4.20. Taşucu Alt havzaları

Yüzey akışların aktarılmasını bu bağlantılar sağladığı için bu yapıların eğimlerinin doğru aktarılması büyük önem taşımaktadır.

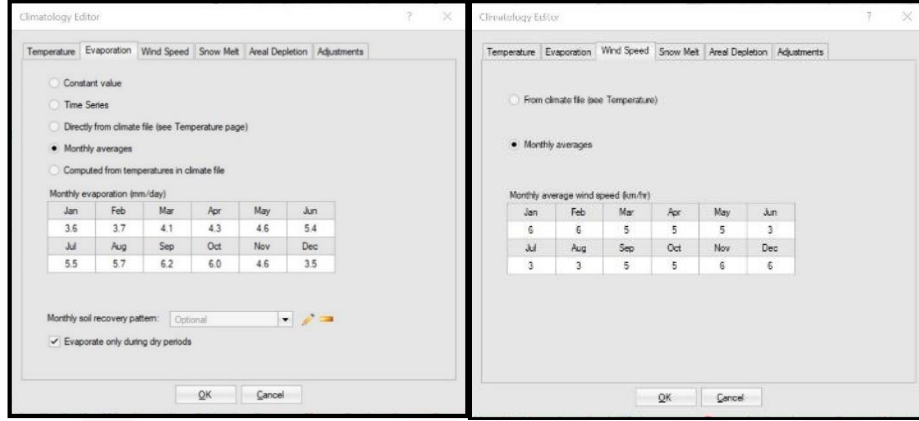
Silifke ve Taşucu ve Kum Mahallesi imar sınırları içinde kalan alanların yağmur suyu potansiyeli hesaplanırken yağış verisi olarak MGM'den temin edilen 1980 ve 2020 yılları arasındaki günlük toplam yağış verisi kullanılmıştır. Bu veri günlük toplam yağışı milimetre cinsinden vermektedir. Bu verinin yanında diğer iklimsel veriler için yine MGM'den temin edilen 1980 ve 2020 yılları arasındaki günlük sıcaklık, günlük toplam buharlaşmadan elde edilen aylık ortalama buharlaşma ve aylık ortalama rüzgâr hızı kullanılmıştır. SWMM modelinin çalıştırıldığı PCSWMM yazılımının kullanım kılavuzunda, sıcaklık verisinin daha

çok biriken karların erime hesabı yapılırken dikkate alındığı belirtilmiştir. Araştırma alanının kar yağışı ve birikimi sağlayacak bir iklime sahip olmaması nedeniyle sıcaklık verisinin kullanılmış olmasına rağmen bu veri anlamlı bir etki göstermeyecektir. PCSWMM’de kullanılan Yağmur Ölçeği ara yüzünün görünümü, yağmur verisinin hangi birimle temsil edildiği ve kayıt periyoduna dair bilgiler Şekil 4.23’te, buharlaşma ve rüzgâr hızı verilerinin girildiği iklim editörünün görünümü ve verilerin zaman periyodu Şekil 4.24’te verilmiştir.

Hesaplanan yağmur suyunun kaynakları ve yüzey akışın aktarıldığı alanlar farklılık göstermektedir. Yağmur suyunun hesaplandığı alt havzaları kentsel yapılar, ticari ve endüstriyel alanlar gibi kentsel yapı sınıfları ile beraber geçirimsizliği daha yüksek olan orman ve maki gibi doğal alanlar ve tarım alanları oluşturmaktadır. Yağmur suyu potansiyeli çalışmasında yağış miktarı durumuna göre belirli aylar kullanılmıştır. Bunun nedeni yağış verilerinin incelenmesi sonucunda en çok yağışlı ayların Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık ayları olduğu, bu aylara göre görece daha az yağışlı olan diğer ayların ise Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları olduğunun belirlenmiş olmasıdır.



Şekil 4.21. Yağmur Ölçeği (Rain Gage)



Şekil 4.22. Diğer İklim Verileri (Buharlaşma, Rüzgâr Hızı)

Bu nedenle yağışın olduğu ayların oluşturduğu aylar yağışlı dönem olarak değerlendirilmiştir ve yağışın neredeyse hiç olmadığı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise kurak dönem olarak değerlendirilmiştir. Bunun bir diğer nedeni de yağışlı dönem içerisinde canlı materyalin yani bu çalışma özelinde bitkilerin uyku döneminde olması ve yağışın varlığı sulama ihtiyacını ortadan kaldırmasıdır. Kurak dönemde ise özellikle bahar aylarında bitkilerin uyanmaya başlamasıyla kurak dönemde iyice artan sulama ihtiyacı hem yağmur hasadı potansiyelinin hem de sulama ihtiyacının ne kadarının bu hasat ile karşılanacağını beraber ele alınması gerektirmektedir. Haziran ayı ile Eylül arası arasında neredeyse hiç yağış bulunmaması nedeniyle yağışın olmadığı yaz ayları ve Eylül ayı çoğunlukla hasadı yapılan yağmur suyunun kullanılacağı dönem olarak ele alınmıştır.

Yağmur suyu potansiyeli hesaplanması işlemi için, günlük toplam verilerin kullanıldığı simülasyon 1980 ve 2020 yılları arasındaki her bir ay için ayrı ayrı çalıştırılmıştır. Her bir ay için elde edilen sonuçlar kullanılarak bu ayların ayrı ayrı ortalaması alınmıştır. Böylece her bir ay için ortalama yağmur suyu potansiyeli ortaya konulmuştur.

Bu çalışma Silifke imar plan sınırı ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırı için ayrı ayrı yapılmıştır. Sonuçlar ilerleyen bölümlerde iki ayrı bölüm olarak değerlendirilmiştir.

4.4.3.1. Silifke Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli

Silifke merkez yerleşim merkezine ait imar planı sınırları içerisinde bulunan hem kentsel hem de kentsel nitelikli tüm alanlar için potansiyel yağmur suyu miktarı 1980 yılı Ocak ayından itibaren 2020 yılı Aralık ayına kadar yağışlı dönemlere ait her bir ay için ayrı ayrı belirlenmiştir. Burada yağmur suyu miktarı olarak belirtilen sonuç miktarı, simülasyona tanımlanan yağış verileri kullanılarak simüle edilen yüzey akışı miktarından, akışın başladığı noktadan itibaren deşarj edildiği noktaya kadar gerçekleşen zemin geçirgenliğine bağlı olarak hesaplanan infiltrasyon ve sıcaklık ve buharlaşma verileri kullanılarak belirlenen buharlaşma kayıp miktarlarının çıkarılmasıyla elde edilen simülasyonda çıkış olarak belirtilen yerlerdeki toplam deşarj miktarıdır. Silifke imar planı sınırları içerisindeki yağışlı döneme ait aylık veriler ve bu aylık veriler kullanılarak elde edilen aylık ortalama yağışlar ile ilgili istatistiksel veriler Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Silifke İstatistik bilgileri

x1000 m ³	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1980	3.328	2.064	1.456	653	34	542	868	624	9.569
1981	9.152	2.549	241	-	11	21	1.534	3.507	17.015
1982	1.173	29	186	131	219	264	410	1.236	3.648
1983	3.121	1.736	3.188	163	15	525	2.076	2.328	13.152
1984	3.443	1.257	294	1.594		-	7.380	1.110	15.078
1985	2.807	1.444	908	445	110	2.156	1.299	1.299	10.468
1986	1.551	2.193	75	25	586	185	1.024	3.424	9.063
1987	1.833	330	3.067	374	311	346	1.358	4.408	12.027
1988	512	4.082	2.364	230	865	1.940	1.691	2.727	14.411
1989	4.830	225	171	-	46	2.537	2.091	2.214	12.114
1990	149	2.472	416	239	53	208	207	2.597	6.341
1991	707	706	131	21	5	616	642	5.191	8.019
1992	25	613	243	23	1.131	-	2.969	3.717	8.721
1993	585	405	1.725	30	853	-	233	1.209	5.040
1994	2.612	1.181	175	279	80	1.371	6.414	1.620	13.732
1995	2.130	940	464	80	25	33	2.449	65	6.186
1996	5.976	918	1.773	53	14	2.401	65	2.198	13.398
1997	2.230	2.007	541	1.661	87	1.410	1.522	1.184	10.642
1998	1.288	13	1.166	225	151	365	3.674	3.310	10.192
1999	1.006	1.653	112	83		67	78	950	3.949
2000	2.773	1.889	679	764	682	845	4.269	792	12.693
2001	335	2.199	293	251	1.877	310	3.946	14.648	23.859

Çizelge 4.22'nin devamı

2002	1.064	2.536	389	1.103	692	-	721	1.454	7.959
2003	909	1.723	2.209	422	91	10	161	2.206	7.731
2004	6.283	618	29	430	8	100	4.361	503	12.332
2005	2.367	488	70	194	-	702	1.990	391	6.202
2006	1.336	2.118	710	236	14	1.011	5.852	-	11.277
2007	237	2.308	807	47	241	164	1.272	4.756	9.832
2008	643	1.316	38	274	21	211	2.325	582	5.410
2009	1.978	1.614	1.841	-	2.287	613	1.859	8.118	18.310
2010	2.591	1.179	64	-	113	175	5	6.069	10.196
2011	2.023	997	1.085	679	2.520	702	256	3.759	12.021
2012	4.407	2.013	1.605	110	193	521	3.283	4.623	16.755
2013	894	656	28	1.028	238	1.259	129	185	4.417
2014	2.266	610	420	70	1.653	1.245	1.431	2.314	10.009
2015	3.637	3.130	842	168	-	653	508	124	9.062
2016	5.216	367	591	95	212	-	158	4.148	10.787
2017	1.850	8	1.225	1.853	101	1.033	3.333	463	9.866
2018	927	553	191	42	59	182	1.023	6.860	9.837
2019	5.287	2.734	2.077	120	24	157	714	5.963	17.076
2020	2.941	1.584	661	114	124	-	877	2.315	8.616
Ortalama	2.401	1.401	843	387	426	711	1.865	2.880	10.912

Çizelge 4.22'de verilen Silifke imar planı sınırlarına ait 1980-2020 yılları arasındaki aylık yağmur suyu potansiyeli sonuçları incelendiğinde yıllık yağmur suyu potansiyeli miktarların düzenli olmadığı görülmektedir. Yıllık toplam en düşük yağmur suyu potansiyeli miktarı 3.648.000 m³ ile 1982 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık toplam en yüksek yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 23.859.000 m³ ile 2001 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık olarak ortalama yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 10.912.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama yağmur suyu potansiyeli incelendiğinde en düşük yağmur suyu potansiyelinin 387.000 m³ ile Mart ayında, en yüksek yağmur suyu potansiyelinin ise 2.880.000 m³ ile Aralık ayında olduğu gözlemlenmiştir. 2.401.000 m³ yağmur suyu potansiyeli ile Ocak ayı da Aralık ayı gibi yüksek bir yağmur suyu potansiyeli sağlayan bir ay olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur suyu potansiyeli açısından aylık ortalamalar genel olarak değerlendirildiğinde Kasım, Aralık ve Ocak ayları en yüksek potansiyele sahip aylar olarak, Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları ise görece daha düşük potansiyele sahip aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.4.3.2. Taşucu-Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Potansiyeli

Taşucu-Kum Mahallesi yerleşim merkezine ait imar planı sınırları içerisinde bulunan hem kentsel hem de kırsal nitelikli tüm alanlar için potansiyel yağmur suyu miktarı 1980 yılı Ocak ayından itibaren 2020 yılı Aralık ayına kadar yağışlı dönemlere ait her bir ay için ayrı ayrı belirlenmiştir. Burada yağmur suyu miktarı olarak belirtilen sonuç miktarı, yukarıda da bahsedildiği üzere yüzey akışı miktarından, bu yüzey akışının başladığı noktadan itibaren deşarj edildiği noktaya kadar gerçekleşen zemin geçirgenliğine bağlı olarak hesaplanan infiltrasyon ve sıcaklık ve buharlaşma verileri kullanılarak belirlenen buharlaşma kayıp miktarlarının çıkarılmasıyla elde edilen simülasyonda çıkış olarak belirtilen yerlerdeki toplam deşarj miktarıdır. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içerisindeki yağışlı döneme ait aylık veriler ve bu aylık veriler kullanılarak elde edilen aylık ortalama yağışlar ile ilgili istatistiksel veriler Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Taşucu Kum mh İstatistik bilgileri

X1000m ³	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
1980	637	433	290	131	5	113	179	142	1.930
1981	1.134	551	49	33	-	5	307	761	2.840
1982	1129	11	37	32	42	34	88	288	1.661
1983	382	368	656	25	-	89	363	519	2.402
1984	204	264	45	317	-	-	1587	253	2.670
1985	776	314	188	92	22	411	498	280	2.581
1986	486	461	24	6	109	28	194	741	2.049
1987	390	79	606	607	59	48	262	984	3.035
1988	117	881	477	49	188	368	316	609	3.005
1989	1.080	47	32	-	11	481	421	499	2.571
1990	32	528	88	53	12	41	26	584	1.364
1991	162	157	28	-	-	110	123	1.123	1.703
1992	6	143	47	-	223	-	607	813	1.839
1993	129	75	353	-	119	-	49	272	997
1994	381	123	16	20	20	140	1.174	361	2.235
1995	455	455	92	11	440	-	440	15	1.908
1996	1.299	181	311	-	-	417	8	469	2.685
1997	486	435	109	317	13	208	287	255	2.110
1998	267	-	228	34	23	42	760	704	2.058
1999	213	340	21	-	-	8	15	205	802
2000	586	391	149	143	122	157	928	190	2.666
2001	71	456	64	42	356	59	799	3.242	5.089

Çizelge 4.23'ün devamı

2002	226	550	58	221	137	-	123	317	1.632
2003	179	362	463	63	17	-	29	488	1.601
2004	1.344	129	7	89	-	13	893	108	2.583
2005	500	108	11	38	-	144	388	89	1.278
2006	272	437	140	39	-	192	1.261		2.341
2007	53	492	169	-	35	22	241	1.032	2.044
2008	138	285	8	49	-	24	465	120	1.089
2009	418	334	371	-	461	113	337	1.770	3.804
2010	530	257	14	44	16	17	-	1.346	2.224
2011	416	205	222	118	516	144	24	826	2.471
2012	919	427	335	15	26	81	686	980	3.469
2013	191	139	5	200	34	264	22	37	892
2014	486	136	90	10	326	217	286	498	2.049
2015	776	649	139	28	-	101	84	33	1.810
2016	204	79	112	14	22	-	30	891	1.352
2017	382	-	244	373	18	214	687	111	2.029
2018	1.129	110	41	-	7	20	204	1.473	2.984
2019	1.134	578	442	26	5	21	143	1.312	3.661
2020	637	334	126	21	18	-	167	504	1.807
Ortalama	496	315	168	102	113	132	388	631	2.346

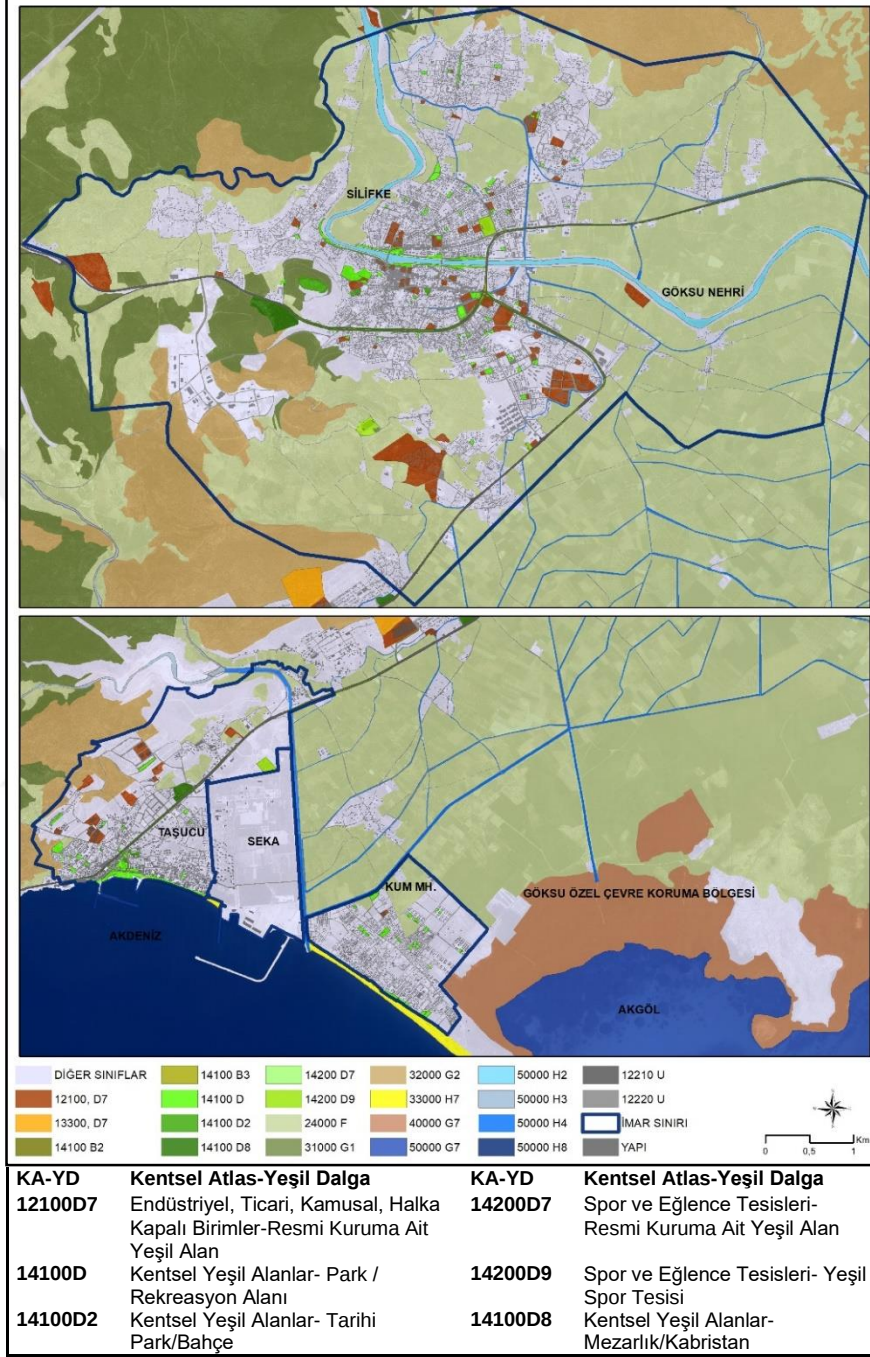
Çizelge 4.23'te verilen Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırlarına ait 1980-2020 yılları arasındaki aylık yağmur suyu potansiyeli sonuçları incelendiğinde yıllık yağmur suyu potansiyeli miktarların düzenli olmadığı görülmektedir. Yıllık toplam en düşük yağmur suyu potansiyeli miktarı 802.000 m³ ile 1999 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık toplam en yüksek yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 5.089.000 m³ ile 2001 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık olarak ortalama yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 2.346.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama yağmur suyu potansiyeli incelendiğinde en düşük yağmur suyu potansiyelinin 102.000 m³ ile Nisan ayında, en yüksek yağmur suyu potansiyelinin ise 631.000 m³ ile Aralık ayında olduğu gözlemlenmiştir. 496.000 m³ yağmur suyu potansiyeli ile Ocak ayı da Aralık ayı gibi yüksek bir yağmur suyu potansiyeli sağlayan bir ay olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur suyu potansiyeli açısından aylık ortalamalar genel olarak değerlendirildiğinde Kasım, Aralık ve Ocak ayları en yüksek potansiyele sahip aylar olarak, Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları ise görece daha düşük potansiyele sahip aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

4.4.4. Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli

Bu çalışmada yapılan yağmur hasadı potansiyeli çalışması için, yağmur suyunun depolanabileceği geçirimsiz yüzeyleri barındıran sınıfların belirlenmesi sırasında öncelikle bu alanların Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlara ait sınıflar olmasına dikkat edilmiştir. Çünkü özel mülkiyet alanları ve bu alanlarda yapılacak yağmur suyu çalışmaları bu çalışmanın kapsamı dışında kalmaktadır. Yağmur hasadı yapılabilecek geçirimsiz yüzeyler barındıran Kamusal ve Yarı-Özel Yeşil Alanlara ait alanların yersel dağılımını gösteren harita Şekil 4.23'te verilmiştir.

Yağmur suyu hasadının yapılacağı alanlar geçirgen örtüye sahip parklar veya rekreasyon alanları olabileceği gibi geçirgen olmayan malzemelerden oluşan görece geniş, kaplanmış alanlar da olabilmektedir. Bu çalışmada mevcut durumun ortaya konulabilmesi adına öncelikli olarak kamusal alanlar içerisinde yer alan hâlihazırda yüzeyi kaplamış sert zemin yüzeyler kullanılmıştır. Bunun nedeni geçirgen olmayan bu alanların hâlihazırda hem bozulmuş alanlar olmaları hem de yağmur suyunun depolanmasına en uygun alanlar olmalarıdır. Belirtilen alanların tamamı sert zeminlerden oluşmamaktadır. Bu alanların içerisinde yapılar ve yeşil alanlar da bulunmaktadır. Burada yapılan yağmur suyu hasadı potansiyeline sahip sınıfların yersel dağılımının ortaya konulmasıdır. Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların oluşturduğu sınıfların yeşil alanlarına ait sulama ihtiyacının yağmur suyu hasadından karşılanması için yapılacak olan planlamaya rehberlik etmesi açısından bu alanların yersel dağılımının ortaya konulması büyük önem arz etmektedir.

Çalışmanın bu aşamasında, Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlar içerisindeki mevcut olan sert zeminler üzerinde yüzey akışa geçen yağmur suyunun yine bu alanların altında depolanması amacıyla yağmur suyu hasadı potansiyeli irdelenmiştir. Bu amaçla yağmur hasadı potansiyeline sahip sınıflar içerisinde yer alan sert zeminlere sahip alanlar detaylı bir şekilde belirlenmiştir. Buradaki amaç, tamamen geçirimsiz olan bu yüzeylerde meydana gelen yüzey akışından, yağmur suyu hasadı için elde edilebilecek olan potansiyel faydanın belirlenmesidir.



Şekil 4.23. Yağmur suyu hasadı yapılabilecek kamu ve yarı-özel yeşil alanlar

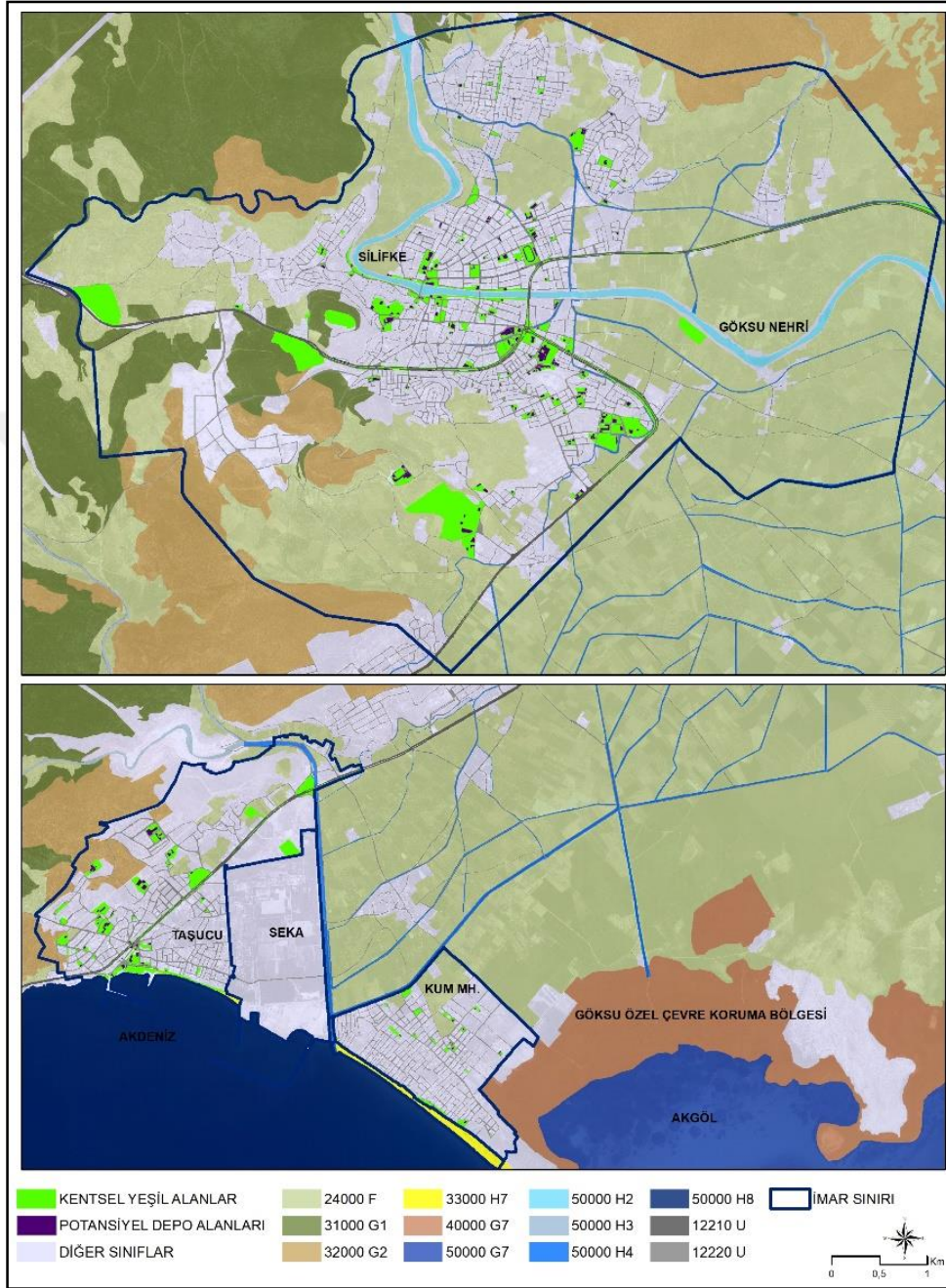
Potansiyel olarak yağmur suyu hasadının yapılması düşünülen sert zeminlere ait alanların yersel dağılımını gösteren harita Şekil 4.24'te verilmiştir. Ayrıca, yağmur suyunun toprak altında depolanması kurgusuyla yapılacak olan yağmur suyu hasadı için üretilen 5 m³ ve daha yüksek hacimlere sahip depoların yükseklikleri 230 cm ile 360 cm aralığında değişmektedir. Bu sebeple, bu çalışmada, yağmur suyu hasadı potansiyelini hesaplamak için kullanılacak olan ortalama depolama derinliği 295 cm olarak kabul edilmiştir.

Yağmur suyu hasadı potansiyeli hesaplanırken yağış verisi olarak, MGM'den temin edilen 1980 ve 2020 yılları arasındaki milimetre cinsinden verilen günlük toplam yağış verisinin her ay için ayrı ayrı hesaplanarak üretilen aylık ortalamaları kullanılmıştır. 40 yıl için her bir aya ait aylık ortalama yağış bilgileri Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Çizelge 4.24. Yağmur suyu hasadı potansiyeli için kullanılan ortalama yağış verileri

	Ortalama Yağış			Ortalama Yağış
Ocak	115 mm			
Şubat	83 mm		Ekim	38 mm
Mart	53 mm		Kasım	81 mm
Nisan	31 mm		Aralık	136 mm
Mayıs	25 mm			

40 yıllık aylık yağış verilerinin ortalamasının verildiği çizelge incelendiğinde en yüksek ortalama yağışın 136 mm ile Aralık ayında olduğu görülmektedir. 115 mm ortalama yağış ile Ocak ayı ikinci en yüksek ortalama yağış değerine sahip aydır. Bu ayları sırasıyla 83 mm ve 81 mm ile benzer ortalama yağış değerlerine sahip Şubat ve Kasım ayları takip etmektedir. Ortalama en az yağışın olduğu ay ise 25 mm ile Mayıs ayıdır. Diğer aylar için yağış değerleri sıfıra yakın sonuçlara sahip veriler içerdiği için dikkate alınmamıştır.



Şekil 4.24 .Yağmur suyunun depolanabileceği potansiyel alanlar

Yağmur hasadının potansiyeli değerlendirilirken yağışlı sezon ve kuru sezonun ayrı ayrı ele alınması gerekmektedir. Yağışlı sezondaki, mevsimsel koşullar gereği, sulama ihtiyacının farklılığı ve yağışlı sezonun devam etmesinin getirdiği yağmur suyu depolama sürekliliği hem potansiyel yağmur suyu durumunun hem de bunların kullanımının değerlendirilmesi açısından yağışlı ve kuru sezon olarak iki farklı senaryonun ele alınması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca yağmur hasadı için seçilen sert zeminlerin revize edildikten sonra belirli olan depolama potansiyeli dikkate alınması gereken en önemli sınırlayıcıyı oluşturmaktadır. Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisindeki yağmur hasadı potansiyeli için aşağıdaki bölümlerde ayrı ayrı verilen ve yağışlı sezonu oluşturan aylarda ayrı ayrı hesaplanan yağmur hasadı potansiyelinin sonuçlarının benzer çıkmasının en önemli nedenini bu durum oluşturmaktadır.

Bununla birlikte yağışlı sezona ait aylarda, kuru sezondaki aylara göre, daha az miktarda olan sulama suyu ihtiyacının hem devam eden yağışlı sezon ile hem de (Çizelge 4.23 ve Çizelge 4.24'te görüleceği üzere) elde edilen yağmur hasadı ile rahat bir şekilde karşılandığı görülmektedir. Kuru sezonda ise hem yağışın olmaması hem de artan sulama suyu ihtiyacı bu sezonun ayrı değerlendirilmesi gerektiğinin en önemli göstergelerini oluşturmaktadır. Burada değerlendirilmesi gereken en önemli ay olarak Mayıs ayı karşımıza çıkmaktadır. Çünkü yağışlı sezondan kuru sezona geçiş aşamasında mevcut potansiyel yağmur suyu durumunun değerlendirileceği son ay Mayıs ayıdır. Yukarıda da bahsedildiği üzere yağmur hasadı için revize edilebilecek olan sert zeminlerin potansiyel yağmur hasadı kapasitesi ve buna bağlı olarak yağışlı sezonlarda zaman zaman olabilecek sulama ihtiyacı için kullanılan yağmur suyu miktarından sonra oluşan mevcut durumun değerlendirilmesi için Mayıs ayının dikkate alınması gerekmektedir. Kuru sezonda ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı için ise bu çalışmada tüm yağışlı aylardan elde edilebilecek yağmur hasadı potansiyeli ayrıca hesaplanmıştır.

4.4.4.1. Silifke Kentsel Yağmur Hasadı Potansiyeli

Silifke imar planı sınırları içindeki Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlarda bulunan yaklaşık 155.030 m² geçirimsiz yüzeyde yağmur suyu nedeniyle oluşan yüzey akışı miktarı, yağışlı sezona ait her ay için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Böylece bu sert zeminlerin yağmur hasadı için revize edildiği durumda yaklaşık olarak oluşabilecek potansiyel yağmur hasadı miktarı ortaya konulmuştur. Burada yağmur hasadı potansiyelini hesaplamak için kullanılan sert zeminlerdeki depolama derinliği 295 cm olarak kabul edilmiştir. Bu hesaplara ait aylık sonuçları içeren bilgiler Çizelge 4.25'te verilmiştir.

Çizelge 4.25. Silifke Kentsel Yağmur Hasadı Potansiyeli

Aylar (Silifke)	Yağmur Hasadı Miktarı	Sulama Suyu İhtiyacı Miktarı
Ocak	383.593 m ³	36.568 m ³
Şubat	383.055 m ³	59.423 m ³
Mart	382.444 m ³	58.117 m ³
Nisan	381.889 m ³	72.483 m ³
Mayıs	381.698 m ³	95.338 m ³
Haziran	-	108.398 m ³
Temmuz	-	109.704 m ³
Ağustos	-	109.051 m ³
Eylül	-	85.543 m ³
Kuru Sezon Toplam Sulama İhtiyacı		412.696 m³
Ekim	382.035 m ³	66.606 m ³
Kasım	383.002 m ³	43.098 m ³
Aralık	383.907 m ³	33.303 m ³

Çizelge 4.25 incelendiğinde, Silifke imar planı sınırları içindeki Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlarda bulunan yaklaşık 155.030 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek yağmur hasadının miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 380.000 m³ olduğu görülmektedir. Burada görülen yağışlı sezon aylarına ait sonuçların birbirine yakın olmasının nedeni, yukarıda da bahsedildiği üzere hâlihazırda mevcut olan potansiyel yağmur hasadı için belirlenen sert

zeminlerin ve bu alanlar için kabul edilen derinliğin sabit olarak kabul edilmesidir. Belirli bir yağış miktarından sonra yağışın artması durumu, potansiyel yağmur hasadı miktarını değiştirmemektedir. Fakat kuru sezon için durum farklılık göstermektedir. Bu sezonda yağışın olmaması ve sulama ihtiyacının en üst seviyede olması yağmur hasadını çok önemli bir duruma getirmektedir. Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 380 bin m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 410 bin m³'tür. Silifke imar planı sınırı için yapılan yağmur hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyunun yaklaşık olarak yüzde 90'ını karşılamaktadır. Bu çok yüksek bir oranı oluşturmaktadır. Bu oran mevcut olarak belirlenen sert zeminlerden elde edilebilecek potansiyel oranını ortaya koymaktadır. Yeni yerlerin belirlenmesi durumunda bu oran daha da yukarılara çıkarılabilecektir. Buradan özel mülkiyetli alanların da sürece eklenerek yapılacak daha kapsamlı çalışmalarda sulama suyu ihtiyacının tamamı yağmur hasadı ile elde edilebilecektir sonucuna ulaşılması yanlış olmayacaktır.

4.4.4.2. Taşucu- Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içindeki Kamusal (Genel) Ve Yarı-Özel Yeşil Alanlarda bulunan yaklaşık 40.210 m² geçirimsiz yüzeyde yağmur suyu nedeniyle oluşan yüzey akışı miktarı yağışlı sezona ait her ay için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Böylece bu sert zeminlerin yağmur hasadı için revize edildiği durumda yaklaşık olarak oluşabilecek potansiyel yağmur hasadı miktarı ortaya konulmuştur. Burada da benzer şekilde sert zeminlerdeki depolama derinliği 295 cm olarak kabul edilmiştir. Bu hesaplara ait aylık sonuçları içeren bilgiler Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Taşucu-Kum Mahallesi Kentsel Yağmur Suyu Hasadı Potansiyeli

Aylar (Taşucu – Kum Mahallesi)	Yağmur Suyu Hasadı Miktarı	Sulama Suyu İhtiyacı Miktarı
Ocak	99.419	12.488 m ³
Şubat	99.285	20.293 m ³
Mart	99.129	19.847 m ³
Nisan	98.986	24.753 m ³
Mayıs	98.938	32.558 m ³
Haziran	-	37.018 m ³
Temmuz	-	37.464 m ³
Ağustos	-	37.241 m ³
Eylül	-	29.213 m ³
Kuru Sezon Toplam Sulama İhtiyacı		140.436 m³
Ekim	99.024	22.746 m ³
Kasım	99.271	14.718 m ³
Aralık	98.478	11.373 m ³

Çizelge 4.26 incelendiğinde, Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içindeki Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanlarda bulunan yaklaşık 40.210 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek yağmur hasadının miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 98.000 m³ olduğu görülmektedir. Burada görülen yağışlı sezon aylarına ait sonuçların birbirine yakın olmasının nedeni, benzer şekilde hâlihazırda mevcut olan potansiyel yağmur hasadı için belirlenen sert zeminlerin ve bu alanlar için kabul edilen derinliğin sabit olmasıdır.

Belirli bir yağış miktarından sonra yağışın artması durumu, potansiyel yağmur hasadı miktarını değiştirmemektedir. Fakat kuru sezon için durum farklılık göstermektedir. Bu sezonda yağışın olmaması ve sulama ihtiyacının en üst seviyede olması yağmur hasadını çok önemli bir duruma getirmektedir. Yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 98.000 m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 140.000 m³'tür. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırı için yapılan yağmur hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyunun

yaklaşık olarak yüzde 70'ini karşılamaktadır. Bu Silifke imar planı sınırı için yapılan çalışmada hesaplanan miktara göre düşük olsa bile yine de oldukça yüksek bir oranı oluşturmaktadır. Bu oran mevcut olarak belirlenen sert zeminlerden elde edilebilecek potansiyel oranını ortaya koymaktadır. Yeni yerlerin belirlenmesi durumunda bu oran daha da yukarılara çıkarılabilecektir.

4.4.5. Kırsal Nitelikteki Alıcı Ortamlar

Araştırma alanının büyük bir bölümünü kırsal alanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle yağmur hasadı için depolanan yağmur suları dışındaki yüzey akışa geçen yağmur suları daha çok kırsal ağırlıklı alanların olduğu bölgelere deşarj edilmektedir. Bu çalışmadaki imar sınırları içinde kalan alanların yağmur suyu kaynaklı yüzey akışı potansiyeli hesaplanırken yağış verisi olarak MGM'den temin edilen 1980 ve 2020 yılları arasındaki günlük toplam yağış verisi kullanılmıştır. Günlük toplam yağış verilerin kullanıldığı simülasyon 1980 ve 2020 yılları arasındaki her bir ay için ayrı ayrı çalıştırılmıştır ve bu ayların ayrı ayrı ortalaması alınmıştır. Böylece her bir ay için ortalama yağmur suyu kaynaklı yüzey akışı potansiyeli ortaya konulmuştur. Bunun yanında hem Silifke hem de Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları için ayrı ayrı yüzey akışa geçen suların deşarj olduğu kırsal nitelikli alanlar belirlenerek bu alanlara deşarj olan yağmur suyu kaynaklı yüzey akış miktarı hesaplanmıştır. Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içinde bulunan kırsal nitelikli alıcı ortamlara deşarj edilen yüzey akış miktarları Çizelge 4.27 ve Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Silifke imar planı kırsal nitelikli alıcı ortamlar deşarj

Aylar	Göksu Nehri	Dere Yatağı	Sulama Kanalı	Yarı Doğal/ Doğal Alan	Toplam
Ocak	1.063.994 m ³	189.155 m ³	1.039.619 m ³	70.933 m ³	2.363.701 m ³
Şubat	603.710 m ³	107.326 m ³	589.105 m ³	40.247 m ³	1.340.389 m ³
Mart	353.197 m ³	62.791 m ³	344.186 m ³	23.546 m ³	783.721 m ³
Nisan	128.933 m ³	22.921 m ³	124.618 m ³	8.596 m ³	285.067 m ³
Mayıs	138.898 m ³	24.693 m ³	133.905 m ³	9.260 m ³	306.755 m ³

Çizelge 4.27'nin devamı

Ekim	280.977 m ³	49.952 m ³	273.401 m ³	18.732 m ³	623.062 m ³
Kasım	819.856 m ³	145.752 m ³	800.775 m ³	54.657 m ³	1.821.040 m ³
Aralık	1.281.014 m ³	227.736 m ³	1.251.881 m ³	85.401 m ³	2.846.031 m ³
Toplam	4.670.579 m ³	830.325 m ³	4.557.489 m ³	311.372 m ³	10.369.765 m ³

Çizelge 4.28. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı kırsal nitelikli alıcı ortamlar deşarj

Aylar	Deniz	Dere Yatağı	Kumsal	Sulak Alan	Yarı Doğal/ Doğal Alan	Toplam
Ocak	222.416m ³	91.867m ³	58.021m ³	72.527m ³	19.340m ³	464.172m ³
Şubat	128.665m ³	53.144m ³	33.565m ³	41.956m ³	11.188m ³	268.519m ³
Mart	68.150m ³	28.149m ³	17.778m ³	22.223m ³	5.926m ³	142.227m ³
Nisan	25.414m ³	10.497m ³	6.630m ³	8.287m ³	2.210m ³	53.037m ³
Mayıs	23.203m ³	9.584m ³	6.053m ³	7.566m ³	2.018m ³	48.424m ³
Ekim	38.297m ³	15.818m ³	9.990m ³	12.488m ³	3.330m ³	79.924m ³
Kasım	167.110m ³	69.024m ³	43.594m ³	54.492m ³	14.531m ³	348.751m ³
Aralık	278.128m ³	114.879m ³	72.555m ³	90.694m ³	24.185m ³	580.442m ³
Toplam	951.383m ³	392.963m ³	248.187m ³	310.234m ³	82.729m ³	1.985.495m ³

Araştırma alanındaki en önemli kırsal nitelikli doğal/yarı doğal olarak tanımlanabilecek alıcı ortamlar olarak Silifke merkez ilçesi için Göksu Nehri, Taşucu ve Kum Mahallesi için ise Göksu Deltası ve delta içinde yer alan sulak alan ve Akdeniz olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlar oldukça büyük öneme sahip doğal döngünün ana unsurlarını oluşturmaktadır. Araştırma alanının içerisinde birçok doğal unsurun bulunması çalışma alanının seçiminde en önemli etkenlerden biri olmuştur. Özellikle kentsel alanlardaki yağmur suyunun toplanması ile birlikte yüzey akışa geçen ve kaplanmış geçirimsiz yüzeylerde bulunan her türlü ağır metal ve kirleticilerin bu akış ile doğal alanlara taşınmasına neden olmaktadır.

Bu nedenle toplanacak yağmur suyu ile birlikte hasadı yapılamayan ve yüzey akışı ile doğal alanlara aktarılacak olan yağmur suyunun hesaplanması, hiçbir işleme maruz kalmadan deşarj olan sular ile birlikte ne kadar kirleticinin doğa alanlara taşınmış olacağı ilgili de ileride yapılacak çalışmalara bir kılavuz olacaktır.

Geçirimsiz yüzeylere sahip yapılaşmış alanlarda yüzey akışı ile taşınan ağır

metaller ve organik/inorganik kirleticiler ve bu kirleticilerin kaynakları Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Kentsel yağmur suyu yüzey akışındaki kirletici kaynakları (U.S. EPA, 1999)

Kirleticiler	Kirletici Kaynakları
Sedimentler ve Yüzer Maddeler	Sokak, çim alanlar, araç yolları, inşaat faaliyetleri, atmosferik birikim, drenaj kanalı erozyonu
Pestisitler ve Herbisitler	Konut çim alanları ve bahçeleri, yol kenarları, hemzemin geçitler, ticari ve endüstriyel peyzajlar, toprak aşınması
Organik materyaller	Konut çim alanları ve bahçeleri, ticari çevre düzenlemeleri, hayvansal atıklar.
Metaller	Otomobiller, köprüler, atmosferik çökme/birikim, endüstriyel alanlar, toprak erozyonu, paslanmış metal yüzeyler, yanma süreçleri
Yağ ve gres / hidrokarbonlar	Yollar, araç yolları, park alanları, araç bakım istasyonları, akaryakıt istasyonları, yağmur suyu altyapısına yasadışı deşarj
Bakteri ve virüsler	Çim alanlar, yollar, sızdıran sıhhi kanalizasyon hatları, sıhhi kanalizasyon bağlantıları, hayvansal atıklar, septik sistemler
Azot ve fosfor	Çim alan gübreleri, atmosferik çökme/birikim, otomobil egzozu, toprak erozyonu, hayvansal atıklar, deterjanlar.

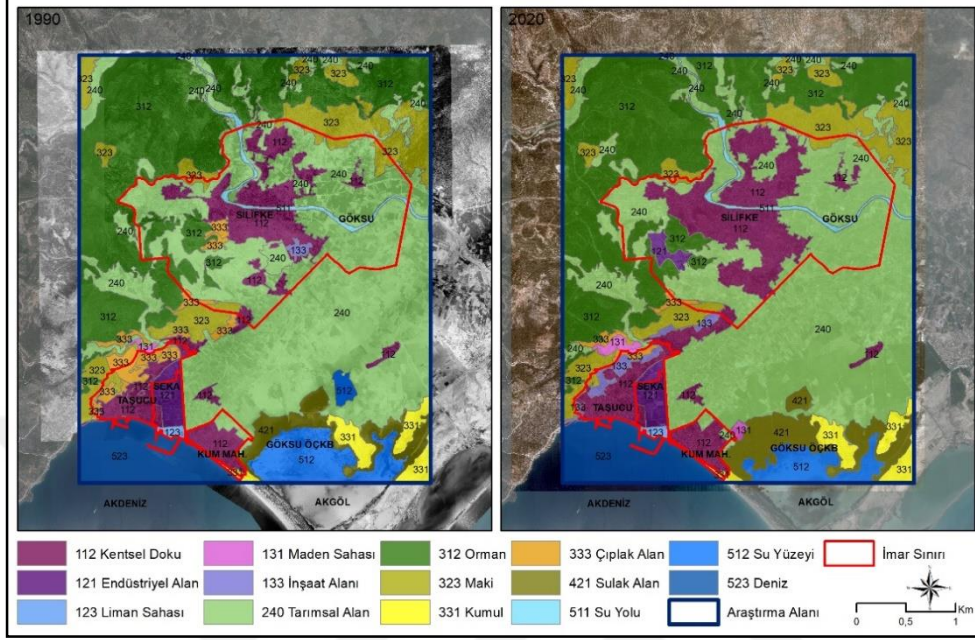
4.5. Kentsel Gelişim Açısından Arazi Değişim Eğilimi: Projeksiyon 2050

Özellikle fiziksel mekânlar kapsamında mevcut durumdan yola çıkılarak yapılan geleceğe dair kestirimler, hâlihazırda süregelen süreçlerin devamlılığı durumunda ortaya çıkabilecek aksaklıkların veya sorunların belirlenmesi ve bunlara karşı gerekli aksiyonların alınması açısından oldukça önemli araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde araştırma alanı için 2050 yılı projeksiyonu ile gelecekteki kentsel gelişim açısından arazi değişim eğilimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Burada, AÖ/AK’lerdeki değişimlerin ortaya

konulması ve 2050 yılı nüfus projeksiyonu tahminine göre ortaya çıkacak olan geçirimsiz yüzeyler ve nüfusa göre ihtiyaç duyulan yeşil alanların belirlenerek 2050 yılına ait bir kesit sunulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, TerrSet yazılımının Arazi Değişim Modelleyicisi modülü yardımı ile mikro havza düzeyindeki araştırma alanında meydana gelen 1990 yılı ile 2020 yılları arasındaki AÖ/AK değişimleri belirlenmiştir. Bu değişimler öncülüğünde ve mekânsal gelişim için oldukça önemli olduğu bilinen diğer parametrelerle birlikte 2050 yılına ait arazi değişim eğilimleri ortaya konulmuştur. 2050 yılına ait kentsel gelişim açısından arazi değişim eğilimlerinin belirlenmesi için belirleyici olan 1990-2020 yılları arasındaki değişimlerde kullanılan 3. düzey CLC AÖ/AK haritaları araştırma alanı sınırlarına göre kesilerek kullanıma hazır hale getirilmiştir (Şekil 4.25 ve Çizelge 4.30).

Araştırma alanının 1990 ve 2020 yıllarına ait mikro havza düzeyindeki AÖ/AK haritaları ve bu haritalara ait istatistiksel bilgileri incelendiğinde geçirimsiz yüzeye sahip kentsel alanların yaklaşık olarak 600 ha arttığı görülmektedir. 2020 yılına ait AÖ/AK haritası incelendiğinde bu kentsel artışın büyük bir bölümünü oluşturan Silifke yerleşim merkezinin genişlediği alan net bir şekilde görülmektedir. Bir diğer geçirimsiz yüzeye sahip olan alanlardan endüstriyel alanlar ise 1990 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede yaklaşık 80 ha'lık bir artış göstermektedir.

Yapım aşamasında olan şantiye halindeki inşaat alanları ise 30 yıl içerisinde yaklaşık 5 katlık bir artış göstermiştir. 1990 yılında yaklaşık 30 ha alansal büyüğe sahip olan inşaat alanları 2020 yılında 130 ha alansal büyüklüğe ulaşmıştır. Bu durum yapılaşma faaliyetlerindeki artış hızının ne durumda olduğuna dair çok somut göstergeler ortaya koymaktadır.



Şekil 4.25. 1990-2020 Yılları CLC AÖ/AK Haritaları

Çizelge 4.30. 1990 ve 2020 yılları CLC AÖ/AK Haritaları istatistik bilgileri

CLC Kodu	CLC Adı	1990 (ha)	2020 (ha)	CLC Kodu	CLC Adı	1990 (ha)	2020 (ha)
112	Kentsel Doku	1362	1901	323	Maki	1266	1140
121	Endüstriyel Alan	167	245	331	Kumul	323	314
123	Liman Sahası	32	32	333	Çıplak Alan	349	96
131	Maden Sahası	19	75	421	Sulak Alan	448	629
133	İnşaat Alanı	28	130	511	Su Yolu	132	131
240	Tarımsal Alan	6589	6431	512	Su Yüzeyi	656	364
312	Orman	3699	3583	523	Deniz	775	774
					Toplam	15845	15845

Kırsal eğilimli alanlardaki mevcut durum incelendiğinde ise tarımsal alanların yaklaşık 150 ha azaldığı görülmektedir. Doğal ve yarı doğal alanları oluşturan ormanlık ve makilik alanlarda benzer şekilde yaklaşık 120 ha'lık bir azalış görülmektedir. 1990 yılında yaklaşık 350 ha alansal büyüklüğe sahip olan çıplak alanlar 2020 yılında yaklaşık 100 ha'lık alansal büyüklüğe gerilemiştir. Sulak alanlarında görülen artış, 1990 yılına ait AÖ/AK haritasının güney doğusunda yama şeklinde yer alan su yüzeyinin 2020 yılında sulak alanlar sınıfı altında tanımlanan

bataklık alana dönüşmesi ve Göksu ÖÇKB sınırları içerisinde bulunan Akgöl lagünü içerisindeki sulak alan sınıfı altında tanımlanan sazlık alanların genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Su yüzeylerinde meydana gelen artış yine Akgöl lagünüdeki sazlık-bataklık alanların genişlemesinden kaynaklanmaktadır. Taşucu yerleşim merkezinin kuzeyinde yer alan mevcut maden sahası 1990 yılında 19 ha alansal büyüklüğe sahipken, 2020 yılına kadar geçen sürede hem mevcut maden sahasının genişletilmesi hem de tuz çıkarma amaçlı Göksu ÖÇKB’de yeni maden sahalarının açılması bu sahaların yaklaşık 4 kat artarak 75 ha alansal büyüklüğe ulaşmasını sağlamaktadır.

3. düzey CLC haritası sınıfları arazi değişim eğilimleri belirlemek için yapılacak olan çalışmada kullanılmak üzere genelleştirilmiştir. Yapay alanlar sınıfı altındaki kentsel doku, endüstriyel alan, inşaat alanı ve liman alanı sınıfları kentsel olarak genelleştirilmiştir. Su ile ilgili sulak alan, su yolu ve su yüzeyi sınıfları su sınıfı olarak genelleştirilmiştir. Bunun yanında su sınıfında meydana gelen değişimler detaylı bir şekilde incelenerek alt sınıflar düzeyindeki değişimlerin yönü bir sonraki bölümde belirtilmiştir. Çıplak alanlar, kumullar, makiler, ormanlar, tarımsal alanlar ve maden sahaları ayrı ayrı sınıflar olarak dikkate alınmıştır. Genelleştirme sonucunda toplam 8 sınıf belirlenmiştir ve bu sınıflar kullanılarak araştırma alanına ait 2050 yılı projeksiyonu ile arazi değişim eğilimleri belirlenmiştir.

4.5.1. 1990 ve 2020 Yıllarına Ait AÖ/AK (CLC 3. Düzey) Değişimleri

Yapılan değişim çalışmalarında değişimlerin miktarı ile birlikte bu değişimlerin hangi yönde gerçekleştiğinin belirlenmesi de büyük önem taşımaktadır. Bu durum, değişimlerin miktarları ve yönelimlerinin somut bir şekilde ortaya konulmasını sağlayarak sınıflar arası geçişler ile ilgili değerlendirme yapılmasını mümkün kılmaktadır. Böylelikle değerlendirme sonucunda belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda yapılacak olan aksiyonlar için bir zemin hazırlanmış olacaktır. 1990-2020 yılları arasındaki AÖ/AK değişimleri Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. 1990 ve 2020 yılları arasındaki değişimlerin yönü ve istatistiksel bilgileri

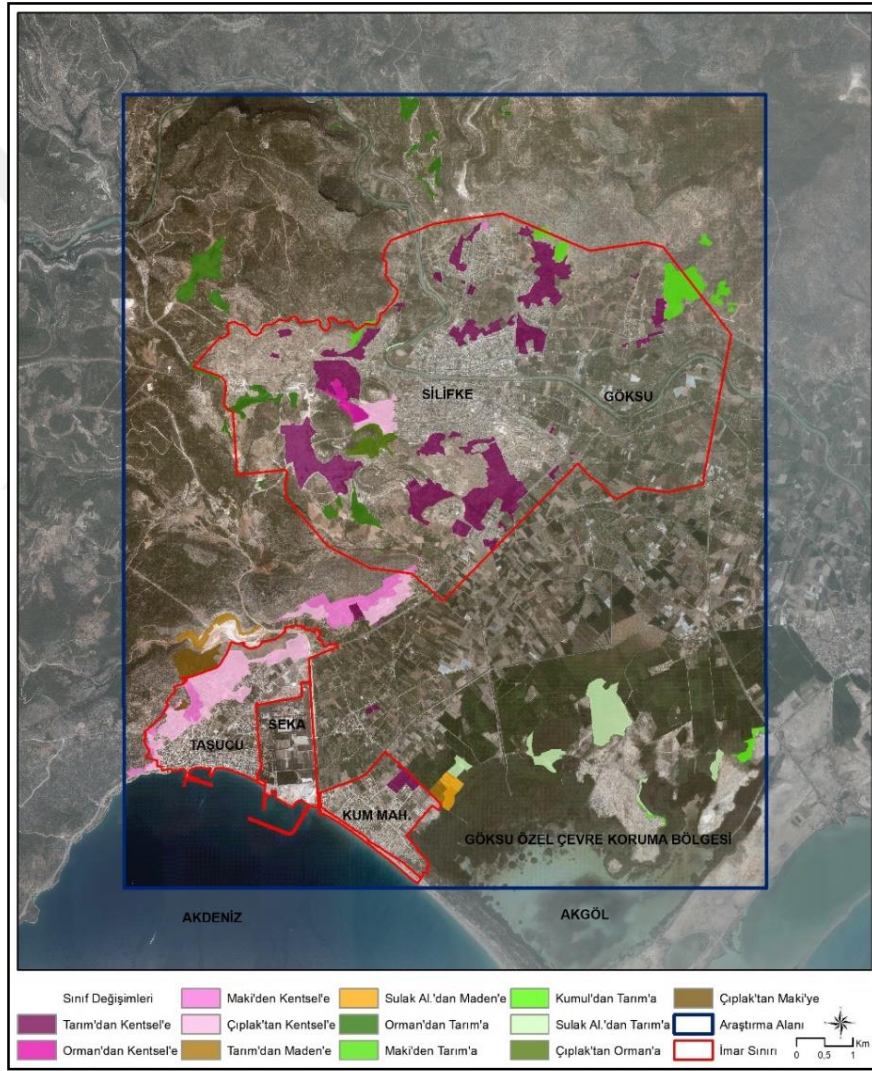
CLC Kodu		1990 Yılından 2020 Yılına Arazi Örtüsü ve Alan Kullanımı Değişim Yönleri	Değişim Miktarı (ha)
1990	2020		
240	112	Tarımsal Alandan Kentsel Dokuya Değişim	431
312	112	Ormandan Kentsel Dokuya Değişim	19
323	112	Makiden Kentsel Dokuya Değişim	75
333	112	Çıplak Alandan Kentsel Dokuya Değişim	191
240	131	Tarımsal Alandan Maden Sahasına Değişim	28
421	131	Sulak Alandan Maden Sahasına Değişim	15
312	240	Ormandan Tarımsal Alana Değişim	123
323	240	Makiden Tarımsal Alana Değişim	75
331	240	Kumuldan Tarımsal Alana Değişim	11
421	240	Sulak Alandan Tarımsal Alana Değişim	94
333	312	Çıplak Alandan Ormana Değişim	26
333	323	Çıplak Alandan Makiye Değişim	34
		Toplam	1122

Çizelge 4.31’de verilen 1990 ve 2020 yılları arasındaki değişimlerin yönü ve istatistiksel bilgileri incelendiğinde en büyük değişim yönünün kentsel alanlara doğru olduğu görülmektedir. 431 ha tarımsal alan, 191 ha çıplak alan, 75 ha makilik alan ve 19 ha ormanlık alan olmak üzere toplam 993 ha gibi oldukça büyük bir alan 1990 yılından 2020 yılına kadar geçen 30 yıllık sürede kentsel alanlara dönüştürülmüştür. 1990 yılı AÖ/AK haritasında mevcut olan maden sahasının 2020 yılına kadar geçen süreçte genişletilerek yaklaşık 30 ha alan tarımsal alandan maden sahasına dönüştürülmüştür. Sulak alandan maden sahasına dönüştürülen alanları Göksu ÖÇKB bölgesi içerisindeki tuz çıkarılan maden faaliyetlerinin yapıldığı yerler oluşturmaktadır. 123 ha ormanlık alan, 75 ha makilik alan, 11 ha kumul alan ve 94 ha sulak alan olmak üzere toplam 303 ha alan 30 yıllık süreçte tarımsal alanlara dönüştürülmüştür. Çıplak alandan makiye ve ormana dönüşen alanlar daha çok ormancılık faaliyeti kapsamında gençleştirme veya kesim çalışmaları sonucunda yenilenen alanlardan oluşmaktadır.

1990 yılından 2020 yılına kadar geçen sürede Taşucu’ndaki yapılaşmış alanların büyük bir çoğunluğu, mevcut yerleşimin yakın çevresinde bulunan çıplak

alanların kentsel alanlara dönüştürülmesiyle oluşmuştur. Silifke'deki yapılaşmış alanların büyük çoğunluğu da yine mevcut kentsel yerleşimin komşusu konumunda olan tarımsal alanların kentsel alanlara dönüştürülmesiyle oluşmuştur.

1990-2020 yılları arasındaki AÖ/AK değişimlerinin alansal dağılımı Şekil 4.28'de verilmiştir.



Şekil 4.26. 1990-2020 yılları arazi örtüsü değişiminin yersel dağılımı

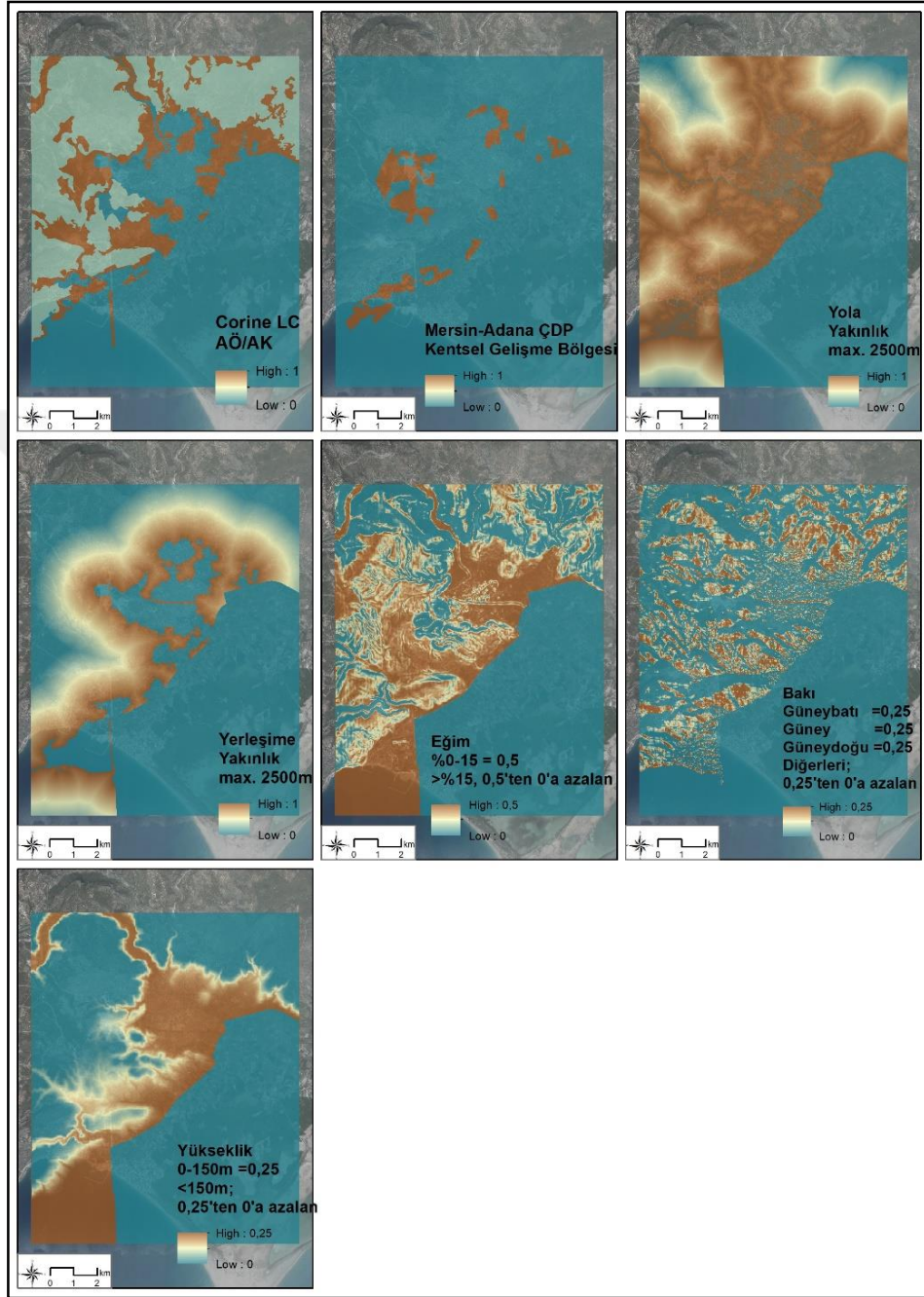
4.5.2. 2050 AÖ/AK Değişimleri: Kentleşme Eğilimi

Bu çalışmanın temelini kentsel dokulu alanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle bu bölüm özelinde 2050 yılı arazi değişim eğiliminden bahsedilirken çıplak alanlar, tarımsal alanlar, maki ve ormanlık alanlardan kentsel dokuya dönüşen alanlar kastedilmektedir.

Yukarıda belirtilen sınıflardan kentsel alanlara dönüşüm eğilimi belirlenirken belirli parametreler tanımlanmıştır. Bu parametreler yerleşime uygunluk açısından değerlendirme aşamasında dâhil edilmesi gereken belirleyiciler ve sınırlayıcılarıdır. Bunlar CORINE AÖ/AK haritası, yerleşime yakınlık, yola yakınlık, eğim, bakı ve yükseklik haritalarıdır. Bu veriler yerleşime uygunluk açısından puanlanmıştır. Bunlara ek olarak arazi gelişim eğilimi belirlenirken 1/100.000 ölçekli Adana-Mersin Çevre Düzeni Planındaki kentsel gelişim bölgeleri ve Göksu ÖÇKB sınırları sınırlayıcı bir veri olarak sürece dâhil edilmiştir. Bunun nedeni bu çalışmanın mevcut durum üzerine kurgulanmış olmasıdır.

Bu çalışmada mevcut olan durum olduğu gibi ele alınmaktadır ve bunun üzerinden bir değerlendirme yapılmaktadır. Bu nedenle mevcut olan hâlihazırdaki 1/100.000 ölçekli Adana-Mersin Çevre Düzeni Planı'ndaki kentsel gelişim alanları bu çalışma açısından bir sınırlayıcı etkisi göstermektedir. Aynı şekilde 1/100.000 ölçekli Adana-Mersin Çevre Düzeni Planı'nda sınırları belirtilen Göksu ÖÇKB sınırları da kentsel gelişime kapalı bir alan olarak sürece dâhil edilmiştir. Bu amaçla arazi değişim eğilim çalışmasında kullanılan tüm verilerdeki Göksu ÖÇKB sınırlarına karşılık gelen yerler belirlenerek bu bölgeye en düşük puan atanmıştır.

Çizelge 4.32'de verilen puanlama bilgileri doğrultusunda hazırlanan haritaların tamamı Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.27. Arazi değişim eğiliminde kullanılan girdi verileri

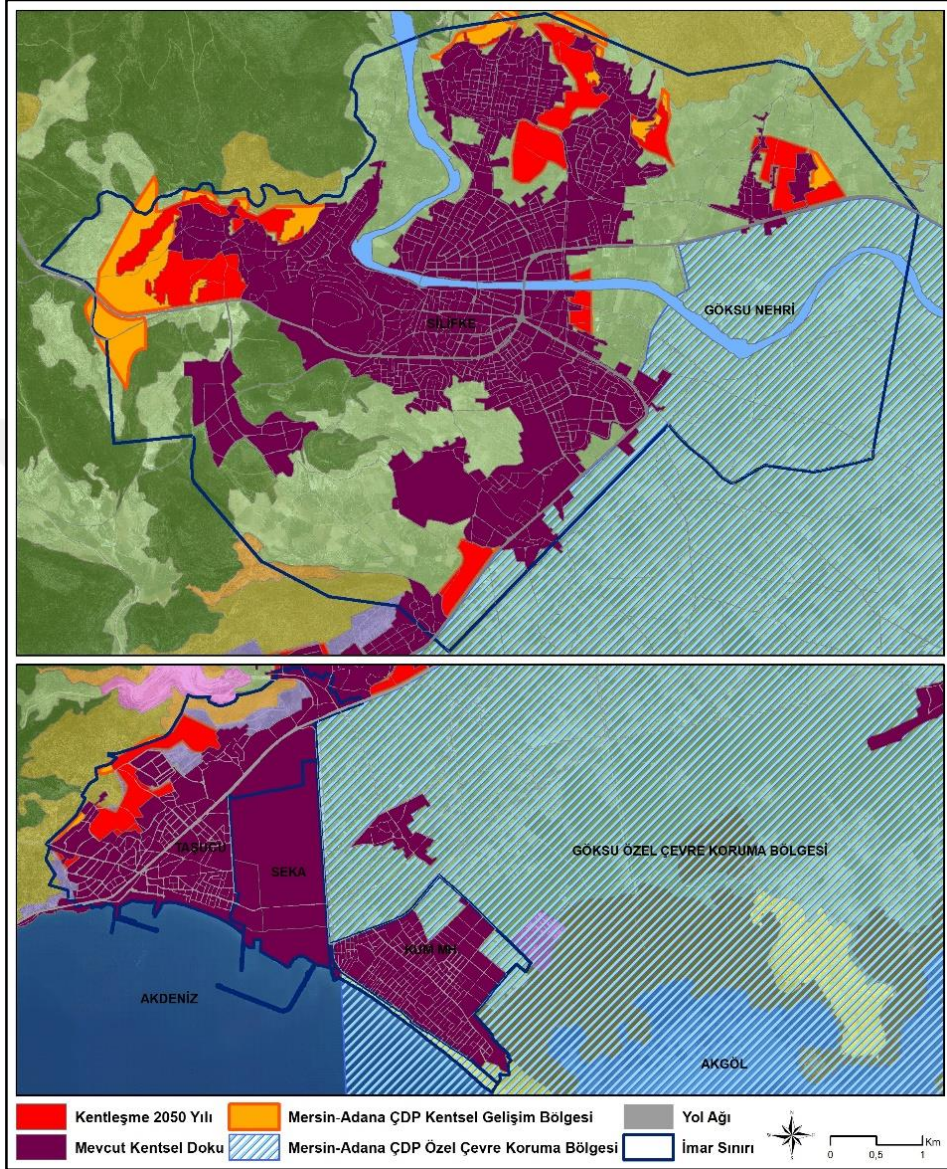
Şekil 4.27’de verilen haritaların üretilmesinde kullanılan puanlamalar ile ilgili bilgiler Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Arazi değişim eğiliminde kullanılan girdi verileri parametreleri

Veri İsmi	Etki	Maks.	Min.	Açıklama	Puanlama
CORINE 3. Düzey Arazi Örtüsü-Alan Kullanımı Haritası	% 20	1	0	Kent	0
				Su	0
				Çıplak	1
				Tarım	1
				Maki	0,25
				Orman	0,25
Kentsel Gelişim Alanları	% 20	1	0	1/100.000 Ölçekli Adana-Mersin Çevre Düzeni Planı’na göre	
Yerleşime Yakınlık	% 20	1	0	Maksimum 2500m mesafe için değerlendirilmiştir.	
Yola Yakınlık	% 20	1	0	Maksimum 2500m mesafe için değerlendirilmiştir.	
Eğim	% 10	0,5	0	%0-15 eğim derecesi 0,5, %15 ve yukarısı için 0,5’ten 0’a azalan puan.	
Bakı	% 5	0,25	0	Güney, güneybatı/doğu bakıları 0,25, diğer bakılar 0,25’ten 0’a azalan puan.	
Yükseklik	% 5	0,25	0	0-150m yükseklik 0,25, 150m ve yüksekliği için 0,25’ten 0’a azalan puan.	

Arazi değişim eğilimini belirlemek için TerrSet Arazi Değişim Modelleyicisinde bulunan Geçiş Potansiyelleri Sekmesi (The Transition Potentials Tab) içerisindeki Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) Sinir Ağı (Multi Layer Perceptron (MLP) Neural Network) Modeli kullanılmıştır. ÇKA Sinir Ağı, kullanıcı müdahalesi gerektirmeyen otomatik bir mod sunmak için kapsamlı bir şekilde geliştirilmiştir ve açıklayıcı değişkenlerin katkıları hakkında değerli bilgiler sağlamaktadır (Eastman ve ark, 2005).

ÇKA Sinir Ağı modeli sonucunun doğruluk oranının en az yüzde 50 olması gerekmektedir ve bu değerden daha düşük bir sonuç alınması durumunda gerekli kontrollerin yapılarak modelin tekrar çalıştırılması gerekmektedir (TerrSet, 2016). Bu çalışmada yüzde 79,3 gibi görece yüksek doğruluk oranına ulaşılmıştır. 2050 yılına ait kentsel alanlara dönüşme olasılığı olan alanların gösterildiği harita Şekil 4.28’de, bu harita ile ilgili istatistiksel bilgiler ise Çizelge 4.33’te verilmiştir.



Şekil 4.28. 2050 Yılı arazi değişim eğilimi kentleşme projeksiyonu

Çizelge 4.33. 2050 Yılı arazi değişim eğilimi kentleşme projeksiyonu istatistiksel bilgiler

Kentsel Alanlara Dönüştürülen Sınıflar	Silifke	Taşıyıcı
Çıplak Alanlardan Kentsel Alanlara	-	46 ha
Tarımsal Alanlardan Kentsel Alanlara	202 ha	-

Arazi eğilim çalışması sonucunda 2050 yılına dair kentleşme beklentisi sonucu incelendiğinde 1/100.000 Adana-Mersin Çevre Düzeni Planında belirtilen kentsel gelişim alanlarının neredeyse tamamının yapılaşma beklentisi içinde olduğu görülmektedir. Sadece Silifke yerleşim merkezinin batısında yer alan kentsel gelişim bölgesinin önemli bir bölümünde ve yine aynı yerleşim merkezinin kuzeyinde yer alan kentsel gelişim bölgesinin neredeyse tamamında 2050 yılına kadar bir yapılaşma beklentisi görülmemektedir. Silifke imar planı sınırları içerisinde beklenen kentleşme olasılıklarında yapılaşma olması beklenen alanların tamamı tarımsal alanlardan (202 ha), Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içerisinde beklenen kentleşme olasılıklarında yapılaşma olması beklenen alanların tamamı ise çıplak alanlardan (46 ha) oluşmaktadır. Bu alanlar Çevre Düzeni Planında herhangi bir koruma sınıfına dâhil edilmemiş kentsel gelişim bölgesi olarak belirlenen alan sınırları içerisinde bulunmaktadır. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere bu çalışmada, olması gereken üzerinden bir değerlendirme yapılması iddiasından ziyade hâlihazırda mevcut olan durum ve onaylanmış planlardaki mevcut durum üzerinden çalışmanın amacı doğrultusunda bir değerlendirme yapılmıştır.

4.5.3. Nüfus Eğilimi

2050 yılı nüfus projeksiyonu için yapılan kentsel gelişim için arazi değişim eğilimi sonuçlarını nüfus eğilimlerini de dikkate alarak değerlendirmek, gelecekte kentleşmesi beklenen bölgelerdeki olması gereken kişi başına düşen yeşil alan miktarını ve bu alanların ihtiyaç duyabileceği sulama miktarının belirlenmesi için bir kestirim sağlayacaktır.

Bu amaçla Silifke ve Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içerisinde bulunan mahallelerin günümüz güncel nüfus durumları dikkate alınarak bu yerleşimlere ait 2050 yılı nüfus eğilimi kestirim çalışması yapılmıştır. Silifke, Taşucu ve Kum Mahallesi imar planları hazırlandıktan sonra 2013 yılında yapılan çalışma sonucunda bazı mahallelerin isimleri ve sınırları değiştirilmiştir ve bazı yeni

mahalleler eklenmiştir. İmar planları sınırları içerisinde yer alan mahallelere ait güncel nüfus istatistikleri Çizelge 4.34’te verilmiştir.

Çizelge 4.34. Silifke ve Taşucu Mahalleleri Nüfus Sayım Sonuçları (TÜİK, 2021)

Silifke			
Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)
Gazi Mh.	15.428	Pazarkaşı Mh.	1.640
Göksu Mh.	14.396	Tosmurlu Mh.	1.237
Mukaddem Mh.	6.675	Bucaklı Mh.	1598
Sarıcalar Mh.	6.056	Ulugöz Mh.	1.160
Sayağzı Mh.	5.208	Kabasakallı Mh.	956
Yeni Mh.	3.563	Say Mh.	954
Toros Mh.	3.452	Camiikebir Mh	910
Atik Mh.	2.990	Burunucu Mh	826
Saray Mh.	1.762	Toplam	68.811
Taşucu			
Mahalle Adı			Nüfus (Kişi)
Taşucu Mh.			13.215
	Toplam		82.026

Silifke imar planı sınırları içerisinde bulunan mahallelerdeki toplam nüfus 68.801 kişi iken Taşucu imar planı sınırı içerisinde bulunan tek mahalle olan Taşucu Mahallesinin nüfus sayımı ise 13.215 kişidir. Her iki imar planı sınırları içerisinde bulunan yerleşimlerdeki güncel nüfus sayımı ise 82.206 kişidir.

2021 yılına ait adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları kullanılarak lineer trend analiz modeli ile yapılan 2050 yılına ait nüfus projeksiyonu sonuçları Çizelge. 4.35’te verilmiştir.

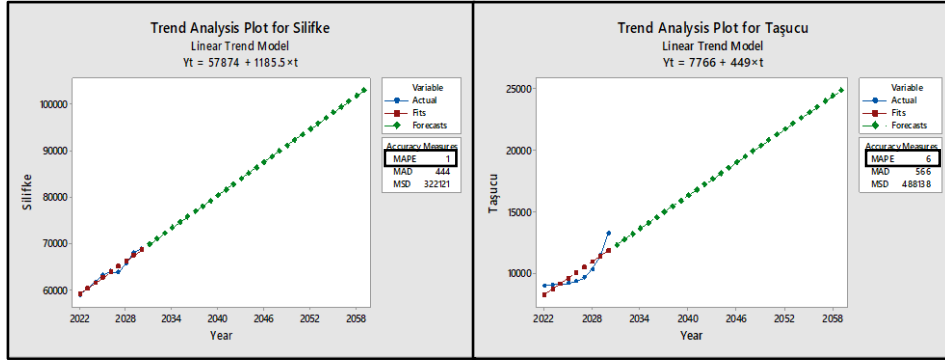
Çizelge 4.35. Silifke Taşucu 2050 yılı Nüfus Projeksiyonu

Yıllar	Silifke (Kişi)	Taşucu (Kişi)	Yıllar	Silifke (Kişi)	Taşucu (Kişi)
2013	58905	8953	2032	81584	16739
2014	60252	9035	2033	82770	17188
2015	61713	9101	2034	83955	17637
2016	63220	9167	2035	85141	18085
2017	63991	9339	2036	86326	18534
2018	63746	9593	2037	87512	18983
2019	65571	10302	2038	88697	19431

Çizelge 4.35'in devamı

2020	68007	11383	2039	89883	19880
2021	68811	11815	2040	91068	20329
2022	69729	12253	2041	92254	20777
2023	70915	12701	2042	93439	21226
2024	72100	13150	2043	94625	21675
2025	73286	13599	2044	95810	22123
2026	74471	14047	2045	96996	22572
2027	75657	14496	2046	98181	23021
2028	76842	14945	2047	99367	23469
2029	78027	15393	2048	100552	23918
2030	79213	15842	2049	101738	24367
2031	80399	16291	2050	102.923 Kişi	24.815 Kişi

Yapılan projeksiyon sonuçlarına göre 2050 yılında beklenen nüfus sayısı Silifke için 102.923 Kişi, Taşucu imar planı sınırlarındaki yerleşim yerleri için ise 24.815 Kişi olması beklenmektedir. Bu çalışmada lineer trend analiz modeli kullanılmıştır ve model sonucunda MAPE değeri yüzde 10'un altında kalmıştır. Trend analizlerinde MAPE değeri yüzde 10'un altında kalması literatürde yüksek doğruluk tahmini olarak kabul edilmektedir (Tatlıdil, 1992) (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Trend Analizi doğruluk değerleri

4.5.4. Kentsel Yeşil Alan İhtiyaçları: 2050

2050 yılı nüfus projeksiyonuna göre Silifke imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde yaklaşık 102.923 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir.

Mevcut mekânsal planla yapım yönetmeliğine göre ise kişi başına düşen en az yeşil alan miktarının 10 m² olması gerekmektedir. Bu nedenle 2050 yılı Silifke imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 1.029.230 m² olması gerekmektedir.

Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde ise yaklaşık 24.815 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir. Mevcut mekânsal planlar yapım yönetmeliğine göre 2050 yılı Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 248.150 m² olması gerekmektedir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çağımızın en büyük sorunu olarak gösterilen küresel iklim değişikliğinin neden olduğu çevresel sorunlardan en çok etkilenen yerlerin başında kentsel alanlar gelmektedir. Bununla beraber kentleşmenin de neden olduğu sorunlar çok büyüktür ve çok çeşitlilik göstermektedir.

Bu nedenlerden dolayı günümüzün en belirleyici zorluklarından biri toplumlar için sağlıklı ve yaşanabilir kentsel alanlar yaratmak olacaktır.

Bu amaç doğrultusunda bu çalışmada, mevcut kentsel alanlardaki yağmur suyunun daha etkin yönetilebilmesi amacıyla, potansiyel kentsel yağmur suyu miktarının ve suya bağlı kentsel ES'deki kamusal yeşil alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyu ihtiyacının belirlenmesini ve bu ihtiyacın yağmur suyu hasadı ile karşılanması potansiyelinin değerlendirilerek bunun bir YAY yaklaşımı ile hâlihazırdaki mevcut mekânsal planlama alanlarına entegrasyonu çalışması yapılmıştır.

Bu kapsamda, mikro havza çalışması sonucunda Silifke merkez yerleşimini kapsayacak şekilde araştırma alanının sınırları belirlenmiştir. Hâlihazırda yürürlükte olan Silifke Merkez, Taşucu ve Kum Mahallesi'ne ait imar planlarının sınırları içerisindeki kentsel ES sunan kentsel YAY'ın ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi için kentsel yeşil alanlar, KA ve YD sınıflamaları kullanılarak üretilen haritaların birleştirilmesiyle çok detaylı bir şekilde ortaya konulmuştur. Söz konusu kentsel yeşil alanlar tarafından sağlanan suya dayalı ES belirlenerek bu alanlar arasında yer alan kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyaçları belirlenmiştir. Yine imar planı düzeyindeki kentsel alanlarda meydana gelen yağışlar dikkate alınarak yağmur suyu potansiyeli ve bu yağmur suyundan elde edilebilecek yağmur suyu hasadı potansiyeli belirlenmiştir. Yağmur suyu hasadı yapılabilecek olan potansiyel alanların mevcut mekânsal planlamaya entegrasyonu için, yağmur hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar ve bunların coğrafi konumları tespit edilmiş, suya dayalı kentsel ES kapsamındaki kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının ne kadarının yağmur

suyu hasadı ile karşılanabileceği değerlendirilmiştir. Bunlara ek olarak, hasadı yapılamayan özellikle kırsal nitelikli alanlarda yüzey akışına geçen potansiyel yağmur suyu miktarı da belirlenmiştir. Ayrıca mevcut kentsel gelişim trendinin devamlılığı durumunda 2050 yılındaki kentsel gelişim alanları ve nüfus durumu belirlenerek bu kentsel gelişim alanlarındaki nüfusa göre ihtiyaç duyulan minimum kamusal yeşil alanların bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Silifke merkez yerleşimi için KA-YD'ya göre belirlenen kişi başına düşen yeşil alan miktarı 7,75 m²'de kalırken; hâlihazırda yürürlükte olan Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliği'ne göre kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 3,85 m² ile oldukça yetersiz bir yeşil alan miktarı durumunu ortaya koymaktadır.

Taşucu-Kum Mahallesi yerleşim yeri için KA-YD'deki tanımlamalara göre kişi başına düşen yeşil alan miktarı 17,8 m² olarak belirlenirken, Mekânsal Plan Yapım Yönetmeliği'ndeki tanımlamalara göre hesaplanan kişi başına düşen yeşil alan miktarı ise 12,3 m² olarak belirlenmiştir.

Silifke merkez yerleşim yerindeki çok yetersiz olan kişi başına düşen yeşil alan miktarı durumunun aksine Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları için kişi başına düşen yeşil alan miktarı mevcut yasal mevzuattaki belirlenen yeşil alan ihtiyacını karşılamaktadır.

Kentsel yeşil alanlarla ilgili yapılan çalışma aşamasında yaşanan zorlukların bir diğeri de, kullanılan benzer terimlerin ve yapılan tanımlamaların sayıca çok fazla olmasıdır. Bu nedenle, yapılacak çalışmaların entegrasyonu açısından yeşil alanları ilgilendiren tüm tanımların yapısal ve işlevsel olarak tekrar ele alınması ve bütün yeşil alan unsurları için yeni ve bütüncül bir standart tanımlamanın yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada ulaşılmak istenen hedeflerden bir diğeri, potansiyel olarak toplanabilecek olan yağmur suyunun kullanım potansiyelini ölçmektir. Yağmur suyu potansiyeli çalışmasında yağış miktarı durumuna göre, yağışın olduğu aylar yağışlı dönem olarak değerlendirilmiştir. Yağışın neredeyse hiç olmadığı Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayları ise kurak dönem olarak değerlendirilmiştir.

Haziran-Eylül ayları arasındaki kurak dönemde neredeyse hiç yağış bulunmaması nedeniyle bu dönem çoğunlukla hasadı yapılan yağmur suyunun kullanılacağı dönem olarak ele alınmıştır.

Silifke imar planı sınırlarına ait 1980-2020 yılları arasındaki aylık yağmur suyu potansiyeli sonuçlarına göre yıllık toplam en düşük yağmur suyu potansiyeli miktarı 3.648.000 m³ ile 1982 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık toplam en yüksek yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 23.859.000 m³ ile 2001 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık olarak ortalama yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 10.912.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama yağmur suyu potansiyeli incelendiğinde en düşük yağmur suyu potansiyelinin 387.000 m³ ile Mart ayında, en yüksek yağmur suyu potansiyelinin ise 2.880.000 m³ ile Aralık ayında olduğu gözlemlenmiştir. 2.401.000 m³ yağmur suyu potansiyeli ile Ocak ayı da Aralık ayı gibi yüksek bir yağmur suyu potansiyeli sağlayan bir ay olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur suyu potansiyeli açısından aylık ortalamalar genel olarak değerlendirildiğinde Kasım, Aralık ve Ocak ayları en yüksek potansiyele sahip aylar olarak Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları ise görece daha düşük potansiyele sahip aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırlarına ait 1980-2020 yılları arasındaki aylık yağmur suyu potansiyeli sonuçları incelendiğinde ise yıllık toplam en düşük yağmur suyu potansiyeli miktarı 802.000 m³ ile 1999 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık toplam en yüksek yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 5.089.000 m³ ile 2001 yılında gözlemlenmiştir. Yıllık olarak ortalama yağmur suyu potansiyeli miktarı ise 2.346.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Aylık ortalama yağmur suyu potansiyeli incelendiğinde en düşük yağmur suyu potansiyelinin 102.000 m³ ile Nisan ayında, en yüksek yağmur suyu potansiyelinin ise 631.000 m³ ile Aralık ayında olduğu gözlemlenmiştir. 496.000 m³ yağmur suyu potansiyeli ile Ocak ayı da Aralık ayı gibi yüksek bir yağmur suyu potansiyeli sağlayan bir ay olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağmur suyu potansiyeli açısından aylık ortalamalar genel olarak değerlendirildiğinde Kasım, Aralık ve Ocak ayları en yüksek potansiyele sahip aylar

olarak, Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları ise görece daha düşük potansiyele sahip aylar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yağmur hasadı potansiyeli çalışması için, yağmur suyunun depolanabileceği geçirimsiz yüzeyleri barındıran sınıfların kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlara ait sınıflardan olmasına dikkat edilmiştir. Yağmur suyu hasadının potansiyeli değerlendirilirken, yağışlı sezon ve kurak sezon ayrı ayrı ele alınmıştır.

Silifke imar planı sınırları içindeki kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlarda bulunan yaklaşık 155.030 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek yağmur suyu hasadı miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 380.000 m³ olduğu görülmüştür. Depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 380.000 m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 410.000 m³'tür. Silifke imar planı sınırı için yapılan yağmur suyu hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanların ihtiyaç duyduğu sulama suyunun yaklaşık olarak yüzde 90'ını karşılamaktadır. Bu çok yüksek bir oranı oluşturmaktadır. Bu oran mevcut olarak belirlenen sert zeminlerden elde edilebilecek yağmur suyu potansiyeli oranını ortaya koymaktadır. Yeni yerlerin belirlenmesi durumunda bu oran daha da yukarılara çıkarılabilecektir. Buradan özel mülkiyetli alanların da sürece eklenmesi yoluyla yapılacak daha kapsamlı çalışmalarda sulama suyu ihtiyacının tamamının yağmur suyu hasadı ile elde edilmesi mümkün olabilir.

Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içindeki kamusal (genel) ve yarı-özel yeşil alanlarda bulunan yaklaşık 40.210 m² geçirimsiz yüzeyden elde edilebilecek yağmur hasadının miktarının yağışlı sezona ait ayların her biri için yaklaşık 98.000 m³ olduğu görülmüştür. Depolanan potansiyel yağmur suyu miktarı yaklaşık olarak 98.000 m³ iken kuru sezon için ihtiyaç duyulan sulama suyu ihtiyacı ise yaklaşık 140.000 m³'tür. Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırı için yapılan yağmur suyu hasadı potansiyeli çalışması sonucu hesaplanan depolanabilecek yağmur suyu miktarı Kamusal (Genel) ve Yarı-Özel Yeşil Alanların ihtiyaç duyduğu

sulama suyunun yaklaşık olarak yüzde 70'ini karşılamaktadır. Bu Silifke imar planı sınırı için yapılan çalışmada hesaplanan miktara göre düşük olsa bile yine de oldukça yüksek bir oranı oluşturmuştur.

Değişen iklim koşulları nedeniyle küresel iklim değişikliğinin etkilerine karşı kentleri daha dirençli hale getirmek için Silifke ilçesi özelinde YAY uygulaması ile kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının yağmur suyu ile karşılanması yeterliliğini ölçen bu çalışma sonuçlarına göre, yağmur suyu hasadı ile kamusal yeşil alanların sulama suyu ihtiyacının büyük bir oranda karşılandığı belirlenmiştir.

Araştırma alanının büyük bir bölümünü kırsal alanlar oluşturmaktadır. Bu nedenle yağmur suyu hasadı için depolanan yağmur suları dışındaki yüzey akışa geçen yağmur suları daha çok kırsal ağırlıklı alanların olduğu bölgelere deşarj edilmektedir.

Araştırma alanındaki en önemli kırsal nitelikli doğal/yarı doğal olarak tanımlanabilecek alıcı ortamlar olarak Silifke merkez ilçesi için Göksu Nehri, Taşucu ve Kum Mahallesi için ise Göksu Deltası ve delta içinde yer alan sulak alan ve Akdeniz olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlar oldukça büyük öneme sahip doğal döngünün ana unsurlarını oluşturmaktadır. Özellikle kentsel alanlardaki yağmur suyunun toplanması ile birlikte yüzey akışa geçen ve kaplanmış geçirimsiz yüzeylerde bulunan her türlü ağır metal ve kirleticilerin bu akış ile doğal alanlara taşınmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, toplanacak yağmur suyu ile birlikte hasadı yapılamayan ve yüzey akışı ile doğal alanlara aktarılacak olan yağmur suyunun hesaplanması hiçbir işleme maruz kalmadan deşarj olan sular ile birlikte ne kadar kirleticinin doğa alanlara taşındığı ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalara kılavuzluk edebilir.

2050 yılı için araştırma alanının kentsel gelişim açısından arazi değişim ve nüfus eğilimleri ortaya konulmuştur. 2050 yılına dair kentleşme beklentisi sonucuna göre 1/100.000 Adana-Mersin Çevre Düzeni Planı'nda belirtilen kentsel gelişim alanlarının neredeyse tamamının (248 ha) yapılaşma beklentisi içinde olduğu

görülmüştür. Sadece Silifke yerleşim merkezinin batısında yer alan kentsel gelişim bölgesinin önemli bir bölümünde ve yine aynı yerleşim merkezinin kuzeyinde yer alan kentsel gelişim bölgesinin neredeyse tamamında 2050 yılına kadar bir yapılaşma beklentisi görülmemektedir. Silifke imar planı sınırları içerisinde beklenen kentleşme olasılıklarında yapılaşma olması beklenen alanların tamamı tarımsal alanlardan oluşurken (202 ha) Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları içerisinde beklenen kentleşme olasılıklarında yapılaşma olması beklenen alanların tamamı çıplak alanlardan oluşmaktadır (46 ha).

Silifke imar planı sınırları içerisinde bulunan mahallelerdeki toplam nüfus 68.801 kişi iken Taşucu imar planı sınırı içerisinde bulunan tek mahalle olan Taşucu Mahallesi'nin nüfus sayımı ise 13.215 kişidir. Her iki imar planı sınırları içerisinde bulunan yerleşimlerdeki güncel nüfus sayımı ise 82.206 kişidir.

2050 yılı nüfus projeksiyonuna göre Silifke imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde yaklaşık 102.923 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir. Mevcut mekânsal planla yapım yönetmeliğine göre ise kişi başına düşen en az yeşil alan miktarının 10 m² olması gerekmektedir. Bu nedenle 2050 yılı Silifke imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 1.029.230 m² olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Taşucu-Kum Mahallesi imar sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinde ise yaklaşık 24.815 kişinin bulunacağı tahmin edilmektedir. Mevcut mekânsal planlar yapım yönetmeliğine göre 2050 yılı Taşucu-Kum Mahallesi imar planı sınırları kapsamında yeşil alan miktarının en az 248.150 m² gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmada mekânsal planlamanın en önemli unsuru olan kentsel alanların mevcut durumu ele alınmıştır. Hâlihazırda yapılaşmış alanların durumu YAY yaklaşımı ile değerlendirilerek bu alanlardaki kentsel yağmur suyunun hasadı potansiyeli ile kamuya ait yeşil alanların ihtiyaçlarının yağmur hasadı ile karşılanması potansiyeli beraber irdelenmiştir. Bu yapılırken aynı zamanda bu potansiyelin ortaya konulması açısından bu çalışmanın mevcut mekânsal planlamaya entegrasyonu da ele alınmıştır. Detaylı bir sınıflama çalışması ile mevcut olan

yağmur suyu potansiyelinin hasat edilmesi için potansiyel sağlayan yerlerin belirlenmesi ve bu çalışma özelinde kamusal alanlar içerisinde bu alanların belirlenmesi sağlanmıştır. Böylelikle mevcut yapılaşmış veya yapılaşmaya açılacak alanlarda yapılacak bir kentsel yağmur suyu ve hasadı çalışmalarının mekânsal planlamada nasıl uygulanacağına dair bir örnek sunulmuştur. Sonuçlardan da görüleceği üzere her iki imar planı sınırı düzeyindeki çalışmada da yüksek bir yağmur hasadı potansiyel belirlenmiştir. Ayrıca bu yağmur hasadı yapılacak potansiyel alanlar da yerel olarak haritalanmıştır. Bu çalışmada kentsel yağmur suyu hasadı ile özellikle kamuya ait peyzaj alanlarının ihtiyaçları yüksek oranda karşılanabildiği ortaya konulmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar sadece yağmur hasadı potansiyeli olarak ele alınmamalıdır. Çünkü kentsel alanlarda yüzey akışa geçen yağmur suyu deşarj edildiği alanlara yapılaşmış alanların ve özellikle araç yollarının ve araçların neden olduğu ağır kimyasalları da taşımaktadır. Yağmur hasadı çalışması yapılırken aynı zamanda kirlenmiş kentsel yağmur sularının ağır kimyasallardan arındırılma imkânı sağlanmış olacaktır. Özellikle yağmur hasadı yapılamayan ve kırsal nitelikli doğal nitelikli alıcı ortamlara deşarj edilen kentsel yağmur suyu için de ayrıca detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada hasadı yapılamayan ve kırsal nitelikli alıcı ortamlara deşarj edilen yağmur suyu miktarı da belirlenmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda bu veriler kullanılarak kırsal alanlardaki doğal ortamlara taşınan ağır kimyasal miktarları ve bunlar için yapılması gereken önlemler ile ilgili çalışmalar yapılabilecektir.

Hâlihazırda mevcut olan ve 23.06.2017 tarihinde resmi gazetede yayınlanan Yağmur Suyu Toplama, Depolama ve Deşarj Sistemleri Hakkında Yönetmelik önemli bir gelişme olsa da bütüncül YAY yaklaşımı ile ele alınmadığı için kapsayıcı bir yaklaşım ortaya konulamamaktadır. Mekânsal planlar yapım yönetmeliğinde belirtilen planlama hiyerarşisi içerisinde yer alan mekânsal strateji planlarında özellikle afet zararlarının azaltılmasına yönelik olarak tehlike ve risklerin analiz edilerek tanımlanması ve tedbirlerin alınması, değişen koşullara uyum sağlanması,

yaşam kalitesinin artırılması ve kentsel ve kırsal alanlar arası mekânsal ilişkilerin güçlendirilmesi bendlerinde belirtilen durumlar için bütünsel YAY hedeflerinin ortaya koyulması gerekmektedir.

Daha sonra üretilmiş olan havza ve alt havza planları kentsel alanları ve çevresini içerecek şekilde mikro havza düzeyine indirgenerek bu planlarla çatışmayan çevre düzeni planları hazırlanması gerekmektedir. Stratejik planlardan başlayarak bütünsel bir YAY yaklaşımı ile yapılacak çevre düzeni planlarının oluşturulması aşamasında üretilen mevcut durum analizlerine açık ve yeşil alanlara ve hatta kentsel ES'lere ait altlıkların üretilip karar alma sürecine eklenmesi gerekmektedir.

Bu üst ölçekli YAY ve Yeşil ve Mavi Altyapı veya gelişmiş ülkelerde yapılan diğer uygulamalara benzer şekilde bir kapsayıcı bir isme sahip yaklaşımların planlanması ve hayata geçirilmesi için ilgili bakanlığa bağlı genel müdürlüklerin kurulması gerekmektedir.

Bu üst ölçekli planların yerel yönetimler düzeyine entegre edilmesi için ise özellikle büyükşehir belediyelerinde daire başkanlığı büyüklüğünde bir birimin bünyesinde üretilecek olan YAY veya benzer yaklaşımlı planların imar planına entegre edilmesi ve bu planların uygulanması ve izlenmesi gerekmektedir. Bunun için ise yine bu daire başkanlığı altında kentsel ES müdürlüğü, kentsel yeşil alanlar müdürlüğü, kentsel yağmur suyu yönetimi müdürlüğü gibi alt ölçeklerde uygulama detaylarını üretecek, uygulayacak ve izleyecek olan birimlerin oluşturulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahern, J., 2007. Green infrastructure for cities: The spatial dimension. C 2007 IWA Publishing. Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management by Vladimir Novotny and Paul Brown. ISBN: 1843391368. Published by IWA Publishing, London, UK.
- Ahmed, S., Meenar, M., Alam, A., 2019. Designing a Blue-Green Infrastructure (BGI) Network: Toward Water-Sensitive Urban Growth Planning in Dhaka, Bangladesh. Land 2019, 8(9), 138; <https://doi.org/10.3390/land8090138>
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998) Crop evapotranspiration — guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Akan, O. ve Houghtalen, R. J., 2003. Urban Hydrology. Hydraulics and Stormwater Quality. Engineering Application and Computer Modelling. Hoboken, US: John Wiley & Sons.
- Andualem, T. G., Hagos, Y.G., Teka, A.H., 2020. Rainwater harvesting potential assessment for non-potable use in urban areas. Sustain. Water Resour. Manag. 6, 104 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00464-x>
- Aretano, R., Petrosillo, I., Zicarelli, N., Semeraro, T. & Zurlini, G., 2013. People perception of landscape change effects on ecosystem services in small Mediterranean islands: A combination of subjective and objective assessments. Landscape and Urban Planning 112 (2013) 63–73. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.12.010> .
- Arslan, E. ve Şenol, S., 2021. Göksu Deltası detaylı temel toprak haritasının revizyonu ve güncel toprak veri tabanının oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, 2021, 115 s.
- Benedict, M.A. ve McMahon, E.T., 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Renewable resources journal 20.3 (2002): 12-17.

- CABE, 2011. CABE-Commission for Architecture and Built Environment. Annual report and accounts 2010/11. London: The Stationery Office
- Chang, Q., Li, X., Huang, X., Wu, J., 2012. A GIS-based green infrastructure planning for sustainable urban land use and spatial development. (International Conference on Environmental Science and Engineering (ICESE 2011)) Prodecia Environmental Sciences. 12, 491-498.
- Chen, C.W. ve Shubinski, R.P., 1971. Computer Simulation of Urban Storm Water Runoff, J. Hydraul. Div., Proc. ASCE, 97(HY2):289-301, 1971.
- Csete, A. K., et al. (2021). "Rainwater Harvesting Potential and Vegetation Irrigation Assessment Derived from Building Data-Based Hydrological Modeling through the Case Study of Szeged, Hungary." Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences 16(2): 469-482.
- ÇŞB, 2019. Çevre, Şehircilik ve İklim değişikliği Bakanlığı. <https://ockb.csb.gov.tr/goksu-deltasi-ozel-cevre-koruma-bolgesi-i-2749>
Erişim: 25.07.2022
- DAHK, 2018. Doğu Akdeniz Havzası Kuraklık Yönetim Planı, Cilt I, 2018.
- Davies, L., Kwiatkowski, L., Gaston, K.J., Beck, H., Brett, H., Batty, M., et al. (2011) Urban. UK National Ecosystem Assessment: Technical Report (pp. 361–410), Cambridge: UNEP-WCMC.
- DPLG (Department of Planning and Local Government), 2010. Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region, Government of South Australia, Adelaide. ISBN 978-1-876702-99-1
- Eastman, J.R., L. Solorzano ve M. Van Fossen, 2005. Transition Potential Modeling for Land-Cover Change. In GIS, Spatial Analysis and Modeling, edited by David J. Maguire, Micheal Batty ve Michael F. Goodchild, 357-385. Redlands, CA: ESRI Press, 2005.
- EC, 2013. EC-European Commission, Building a Green Infrastructure for Europe. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013 — 24 pp. ISBN 978-92-79-33428-3, doi: 10.2779/54125.

- EEA, 2014. Spatial analysis of green infrastructure in Europe, EEA Technical report, No 2/2014, ISSN 1725-2237, sf: 9.
- EEA, 2011. Green infrastructure and territorial cohesion The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems, EEA Technical report No 18/2011)
- EEAC, 2009. Biodiversity WG Briefing Paper: Green infrastructure and ecological connectivity.
- Elmqvist, T. et al. (eds.), Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment, DOI 10.1007/978-94-007-7088-1, © The Editor(s)(if applicable) and the Author(s) 2013.
- Emmanuel, R., Loconsole, A., 2015. Green infrastructure as an adaptation approach to tackling urban overheating in the Glasgow Clyde Valley Region, UK. Landscape and Urban Planning. 138, 71-86
- ESRI, 2018. ESRI, ArcHydro: GIS for Water Resources. <https://www.esri.com/library/fliers/pdfs/archydro.pdf> Erişim tarihi: 5 Mart 2018
- EU, 2016. Mapping Guide for a European Urban Atlas Sf 21. European Commission, 2016.
- FAO, 1974. FAO-Food and Agriculture Organization, 1974. FAO-UNESCO Soil Map of the World: Vol. 1, Legend. UNESCO, Paris.
- Firehock, K. and Walker, R. A., 2015. Strategic Green Infrastructure Planning: A Multi-Scale Approach. The Green Infrastructure Center Inc., Island Press, ISBN: 978-1-61091-692-9.
- Fisher, B., Turner, R.K. & Morling, P., 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics 68 (2009) 643-653. doi:10.1016/j.ecolecon.2008.09.014.
- Forman, R.T.T. (2008). Urban regions ecology and planning beyond the city No. 307.1216 F6. 2008.

- Forman, R.T.T. (2016). Urban ecology principles: are urban ecology and natural area ecology really different?. *Landscape Ecology*, 31(8), 1653-1662.
- Geraldi, M. S. and E. Ghisi (2017). "Influence of the length of rainfall time series on rainwater harvesting systems: A case study in Berlin." *Resources Conservation and Recycling* 125: 169-180.
- Gezer, A. ve Gül, A. (2009). Kent ormancılığı-kavramsal-teknik ve kültürel boyutu. Isparta: SDU Basım Evi.
- Ghofrani, Z., Sposito, V. Ve Faggian, R., 2017. A Comprehensive Review of Blue Concepts. *International Journal of Environment and Sustainability [IJES]* ISSN 1927-9566 Vol. 6 No. 1, pp. 15-36 (2017).
- Gómez-Baggethun, E. and Barton, D.N., 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics* 86 (2013) 235–245 doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019.
- Graham, A., Day, J., Bray, B., Mackenzie, S., 2012. Sustainable drainage systems, maximising the potential for people and wildlife. A guide for local authorities and developers
- GRCA, 2018. GRCA-Grand River Conservation Authority. Mapping of a Natural Heritage System in the County of Wellington. Final Report, September 2018.
- GS, 2015. A Typology Of Urban Green Spaces, Ecosystem Provisioning Services and Demands. Work package 3: Functional linkages, Report: D3.1. ESS provisioning and demand for green space as a part of the EU FP7 (ENV.2013.6.2-5-603567) GREEN SURGE project (2013-2017).
- Gülçin, D., 2018. Yeşil altyapı bağlamında Açık/Yeşil Alan Sistemlerinin Uygulama Olanaklarının Araştırılması: Aşağı Büyük Menderes Havzası Örneği. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Gürkan, F., Zorlu, F., Kavruk, S.A., Melengiç, M., Yıldırım, N., Erdoğan, B., Direk, Y., Buluş, B., Sarıgül, B., 1999. Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi

- Yönetim Planı, TC. Çevre Bakanlığı ÖÇKK Başkanlığı-DHKD, Ankara, 260s.
- Haase, D., Haase, A. & Rink., 2014. Conceptualizing the nexus between urban shrinkage and ecosystem services. *Landscape and Urban Planning* 132, 159–169. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.003>
- Hao, W., Chao, M., JiaHong, L., WeiWei, S., 2018. A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. Vol.61 No. 3: 317–329 <https://doi.org/10.1007/s11431-017-9170-5>
- Hepcan, Ç.C., 2019. Kentlerde iklim değişikliği ile mücadele için yeşil altyapı çözümleri. İklim değişikliği eğitim modülleri serisi 12, İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN), 40sf.
- Hepcan, Ç.C. ve Hepcan, Ş., 2017. Ege Üniversitesi Lojmanlar yerleşkesinin hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik düzenleyici ekosistem servislerinin hesaplanması. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 54 (1):113-120.
- Horton, B., Digman, C.J., Ashley, R.M., Gill, E., 2016. BeST (Benefits of SuDS Tool) Technical Guidance, Release version 2 (W045c BeST), March 2016, London: CIRIA. ISBN: 978-0-86017-769-2
- Jayasooriya, V.M. ve Ng, A.W.M., 2014. Tools for Modeling of Stormwater Management and Economics of Green Infrastructure Practices: a Review. *Water Air Soil Pollut* 225. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2055-1>
- Hostetler, M., Allen, W., Meurk, C., 2011. Conserving urban biodiversity? Creating green infrastructure is only the first step. *Landscape and Urban Planning*. 100, 369-371.
- Kapetas, L., and Fenner, R. (2020). Integrating blue-green and grey infrastructure through an adaptation pathways approach to surface water flooding. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 378(2168). <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0204>

- Karaömerlioğlu, D., 2007. Göksu Deltasındaki (Silifke) Doğal Ekosistemlerin Bitki Ekolojisi Yönünden Araştırılması. Doktora Tezi, 2007, 292 s.
- Karaşah, B. ve Çelik, M., 2021. Kent Kimliğini Oluşturan Kent İmgelerinin Kültürel Ekosistem Servisleri Bağlamında Değerlendirilmesi “Balıklıgöl ve Çevresi Örneği”. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 23(3): 767-778. doi:10.24011/barofd.941519
- KHGM, 1991. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Etüt ve Proje Dairesi Başkanlığı, 1991. İçel İli Arazi Varlığı, TC. Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No:33, Ankara, 140s.
- Kluitenberg, E., 1994. Determination of Impervious Area and Directly Connected Impervious Area, Supplemental Report, Rouge River National Wet Weather Demonstration Project, August 1994
<http://www.rougeriver.com/pdfs/modeling/RPO-MOD-SR35.pdf>.
- Larondellea, N. ve Haase, D., 2013. Urban ecosystem services assessment along a rural–urban gradient: A cross Analysis of European cities. Ecological Indicators 29 (2013) 179–190. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.022>
- LCM, 2016. TerraSet, Land Change Modeler, TerrSet Geospatial monitoring and modeling system. http://clarklabs.org/wp-content/uploads/2016/03/TerrSet18-2_Brochure_WEB.pdf
- Lee, J.G., Nietch, C.T., Panguluri, S., 2017. SWMM Modeling Methods for Simulating Green Infrastructure at a Suburban Headwatershed: User’s Guide. EPA EPA/600/R-17/414 | Ekim 2017.
- LI, 2009. Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes. Landscape Institute Position Statement, The Landscape Institute Policy Committee, London.
- Li, H., Ding, L., Ren, M., Li, C., Wang, H., 2017. Sponge City Construction in China: A Survey of the Challenges and Opportunities. Water 2017, 9, 594; doi:10.3390/w9090594

- Little, C. H., 1989. Greenways for America, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1989
- MAES, 2015. Mapping and assessment of urban ecosystems and their services; EUR 27706 EN; doi:10.2788/638737
- MAES, 2016. Mapping and Assessment of Ecosystems and Their Services. Urban Ecosystems. 4th Report – Final May 2016. Publications Office of the European Union, Luxembourg. Sf 61
- MAPB, 2017. Mersin Adana Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Plan Açıklama Raporu. Onaylanma tarihi: 19.07.2017
- MBS, 2014. Mevzuat Bilgi Sistemi Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği, 2014. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19788&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> Erişim: 29.10.2022
- MBS, 2017. Mevzuat Bilgi Sistemi Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği, 2017. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=23722&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> Erişim: 29.10.2022
- McMahon, E. T., 2000. “Green Infrastructure,” Planning Commissioners Journal, Number 37, Winter 2000.
- MÇR, 2017. Mersin ili 2016 yılı çevre durum raporu
- MEA, 2003. Millennium Ecosystem Assessment, 2003. Ecosystems and Human Well-Being. A Framework for Assessment. ISLAND Press, Washington, DC, ISBN: 1-55963-402-2.
- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. 1-59726-040-1
- Mell, I.C., 2010. Green infrastructure: Concepts, perceptions and its use in spatial planning. School of Architecture, Planning and Landscape, Newcastle University, Doktora Tezi.
- MGM, 2022. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=MERSIN> Erişim: 27.07.2022

- MKT, 2018. MKT-Mersin Kltr Turizm İl Mdrlğ,
<http://www.mersinkulturturizm.gov.tr/TR,73147/silifke.html>
- MOECC, 2017. MOECC-Ministry of Environment & Climate Change) Low Impact Development (LID) Stormwater Management Guidance Manual-Draft, Version 1.0 April 20, 2017.
- MTA, 2021. MTA – Maden Tetkik ve Arama Genel Mdrlğ.
<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> Erişim: 15.08.2021
- Netusil, N.R., Levin, Z., Shandas, V. Hart, T., 2014. Valuing green infrastructure in Portland, Oregon. Landscape and Urban Planning. 124, 14-21.
- Neupane, B., et al. (2021). Evaluation of land-use, climate change, and low-impact development practices on urban flooding. Hydrological Sciences Journal- Journal Des Sciences Hydrologiques. 66: 1729-1742.
- Newell, J.P., Seymour, M., Yee, T., Renteria, J., Longcore, T., Wolch, J.R., Shishkovsky, A., 2013. Green Alley Programs: Planning for a sustainable urban infrastructure? Cities 31 (2013) 144–155
- Nguyen, T.T., Ngo, H.H., Guo, W., Wang, X.C., Ren, N., Li, G., Ding, J., Liang, H., 2019. Implementation of a specific urban water management-Sponge City. Science of the Total Environment 652 (2019) 147–162
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.168>
- NRCS, 1986. NRCS-Natural Resources Conservation Service. Urban hydrology for small watersheds. Technical release No. 55, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C
- OMMAH, 2014. OMMAH-Ontario Ministry of Municipal Affairs and Housing. Provincial policy statement. Queen’s Printer for Ontario.
- Pennino, M.P, McDonald, R.I., Jaffe, P.R., 2016. Watershed-scale impacts of stormwater green infrastructure on hydrology, nutrient fluxes, and combined sewer overflows in the mid-Atlantic region. Science of The Total Environment, Volume 565, 15 September 2016, Pages 1044-1053.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.101>

RİP, 2020. Resmi İstatistik Portalı

<https://www.resmiistatistik.gov.tr/detail/subject/corine-arazi-ortusu/>

Erişim: 15.07.2020

Richards, L.A. (1931) Capillary Conduction of Liquids through Porous Mediums. Journal of Applied Physics, 1, 318-333.

<http://dx.doi.org/10.1063/1.1745010>

Robrecht, H., Lorena, L., Mader, A., Calcaterra, E., Nel, J., Hammerl, M., Moola, F., 2010. The economics of ecosystems and biodiversity for local and regional policy makers. H. Wittmer & H. Gundimeda (Eds.), TEEB, Leipzig (2010), 65-80.

Rossman, L.A., 2015. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1. EPA (United States Environmental Protection Agency), EPA- 600/R-14/413b, September 2015, 352 s.

SB, 2019. Silifke Belediyesi. <https://silifke.bel.tr/silifke/ilcemiz/cografi-yapi.html>

Erişim: 26.07.2022

SBSS (South Burlington Stormwater Utility) (2009). Low Impact Development Guidance Manual, May 2009,

SCS, 1986. Urban Hydrology for Small Watersheds, 2nd Ed., (TR-55), June 1986

SÇD, 2003. SÇD – Su ve Çevre Direktifi. Avrupa Parlamentosu Ve Konseyinin 2000/60/Ec Sayılı Direktifi.

Selim, S., 2015. Yeşil Altyapı Bağlamında Köyceğiz-Dalyan Havzası Planlama Kurgusu. Doktora Tezi, 141 sf.

Shi, P. ve Yu, D., 2014. Assessing urban environmental resources and services of Shenzhen, China: A landscape-based approach for urban planning and sustainability. Landscape and Urban Planning 125 (2014) 290–297. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.025.

- SM, 2018. Silifke Müzesi Taşınmaz Kültür Varlıkları
<http://www.silifkemuzesi.gov.tr/TR-83675/tasinmaz-kultur-varliklari.html>
Erişim: 25.12.2021
- SSS, 1975. SSS-Soil Survey Staff Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. U.S.D.A. Agricultural Handbook, 436.
- TAGEM, 2017. TAGEM-Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ve DSİ-Devlet Su İşleri. Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri, Ankara, 2017. 590 sf
- Tatlídil, H., 1992. Uygulamalı çok değişkenli istatistiksel analiz. Engin Yayınları.
- TEEB, 2011. TEEB-The Economics of Ecosystem Biodiversity: Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. www.teebweb.org
- TerrSet, 2016. TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System, Manual Book. Clark Labs., Clark Univ. Ed: J. Ronald Eastman.
- TKP, 2018. Türkiye Kültür Portalı
<https://www.kulturportali.gov.tr/turkiye/mersin/turizmaktiviteleri/yerkopru-selalesi> Erişim: 25.12.2021
- Turner, K.G., Odgaard, M.V., Bocher, P.K., Dalgaard, T. & Svenning, J., 2014. Bundling ecosystem services in Denmark: Trade-offs and synergies in cultural landscape. Landscape and Urban Planning 125 (2014) 89–104. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.007>
- TÜİK, 2021. TÜİK-Türkiye İstatistik Kurumu
<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> Erişim: 07.11.2022
- TVKGM, 2018. Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü
<https://tvk.csb.gov.tr/goksu-deltasi-i-393> Erişim: 25.12.2021
- U.S. EPA, 1999 U.S. EPA-United States Environmental Protection Agency (US EPA), “Storm Water Technology Fact Sheet: Infiltration Trench”, EPA-832-F-99-019, Office of Water, Washington, D.C., September 1999.

- U.S. EPA, 2007. U.S. EPA-United States Environmental Protection Agency. Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices. Report No. EPA 841-F-07-006. Washington, D.C.
- U.S. EPA, 2008. U.S. EPA-United States Environmental Protection Agency. Managing Wet Weather with Green Infrastructure: Municipal Handbook: Green Streets. EPA-833-F-009. Washington, D.C.
- U.S. EPA, 2014. U.S. EPA – United States Environmental Protection Agency, Estimating Change in Impervious Area (IA) and Directly Connected Impervious Areas (DCIA) for New Hampshire Small MS4 Permit. Small MS4 Permit Technical Support Document, U.S. Environmental Protection Agency Region I, Boston, MA, 2014 <http://www.epa.gov/region1/npdes/stormwater/nh/NHDCIA.pdf>
- U.S. EPA, 2017. U.S. EPA – United States Environmental Protection Agency. SWMM Reference Manual Volume II – Hydraulics. EPA/600/R-17/111, National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, OH, May 2017.
- Wentworth, J., 2017. Urban Green Infrastructure and Ecosystem Services, POSTBrief Number 26, 2017, Houses of Parliament.
- 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, 186-95.
- Wu, C., Lin, Y., Chiang, L. & Huang, T., 2014. Assessing highway's impacts on landscape patterns and ecosystem services: A case study in Puli Township, Taiwan. *Landscape and Urban Planning* 128 (2014) 60–71. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.020>.
- Yang, L. Y., et al. (2015). "Water-related ecosystem services provided by urban green space: A case study in Yixing City (China)." *Landscape and Urban Planning* 136: 40-51.

Yazgı, D. ve Yılmaz, K.T., 2017. Yeşil Altyapı Kavramının İlgili Yasal Düzenlemeler İçerisindeki Yeri ve Uygulamaya Yönelik Öneriler. Peyzaj Mimarlığı Odası VI. Kongresi, 08-11 Aralık 2016, Antalya.



ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Ali DERSE. İlk, orta ve lise öğrenimimi Adana’da tamamladı. 2003 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nden 2007 yılında mezun oldu. 2007-2008 yılları arasında özel sektörde çalıştı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladı ve 2010 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2016 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda Doktora eğitime başladı ve devam etmektedir. 2017 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve bu göreve devam etmektedir.