

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



ANTALYA KENTİ MAVİ ALTYAPI SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

Elif PARLAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



ANTALYA KENTİ MAVİ ALTYAPI SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

Elif PARLAK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2022

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KENTİ MAVİ ALTYAPI SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

Elif PARLAK
PEYZAJ MİMARLIĞI
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 20/12/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Meryem ATİK (Danışman)
Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME
Prof. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN

ÖZET

ANTALYA KENTİ MAVİ ALTYAPI SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

Elif PARLAK

Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Meryem ATİK

Aralık 2022; 73 sayfa

İklim değişikliği ve küresel ısınma su döngüsüne ait süreçleri etkilemekte, bu durum özellikle kentsel alanlarda insan ve çevre sağlığı için olumsuz sonuçlara sebep olmaktadır. Dünya nüfusunun yarısından fazlasının kentlerde yaşadığı gerçeği dikkate alındığında iklim değişikliğine uyum süreci kapsamında kentler için sürdürülebilir su yönetimi planlamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda son yıllarda mevcut su kaynaklarını ve su yapılarını kentsel planlama süreçlerine dahil etmek, kentsel alanları daha sürdürülebilir kılmak ve özellikle de kentleri iklim değişikliğine karşı dayanıklı hale getirebilmek için benimsenen çözümlerin başında mavi altyapı planlaması ve uygulamaları gelmektedir. Mavi altyapı; kent içerisindeki tüm ve su kaynakları ile bu kaynakların sürekliliğine dayanan bir sistemi ifade etmektedir.

Çalışmada Antalya kent için mavi altyapı sisteminin analizi amaçlanmıştır. Bu kapsamda kentsel dokunun ve alan kullanımlarının en yoğun olduğu Kepez, Muratpaşa ve Konyaaltı ilçeleri ile Antalya kentinin kentleşme öncesi ve mevcut mavi altyapı unsurları belirlenmiştir. Kentin mevcut alan kullanımları ve toprak verileri temel alınarak yağmur ve yüzey suları için kent içindeki geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz alanlar tespit edilmiş; akış yönü, akış birikme analizleri ile drenaj hatları tanımlanmış; US SCS'ye ait curve number yöntemi ile yüzey akış değerleri hesaplanmıştır. Tüm bu analizler sonucunda çalışma alanı için mavi altyapının iyileştirilmesi adına 35.115 ha gri altyapı ile desteklenmesi gereken alan, 7.946 ha yeşil altyapı ile desteklenmesi gereken alan, 3.550 ha gri ve yeşil altyapı ile desteklenmesi gereken alan, 38.971 ha yeşil altyapı ile desteklenebilecek koruma alanı ve 11.703 ha korunması gereken alan önerilmiştir.

Araştırma, peyzaj planlama ve su kaynakları planlanması arasındaki arayüz nitliğindeki mavi altyapı konusunda ülkemizde gerçekleştirilen ilk çalışmalardan biri olup, araştırma çıktılarının Antalya'da sıkça yaşanan ve ciddi kayıplar ile sonuçlanan seller ve taşkınlar için kent bütününde yağmur ve yüzey sularının yönetimine çözümlerin bulunması adına da ön gösterici bir nitelik taşıması beklenmektedir.

ANAHTAR KELİMELE: Yeşil Altyapı, Mavi Altyapı, İklim Değişikliğine Uyum, Antalya Kenti

JÜRİ: Prof.Dr. Meryem ATİK

Prof.Dr. Veli ORTAÇEŞME

Prof.Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN

ABSTRACT

BLUE INFRASTRUCTURE ASSESSMENT FOR ANTALYA CITY

Elif PARLAK

MSc Thesis in Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Meryem ATİK

December 2022; 73 pages

Climate change and global warming affect the processes of the water cycle, which causes negative consequences for human and environmental health, especially in urban areas. Considering the fact that more than half of the world's population lives in cities, there is a need for sustainable water management planning for cities within the scope of climate change adaptation process. In this context, blue infrastructure planning and applications are the leading solutions adopted in recent years to include existing water resources and water structures in urban planning processes, to make urban areas more sustainable and especially to make cities resistant to climate change. Blue infrastructure refers to a system based on the continuity of all and water resources in the city and these resources.

The aim of the study is to analyze the blue infrastructure system of Antalya city. In this context, the pre-urbanization and existing blue infrastructure elements of the Antalya city, with the districts of Kepez, Muratpaşa and Konyaaltı, where the urban texture and land use are most intense, were determined. Based on the current land uses of the city and soil data, permeable, semi-permeable and impermeable areas in the city were determined for rain and surface waters; drainage lines were defined by flow direction and flow accumulation analysis; surface flow values were calculated with the curve number method of US SCS. As a result of all these analyses, for the study area, 35,115 ha of gray infrastructure to improve the blue infrastructure, 7,946 ha of green infrastructure, 3,550 ha of gray and green infrastructure, 38,971 ha of protection area that can be supported by green infrastructure, and 11,703 ha area to be protected has been proposed.

The research is among the first studies carried out in our country on blue infrastructure, which is the interface between landscape planning and water resources planning. It is expected that the research outputs will be a guide for finding solutions to the management of rain and surface waters in the whole city for floods and floods that are frequently experienced in Antalya and result in serious losses.

KEYWORDS: Green Infrastructure, Blue Infrastructure Adaptation to Climate Change, Antalya City

COMMITTEE: Prof. Dr. Meryem ATİK

Prof. Dr. Veli ORTAÇEŞME

Prof. Dr. Çiğdem COŞKUN HEPCAN

ÖNSÖZ

Peyzaj Mimarlığı diğer birçok meslekten farklı olarak yalnızca insana değil ekosistemlerdeki bütün canlılara hizmet eden bir meslek disiplini. Lisans dönemimden itibaren kendimi içinde bulduğum bu alana, eğitimimin ve çalışmalarımın her bir adımında büyük ilgi duymaktayım ve gün geçtikçe bu ilgim katlanarak devam etmekte. Bu doğrultuda kendimi sonuna kadar geliştirmek ve mesleki açıdan tüm canlılara ve çevreme fayda sağlayabilmek konusunda sonsuz bir isteğe sahibim.

Henüz yolun başında olduğum bu serüvende, hayallerime ilk adımı attığımda bana yol gösteren, emek veren, bilgi, destek ve değerli yardımlarını esirgemeyen sayın danışman hocam Prof. Dr. Meryem ATİK'e sabrı ve özverisi için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma sürecinde bana her konuda yardımcı olan ve destek veren başta değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Emrah YILDIRIM olmak üzere bütün Akdeniz Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Bu süreçte her konuda yanımda olan, destekleri ile bana güven veren ve manevi anlamda büyük katkı sağlayan ve çalışmam için benimle kafa yoran çok değerli arkadaşlarım Araş. Gör. Dr. Ayşe DURAK, Araş. Gör. Pınar ZEĞERİK ALTUNBEY, Araş. Gör. Gaye TAŞKAN, Araş. Gör. Sıla BALTA'ya teşekkür ederim. Yapılan analizlerde benimle beraber çabalayan, bana değerli vaktini ayıran ve beni destekleyen değerli arkadaşım Araş. Gör. Dr. Ebru YILDIZ'a da büyük bir teşekkürü borç bilirim. Verilere ulaşmak konusunda yardımlarından ve katkılarından dolayı arkadaşım Nedime GÜRELİ'ye de teşekkürlerimi sunarım.

Sadece bu süreçte değil, ihtiyacım olan her anımda yanımda olan ve olacağını bildiğim, benim için çok değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım olan Özleyiş ÖZDEMİR ve Kürşat BEKTAŞ'a sabırları ve çok değerli destekleri için teşekkür ederim.

Benim ben olmamı sağlayan, ideallerime ve hayallerime giden bu yolun her aşamasında arkamda duran, istediklerimi elde edebilmem için beni yüreklendiren, benim için yeri geldiğinde benden daha fazla çabalayan, hayatta elde ettiğim büyük küçük her başarımın temel dayanağı ve hayatımdaki en büyük şansım olan annem Behiye PARLAK, babam Oktay PARLAK ve ablam Gözde PARLAK'a sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Bunlar dışında çalışmam sürecinde katkı sağlayan herkese çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	4
2.1. İklim değişikliği, kentlere etkileri ve yeşil altyapı	4
2.2. Mavi altyapı.....	7
3. MATERYAL VE METOT	9
3.1. Materyal.....	9
3.2. Metot	11
4. BULGULAR.....	20
4.1. Muratpaşa ilçesi.....	20
4.1.1. Mevcut alan kullanımları.....	20
4.1.2. Mavi altyapı unsurları.....	21
4.1.3. Geçirimsizlik durumu	25
4.2. Kepez ilçesi	28
4.2.1. Mevcut alan kullanımları.....	28
4.2.2. Mavi altyapı unsurları.....	30
4.2.3. Geçirimsizlik durumu	33
4.3. Konyaaltı ilçesi.....	36
4.3.1. Mevcut alan kullanımları.....	36
4.3.2. Mavi altyapı unsurları.....	38
4.3.3. Geçirimsizlik durumu	38
4.4. Antalya kenti geçirimsizlik durumunun analizi.....	43
4.5. Mavi altyapı bağlamında Antalya kenti doğal drenaj hatlarının belirlenmesi	45
4.6. Antalya kenti yağmur suyu yüzey akış potansiyeli	47
4.7. Antalya kenti için mavi altyapı sistem analizi.....	50

4.7.1. Antalya kenti mavi - yeşil altyapı durumu	50
4.7.2. Antalya kenti için mavi altyapı sistem analizi.....	53
5. TARTIŞMA	56
6. SONUÇLAR	63
7. KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Antalya Kenti Mavi Altyapı Sisteminin Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

20/12/2022

Elif PARLAK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

CN	: Curve Number – Eğri Numarası
P	: Yıllık toplam yağış ortalaması
Q	: Yüzey suyu akış miktarı
S	: En yüksek su tutma kapasitesi

Kısaltmalar

ASAT	: Antalya Su ve Atık Su İdaresi
BTG	: Büyük Toprak Grupları
CORINE	: Avrupa Birliği Çevresel Bilginin Koordinasyonu Projesi
DEM	: Dijital Yükseklik Modeli
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EPA	: ABD Çevre Koruma Ajansı
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
HTG	: Hidrolojik Toprak Grupları
IUCN	: Dünya Doğayı Koruma Birliği
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MÖ	: Milattan Önce
NASA	: ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NDWI	: Normalleştirilmiş Su Farkı İndeksi
NRDC	: Doğal Kaynakları Koruma Konseyi
US SCS	: ABD Toprak Koruma Servisi
TDK	: Türk Dil Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UN	: Birleşmiş Milletler

USDA : ABD Tarım Departmanı
VSG : Avustralya Victoria Eyalet Hükümeti
WMO : Dünya Meteoroloji Organizasyonu

Tezde ondalık yazım ayırıcı olarak virgül (,) kullanılmıştır.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Çalışma Alanı Genel Konumu.....	9
Şekil 3.2. Çalışma yöntemi akış şeması.....	12
Şekil 4.1. Muratpaşa ilçesi alan kullanımları haritası.....	22
Şekil 4.2. Muratpaşa ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları haritası	23
Şekil 4.3. Muratpaşa mevcut mavi altyapı unsurları haritası.....	24
Şekil 4.4. Muratpaşa için alan kullanımları baz alınarak hazırlanan geçirimsizlik durumu haritası	26
Şekil 4.5. Muratpaşa hidrolojik toprak grupları haritası.....	27
Şekil 4.6. Kepez ilçesi alan kullanımları haritası	29
Şekil 4.7. Kepez ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları.....	31
Şekil 4.8. Kepez ilçesi mevcut mavi altyapı unsurları.....	32
Şekil 4.9. Kepez ilçesi alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik durumu haritası.....	34
Şekil 4.10. Kepez ilçesi hidrolojik toprak grupları haritası	35
Şekil 4.11. Konyaaltı ilçesi mevcut alan kullanımları.....	37
Şekil 4.12. Konyaaltı ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları haritası.....	39
Şekil 4.13. Konyaaltı ilçesi mevcut mavi altyapı unsurları haritası	40
Şekil 4.14. Konyaaltı ilçesi alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik durumu haritası ..	41
Şekil 4.15. Konyaaltı ilçesi hidrolojik toprak grupları haritası	42
Şekil 4.16. Çalışma alanı geçirimsizlik durumu	44
Şekil 4.17. Straler yöntemine göre akış dereceleri	45
Şekil 4.18. Antalya kenti için belirlenen doğal drenaj hatları	46
Şekil 4.19. Yüzey akış potansiyelinin hesaplanması: Curve number – yıllık toplam yağış ortalaması – su tutma potansiyeli – yüzey akış potansiyeli.....	48
Şekil 4.20. SCS Eğri Numaraları yöntemi ile belirlenen Antalya Kenti Yüzey Akış Potansiyeli Haritası	49
Şekil 4.21. Antalya Kenti Mavi - Yeşil Altyapısı.....	52

Şekil 4.24. Antalya Kenti mavi altyapı sistem analizi.....	55
Şekil 5.1. Q100 Taşkın risk alanları geçirimsizlik durumları.....	59
Şekil 5.2. Türkiye’de 2010 – 2021 yılları arasında gerçekleşen afetlerin illere göre dağılım	59
Şekil 5.3. Antalya’da meydana gelen sellerden görüntüler	60



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan veriler.....	11
Çizelge 3.2. Alan kullanımlarına göre yüzey geçirimsilik durumu	14
Çizelge 3.3. Hidrolojik toprak grupları ve özellikleri.....	15
Çizelge 3.4. Çalışma alanı geçirimsilik durumu matrisi	16
Çizelge 3.5. Alan kullanımlarına göre hidrolojik toprak gruplarının yağmursuyu yüzey akış değerleri	18
Çizelge 3.6. Çalışmada mavi altyapı durumunun belirlenmesi için kullanılan kriterler.....	18
Çizelge 4.1. Muratpaşa ilçesi alan kullanımlarının dağılımı	21
Çizelge 4.2. Kepez ilçesi alan kullanımlarının dağılımı	28
Çizelge 4.3. Konyaaltı ilçesi alan kullanımlarının dağılımı	36
Çizelge 4.4. Çalışma alanı için belirlenen doğal drenaj hatlarının derecelerine göre toplam uzunlukları	45
Çizelge 4.5. Çalışma alanından mavi yeşil altyapı örnekleri.....	51
Çizelge 4.6. Mavi altyapı bakımından belirlenen bölgelerin kapladığı alanlar	54

1. GİRİŞ

Artan nüfus ve kentleşmenin de etkilediği iklim değişikliği, kentsel planlamada güncel konularından biri haline gelmiştir. Özellikle su kaynaklarının tükenmesinin ve bozulmasının insan ve çevre sağlığını önemli ölçüde etkilemesi beklenmektedir. Buna ek olarak, kentsel alanlardaki hızlı nüfus artışı ve yapılaşma, su kaynaklarına olan talebin artmasına ve doğal su kaynaklarının ve döngüsünün bozulmasına neden olmakta ve sürdürülebilir ve dirençli su yönetimini planlamasının önemini ortaya çıkarmaktadır (Oral vd., 2020). Bu nedenle kentsel çevrelerdeki dere, göl, şelale gibi su yapılarının ve su kaynaklarının korunarak ve bir sistem dahilinde kentsel planlama süreçlerine dahil edilmesi, özellikle iklim değişikliğine uyum ve sürdürülebilir kentler yaratılabilmesi adına büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde dünya nüfusunun %50'den fazlası şehirlerde ve kentsel alanlarda yaşamaktadır (Haase, 2015). Hızla artan kentleşme, nüfus ve buna bağlı oluşan iklimsel değişiklikler, su kaynaklarına olan talebi de düzenli olarak artırmakta (Zeğerek vd., 2018), özellikle de sel, taşkın gibi yüzey sularının yönetimi önlemlerini gerekli kılmaktadır.

Küresel ısınma ile normalin üzerine çıkan hava sıcaklıkları aşırı hava olaylarına ve buna bağlı olarak kuraklık, kasırga, sel gibi doğal afetlere ve kentlerde taşkınların önemli derecede artmasına sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra buzulların erimesi ile yükselen deniz seviyesi kıyı akiferlerinin aşınmasına neden olmakta ve tarım ve içme suyu kaynağı olarak kullandığımız tatlı su akiferlerini riske atmakta, bu da insanlığı su kıtlığı sorunuyla karşı karşıya getirmektedir (NRDC, 2022). NASA (2022) 1880 yılından bu yana küresel deniz suyu seviyesinin yaklaşık 20 cm arttığını belirtmektedir.

Birleşmiş Milletler 2015'te herkes için su sanitasyonunu ve suyun sürdürülebilir yönetimini sağlamak adına "Su ve sanitasyonla ilgili sürdürülebilir kalkınma amacı" kabul etmiştir (UN, 2022a). Değişen iklim koşullarına uyum sağlayabilen, sürdürülebilir kentler yaratabilmek adına kentlerde planlaması yapılan ekolojik altyapı çalışmaları kapsamında mavi altyapı planlamasının önemi çok büyüktür.

Türk Dil Kurumu'na göre altyapı "*Bir yerleşim yeri veya bir yapı için gerekli olan yol, kanalizasyon, su, elektrik vb. tesisatın tümü*"dür (TDK, 2019). Ekolojik kentsel altyapı ise gri, yeşil ve mavi altyapı olmak üzere farklı sistemin bir arada oluşturduğu kentsel ağ bütünü (Li vd., 2017) olarak tanımlanırken, mavi altyapı kentlerdeki tüm su unsurlarını kapsayan ve bu unsurların bağlantılılığına dayanan bir sistemi ifade etmektedir (European Comission, 2017; Haase, 2015). Ayrıca mavi altyapı iklim değişikliğine rağmen kentlerde ekosistem hizmetlerinin ve suya dayalı doğal sistemlerin devamlılığı için etkin bir planlama aracı olarak görülmektedir.

Coşkun Hepcan (2022), doğal sistemlerin kendini onarma yeteneklerinin kullanılarak, iklim değişikliğine dirençli sürdürülebilir alanlar yaratılmasını hedefleyen doğa temelli çözümlerin kentsel alanlarda kullanımının önemini vurgulamıştır.

Doğal sistemlerin çok işlevli yapısı, özellikle kentler için daha başarılı ölçütleri belirlemek ve önceliklendirmek için; yağmur suyu yönetimi, su güvenliği, yüzey suyu ve taşkın yönetimi, kent ağaçlarının sağlığı, kent halkının dinlence ihtiyaçların karşılanması,

biyolojik çeşitliliğin korunması gibi tek bir sonuç odaklı yaklaşımdan ziyade, her konunun eşit derecede ele alındığı bütünlük bir yaklaşım gerektirmektedir (Victoria State Government, 2017). Bu bütünlük yaklaşım kapsamında ekolojik kentsel altyapı ve özellikle de mavi altyapı yaklaşımı öne çıkmaktadır.

Mavi altyapı; su arıtma, taşkın kontrolü, yeraltı sularının korunması, fırtınalardan korunma, yağmur suyu yönetimi, ihtiyaç duyulan yağmur suyuna veya geri dönüştürülmüş su kaynaklarına erişim, su arıtma ve depolama kapasiteleri vb. konularda fayda sağlayan, durgun ve dinamik yüzey sularını kapsayan bileşenlerin tümü olarak kabul edilmektedir (Li vd., 2017, European Commission, 2017). Mevcut su yapılarının bir sistem dahilinde ele alınmaya çalışıldığı mavi altyapı yaklaşımı özellikle kentlerin iklim değişikliği ile mücadelesinde ve kentlerdeki ekolojik yapının, özellikle de su döngüsünün sürdürülebilir kılınmasında önemli fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte mavi altyapı planlamasının toplum sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, bireylerin su unsurlarına yakın alanlarda bulunmayı tercih ettiği ve bu alanlarda vakit geçirebilmek adına yeni aktivitelere dahil oldukları bir gerçektir (European Comission, 2020).

Mavi altyapı sayesinde iklim değişikliğine rağmen kentlerin ekosistemlerden fayda sağlayabilmeleri ve kent içinde suya dayalı doğal sistemlerin devamlılığının sağlanması mümkün görünmektedir. Bununla birlikte Avrupa Komisyonu “Blue Health” projesi ile kent içerisindeki su unsurlarının bireylerin sağlığına birçok açıdan olumlu etkisi olduğu ve mavi altyapı sisteminin toplum için bir refah sunduğu ortaya koyulmuş ve mavi altyapı sistemlerinin kent planlamasına dahil edilmesi gerekliliği vurgulanmıştır (European Comission, 2020).

Suyun ekosistemler içinde sürekli hareket halinde olan dinamik bir madde olması nedeniyle iyi işleyen bir mavi altyapı planlaması için bu konuda temel çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Gehrels vd., 2016). Taşkın kontrolü, doğal su döngüsünün desteklenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve su kalitesinin artırılması, su tutulması ve doğal döngüde su kaynaklarının ekosistemi destekleyici niteliğinin artırılması mavi altyapı planlamasının temel amacı olmalıdır. Bu sayede iklim değişikliğine dirençli ve daha sürdürülebilir kentlerin elde edilmesi adına fayda sağlanmış olacaktır. Mavi altyapı uygulaması kentleri taşkınlar veya kuraklıktan koruma, su, gıda ve enerji arasındaki bağı sağlama ile su arıtımı konuları için doğa tabanlı bir çözümdür (Oral vd., 2020).

Peyzajdaki su formları mavi altyapının temel unsurlarıdır. Kıyılar, akarsular, göller, sulak alanlar ve bataklık – turbalık alanlar doğal mavi altyapı unsurları olarak sıralanırken; kanallar, akarsu setleri, göletler, biyo hendekler, çeşmeler, su tutma havzaları ve su drenaj sistemleri ise yapay mavi altyapı unsurları olarak belirtilmiştir (Haase, 2015). Bu mavi altyapı unsurları kentlerde yaşayan bireylere ve kent ekosistemlerine su temini, su arıtımı, hava soğutma, fiziksel ve zihinsel rekreasyon, estetik değerler, turizm, biyolojik çeşitlilik, iklimsel düzenlemeler, kirletici maddelerin tutulması, sel riskinin azaltılması, şiddetli yağışların hafifletilmesi, habitat sağlanması, atık suların arıtılması, ulaşım ve gıda temini gibi önemli faydalar sağlamaktadır. Bunlara ek olarak kent içerisindeki doğal alanları destekleyici ve besleyici temel bir unsur olan mavi altyapı unsurları aynı zamanda birçok doğal sürecin ve bütün canlıların yaşam kaynağı niteliğindedir.

Araştırma hipotezi; iklim değişikliğinin gölgesindeki kentler için suyun çok önemli bir kaynak olduğu ve mavi altyapı bağlantılılığı ile kentlerdeki su ögelerinden oluşan bir sistemin iklim değişikliğine dirençli kentler için çok önemli olduğunu savunmaktadır. Bununla birlikte insan yaşamı için temel ihtiyaçlardan biri olan su ve su kaynaklarının tüketimi konusundaki öngörülen problemlerin de belirli ekolojik planlama kararları ile çözümü ve iyileştirilmesi kentler için büyük öneme sahiptir. Büyük kentlerde su unsurlarının peyzaj planlaması kapsamındaki yeri, mavi altyapı anlayışının planlama kararlarında ne kadar benimsendiği, bu doğrultuda kentler için potansiyel su unsurlarının günümüzdeki planlama kararlarındaki yerine dayanarak kentler için ne tür avantajlar ve dezavantajlar sağladığı Antalya kenti örneğinden yola çıkılarak cevaplanmaya çalışmıştır.

Mavi altyapı ve buna bağlı olarak yeşil altyapının doğru planlama kararları ile daha sağlıklı yerleşimler ve sosyal iyileşme sağlanacağı gibi, biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi, havayı soğutma etkisi, sosyal birlikteliği sağlaması, insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri ve daha birçok ekosistem servisi sağlanabilmekte, kentlerde iklim değişikliğine duyarlılık konusunda önemli potansiyeler sunulmaktadır (Oliviera vd., 2022).

Taşkın kontrolü, doğal su döngüsünün desteklenmesi, su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve su kalitesinin artırılması, yağmur suyunun tutulması ve doğal döngüde su kaynaklarının ekosistemi destekleyici niteliğinin artırılması mavi altyapı planlamasının temel amacı olmalıdır. Gehrels vd., (2016)'e göre iyi işleyen mavi bir altyapı planlamasında suyun ekosistemler bütünü içinde sürekli hareketi ile dinamik bir yapıya sahip olduğu gerçeği dikkate alınmalıdır. Oral vd. (2020) mavi altyapı uygulamasını kentleri taşkınlar veya kuraklıktan koruma, su, gıda ve enerji arasındaki bağı sağlama ile su arıtımı konuları içi doğa tabanlı bir çözüm olarak ele almışlardır

2010 – 2021 yılları arasında ülkemizde, başta fırtına ve sel olmak üzere en fazla doğal afetin yaşandığı il olan Antalya (MGM, 2022), barındırdığı potansiyelleri ve kentleşme ve iklim değişikliği sebebiyle sahip olduğu riskleri ile mavi altyapı açısından ülkemiz için kritik alanlardan biridir. İklimin getirdiği zorluklar ile birlikte kentte hala var olan doğal alanların özellikle de akarsu, dere, sazlık, bataklık gibi doğal su yapılarının tanımlanması ve kentin planlamasına ve gelişimine doğru bir şekilde aktarılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu durum, özellikle yoğun kent dokusunu barındıran çalışma alanı Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez ilçelerinin mavi altyapı kapsamında ele alınmasını gerekli kılmıştır. Bununla birlikte kent içerisindeki su unsurlarının birbirleri ile bağlantılı bir sistem dahilinde ele alınmasının kent için yaratabileceği potansiyeller ve engellenebilecek risklerin neler olduğu konusu da çalışmanın temel odaklarından birisidir. Bu doğrultuda kentsel gelişim öncesi mevcut su unsurlarının potansiyelleri, günümüzdeki planlama kararlarıncı nasıl değerlendirilmiş, bu değerlendirmeler sonucunda oluşan mavi altyapı kente ne gibi faydalar sağlamış veya alınan planlama kararları kentler için ne tür kayıplara ve risklere sebep olmuştur soruları Antalya kenti için irdelenmiştir. Kentleşme öncesinden bu yana Antalya kentsel alan kullanımlarındaki değişim sürecine bağlı olarak mavi altyapı sisteminin değişimi çalışma kapsamında ortaya konulmuş, mevcut durumdaki mavi altyapı sistemini daha sürdürülebilir ve ekolojik bir yaklaşımla ele alarak daha iyi hale getirmek adına öneriler geliştirilmiştir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. İklim değişikliği, kentlere etkileri ve yeşil altyapı

Endüstri devrimi sonrasında, tarımsal faaliyetlerin azalması, köylerden kentlere gerçekleştirilen göçler ve sosyal düzenin bu doğrultunda evrilmesi doğanın ikinci plana atılmasına ve kentsel alanların hızla büyümesine sebep olmuştur. Günümüzde hala dünya nüfusunun büyük bir kısmı kentlerde yaşarken, bu durumun doğal denge ve doğal sistemler üzerinde oluşturduğu baskı günümüz koşullarında ve gelecek için ciddi tehlikeler oluşturmaktadır. Başta iklim değişikliği olmak üzere, tür ve habitat kayıpları, doğal kaynakların tükenme tehlikesi vb. birçok durum günümüzde özellikle de kentler için ekolojik planlama çabalarını gündeme getirmiştir (Mörtberg vd., 2007, Ignatieva vd., 2011).

Birleşmiş Milletler iklim değişikliğinin temel nedenlerini enerji üretimi ve tüketimi, endüstriyel üretim ve imalat, ormanların yok edilmesi, ulaşım ve taşımacılık aktiviteleri, gıda üretimi, yapılarda enerji kullanımı ve tüketimin hızla artışı olarak tanımlanmaktadır. Enerji, ısı üretimi, endüstriyel üretim, ulaşım, gıda üretimi için kullanılan fosil yakıtlar, atmosfere yüksek miktarda karbon dioksit, azot oksit, metan vb. sera gazlarının salınımı yaparak küresel emisyonu sebep olmaktadır. Bununla birlikte hammadde ihtiyacı, arazi talebi, doğal afetler vb. nedenlerle gerçekleşen orman ve doğal alanların kayıpları bu tehlikeli maddelerin atmosferden emilimini daha da zorlaştırmaktadır (UN, 2022b).

Dünya Meteoroloji Organizasyonu (World Meteorological Organisation – WMO) 2022 yılının sanayileşme öncesi ortalama sıcaklığın yaklaşık 1,15 °C üzerine çıkarak en sıcak 5. yıl olmaya aday olduğunu, 2013 – 2022 yılları arasındaki dönem sıcaklık ortalamasının ise sanayi öncesi dönemden yaklaşık 1,14 °C yüksek olduğunu belirtmiştir (WMO, 2022). Bu durumun bir sonucu olarak yağış rejiminde meydana gelen değişiklikler dünyanın farklı kentlerinde sellere, kuraklığa, ekstrem hava olaylara vb. neden olmaktadır. Günlük yaşamımızda gözlemleyebileceğimiz bu etkilerin yanısıra okyanusların ısınması, buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi de gelecekte toplumları ve doğal çevreleri riske atan sonuçlar arasındadır (EPA, 2022). Artan nüfus, buna bağlı artan tüketim ve kontrolsüz kentleşme; küresel ısınma ve iklim değişikliğinin önüne geçilmesini zorlaştırmakta, yine kentsel alanlarda yoğun olarak bulunan geçirimsiz yüzeyler iklim değişikliğini desteklerken buna bağlı sel, taşkın vb. doğal afetlerin artmasına sebep olmaktadır.

İklim değişikliğinin başlıca sebebi olan ve bunun getirdiği sonuçlardan en çok etkilenen alanların kentler olması nedeni ile iklim değişikliği sorunu günümüzde kentsel planlamanın ana konularından biri haline gelmiştir. Küresel ısınma ve buna bağlı iklim değişikliği kentsel planlama kapsamında alan kullanım kararlarını yağış ve yüzey akışı deseninde oluşan değişiklikler ve deniz seviyesinin yükselmesi doğrultusunda etkilerken aslında peyzaj planlama kapsamında iklim değişikliğinin etkileri daha geniş kapsamlı bir değerlendirme gerektirmektedir. Hava sıcaklığının yükselmesi; su döngüsünün süreç olarak hızlanmasına, yağış rejiminin değişmesine, yüzey akışı miktarının ve deseninin değişmesine, taşkın ve yoğunluğu ile sıklığının değişmesine, buharlaşma oranının artmasına, topraktaki nem miktarının ve toprağın su sızdırma oranının değişmesine sebep olmaktadır (Frederick ve Major, 1997).

Bütün bu süreçlerin kentsel peyzaj planlaması kapsamında doğru yönetilememesi, gelecekte su kaynaklarının tükenmesini, sel, kuraklık gibi doğal afetlerin artışı, ekolojik dengenin bozulmasını ve buna bağlı olarak ekosistem servislerinin ve biyolojik çeşitliliğin kaybını, yoksulluk ve sosyal eşitsizliği beraberinde getirecektir (Coşkun Hepcan, 2022).

Birleşmiş Milletler (UN, 2018) dünya genelinde meydana gelen doğal afetlerin %90'dan fazlasının su ile ilgili olduğunu ortaya koymuştur. Sivakumar (2011)'a göre dünya çapında 300'den fazla nehrin iki veya daha fazla ulus devlet tarafından paylaşıldığı bilinmektedir.

Kentleri dirençli hale getirmek adına günümüzde kullanılan çözüm uygulamalarının genellikle gri altyapı odaklı olmasına karşın, bu çözümler genellikle uygulandığı alanları afetlere dayanıksız hale getirmektedir (Coşkun Hepcan, 2022). Bu durum, su kaynaklarının planlaması ve yönetimi konularındaki karmaşık sistemlerin anlaşılması ihtiyacını gerekli kılmaktadır.

Kentlerde ekolojik ağlar ve bağlantılılık kavramının, kentsel planlama ve tasarım açısından yapısal alanlar ile kent çevresindeki doğal alanlar arasında fiziksel, görsel ve ekolojik bağlantılılık sağlamasının yanında doğal koridorlar, yaban hayatı hareketleri için sunmuş oldukları fırsatlar ile ekolojik planlama açısından da önemlidir. Cowell (1998)'e göre peyzaj planlamasını alan kullanım planlaması ve arazi – su yönetiminin ekolojik uygulaması olarak da tanımlamak mümkündür. Bu ekolojik ağların önemli bir bileşeni olan kentsel yeşil alanlar, iklim düzenlemesi, hijyen, estetik, rekreasyonel değer, çevre koruma etkisi ve biyoçeşitliliğe sağladığı katkıların da yanında kent halkı için psikolojik ve sosyal iyileştirme etkileri, hatta kereste ve gıda temini konularında da kentsel alanlar için önemi de yadsınamaz. Ignatieva (2011), biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerine katkı sağlayan, kentsel ekolojik ağ çözümlerinin için yenilikçi yollar ile geliştirilmesi gerektiğini önermiştir. Coşkun Hepcan (2022)'a göre su döngüsünün sağlanması ve su ekosistemlerinin sağlığı ile kentlerde taşkın yönetimi adına doğa temelli çözümler etkin bir araç olarak kullanılabilecek niteliktedir.

Oliviera vd. (2022) sürdürülebilirlik kapsamında mavi yeşil altyapı kavramının hem araştırmalarda hem kentsel uygulamalarda popülerliğinin giderek artıyor olmasına rağmen terimin kendisinin yorumlanması ve onun temelini oluşturan teorik bileşenlerinin ve planlama ilkelerinin anlaşılması, literatüre ve uygulamalarına göre değişmekte olduğunu vurgulamış, teoride ekolojik planlamanın temel unsurlarından biri olan ve ekosistem servisleri bakımından irdelenen Mavi yeşil altyapının uygulamada ise sürdürülebilir drenaj çözümleri, çevreye duyarlı gelişim vb ekolojik mühendislik ilkeleri ve prensipleri bakımından ele alınmaktadır.

Depietri ve McPhaerson (2017) kentlerin, özellikle kentsel su, yüksek sıcaklık ve diğer iklim kaynaklı tehditlerin yönetimini iyileştirebilmek adına geleneksel olarak oluşturulmuş altyapılar yerine daha doğaya dayalı çözümlerle dengeleyen gri, yeşil ve mavi altyapı çözümlerine odaklanması gerektiğini savunmuşlardır.

Hem kentlerdeki yaşam kalitesinin artırılması hem de ekolojik planlama ile sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dirençli kentler oluşturulması adına yeşil altyapı planlaması kentler için büyük öneme sahiptir. Kentsel alanlar içerisinde doğal ve yarı

doğal alanlar olan açık ve yeşil alanlar ile akarsu vadileri ve doğal koridorların bütüncül analizi ile sistemsal olarak bağlantılılığını amaçlayan yeşil altyapı planlaması kentlerde yaşayan insanlar için çeşitli imkanlar sağlarken aynı zamanda ekolojik süreçlerin desteklenmesine, yerel türlerin korunmasına, doğal kaynakların sürdürülebilirliğine ve kentlerdeki yaşam kalitesinin iyileştirilmesine büyük katkı sağlamaktadır (Parlak ve Atik, 2020). Benedict ve McMahon (2006) yeşil altyapıyı çevresel, sosyal, ekonomik faydalarına dayalı bir ekolojik çerçevede doğal ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan, suyun sürdürülebilirliğine ve havanın temizliğine katkı sağlayan, insanlar ve yaban hayatı için çeşitli faydalar sağlayan birbirine bağlı doğal alanlar ile açık ve yeşil alanlar ağı olarak tanımlamışlardır.

Sürdürülebilir ve etki odaklı bir kentsel planlama için kent içerisindeki yeşil alanların yapısını, işlevlerini, kent halkına sunabileceği ekosistem servislerinin analiz edilmesinin yanı sıra toplumun bu yeşil alanları nasıl algıladığı ve ne şekilde kullandığının da insan – doğa etkileşimi kapsamında irdelenmesi gereklidir (European Comission, 2017). Meerow (2020) yeşil altyapının 6 faydasını sel yönetimi, sosyal kırılganlığın azalması, yeşil alanlara erişimin kolaylaştırılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve peyzaj bağlantılılığının güçlendirilmesi olarak incelemiştir.

Toja vd. (2021) çalışmasında kentlerin yalnızca sınırları içerisindeki doğal su kaynaklarına değil, aynı zamanda kendi sınırları dışındaki kaynaklara da bağımlı olduğunu vurgulamışlar, mavi altyapı unsurlarının tarihi miraslarla morfolojik yüzeyler doğrultusunda şekillenip var olduğunu ortaya koymuşlardır.

Yeşil altyapı ile mavi altyapı ekosistemler içinde her zaman birbirini destekleyen sistemler olarak birlikte var olmaktadır ve bu sistemleri birbirinden ayrı düşünmek kentsel ekolojik planlama kapsamında mümkün değildir (European Comission, 2017). Öyle ki literatürde mavi altyapı genellikle yeşil altyapının bir parçası olarak ele alınmaktadır. Bazı kaynaklar ise bu sistemleri mavi – yeşil altyapı adı altında bütünleşik bir biçimde değerlendirilmektedir. Buna göre mavi – yeşil altyapı sisteminin temel unsurları yeşil çatılar, yeşil duvarlar, cadde ağaçları, bahçeler, yağmur bahçeleri, yağmur hendekleri, parklar, mezarlıklar, spor alanları, kentsel tarım alanları, yeşil koridorlar, göl ve göletler, sulak alanlar, akarsular ve kanallar, ormanlar ve daha birçok doğal ve yarı doğal unsurdan oluşmaktadır (Bevington, 2018, Victoria State Government, 2017, Hansen vd., 2007).

Kentsel alanlar için oluşturulan mavi-yeşil altyapı sistemlerinin ise en fazla faydayı sağlayabilecek şekilde; alan bağlantılılıkları esas alınarak, güçlü bir alan kullanım pratiğine dayalı bir şekilde, koruma-kullanma dengesi göz önünde bulundurularak fakat aynı zamanda da toplumun ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde, uzun vadeli olarak planlanmış ve tasarlanmış olması temel esastır.

İnsanlığın temel ihtiyacı ve hayatın kaynağı olarak olan suyun ekolojik planlama ve yeşil altyapı kapsamında ele alınması ihtiyacı bulunmaktadır. Bu nedenle kentsel çevrelerdeki dere, göl, şelale gibi su yapılarının ve su kaynaklarının korunarak ve bir sistem dahilinde kentsel planlama süreçlerine dahil edilmesi özellikle iklim değişikliğine uyum ve sürdürülebilir kentler için büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda ekolojik bir planlama yaklaşımı olarak mavi altyapı kavramı önemli bir yere sahiptir.

2.2. Mavi altyapı

Kentsel ekolojik peyzaj planlaması kapsamında, özellikle de iklim değişikliğine dirençli kentler oluşturulabilmesi adına ön plana çıkan planlama yöntemlerinden biri de mavi altyapı kavramıdır. Kentsel çevrenin önemli bir bileşeni olan mavi altyapı; suya bağlı tüm doğal veya yapay, kalıcı veya geçici bütün nehirler, göller, sulak alanlar gibi kent içi su kütleleri ile haliçler, deltalar, gelgit kıyıları gibi tüm kıyı alanlarını kapsayan bütünsel bir sistemi ifade etmektedir (Ioja vd., 2021).

Kent ekosisteminin önemli bir parçası olan mavi altyapı unsurları, iklim değişikliğinin yanı sıra kentleşmenin ve kent içi nüfus yoğunluğunun artmasından dolayı bozunma ve yok olma riskiyle karşı karşıyadır. Suya olan ihtiyacın ve talebin giderek artması, mavi altyapı unsurlarını da kapsayan doğal su kaynaklarının ve su döngüsünü üzerindeki baskıyı da arttırmaktadır. Su kaynaklarının tükenmesinin ve bozulmasının ise insan ve çevre sağlığını ve özellikle de kentsel yerleşimleri önemli ölçüde olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Doğal mavi alanların yapısının ve miktarının bozunması, su mevcudiyetini azaltmakta, su kalitesini etkilemekte, kentsel alanların geçirimsizliğini zayıflatmakta ve bireylerin doğa ile sosyal temasını sınırlandırmaktadır (Ioja, 2022). Diğer yandan kentleşmenin, insanların birliktelik ihtiyaçlarını karşılamasına karşın, insanları doğadan git gide daha da çok uzaklaşması, kentleri iklim değişikliğine karşı savunmasız kılmaktadır (Coşkun Hepcan, 2022).

Dong vd. (2020), kentlerdeki su yapılarının, küresel iklim değişikliğiyle artan seller ve kuraklık problemleri dolayısıyla önemli risklerle karşı karşıya kaldığını ve iklim değişikliğine uyum konusunun büyük oranda yerel koşullara bağımlı durumda olduğunu belirtmiştir. Buna karşın Sılaydın Aydın vd. (2017) İzmir kenti örneğinde iklim değişikliğine uyumlu kentsel planlamada mekânsal yapı nitelikleri açısından meydana gelen veya gelme ihtimali giderek artan temel afetlerden sel, taşkın ve su baskını gibi doğal afetler için risk taşıyan bölgeleri saptadığı çalışmada doğa koruma, ekolojik denge, doğal habitatların önemli su unsurlarının ve bu su unsurlarından beslenen açık ve yeşil alanların ikincil planda kaldığını ifade etmiştir.

Yazar (2007)'a göre seller bir doğal afet olmakla birlikte aslında temelde insan ve insan kullanımlarının bir sonucudur. Çalışmada kentsel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğine uyum kapsamında mekânsal gelişim gri altyapı üzerinden ele alınmasına rağmen kentlerde ekolojik denge sağlanmasında temel olan mavi ve yeşil altyapı unsurları öne çıkmaktadır.

Eroğlu vd. (2018) kentsel su koridorlarının kentin kimliğine sağlayabileceği faydaları irdelleyerek, Düzce'deki Asar Suyu'nun görsel ve ekolojik peyzaj karakterlerinin ve doğal su koridorlarının kentsel baskılar ile tehlike altında olduğunu ortaya koymuştur.

Tüm baskı unsurlarına karşın kentsel alanlarda etkili bir mavi altyapı planlamasının ekosistemler, kent ve burada yaşayan insanlar için ekosistem servisleri kapsamında faydaları çoktur. Su kaynaklarının korunması, taşkınların azaltılması, erozyonun azaltılması ve yağmur suyu emiliminin artırılması, su kalitesinin korunması, kıyı ve sulak alanların korunması ve restore edilmesi, resiflerin korunması ve habitat sağlama, su hasadı, atık suların arıtılması, su baskınlarının azaltılması, nehirlerin

akiferlere bağlanması, peyzaj restorasyonu vb. daha bir çok katkının sağlanabilmesi kentlerde uygulanacak mavi altyapı planlaması ile gerçekleştirmek mümkündür (IUCN, 2017).

Depietri ve McPhaerson (2017) iklim değişikliğinin kentsel ölçekte geçirimsiz yüzeylerin özellikle de kıyı kesimi akarsu yatakları ve taşkın ovalarındaki kent dokusu için taşkın ve sel gibi felaketlerini beraberinde getirdiğini, değişen iklim koşullarının insan sağlığı, enerji ve su temini gibi konularda da olumsuz etkilere yol açabileceğini dile getirmişlerdir.

Wu vd. (2019) NDVI verilerinin kentsel mavi altyapıyı etkili bir şekilde tasvir ettiğini, bu sayede yeryüzü sıcaklığı ile mavi altyapının ilişkilendirilebileceğini, ortalama yeryüzü sıcaklığı ile NDVI arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve kentsel mavi altyapının soğurma etkisinin jeolojik konum ve mevsimlere göre değişkenlik gösterdiğini ve mavi altyapının kentsel ısı adası etkisini azaltmada önemli bir rolü olduğunu ortaya koymuşlardır.

Elma (2020) Antalya, Aydın Kanza Parkı örneğinde kentsel açık ve yeşil alanların mikroklimsel etkileri açısından, parklardaki su unsurlarının kent iklimi üzerinde önemli olumlu etkilere sahip olduğunu iletmiştir. Benzer şekilde Fung ve Jim (2020) Hong Kong örneğinde kent içerisindeki su unsurlarının kentin mikrokliması üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu belirlemişlerdir.

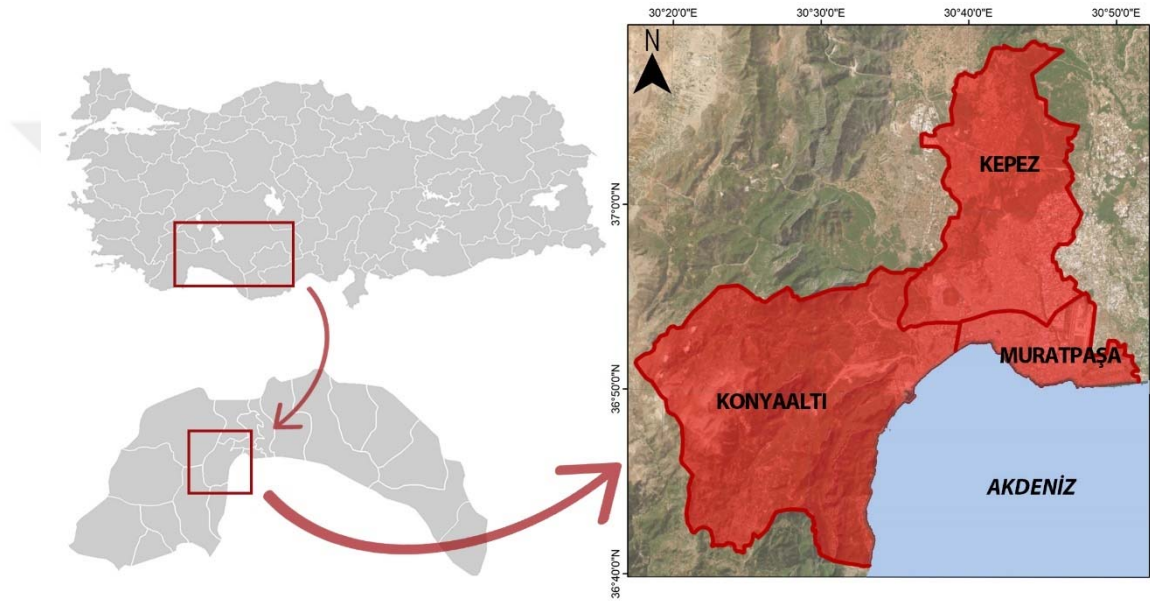
Williams vd. (2019), yağmur suyu yönetimi adına mavi – yeşil altyapıyı sürdürülebilir drenaj sistemlerinin bir parçası olarak ele almışlardır. Yağmur suyunun süzülmesi, taşınması ve depolanması işlevlerine sahip sürdürülebilir drenaj sistemleri aynı zamanda su kalitesinin iyileştirilmesi, yaban hayatı için yaşam alanı oluşturulması ve toplumsal konfora katkı gibi faydalar da sağlamaktadır. .

Avrupa Komisyonu (European Commission, 2017) “Green Surge” projesi kapsamında mavi altyapıyı yeşil altyapının bir parçası olarak ele almış ve mavi altyapı unsurlarını göller, göletler, akarsular, kurumuş nehir yatakları, kanallar, haliçler, deltalar ve kıyılar olarak ele almıştır. Bu mavi altyapı unsurları kentlerde yaşayan bireylere ve kent ekosistemlerine su temini, su arıtımı, iklimi düzenleme, rekreasyon, estetik değerler, turizm, biyolojik çeşitlilik, kirlenici maddelerin tutulması, sel riskinin azaltılması, şiddetli yağışların olumsuz etkilerinin hafifletilmesi, habitat sağlanması, atık suların arıtılması, ulaşım ve gıda temini gibi önemli faydalar sağlamaktadır. Bunlara ek olarak kent içerisindeki doğal alanları destekleyici ve besleyici temel bir unsur olan mavi altyapı unsurları aynı zamanda birçok doğal sürecin ve bütün canlıların yaşam kaynağı niteliğindedir. Bu unsurların bir sistem dahilinde ele alınması temiz su temini, gıda temini, yerel iklimin iyileştirilmesi, atık su yönetiminin sağlanması, farklı türler için habitat sağlanması veya var olan habitatların desteklenmesi gibi ekolojik ve çevresel faydalar sağlayacakken aynı zamanda mekan algısının yaratılması, turizm ve rekreasyon faaliyetlerine olanak sağlanması, kentin estetik algısının artırılması, ve çeşitli faaliyetlere imkan sağlanarak kullanıcının hem zihinsel hem de bedensel sağlığının iyileştirilmesi gibi toplumsal ve kültürel yönde olumlu etkiler de sunulacaktır. Bütün bunlar hızla artan kentleşmenin olumsuz etkilerini azaltacakken, kentlerin daha sürdürülebilir ve iklim değişikliğine dayanıklı olması adına büyük katkı sağlamaktadır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Akseki, Alanya, Elmalı, Finike, Gazipaşa, Gündoğmuş, İbradı, Demre, Kaş, Kemer, Korkuteli, Kumluca, Manavgat, Serik, Muratpaşa, Konyaaltı, Aksu, Döşemealtı, Kepez olmak üzere 19 ilçeye sahip Antalya kentinin merkez ilçeleri olan Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı ilçelerini kapsayan bölge seçilmiştir. Türkiye'nin güneybatısında bulunan Antalya kenti, güneyde kıyı boyunca Akdeniz, kuzey yönünde ise Torosların alçak kesimleri ile çevrilidir (Şekil 3.1). Kentin bulunduğu 0 – 250 metre arasındaki yükselti çok tipik olarak kışları ılık ve yağışlı, yazları ise çok sıcak ve kurak geçen Akdeniz ikliminin etkisi altındadır.



Şekil 3.1. Çalışma Alanı Genel Konumu

Toros dağlarından toplanarak gelen akarsuların yüzey suları ile denize döküldüğü Antalya kenti 1960'lara kadar "Yedi Arıklar" adı verilen şelaleleri ile bilinmektedir. Yedi arıklardan günümüze sadece Düden Şelalesinin ulaştığı kent Aksu, Sarısu, Boğaçay gibi akarsuları, çok sınırlı alanda olsa da Yamansaz bataklığı ve Kırkgözler su kaynaklarını barındırmaktadır. Çalışma alanı; tüm bu doğal, kültürel ve tarihi öneminin yanı sıra; barındırdığı akarsuları, kent içinde kalmış vadileri, ormanları, Çakırlar ve Kırçami gibi tarım alanları, doğudan batıya uzanan kıyı bandı ile, mavi altyapı ve bunun sağlayacağı faydalar açısından büyük potansiyele sahiptir. Çalışma alanının içinde bulunduğu Antalya'nın denizle bütünleşik bir kent olması ve çalışma alanında kıyı falezlerinin yüksek ölçüde korunuyor olması, buna bağlı olarak bünyesinde doğal, yarı doğal ve kültürel alanları bir arada barındırıyor olması çalışma alanının önemli özelliklerindendir. Bunun yanı sıra yalnızca Muratpaşa ilçesinde yer alan ve 1. Derece doğal sit alanı olan Yamansaz Bataklığında 14 familyadan 23 amfibi ve sürüngen bulunduğunu, ülkemizde görülen 427 kuş türünün 161'inin Yamansazda görüldüğünü ve bu alanda daha birçok endemik ve nesli tehlike altında olan bitki ve hayvan türlerinin barındığını belirtmiştir (Manavoğlu 2013).

Üç tarafı Toros Dağları, bir tarafı Akdeniz ile çevrili olan Antalya'da çalışma alanı olan şehir merkezi, sahile en yakın ovada yer almakta olup, kentsel yayılım iç kısmında Kepezüstü Ovası'na kadar uzanmaktadır (Ortaçeşme ve Atik, 2013). Günümüzde hala coğrafi konumunun, Akdeniz iklimi özelliklerinin, doğal kaynakları bakımından zenginliğinin avantajını taşıyan Antalya kenti, özellikle çalışma alanı olarak belirlenen merkez ilçelerinde hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak gelişen kentleşmenin baskısı altındadır. TÜİK (2022) verilerine göre her yıl yaklaşık %15 ile 40 oranında artmakta olan Antalya kenti için 2021 yılı için nüfus 2 619 832 olarak belirlenmiştir. 2021 – 2022 yılı nüfus artış hızı %27.7 olan Antalya kentinden nüfus artış hızının 2019 yılında %34.6'ya kadar çıktığı belirtilmiştir (TÜİK, 2022). Bu nüfusun yaklaşık %22,1'i Kepez, %7,6'sı Konyaaltı ve %20,3'ü Muratpaşa ilçesine aittir. Bu ilçelerden Muratpaşa ve Konyaaltı kentsel gelişimini tamamlamış bölgeler olup, diğer ilçelerde yer yer kırsal özellik devam etmektedir (Mansuroğlu vd., 2012).

Çalışma kapsamında mavi altyapı sisteminin analizi amacıyla belediyeler, ASAT, DSİ, HGM gibi resmi kurumlarla görüşmeler yapılmış, gerekli ve ilgili veriler toplanmış, bunun dışında Copernicus Land Monitoring Service ve Google Earth gibi resmi internet verileri kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Avrupa Birliği'nin Dünya Gözlem Programı kapsamında yapılan bir çalışma olan Copernicus Land Monitoring Service ile üretilmiş olan 2018 yılına ait CORINE verileri ile yine 2018 yılına ait Urban Atlas verileri ile Google Earth uydu görüntüleri alan kullanımları haritaları üretilmesinde ve mavi altyapı unsurlarının belirlenmesinde değerlendirilmiştir. Aynı zamanda Harita Genel Müdürlüğü (HGM)'nden temin edilen 1957 – 1960 yıllarına ait ortofoto görüntüleri çalışma alanındaki kentleşme öncesi mavi altyapı unsurlarının; Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 2012 tarihli 1/25 000 ölçekli topografik haritalar ise mevcut mavi altyapı unsurlarının; belirlenmesi ve haritalanmasında kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Toprak Haritaları, çalışma alanı toprak geçirimsizliğinin belirlenmesi amacıyla Hidrolojik Toprak Grupları Haritasının hazırlanmasında kullanılmıştır. Çalışma alanına ait iklim 1930 – 2017 uzun yıllar iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından temin edilmiş olup, Antalya ve çevresindeki ilgili istasyonlara ait yıllık toplam yağış ortalaması verileri yüzey akış değerinin hesaplanması aşamasında yağış dağılımının elde edilmesinde yararlanılmıştır. Hidroloji analizlerinde ise 10 m x 10 m çözünürlüğe sahip Dijital Yükseklik Modeli verisi (DEM) kullanılarak çalışma alanındaki doğal drenaj hatları belirlenmiş ve haritalandırılmıştır (Çizelge 3.1). Alansal verilerin hazırlanmasında ArcMap programı kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan veriler

VERİ	KURUM	KULLANILDIĞI YER
CORINE (2018)	Copernicus Land Monitoring Service	Alan Kullanım Haritalarının Oluşturulması
Urban Atlas (2018)		
Uydu Görüntüsü	Google Earth	Alan Kullanım Haritalarının Oluşturulması Mevcut Mavi Altyapı Unsurlarının Belirlenmesi
1/25 000 Topografik Haritalar (2012)	HGM	Mevcut Mavi Altyapı Unsurlarının Belirlenmesi
Ortofoto Görüntüleri (1957-1958)	HGM	Kentleşme Öncesi Mavi Altyapı Unsurlarının Belirlenmesi
Türkiye Toprak Haritaları	Tarım ve Orman Bakanlığı	HTG'nın belirlenmesi
DEM (10m x 10 m)	Copernicus Land Monitoring Service	Doğal Drenaj Hatlarının Belirlenmesi
Yıllık Toplam Yağış Ortalaması	MGM	Yüzey Akış Potansiyelinin Hesaplanması

3.2. Metot

Çalışmada temel olarak Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez ilçelerini kapsayan bölgede mavi altyapı unsurları belirlenmiş, bu unsurlar su döngüsü içerisinde bir sistem dahilinde irdelenmiş ve bu sistemin iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

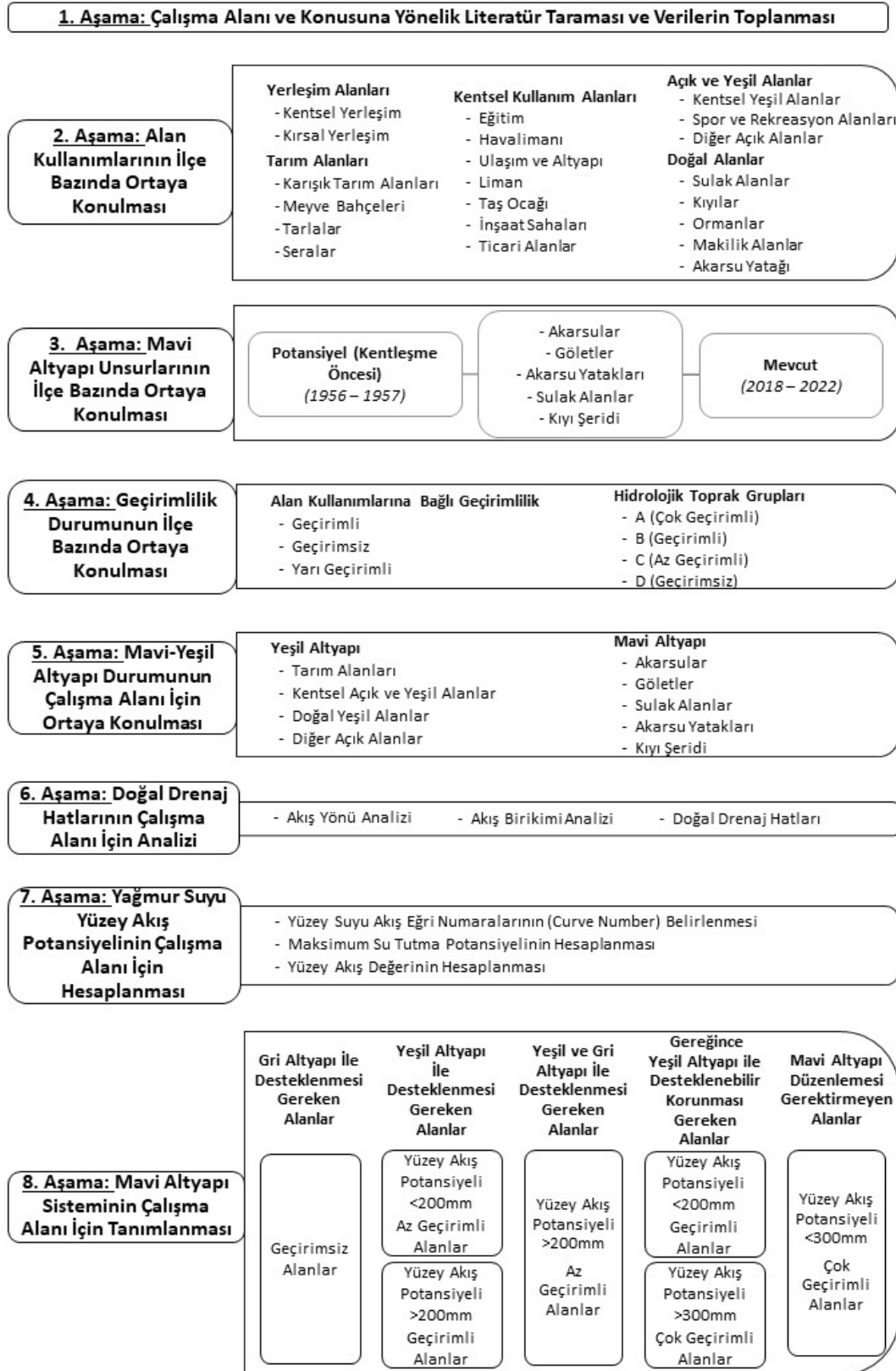
Araştırma 8 aşamada yürütülmüştür (Şekil 3.2). İlk aşama olan literatür taraması ve araştırma bu konuda daha öncesinden yapılmış akademik ve resmi çalışmaların incelenerek, hem alan hakkında gerekli bilginin toplanabilmesi hususunda katkı sağlanması hem de çalışmanın amacına uygun olarak her bir aşamanın planlanması, geliştirilmesi ve uygulanması yönünde bir yol haritası çizilmesi adına büyük önem taşımaktadır.

1. Aşama :

Bu kapsamda öncelikle mavi altyapı kavramı ve çalışma alanı ile ilgili olarak; tez, kitap, makale, bildiri, rapor, proje gibi literatürde mevcut olan çalışmalar ve yayınlardan faydalanılırken aynı zamanda mavi altyapı unsurlarının belirlenmesi ve mavi altyapı sisteminin tanımlanması ile ilgili olarak ise ilgili kurumlardan elde edilen kentleşme öncesi (1956 - 1957 yılı) ortofoto verileri, imar planları, haritalar, uydu görüntüleri temin edilmiştir.

2. Aşama :

Mavi altyapı sisteminin içinde bulunduğu kent dokusu ile etkileşiminin anlaşılması, bu unsurların bir sistem dahilinde ele alınabilmesi adına gereklilik arz etmektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında kent dokusunun tanımlanabilmesi için alan kullanım sınıfları CORINE arazi örtü (Copernicus, 2018a), Copernicus Land Monitoring Service tarafından hazırlanan 2018 yılına ait Copernicus Urban Atlas verilerinin (Copernicus, 2018b) ve 2021 – 2022 Google Earth uydu görüntülerinin arazi çalışmaları ile düzenlenmesi ile belirlenmiş ve Başyigit (2004)'den de referansla ArcMap 10.5 programı kullanılarak sayısal veriye dönüştürülmüştür.



Şekil 3.2. Çalışma yöntemi akış şeması

Bu veriler mevcut mavi altyapı unsurlarının belirlenmesi, bu unsurların içinde bulunduğu kent dokusu ile etkileşimi ve alanın mavi altyapı kapsamında yağmur suyu geçirimsizliğinin belirlenmesi aşamalarında kullanılmıştır. Çalışma alanı için alan kullanımları yerleşim alanları, kentsel kullanım alanları, tarım alanları, doğal alanlar ve açık ve yeşil alanlar olmak üzere 5 ana başlık altında sınıflandırılmıştır. Burada özellikle doğal alanlar, tarım alanları ve açık ve yeşil alanları yeşil altyapının temel unsurlarının tespiti ve mevcut yeşil altyapının tanımlanmasında önemli bir veri kaynağı sunmuştur.

-Yerleşim alanları; kentsel ve kırsal yerleşim alanları olarak,

-Kentsel kullanımlar; eğitim kurumları, inşaat sahaları, kamusal alanlar, limanlar, taş ocakları, ticari alanlar, ulaşım ve altyapı bölgeleri ve endüstriyel alanlar olarak,

-Tarım alanları; karışık tarım alanları, meyve bahçeleri, seralar ve tarlalar olarak,

-Doğal alanlar; akarsu yatakları, kıyı şeritleri, makilik alanlar, ormanlar, orman açıklıkları, orman kayalıkları, sulak alanlar, vadiler ve göletler olmak üzere,

-Açık ve yeşil alanlar ise spor ve rekreasyon alanları, kentsel yeşil alanlar ve diğer açık alanlar olmak üzere alt kategorilerde değerlendirilmiş ve haritalanmıştır.

3. Aşama :

Antalya kenti için mavi altyapı durumunun ortaya konulması çalışmanın temel hedefidir. Çalışmanın üçüncü aşamasında kent içerisindeki mavi altyapı unsurları belirlenmiştir. Çalışma alanındaki mevcut mavi altyapı unsurları Google Earth (2022)'den alınan uydu görüntüleri ile 2012 yılına ait 1/25 000 ölçekli topografik haritalar kullanılarak ve eşzamanlı olarak arazi çalışmaları ile kontrol edilerek ArcGIS 10.5 Programı ile sayısallaştırılmış ve haritalandırılmıştır.

Çalışma alanındaki mavi altyapı unsurları göletler, akarsular, sulak alanlar, akarsu yatakları ve kıyı bandı olarak belirlenmiştir. Kentleşme öncesi doğal olarak bulunan mavi altyapı unsurları günümüzdeki mavi altyapı sistemi için temel oluşturacağı görüşünden yola çıkarak, Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen Antalya ili kentleşme öncesi 1956 ve 1957 yıllarına ait ortofoto verileri referans alınarak aynı zamanda potansiyel mavi altyapı unsurları belirlenmiştir. Mevcut ve potansiyel mavi altyapı unsurlarının kapladıkları alanların karşılaştırılması ile kentleşme sonucunda ve zaman içinde mavi altyapı unsurlarını nasıl etkilediğinin tespiti mümkün olmuştur.

4. Aşama :

Çalışmanın dördüncü aşamasında hem toprak için hem de toprağın üst yüzeyini kaplayan alan kullanımları için yüzey geçirimsizlik durumları ortaya koyulmuştur. Alan kullanımlarına bağlı yüzey geçirimsizliği irdelenirken bölgede insan etkisinin şekli, alan kullanımlarının gerekliliklerine göre toprağın yapay veya doğal malzeme kaplı olma durumları dikkate alınmış, alan kullanım sınıflarına göre kent dokusu içinde geçirimsiz, yarı geçirimsiz ve geçirimsiz alanlar olmak üzere 3 geçirimsizlik durumu tanımlanmıştır.

- Geçirimli alanlar : Tamamen doğal, insan etkisinin bulunmadığı ormanlar, makilik alanlar vb. doğal yüzeyler ile geçirimsiz yüzeylerin kullanılmadığı tarlalar, meyve bahçeleri gibi tarımsal alanlar geçirimli alanlar olarak belirlenmiştir.

- Yarı geçirimli alanlar : Kent içerisindeki park alanları, spor ve rekreasyon alanları vb. gibi kent dokusu içerisindeki insan etkisiyle oluşturulmuş, açık alan olmasına rağmen içerisinde geçirimsiz yüzeyleri de barındıran ufak – parçalı kentsel açık ve yeşil alanlar ile seralar, karışık tarım alanları gibi sert zeminleri de içerisinde barındıran tarımsal alanlar ile yarı – doğal alanlar olarak nitelendirilebilecek kırsal yerleşim alanları olarak belirlenmiştir.

- Geçirimsiz alanlar : İnsan etkisiyle oluşturulmuş, tamamı veya tamamına yakını sert zeminlerle kaplanmış, toprağın üst yüzeyinin tamamen kaybedildiği kentsel yerleşimler, endüstriyel alanlar vb diğer kentsel kullanım alanları geçirimsiz alanlar olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Alan kullanımlarına göre yüzey geçirimsizlik durumu

<i>Durumu</i>	<i>Alan kullanımı</i>	<i>Yüzey Geçirimsizlik Durumu</i>
<i>Geçirimli</i>	Doğal Alanlar	İnsan etkisi bulunmayan tüm doğal alanlar geçirimli yüzeyler olarak ele alınmıştır.
	Tarım Alanları	Tarlalar ve meyve bahçeleri gibi yumuşak zemin üzerinde yapılan tarımsal faaliyet alanları geçirimli yüzeyler olarak değerlendirilmiştir.
<i>Yarı geçirimli</i>	Tarım Alanları	Seralar ve karışık tarım alanları yarı geçirimli alanlar olarak ele alınmıştır.
	Açık ve Yeşil Alanlar	Sert zemin ve bitkisel alanların bir arada kullanıldığı, insan etkisine maruz kalmış bu alanlar yarı geçirimli alanlar olarak değerlendirilmiştir.
	Yerleşim Alanları (Kırsal)	Doğal alanlar ve tarım alanları ile iç içe geçmiş yapısı ile kırsal yerleşim bölgeleri yarı geçirimli alanlar olarak ele alınmıştır.
<i>Geçirimsiz</i>	Yerleşim Alanları (Kentsel)	Yüzeyin büyük oranda sert zeminle kaplı olduğu kentsel yerleşim alanları geçirimsiz olarak tanımlanmıştır.
	Kentsel Kullanım Alanları	Yapısal alanları barındıran bu gruptaki tüm alan kullanımları geçirimsiz yüzeyler olarak değerlendirilmiştir.

Sert zeminle kaplı alanların geçirimsiz yüzeyler olarak tanımlanması net bir veri olsa da, geçirimli ve yarı geçirimli alanlar için alanın toprak yapısı irdelenmeden bu yüzeylerin yağmursuyu geçirimsizliği ile ilgili net bir çıkarım yapılması mümkün olmadığı için, toprak verilerine göre de bir geçirimsizlik değerlendirmesi yapılmıştır.

Toprak verilerinin geçirimsizliği ABD'nin Toprak Koruma Servisi (Soil Conservation Service – SCS)'nin yağmursuyu yüzey akışının tahmini için geliştirilen temel bir yöntem olan “Yüzey akışı eğri numarası” (Curve Number – CN) yönteminin bir bileşeni olan “Hidrolojik Toprak Grupları” sınıflandırması ile analiz edilmiştir (SCS, 1972, Ponce vd., 1996, Huang vd., 2006, USDA, 2009, Şahin vd. 2013).

Burada büyük toprak grubu ve toprak özellikleri kombinasyonuna göre alanın hidrolojik toprak grupları ortaya koyulmuştur. Hidrolojik toprak grupları A sınıfı, B sınıfı, C sınıfı ve D sınıfı olmak üzere 4 ayrı grupta incelenmiştir (Çizelge 3.3). Bu sınıflar

belirlenirken de uzun süreli ıslanma durumu sonrasında topraktaki minimum sızma oranı baz alınmıştır (USDA, 2009). Hidrolojik Toprak Grupları Öztürk vd., (2011) ile Şahin vd. (2013)'ün çalışmalarından yararlanılarak Çizelge 3.3'deki gibi Büyük Toprak Grupları (BTG) ve toprak özellikleri kombinasyonunun değerlendirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Çizelge 3.3. Hidrolojik toprak grupları ve özellikleri (Öztürk vd., 2011, Şahin vd., 2013, Ahmad vd., 2015)

Hidrolojik Toprak Grupları (HTG)	Özellikleri	Büyük Toprak Grupları (BTG) ¹	Arazi Tipi (AZT) ²	Toprak Özellikleri Kombinasyonu (TOK)
A Çok Geçirimli (Min. İnfiltrasyon Derecesi: 7.5 – 10 mm/sa)	Toprak tamamen ıslandığında düşük yüzey akışı potansiyeli ve yüksek sızma oranı vardır. Toprakta su emilimi en fazladır.	K		7-8
		L		3-4
		T		1-8, 10-13, 15-16
			IY, SK	
B Geçirimli (Min. İnfiltrasyon Derecesi: 3 – 7.5 mm/sa)	Orta düşük derecede yüzey akışına sahip bu toprak grubunda sızma oranı orta derecedir.	A		3
		K		4,13
		M		10
		T		19-20, 24
C Az Geçirimli (Min. İnfiltrasyon Derecesi: 0.8 – 3 mm/sa)	Tamamen ıslandığında orta dereceden daha yüksek yüzey akışına ve düşük sızma oranına sahip topraklardır.	A		2, 5
		K		1
		M		11, 15-16
D Geçirimsiz (Min. İnfiltrasyon Derecesi: 0 – 0.8 mm/sa)	Tamamen ıslandıklarında çok düşük sızma oranına sahip olan bu grupta, yüzey akış potansiyeli çok yüksektir.	A		4, 7
		H		
		M		20
		T		26, 30
			CK	
¹ K: Kolüvyal Topraklar L: Regosoller T: Kırmızı Akdeniz Toprakları A: Alüvyal Topraklar M: Kahverengi Orman Toprakları H: Hidromorfik Topraklar (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2001)		² IY: Irmak Taşkın Yatakları SK: Kıyı Kumulları CK: Çıplak Kaya ve Molozlar (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2001)		

Alan kullanım sınıfları ve Hidrolojik Toprak Geçirimsizliği referans alınarak, mavi altyapı kapsamında Antalya kenti için yüzey geçirimsizliği haritası elde edilmiştir. Bu aşamada insan etkisinden korunmuş, tamamen doğal alanların geçirimsizliği ve toprak yapısına bağlı olarak yapılan “Hidrolojik Toprak Grupları” analizi doğrultusunda değerlendirilmiştir. İnsan etkisiyle doğal toprak yapısının bozulduğu alanlarda ise hidrolojik toprak grupları, alan kullanımları ile beraber değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede yalnızca doğal toprak örtüsünün üzerinin tamamen geçirimsiz yüzeylerle kapatıldığı kentsel geçirimsiz alanlar, hidrolojik toprak gruplarına bakılmaksızın geçirimsiz olarak değerlendirilmiştir. Zira bu alanlarda toprak yapısının geçirimsizliğe bir etkisi bulunmamaktadır. Bu doğrultuda Muratpaşa, Kepez ve Konyaaltı ilçeleri için geçirimsizlik analizi Çizelge 3.4'te gösterildiği gibi analiz edilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışma alanı geçirimsizlik durumu matrisi

Alan Kullanımlarına Bağlı Geçirimsizlik	Hidrolojik Toprak Grupları			
	A	B	C	D
Geçirimsiz	Çok Geçirimsiz	Geçirimsiz	Az Geçirimsiz	Geçirimsiz
Yarı Geçirimsiz	Geçirimsiz	Geçirimsiz	Az Geçirimsiz	Az Geçirimsiz
Geçirimsiz	Geçirimsiz	Geçirimsiz	Geçirimsiz	Geçirimsiz

5. Aşama :

Mavi altyapı sisteminin verimliliği ve işlevselliği kent içerisindeki yeşil ve gri altyapılarla olan ilişkisine bağlıdır. Mavi, yeşil ve gri altyapıdan oluşan bu üç sistem kentsel alanlarda daima birbirini destekleyici bütünleşik bir kurguya sahip olmalıdır (Parlak vd., 2022). Mavi altyapının değerlendirilmesinde, mevcut sistemin kentle olan bağlantınlılığı kadar, yeşil altyapı ile olan bağlantınlılığının kurulması da önemlidir. Bu doğrultuda çalışmanın beşinci aşamasında mavi altyapı unsurları ile yeşil altyapı unsurları birlikte değerlendirilmiştir.

6. Aşama :

Mavi altyapı kapsamında incelenmesi gereken bir diğer konu ise yeryüzüne düşen suyun hareketidir. Yağışlarla yeryüzüne düşen suyun nerelerde drene olduğu ve biriktiği, hangi yolları kullanarak doğal döngüye dahil olduğu bilgisi mavi altyapı sisteminin sürdürülebilirliği açısından büyük öneme sahiptir. Bu sayede doğal su döngüsü içerisinde yağışla yeryüzüne düşen suyun tekrar doğal su döngüsüne kazandırılması için yüzey suyunun hareketi, su akışını engelleyen ve yönlendiren her bir engel unsurun belirlenmesi ihtiyacı vardır.

Bu kapsamda mavi altyapı konusunda mevcut durumun ortaya koyulması ve iyileştirilmesi adına öneriler geliştirilebilmek için çalışmanın altıncı aşamasında çalışma alanına ait 10 metre çözünürlüğe sahip dijital yükseklik modeli (DEM) kullanılarak akış yönü (flow direction), akış birikimi (flow accumulation) ve yüzey akış ağı – doğal drenaj hatları (stream network) analizleri yapılarak çalışma alanı yüzey şekillerine göre doğal drenaj alanları belirlenmiştir.

7. Aşama :

Çalışmanın yedinci aşamasında yağmur suyu yüzey akış potansiyelinin belirlenmesinde ABD Soil Conservation Service'in yüzey akışı eğri numarası (Curve Number) yöntemi (SCS, 1972) kullanılmıştır. Yüzey akışı, yağış sırasında arazi yüzeyinde emilimi sağlanamayan ve akışa geçen su miktarını ifade etmektedir. Yüzey akışı eğri numarası (Curve Number – CN) ise bunu ölçmeye yarayan bir parametredir. Yüzey akış değeri hesaplanırken alan kullanımları ve HTG bir arada Çizelge 3.5'teki gibi değerlendirilmiştir. CN değerinin yüksek olması, bölgede yüzey akışının yüksek olduğu anlamına gelmektedir.

Elde edilen CN değerleri ise her bir alan için en yüksek su tutma potansiyelinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Bu hesaplama için;

$$S = (25400/CN) - 254$$

formülünden yararlanılmıştır (Ahmad vd., 2015, Şahin vd. 2013). Burada S (mm) en yüksek su tutma kapasitesini, CN ise Curve Number değerini temsil etmektedir. Elde edilen S değeri, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen iklim verileri içerisindeki yıllık toplam yağış ortalaması verileri ile beraber kullanılarak yüzey akış potansiyeli hesaplanmıştır. Bu aşamada aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Şahin vd., 2013):

$$Q = (P - 0.2 \times S)^2 / (P + 0.8 \times S)$$

Burada Q (mm) değeri yüzey suyu akış miktarını, P (mm) değeri ise iklim verilerinden elde edilen yağmur suyu miktarını belirtmektedir. Yıllık toplam yağış ortalaması verileri kullanılırken, alana ait Meteoroloji Bölge Müdürlüğü verilerinin eksikliği ve yetersizliğinden dolayı Antalya kenti ve çevresindeki 12 istasyonun iklim verilerinin yıllık toplam yağış ortalaması dağılım haritaları kullanılmıştır.

Elde edilen Q değerleri 4 grupta incelenmiştir (Rawat vd. 2021, Şahin vd., 2013'den yararlanılarak). Bu gruplar şu şekildedir;

- Yüzey Akış Potansiyeli Çok Yüksek Alanlar (300 < mm)
- Yüzey Akış Potansiyeli Yüksek Alanlar (200 – 300 mm)
- Yüzey Akış Potansiyeli Orta Alanlar (100 - 200 mm)
- Yüzey Akış Potansiyeli Düşük Alanlar (< 100 mm)

8. Aşama

Çalışmanın sekizinci aşamasında Antalya kenti için mavi – altyapı sisteminin geliştirilmesine yönelik alternatifler ortaya koyulmuştur. Burada yüzey akış potansiyelleri ve geçirimsizlik durumlarının alan içerisindeki dağılımına göre mavi altyapının gri altyapı ile desteklenmesi gereken bölgeler, yeşil altyapı ile desteklenmesi gereken bölgeler, mevcut mavi altyapının korunması gereken alanlar tespit edilmiştir.

Burada mavi altyapının gri altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar yağışla yeryüzüne düşen suyun emiliminin yapısal bir eleman kullanılmadan mümkün olmadığı, yüzey akış potansiyelinin hangi seviyede seyrettiği fark etmeksizin tamamen geçirimsiz alanları ifade etmektedir. Bu alanlarda yüzey akışı ile su kaybını önlemek doğal yollarla mümkün olmayacağı için, mavi altyapı sisteminin kanallar, drenaj boruları vs. gri altyapı unsurları ile desteklenmesi öngörülmüştür (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.5. Alan kullanımlarına göre hidrolojik toprak gruplarının yağmursuyu yüzey akış değerleri (SCS, 1972, Ahmad vd., 2015, Şahin vd. 2013)

Alan Kullanımı	Hidrolojik Toprak Grupları ¹			
	A	B	C	D
Kentsel Yerleşim	77	85	90	92
Kırsal Yerleşim	48	66	78	83
Endüstriyel Alanlar	89	92	94	95
Taş Ocakları	76	85	89	91
İnşaat Sahaları	76	85	89	91
Havalimanı	98	98	98	98
Liman	98	98	98	98
Ulaşım ve Altyapı	98	98	98	98
Kamusal Alan	89	92	94	95
Ticari Alanlar	89	92	94	95
Eğitim	89	92	94	95
Karışık Tarım Alanları	67	77	83	87
Meyve Bahçeleri	30	55	70	77
Seralar	67	77	83	87
Tarlalar	67	77	83	87
Kentsel Yeşil Alanlar	49	69	79	84
Spor ve Rekreasyon Alanları	68	79	86	89
Diğer Açık Alanlar	43	65	76	82
Ormanlar	30	55	70	77
Orman Açıklıkları	43	65	76	82
Orman Kayalıkları	80	87	93	96
Makilik Alanlar	30	55	70	77
Akarsu Yatakları	75	77	84	86
Vadiler	30	55	70	77
Kıyı	75	77	84	86
Sulak Alanlar	0	0	0	0
Göletler	0	0	0	0
¹ A : Çok Geçirimli B : Geçirimli C : Az Geçirimli D : Geçirimsiz				

Çizelge 3.6. Çalışmada mavi altyapı durumunun belirlenmesi için kullanılan kriterler (Orijinal, 2022)

		Yüzey Akış Potansiyeli			
		0 – 100 mm	100 – 200 mm	200 – 300 mm	300 mm <
Geçirimsizlik Durumu	Geçirimsiz	1	1	1	1
	Az Geçirimli	2	2	3	3
	Geçirimli	4	4	2	2
	Çok Geçirimli	5	5	5	4
Açıklamalar					
1	Mavi Altyapının Gri Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar				
2	Mavi Altyapının Yeşil Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar				
3	Mavi Altyapının Yeşil ve Gri Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar				
4	Gerektiğinde Yeşil Altyapı ile Desteklenebilecek Korunması Gereken Alanlar				
5	Mavi Altyapı Bakımından Korunması Gereken Alanlar				

Mavi altyapının yeşil altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar ise yüzey akış potansiyeli 200 mm'nin altında olmasına karşın geçirimsizliğin az olduğu alanlar ile yüzey akışı 200 mm'den fazla fakat geçirimsiz alanlar olarak önerilmiştir. Bu alanlar; uygulanacak yeşil alanlar, biyo – hendekler, yağmursuyu bahçeleri gibi doğal unsurlarla yüzer akışı ile

kaybedilen su miktarı azaltılarak, doğal drenaj hatlarından gelen suyun emiliminin artırılması gereken alanlardır.

Yüzey akışının 200 mm'den fazla olduğu az geçirimli alanlarda ise öncelikli olarak yeşil altyapı elemanları ile suyun emiliminin sağlanması, yeşil altyapının yeterli olmadığı noktalarda ise gri altyapı önerilerinin sunulması gerektiği önerilmiş ve bu alanlar “Mavi Altyapının Yeşil ve Gri Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar” olarak tanımlanmıştır.

Yüzey akışının 200 mm'den az olduğu geçirimli yüzeyler ise genellikle mavi altyapı bakımından çok büyük sorun oluşturmayacak olup yüksek oranda koruma gerektiren, fakat yer yer yeşil altyapı unsurları ile desteklenmesi iyi olacak alanlar olarak belirlenmiştir.

Mevcutta bulunan mavi altyapı sisteminin sorunsuz işlediği, herhangi bir müdahaleye gerek duyulmayan ve mevcuttaki mavi altyapının korunması gereken alanlar ise yüzey akış potansiyeli 300 mm'den az, yağmur suyunun sorunsuzca emiliminin sağlanabildiği çok geçirimli alanlardır.

4. BULGULAR

Çalışma alanı olan Antalya kenti mavi altyapı unsurları kapsamında ele alındığında doğal su kaynakları bakımından hayli zengin olduğu görülmektedir. Antalya'nın doğal su kaynaklarının zengin olmasında şehrin Kuzey ve Batısını kuşatan Toros Dağları'nın aldığı yağışlardan gelen suların aktığı bir ova niteliğinde olması temel etkidir. Bugünkü Antalya ovasını besleyen 4 temel akarsu Aksu, Düden, Boğaçay ve Sarısu nehirleri olup, bunlardan Boğaçay ve Sarısu nehirleri Konyaaltı ilçesinden, Aksu Muratpaşa ilçe sınırından, Düden ise Kepez ve Muratpaşa ilçelerinden geçmektedir.

Mavi altyapı ile ilgili olarak yeryüzüne düşen ve mevcutta bulunan suyun kaybedilmeden ve kirletilmeden doğal su döngüsüne yeniden kazandırılması ve sistemin devamlığının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Suyun kaybedilmesi konusunun irdelenebilmesi için yeryüzüne düşen suyun yüzey akışına geçip yitilmesinin önlenmesi, bunun yerine geçirimli yüzeylere yönlendirilerek toprak tarafından emiliminin sağlanarak veya akarsular gibi doğal su kaynaklarına ulaştırılarak doğal su döngüsüne kazandırılması esastır. Bu kapsamda yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular her ilçe bazında aşağıda belirtildiği gibidir.

4.1. Muratpaşa ilçesi

4.1.1. Mevcut alan kullanımları

Antalya için kentleşmenin en yoğun olduğu ilçelerden biri olan Muratpaşa ilçesinin mevcut alan kullanımları haritalanmıştır (Şekil 4.1).

Elde edilen verilere göre Muratpaşa ilçesinde kentsel yerleşim alanları en fazla alanı kaplamaktadır. Bunun yanı sıra Antalya'nın tek havaalanı da Muratpaşa ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır ve yaklaşık 1217 ha alanla ilçede en büyük ikinci alan kullanımı olarak belirlenmiştir. Genel anlamda bakılacak olursa, kentsel kullanım ve yerleşim alanları ilçe genelinde en yoğun kullanımlar olarak belirlenmiş, sonrasında tarım alanları, doğal alanlar ve açık ve yeşil alanlar olarak sıralama devam etmiştir (Çizelge 4.1).

Kıyı kesiminde oteller ve ticari faaliyetlerin yoğunlaştığı Muratpaşa ilçesinin güney ve batı kısımları kentsel yerleşimlerin yoğun olarak bulunduğu alanlardır. 1956 yılında yapılmış olan Antalya'nın ilk imar planı içerisindeki Kaleiçi bölgesi de Muratpaşa ilçe sınırları içerisindeki önemli bir yerleşim alanı olup, Selçuklu ve Osmanlı döneminden kalma kalıntıları ve yat limanı ile tarihi ve kültürel özelliklerinin yanı sıra ticari özellik de göstermektedir (Ortaçesme ve Atik, 2013).

İlçenin iç kısımlarında özellikle Düden Çayı çevresinde su unsurunun da etkisiyle yoğun bir kırsal – tarımsal doku mevcuttur. İlçede yaklaşık 2140 ha alan kaplayan tarımsal üretim bölgelerinde yoğun olarak seraların ve karışık tarım alanlarının bulunduğu belirlenmiştir. Bu alanlar içerisinde ve çevresinde halen kırsal özelliğini koruyan yerleşim alanları seyrek de olsa mevcuttur (Çizelge 4.1). Düden çayının denize döküldüğü kısımda ise, dikkat çekici bir unsur olarak akarsu ve şelale çevresi kent parkı olarak kullanılmakta, çeşitli rekreasyonel ve ticari faaliyetlere imkan sağlamaktadır.

Çizelge 4.1. Muratpaşa ilçesi alan kullanımlarının dağılımı

Kentsel Yerleşim (ha)	2.051,66 ha	Yerleşim Alanları	2.467,43 ha
Kırsal Yerleşim (ha)	415,77 ha		
Havalimanı (ha)	1.217,18 ha	Kentsel Kullanım Alanları	2.743,75 ha
Ulaşım ve Altyapı (ha)	762,38 ha		
Ticari Alan (ha)	724,97 ha		
İnşaat Sahaları (ha)	23,87 ha		
Eğitim (ha)	2,44 ha		
Liman (ha)	1,40 ha		
Taş Ocağı (ha)	11,51 ha		
Sera (ha)	904,06 ha	Tarım Alanları	2.140,20 ha
Karışık Tarım Alanı (ha)	843,56 ha		
Meyve Bahçesi (ha)	359,40 ha		
Tarla (ha)	33,18 ha		
Makilik Alan (ha)	602,16 ha	Doğal Alanlar	1.034,49 ha
Orman (ha)	219,68 ha		
Sulak Alan (ha)	113,83 ha		
Sahil (ha)	47,45 ha		
Akarsu Yatağı (ha)	34,28 ha		
Kayalık Alan (ha)	17,09 ha		
Diğer Açık Alanlar (ha)	232,75 ha	Açık ve Yeşil Alanlar	533,19 ha
Kentsel Yeşil Alanlar (ha)	186,63 ha		
Spor ve Rekreasyon Alanları (ha)	113,81 ha		

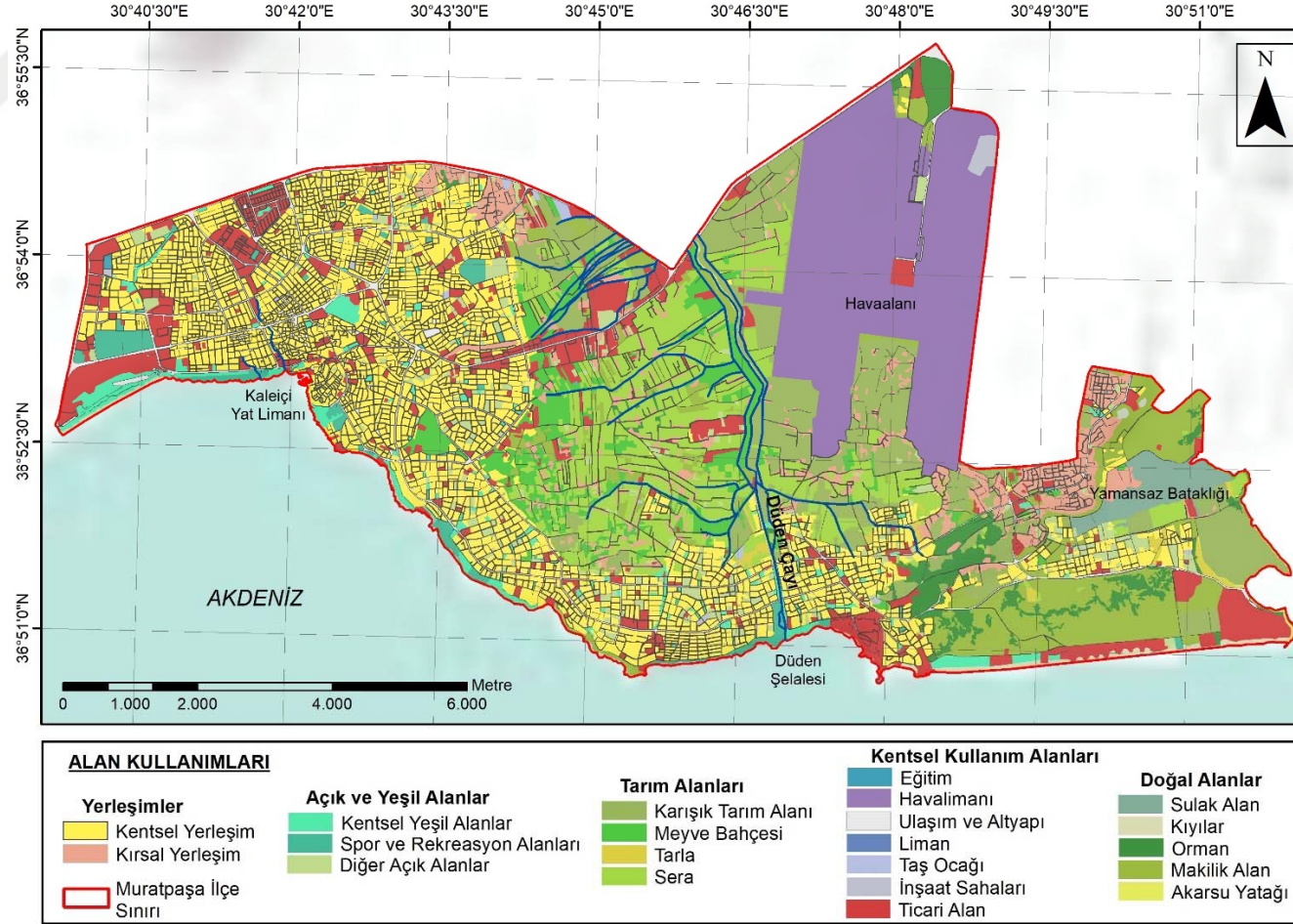
4.1.2. Mavi altyapı unsurları**Kentleşme öncesi (1956-1957) mavi altyapı unsurları**

Gerçekleştirilen analizler sonucunda kentleşme öncesinde (1956 – 1957) Muratpaşa ilçesindeki akarsuların toplam uzunluğunun 135,15 km olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, ilçedeki sulak alanlar kentleşme öncesinde 267,57 ha olduğu tespit edilmiştir. Kıyı bandı ise bu yıllarda ilçede 626,13 ha alan kaplamaktadır. Özellikle ilçenin doğu kesimlerinde kıyı bandı genişliğinin hayli yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.2).

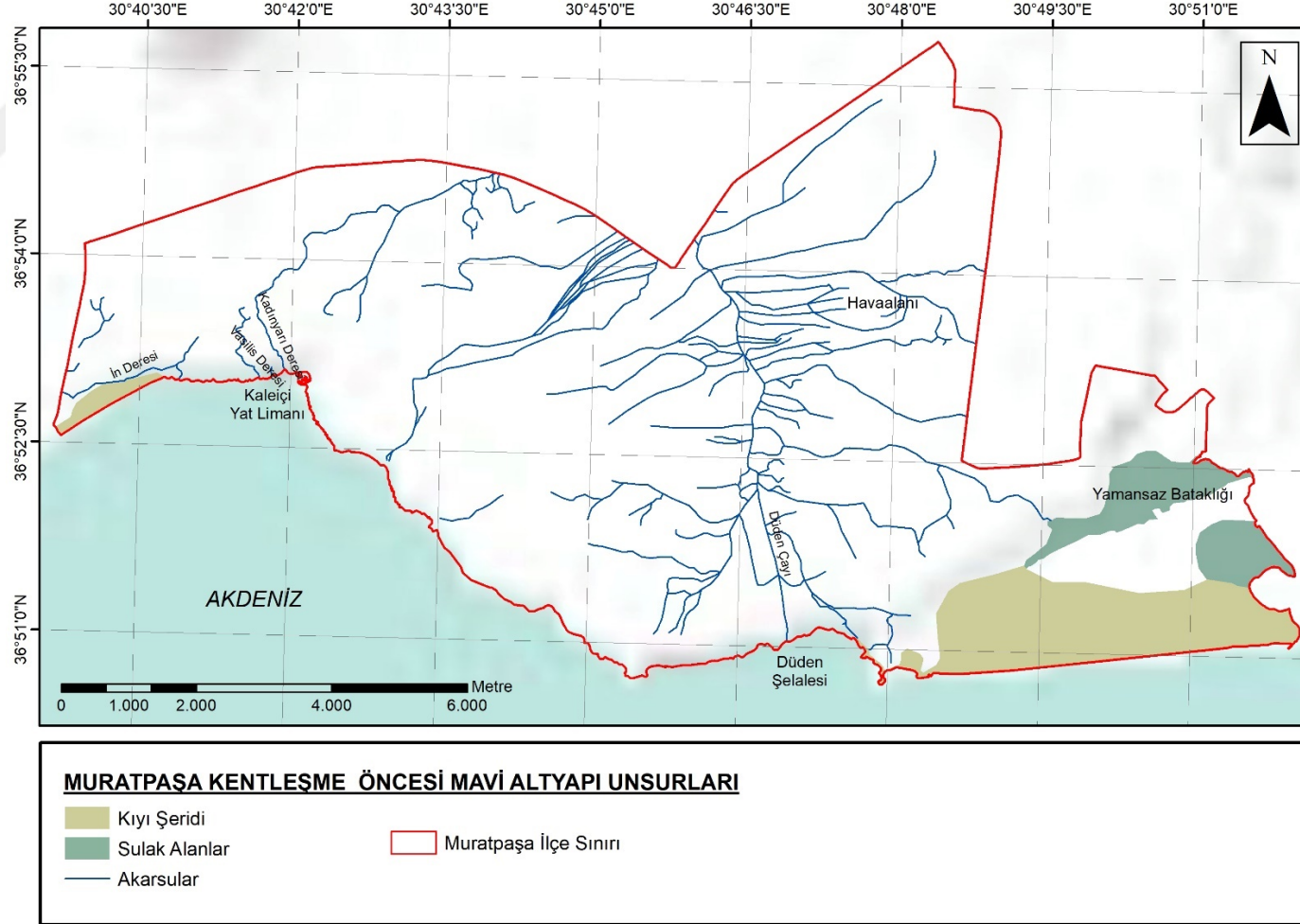
Bölgedeki bir diğer önemli mavi altyapı unsuru ise Yamansaz Bataklığı'dır. Antalya kentinin kıyı kesiminde yer alan tek sulak alan niteliği taşıyan Yamansaz, hayat sağladığı odunsu bitkiler, bodur çalılar, sazlık alanlar, çoğu tehdit altındaki birçok kuş türü vb. türler ile değerli bir habitat oluşturmaktadır (Ortaçesme ve Atik, 2013). Belirtilen Yamansaz Bataklığı 09.03.2021 tarihinde "Doğal Sit-Nitelikli Doğal Koruma Alanı" olarak tescil edilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018). Kentleşme öncesi Yamansaz Bataklığı'nın 171.5 ha gibi geniş bir alana sahip olduğu belirlenmiştir.

Mevcut (2018-2022) mavi altyapı unsurları

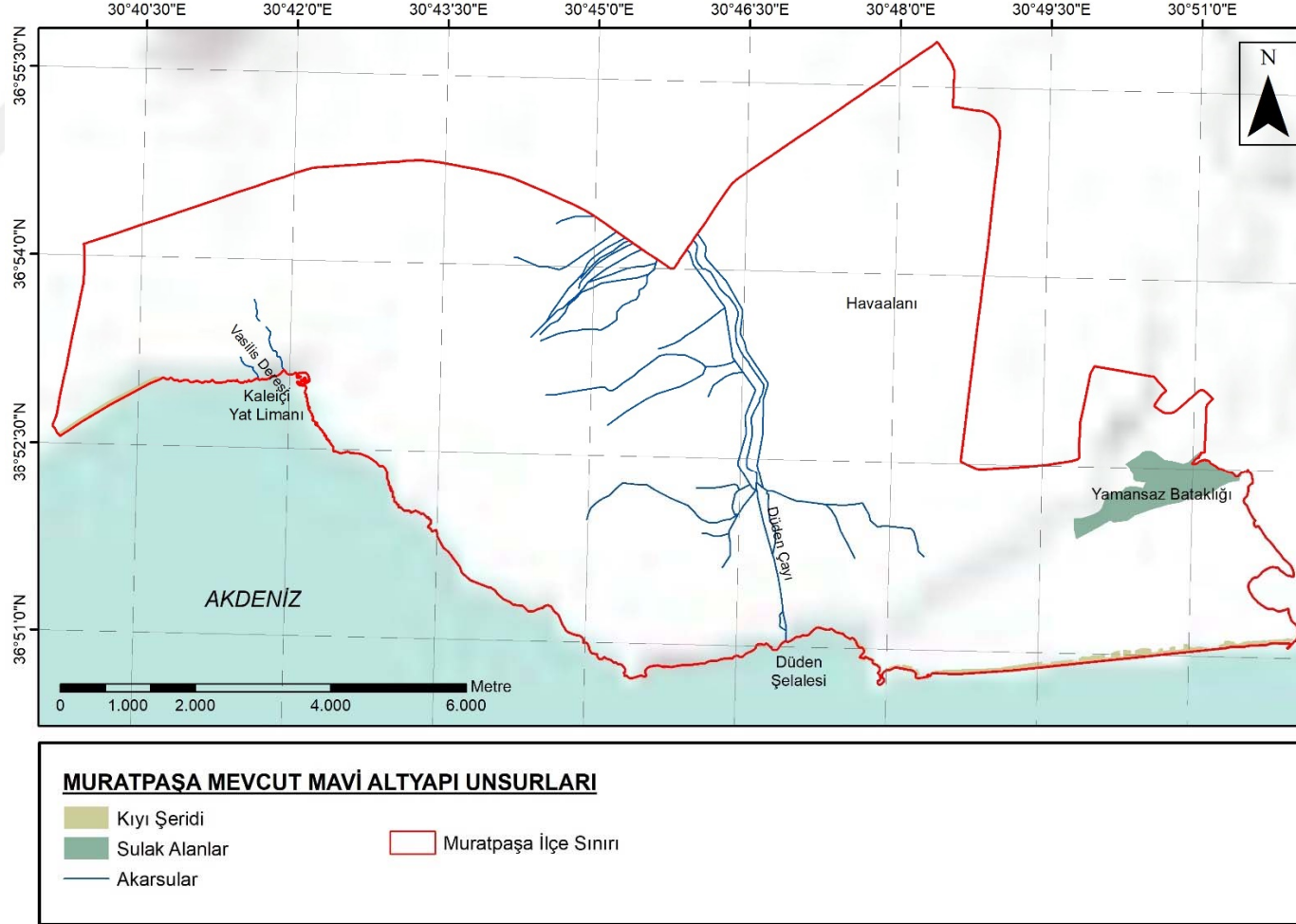
Günümüzde Muratpaşa ilçesi için mavi altyapı unsurlarının mevcut durumuna bakıldığında, ilçedeki akarsuların toplam uzunluğunun 47,33 km olduğu belirlenmiştir. Bu uzunluğun bir kısmı Düden Çayı'nın ilçe sınırları içerisindeki kısmından oluşmaktadır. Bunun dışında ilçede mevcut sulak alan olarak yalnızca Doğal Sit Nitelikli Doğal Koruma Alanı olarak tescil edilen Yamansaz Bataklığı bulunmakta olup, 119,6 ha ve kıyı bandı ise 51,88 ha alan kaplamaktadır (Şekil 4.3).



Şekil 4.1. Muratpaşa ilçesi alan kullanımları haritası



Şekil 4.2. Muratpaşa ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları haritası



Şekil 4.3. Muratpaşa mevcut mavi altyapı unsurları haritası

4.1.3. Geçirimsizlik durumu

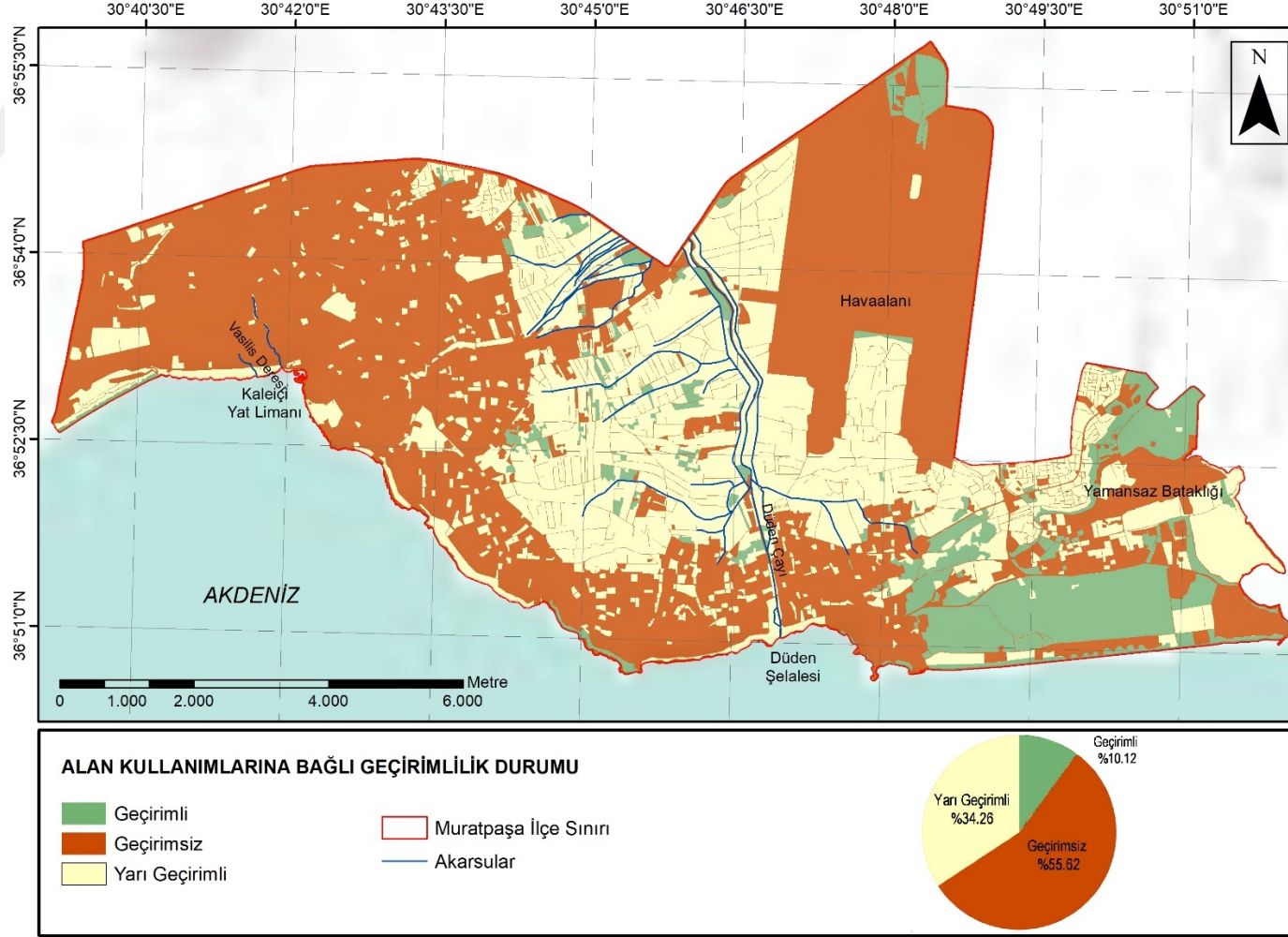
Alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik

Muratpaşa ilçesi alan kullanımları göz önünde bulundurularak geçirimsiz, yarı geçirimsiz ve geçirimsiz alanlar belirlenmiştir. Buna göre ilçede geçirimsiz yüzeylerin % 55,62 gibi bir oranla en fazla olduğu görülmektedir. Bunun dışında ilçenin % 34,26'sını yarı geçirimsiz yüzeyler kaplarken, bu oran geçirimsiz yüzeyler için % 10,12 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.4).

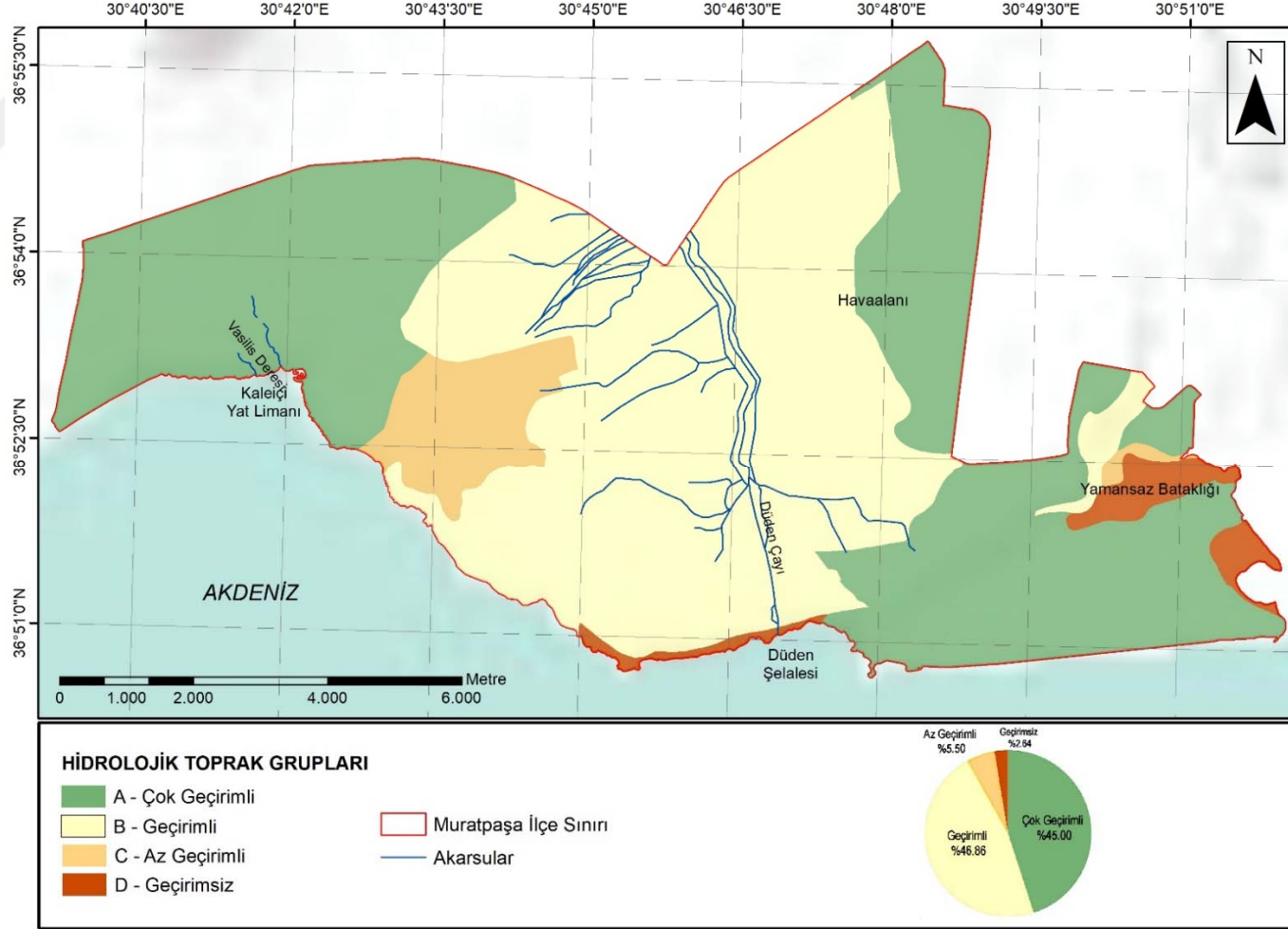
İlçenin batı ve güney kesimlerinde kentleşmenin yoğun olarak bulunması yanında Antalya Havalimanının varlığı geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğunu arttıran faktörlerdendir. Düden Çayı'nın Kırcaali kesiminde yoğunlaşmış tarım alanları ile kırsal yerleşimler ilçenin yarı geçirimsiz alanlarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. İlçede doğal olarak korunabilmiş alanlar hayli az bulunmaktadır. Bu durum geçirimsiz alanların ilçede % 10 gibi çok düşük bir oranda bulunmasına neden olmaktadır.

Hidrolojik toprak grupları

Geçirimsizlik durumu belirlenirken toprağın üzerindeki alan kullanımlarının yanı sıra, özellikle bozulmamış doğal alanlar ile toprağın geçirimsizlik durumu da büyük öneme sahiptir. Muratpaşa İlçesi toprakları hidrolojik toprak grupları analizleri sonuçlarına göre % 47 oranında çok geçirimsiz, % 45 oranında geçirimsizdir. İlçede toprak yapısı bakımından az geçirimsiz alanlar % 5,5 olarak belirlenmişken, ilçenin % 2,64'lük kısmı ise geçirimsiz topraklardan oluşmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Muratpaşa için alan kullanımları baz alınarak hazırlanan geçirimsizlik durumu haritası



Şekil 4.5. Muratpaşa hidrolojik toprak grupları haritası (Öztürk ve Batuk, 2011, Şahin, vd. 2013, Ahmad vd., 2015)

4.2. Kepez ilçesi

4.2.1. Mevcut alan kullanımları

Kepez için gerçekleştirilen alan kullanım sınıflamasına göre ilçenin güney kısımlarında yoğunlaşan kentsel ve kırsal doku, kuzeye gidildikçe yerini insan etkisinden korunmuş doğal alanlara bırakmaktadır. Doğal alanların hayli yoğunlukta olduğu ilçenin 11.314 ha alanını ormanlarla kaplar. Özellikle Düden Çayı'nın doğusunda yoğunlaşan karışık tarım alanları 7.922 ha alan kaplayarak ilçede baskın olan alan kullanımlarından bir diğeri olmuştur (Şekil 4.6).

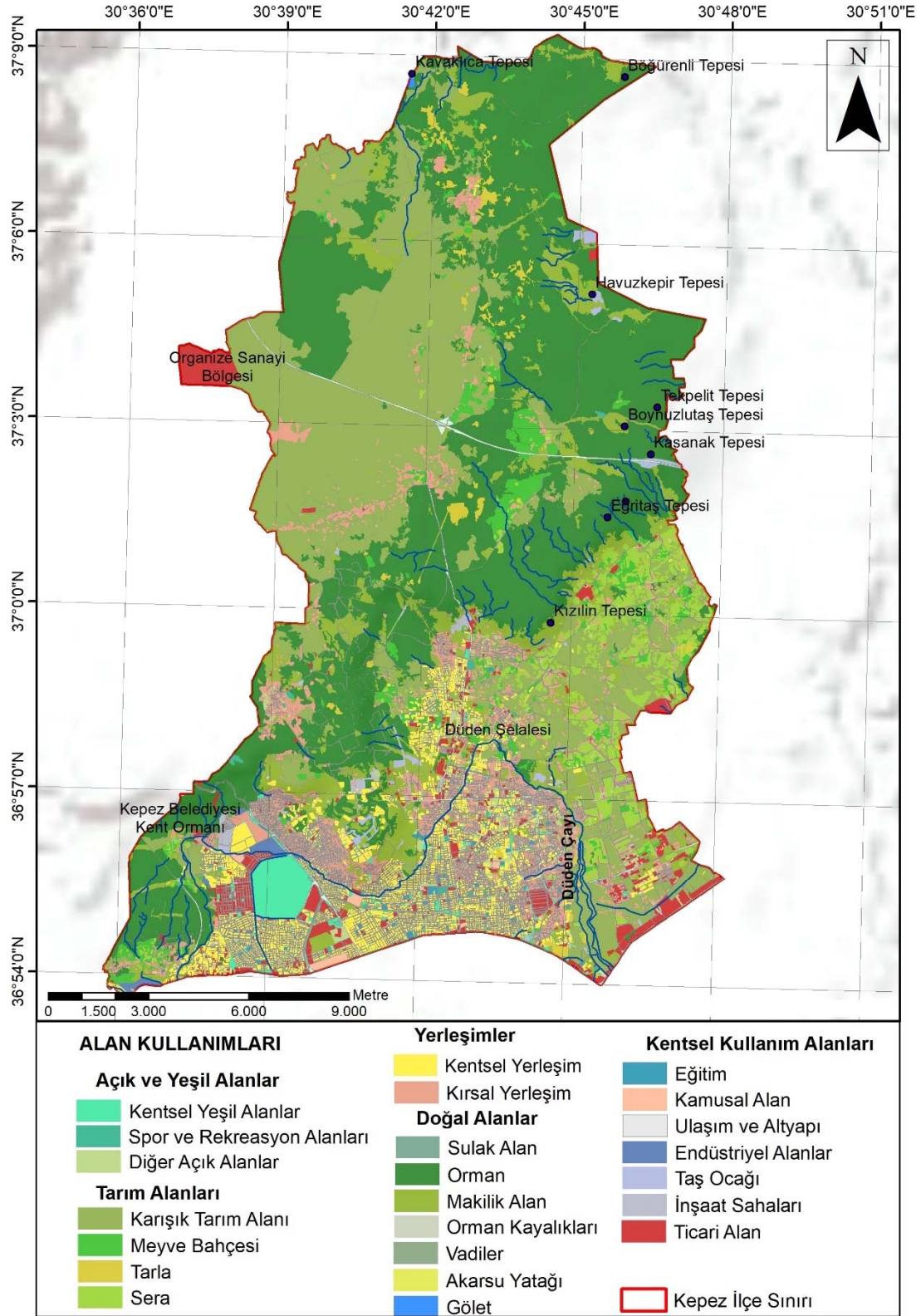
İlçenin büyük bir kısmını kaplayan orman, makilik alan, akarsu yatağı, gölet, sulak alan, orman kayalığı ve vadiler gibi doğal alanlar 14.185 ha alana yayılmıştır. Özellikle Düden Çayı ve çevresinde yoğunlaşan tarım alanları ilçenin 10.350,12 ha'lık bir kesimine dağılmıştır (Çizelge 4.2).

İlçenin güneyinde yoğunlaşan yerleşim alanları 4.199,6 ha olarak belirlenmiş olup, 2.088,37 ha'lık kentsel yerleşim ile 2.111,23 ha'lık kırsal yerleşimin alansal olarak neredeyse ilçede eşit olarak dağıldığı görülmüştür. Bunların yanında ilçede 2.817,78 ha alana yayılmış kentsel kullanım alanlarının ve 844,88 ha alan kaplayan kentsel açık ve yeşil alanların bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan analizlerden yola çıkılarak mavi altyapı unsurlarının ilçede yoğun olarak tarım alanları ile iletişim halinde bulunduğu gözlemlenmiş, Düden çayı ve diğer akarsuların tarımda aktif olarak kullanıldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Kepez ilçesi alan kullanımlarının dağılımı

Kentsel Yerleşim	2.088,37 ha	Yerleşim Alanları	4.199,6 ha
Kırsal Yerleşim	2.111,23 ha		
Ulaşım ve Altyapı	1.364,85 ha	Kentsel Kullanım Alanları	2.817,78 ha
Ticari Alan	1.011,44 ha		
Taş Ocağı	121,46 ha		
İnşaat Sahaları	117,74 ha		
Endüstriyel Alan	72,43 ha		
Kamusal Alan	65,86 ha		
Eğitim	64,00 ha		
Karışık Tarım Alanı	7.921,88 ha	Tarım Alanları	10.350,12 ha
Sera	1.237,22 ha		
Meyve Bahçesi	893,29 ha		
Tarla	297,73 ha		
Orman	11.313,90 ha	Doğal Alanlar	14.185,07 ha
Makilik Alan	2.816,90 ha		
Akarsu Yatağı	40,59 ha		
Gölet	5,49 ha		
Sulak Alan	3,91 ha		
Orman Kayalıkları	2,28 ha		
Vadiler	2,00 ha		
Kentsel Yeşil Alanlar	442,64 ha	Açık ve Yeşil Alanlar	844,88 ha
Diğer Açık Alanlar	350,90 ha		
Spor ve Rekreasyon Alanları	51,34 ha		



Şekil 4.6. Kepez ilçesi alan kullanımları haritası

4.2.2. Mavi altyapı unsurları

Kentleşme öncesi (1956-1957) mavi altyapı unsurları

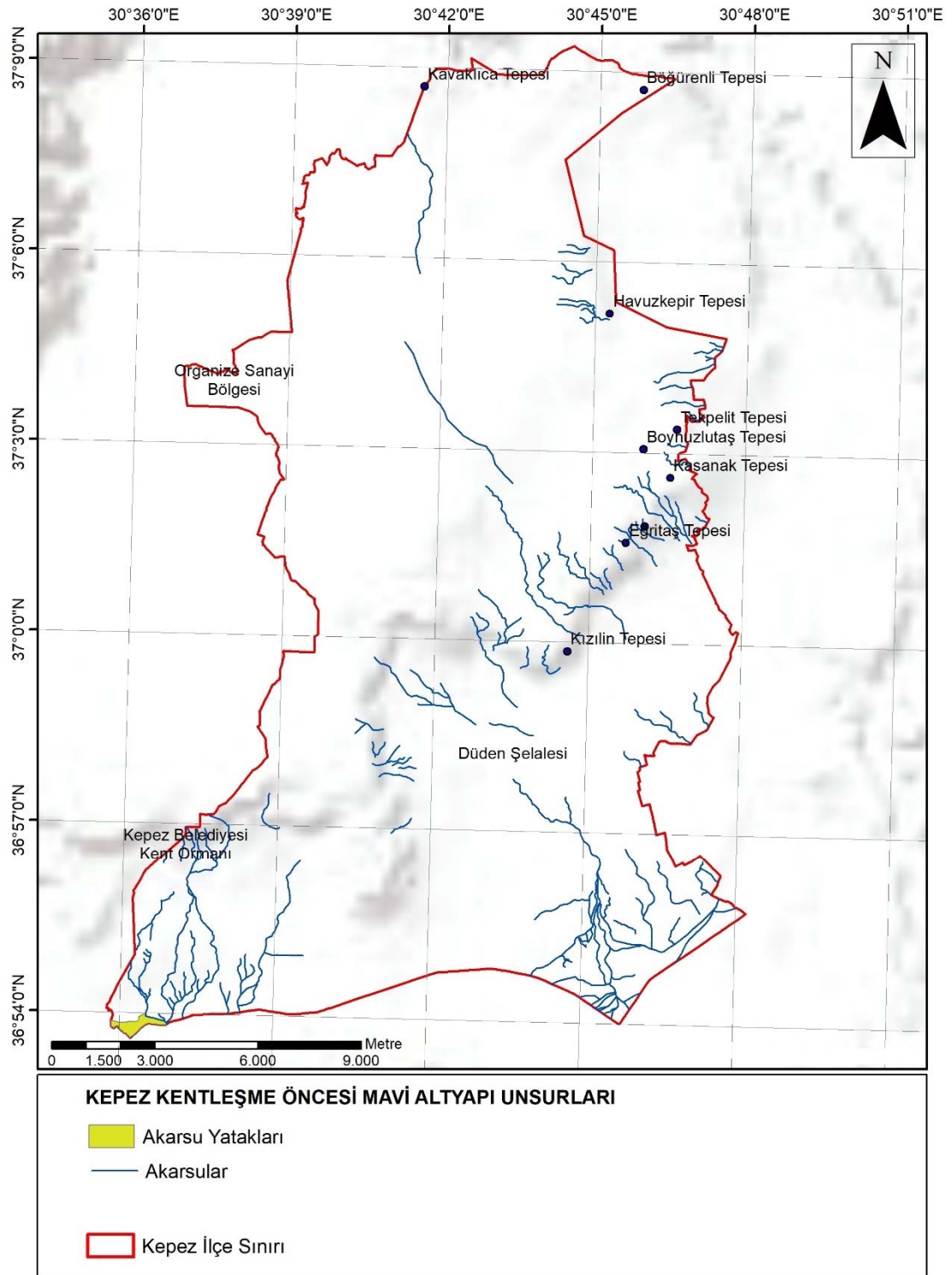
Kepez’de kentleşmeden önce 180,38 km uzunluğunda akarsu yatağı bulunduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda Muratpaşa ilçesi içinden de geçen Düden Çayı Kepez ilçe sınırları içerisinde doğmaktadır. Ana kaynağı Kırkgöz olan ve antik çağda adının Karaktes olduğu bilinen Düden çayı, Kepez içerisinde Düden Başı adı verilen bölgede yeraltından çıkmaktadır (Yıldız, 2011).

İlçede kentleşme öncesinde mavi altyapı unsurlarının, özellikle de akarsuların ilçenin güneydoğu ve güneybatı kısımlarında yoğunlaştığı ve buradan gelen suyun Konyaaltı ve Muratpaşa’ya akarsular aracılığıyla aktarıldığı görülmektedir (Şekil 4.7).

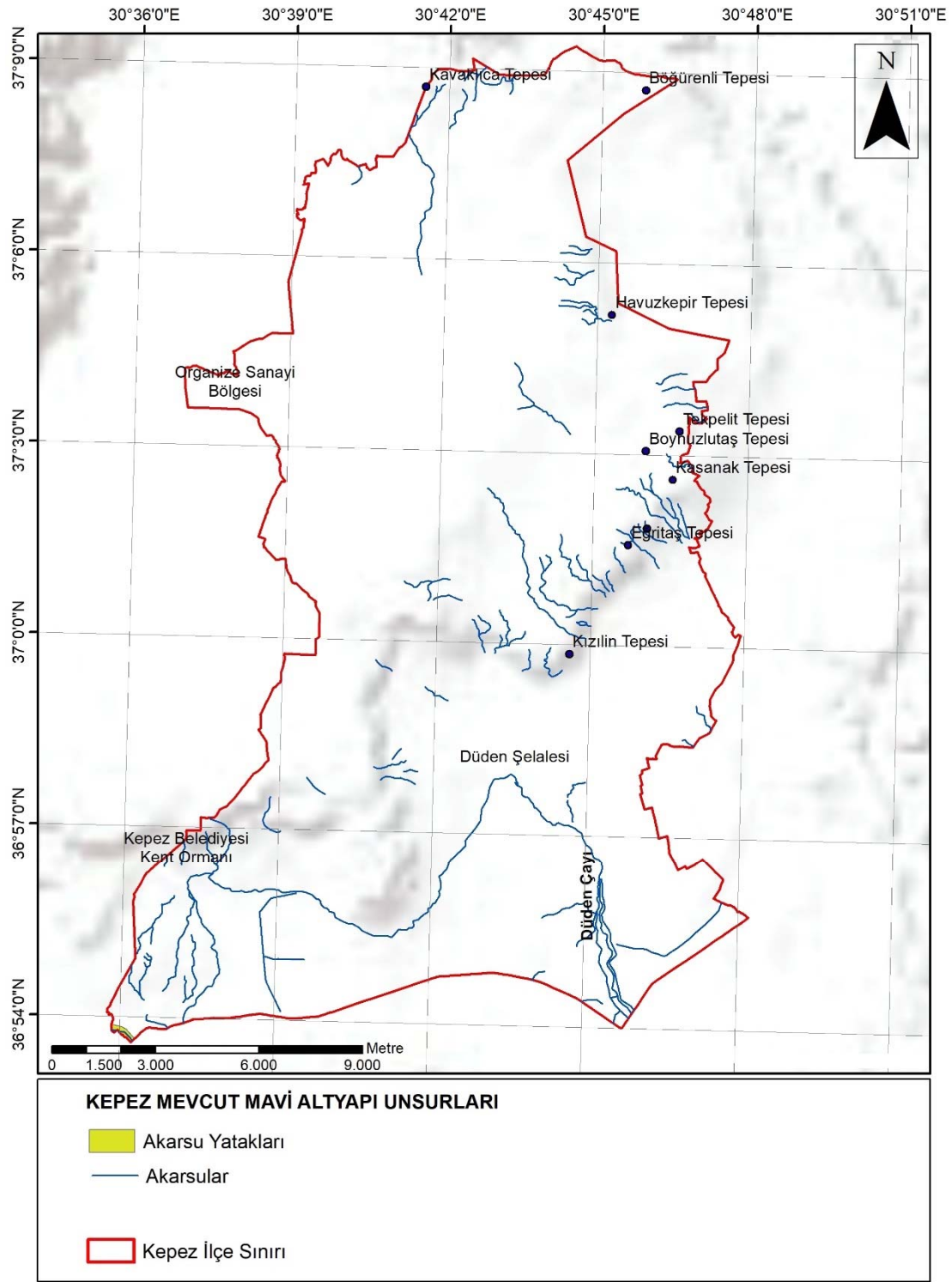
Mevcut (2018-2022) mavi altyapı unsurları

Kepez mevcut mavi altyapı unsurlarının analizinde ilçedeki akarsuların yaklaşık 146,02 km uzunluğunda olduğu, Konyaaltı ilçe sınırındaki 12,73 ha akarsu yatağının Boğaçay’a ait olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Alanda göl, gölet, sulak alan vb. farklı mavi altyapı unsuru saptanamamış olup, arazi çalışmaları sonucu bölgedeki doğal bitki örtüsü türlerinden yola çıkılarak taban suyu seviyesinin, özellikle Düden Çayı çevresinde yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Yıldız (2011) özellikle yerleşim alanları ve tarım alanlarının sıkça etkileşimde bulunduğu Düden Çayı’nın bugünkü su miktarının kendi obruğundan çıkan suya ek olarak 1961 yılında Kepez Hidroelektrik Santrali’ne bağlanan akarsular ile yaklaşık 10 km’lik bir kanalın ilave edildiğini ve debisi artan Düden Çayı’nın alt kotlardaki regülatörler sayesinde geçmişte sulama için de kullanıldığını belirtmiştir (Yıldız, 2011).



Şekil 4.7. Kepez ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları



Şekil 4.8. Kepez ilçesi mevcut mavi altyapı unsurları

4.2.3. Geçirimsizlik durumu

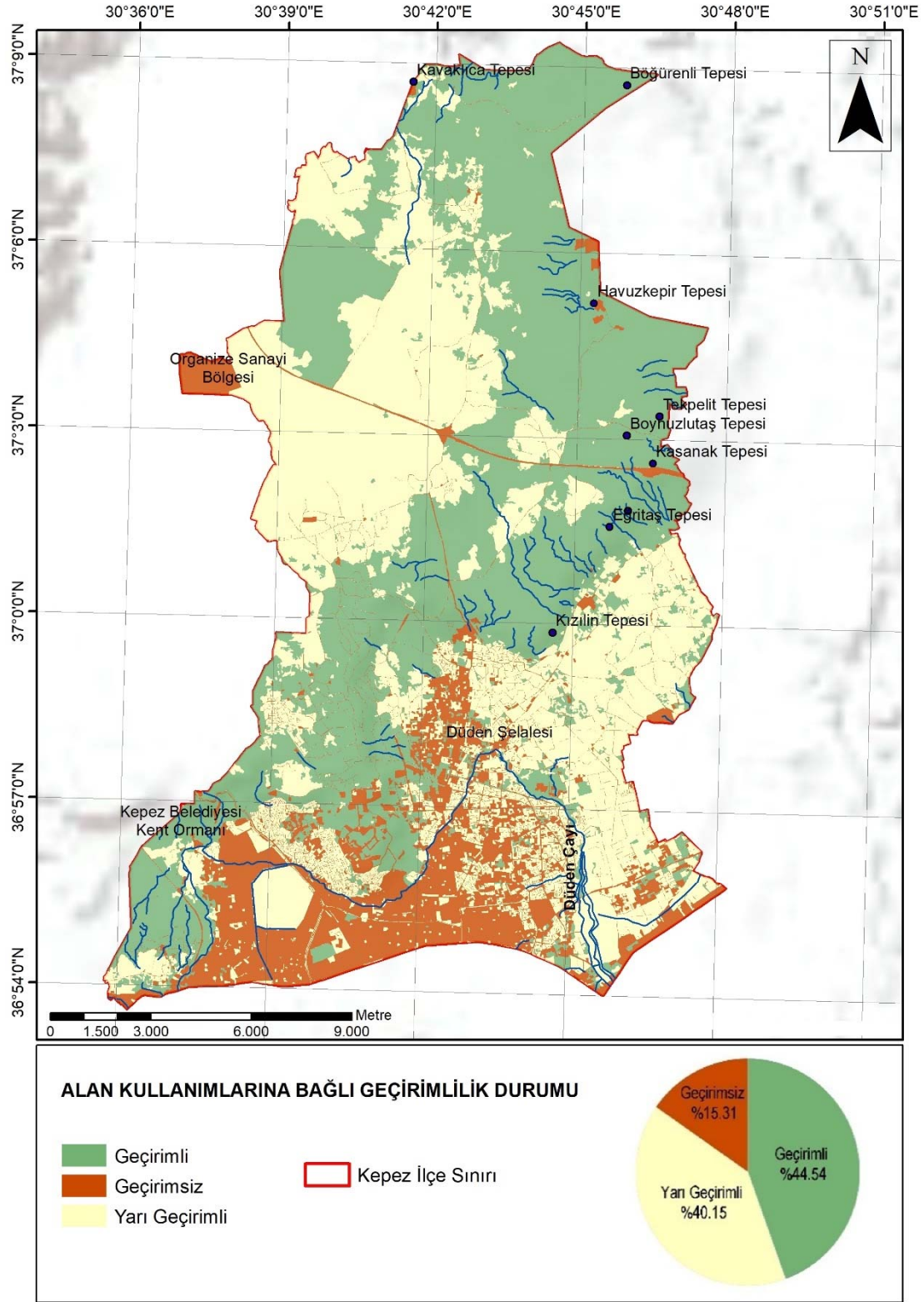
Alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik

Kepez ilçesi için yağmur suyu geçirimsizliği bölgenin alan kullanımlarına bağlı olarak gruplandırılmış ve Şekil 4.9'daki gibi haritalandırılmıştır. Buna göre doğal alanların yoğun olarak bulunduğu Kepez ilçesi için geçirimsiz yüzeylerin % 44,54 oranıyla en fazla alanı kapladığı belirlenmiştir. Burada ilçenin özellikle güney kısmında yoğunlaşan doğal alanların etkisi büyüktür. Alanda ikincil baskın kullanım olan tarım alanları ile yarı geçirimsiz alanlar % 40,15'ini kaplarken, % 15,31'lik bir alan geçirimsiz olarak belirlenmiştir. Geçirimsiz alanlar ilçenin güneyinde yoğunlaşmaktadır.

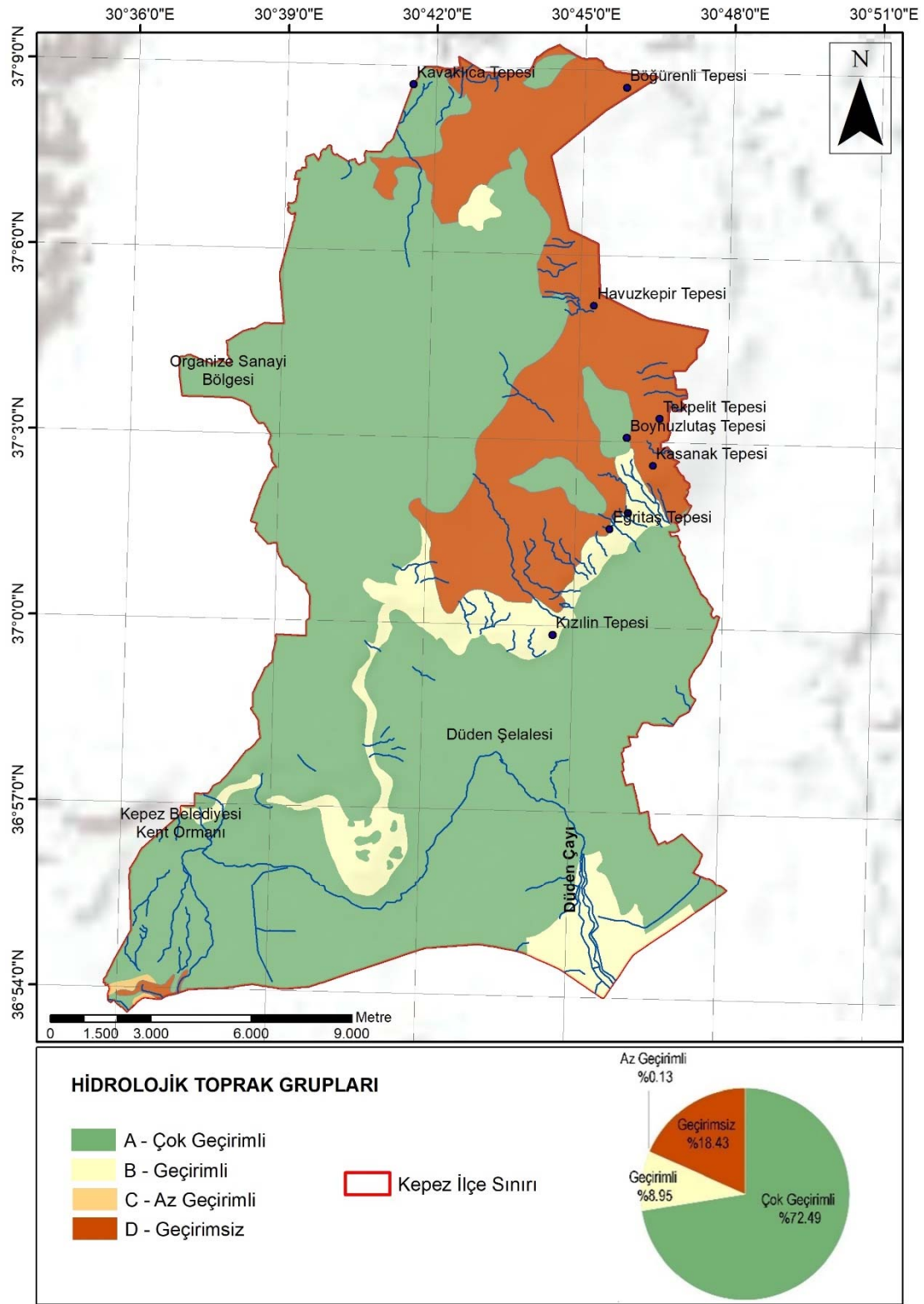
Hidrolojik toprak grupları

Kepez ilçesinin toprak yapısı bakımından büyük oranda çok geçirimsiz alanlara sahip olduğu belirlenmiştir. Kentsel dokunun yoğunlaştığı güney kesimlerde de yine çok geçirimsiz toprakların mevcut olduğu, bu toprakların kentsel kullanımlar ile geçirimsiz dokuyla örtüldüğü görülmektedir (Şekil 4.10).

Hidrolojik toprak grupları özelliklerine göre geçirimsiz alanlar Kepez ilçesinin kuzeydoğusunda yoğunlaşmakta olup, ilçenin yaklaşık % 18,43'ünü kapsamaktadır. Bu alanlar genelde doğal alanlardır. Az geçirimsiz alanlar yok denecek kadar az olup, ilçenin yalnızca yaklaşık % 0,13'ünü kaplamaktadır. Geri kalan % 8,95'lik alan ise SCS'nin sınıflandırmasına göre geçirimsiz olarak nitelendirilen alanlardır.



Şekil 4.9. Kepez ilçesi alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik durumu haritası



Şekil 4.10. Kepez ilçesi hidrolojik toprak grupları haritası

4.3. Konyaaltı ilçesi

4.3.1. Mevcut alan kullanımları

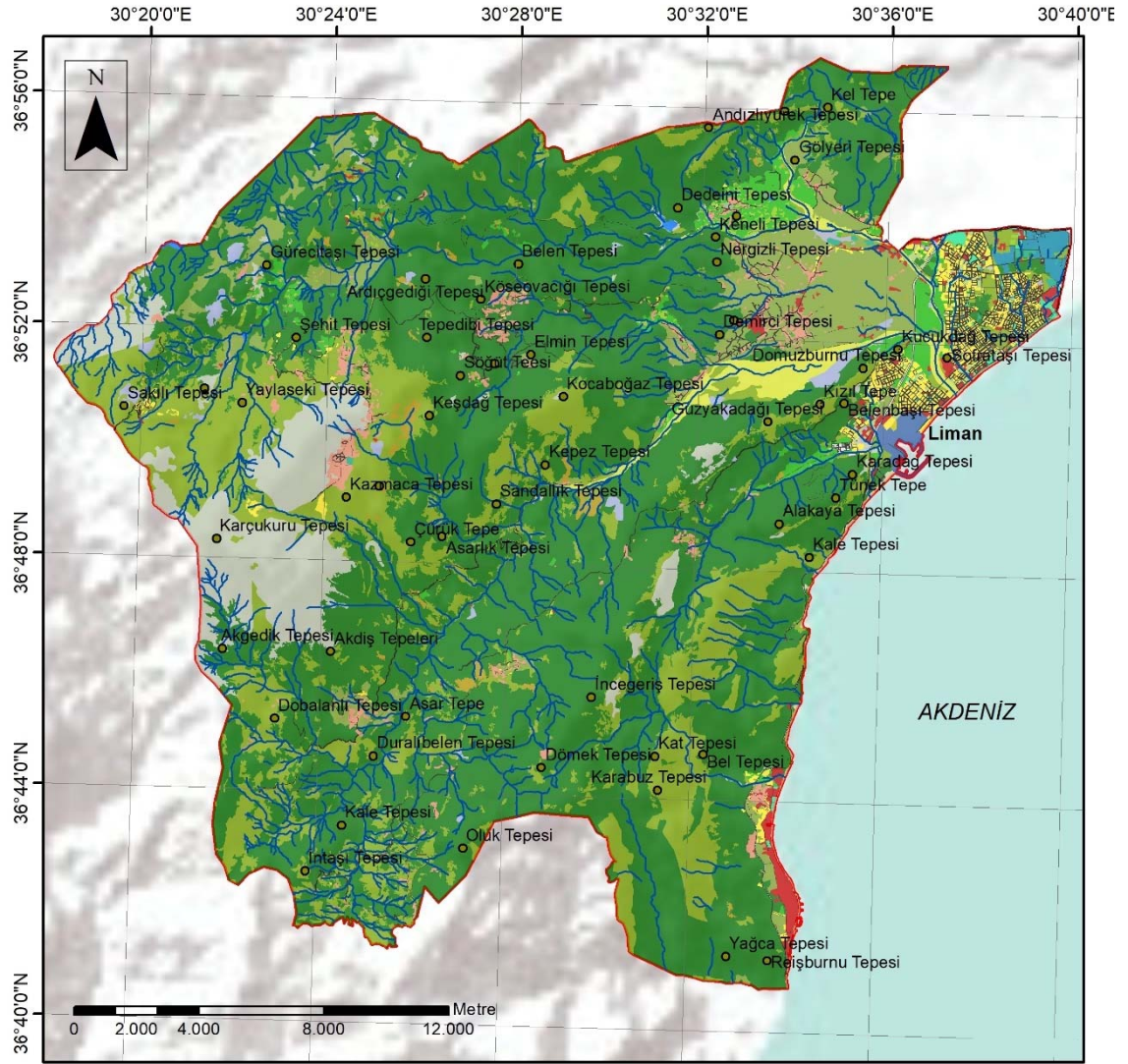
Konyaaltı alan kullanım sınıflamasına göre toplam 56.155 ha olarak belirlenen ilçe sınırları içerisinde doğal alanların kıyı gerisinde büyük yer kapladığı görülmektedir. Bununla birlikte ilçenin özellikle kuzeydoğu kesiminde yoğun kent dokusunun hakim olduğu görülmektedir. İlçe sınırları içindeki dağlık arazi şekilleri kentin gelişimine uygun olmadığı için doğal olarak kalabilmiştir. Doğal alanlar ilçede 47.876,31 ha alan kaplarken 32.612,96 ha'lık alanı doğal kızılçam ormanlarından, 10.579,74 ha alan makiliklerden, 3.442,78 ha alan ise orman kayalıklarından oluşmaktadır (Şekil 4.11).

Kentsel gelişimden önce tarımsal üretime dayalı bir bölge olan Konyaaltı ilçesinde tarımsal alanlar, doğal alanlardan sonra gelen en yaygın kullanım olarak belirlenmiştir. Buna göre toplamda 4.357 ha olarak belirlenen tarımsal kullanımların yaklaşık 3148 ha ile karışık tarım alanlarına ait olup yaklaşık 1.044 ha meyve bahçesi, 158 ha sera alanı ve 7 ha tarla olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Antalya ili için kentleşmenin hayli yoğun olduğu ilçelerden biri olan Konyaaltı ilçesi genelinin 1.011,58 ha alanı kentsel yerleşim, 877,33 ha alanı ise kırsal yerleşimlerden oluşmaktadır. 1.888,91 ha alan kaplayan yerleşim alanları dışında yapısal alanlar; 448,33 ha ticari alanlar, 301,5 ha taş ocakları, 170,72 ha eğitim kurumları, 156,41 ha liman bölgesi, 38,6 ha inşaat sahaları ve 4,75 ha kamusal alanlar şeklinde ilçeye yayılmıştır. Yarı doğal alanlar olarak tanımlanabilecek açık ve yeşil alanlar ise 126,39 ha alan kaplayan kentsel yeşil alanlar, 49,94 ha alan kaplayan spor ve rekreasyon alanları ve 129,08 ha alan kaplayan diğer açık alanlardan oluşmaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Konyaaltı ilçesi alan kullanımlarının dağılımı

Kentsel Yerleşim	1.011,58 ha	Yerleşim Alanları	1.888,91 ha
Kırsal Yerleşim	877,33 ha		
Eğitim	170,72 ha	Kentsel Kullanım Alanları	1.721,00 ha
İnşaat Sahaları	38,60 ha		
Kamusal Alan	4,75 ha		
Liman	156,41 ha		
Taş Ocağı	301,50 ha		
Ticari Alan	448,33 ha		
Ulaşım ve Altyapı	600,69 ha		
Karışık Tarım Alanı	3.147,77 ha	Tarım Alanları	4.357,03 ha
Meyve Bahçesi	1.044,08 ha		
Sera	157,89 ha		
Tarla	7,29 ha		
Akarsu Yatağı	841,89 ha	Doğal Alanlar	47.876,31 ha
Kıyı	82,29 ha		
Makilik Alan	10.579,74 ha		
Orman	3.261,96 ha		
Orman Açıklığı	268,97 ha		
Orman Kayalıkları	3.442,78 ha		
Sulak Alan	3,08 ha		
Vadiler	11,49 ha	Açık ve Yeşil Alanlar	305,41 ha
Gölet	33,11 ha		
Diğer Açık Alanlar	129,08 ha		
Kentsel Yeşil Alanlar	126,39 ha		
Spor ve Rekreasyon Alanları	49,94 ha		



ALAN KULLANIMLARI

Yerleşimler

- Kentsel Yerleşim
- Kırsal Yerleşim

Tarım Alanları

- Karışık Tarım Alanı
- Meyve Bahçesi
- Tarla
- Sera

Açık Yeşil Alanlar

- Kentsel Yeşil Alanlar
- Spor ve Rekreasyon Alanları
- Diğer Açık Alanlar

Kentsel Kullanım Alanları

- Eğitim
- Kamusal Alan
- Ulaşım ve Altyapı
- Liman
- Taş Ocağı
- İnşaat Sahaları
- Ticari Alan

Doğal Alanlar

- Sulak Alan
- Kıyı
- Orman
- Orman Açıklıkları
- Makilik Alan
- Orman Kayalıkları
- Vadiler
- Akarsu Yatağı
- Gölet

■ Konyaaltı İlçe Sınırı

Şekil 4.11. Konyaaltı ilçesi mevcut alan kullanımları

4.3.2. Mavi altyapı unsurları

Kentleşme öncesi (1956-1957) potansiyel mavi altyapı unsurları

Konyaaltı ilçesi potansiyel mavi altyapı unsurları yoğun olarak bulunan akarsu sistemi dışında Sarısu çevresinde yer yer sulak alanlar olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Boğaçay çevresinde geniş akarsu yatağı ve deniz kenarında büyük ölçüde sürekliliğe sahip bir kıyı şeridi bulunmaktadır. Konyaaltı ilçesinde bulunan akarsuların 883,74 km uzunluğa sahip olduğu belirlenirken, ilçede 134,35 ha alana sahip bir kıyı şeridi, 27,74 ha sulak alan ve 1440,96 ha akarsu yatağı bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.12).

Mevcut (2018-2022) mavi altyapı unsurları

Akarsular, sulak alanlar, akarsu yatakları, göletler ve kıyı şeridi ile mevcut mavi altyapı durumu incelenen Konyaaltı ilçesinde mavi altyapı unsurlarından 834,6 km uzunlukta akarsu, 979,54 ha akarsu yatağı, 52,06 ha kıyı şeridi, 3,88 ha sulak alan, 25,62 ha gölet belirlenmiştir (Şekil 4.13). Boğaçay akarsu yatağı, Konyaaltı ilçesi içerisindeki kentsel dokunun ortasında kalmıştır. Akarsuyun kurduğu yaz dönemlerinde dere yatağından taş ve malzeme alımı dikkat çekmektedir.

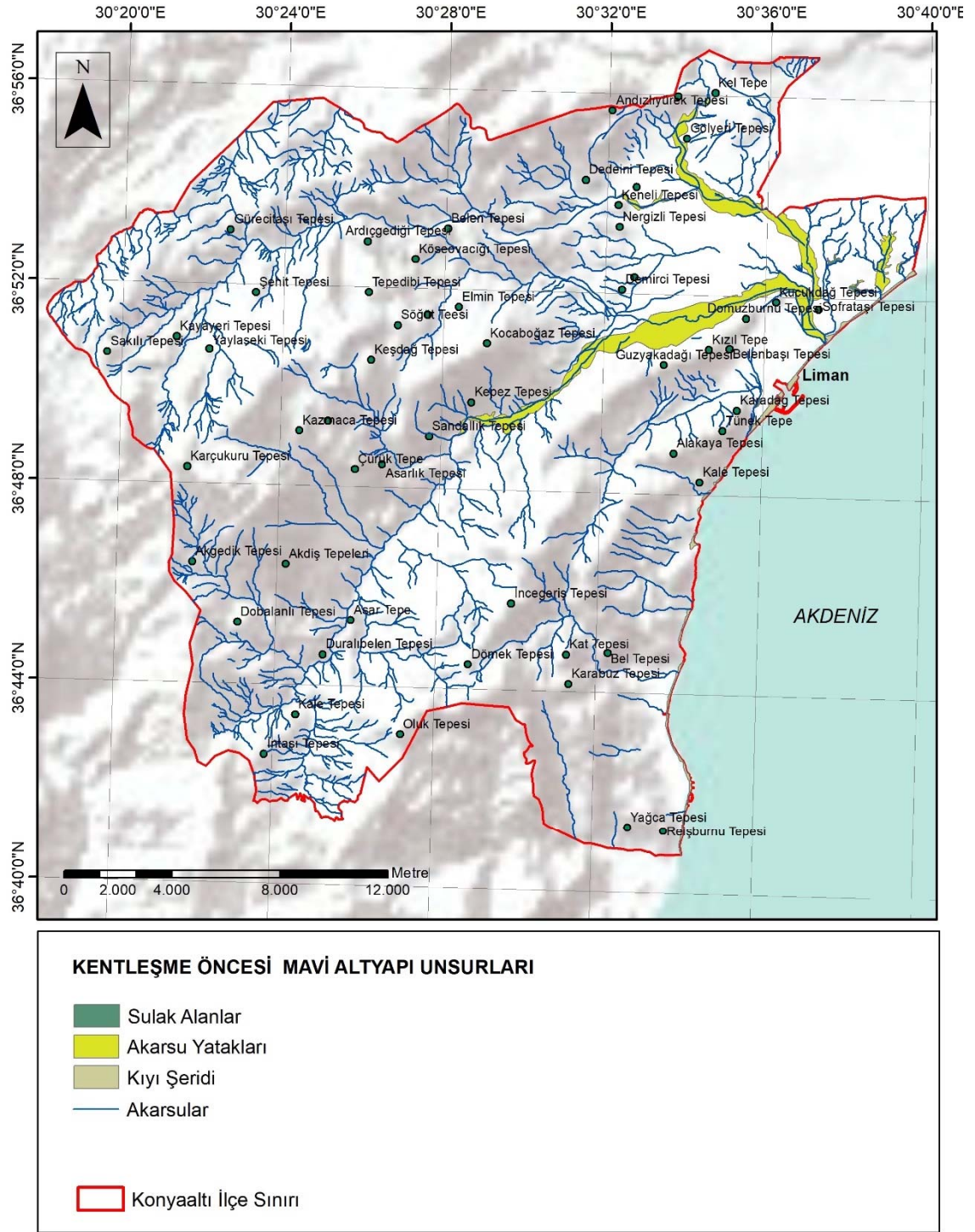
4.3.3. Geçirimsizlik durumu

Alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik

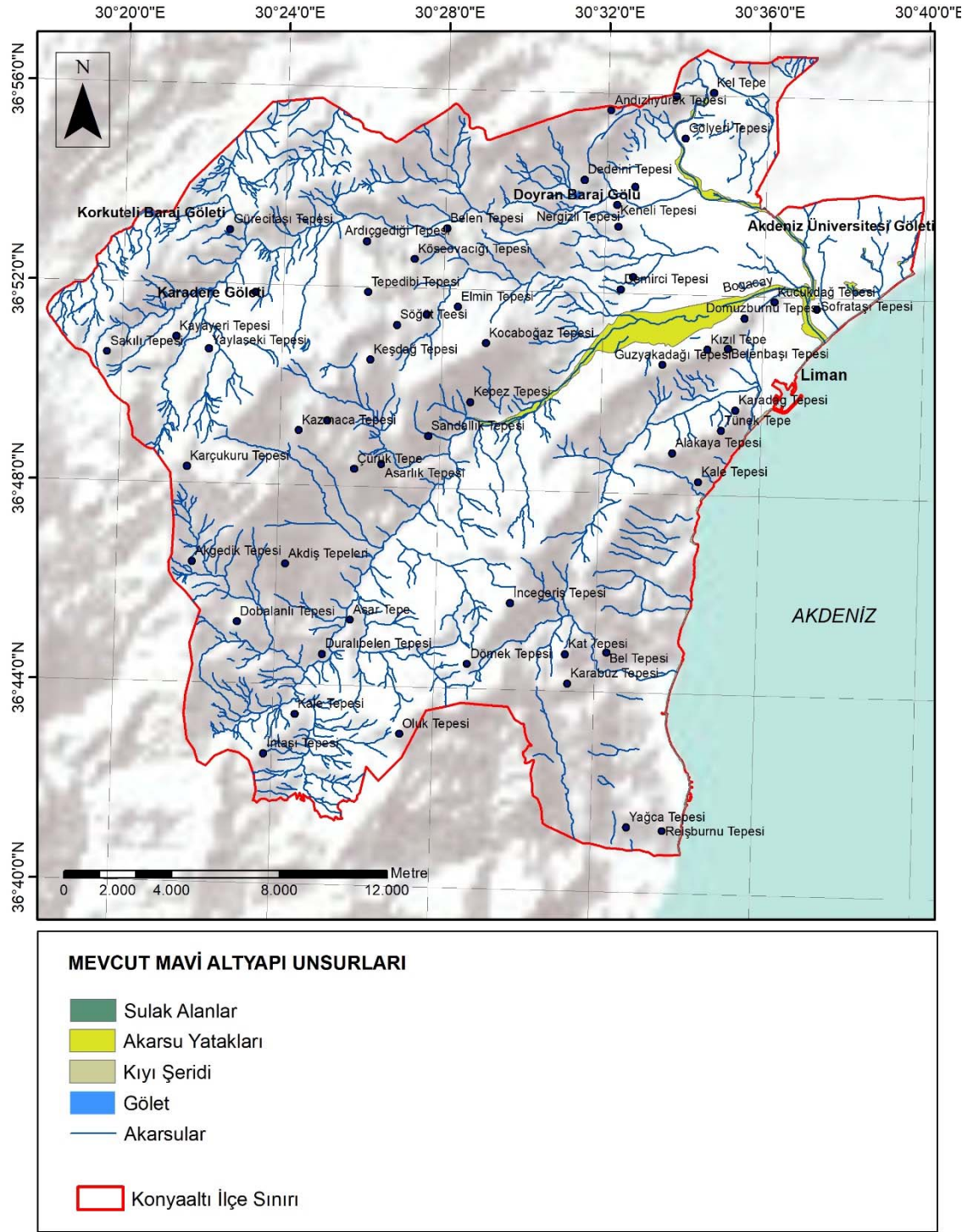
Alan kullanımlarına göre yapılan geçirimsizlik analizine göre orman alanlarının en fazla yer kapladığı Konyaaltı ilçesinde % 77,59 oranla geçirimsiz alanların yoğun olarak bulunduğu görülmektedir. Yoğun kentleşmeden dolayı ilçenin kuzeydoğusunda yoğunlaşan geçirimsiz alanların Konyaaltı ilçesinin % 12,56'sını kapladığı ve kalan % 9,85'lik kısımda da yarı geçirimsiz alanların bulunduğu gözlemlenmiştir. İlçenin batısında doğal olmasına karşın orman kayalıkları ile kaplı olan alanların oluşturduğu geçirimsiz yüzeyler bulunmaktadır (Şekil 4.14).

Hidrolojik toprak grupları, Konyaaltı

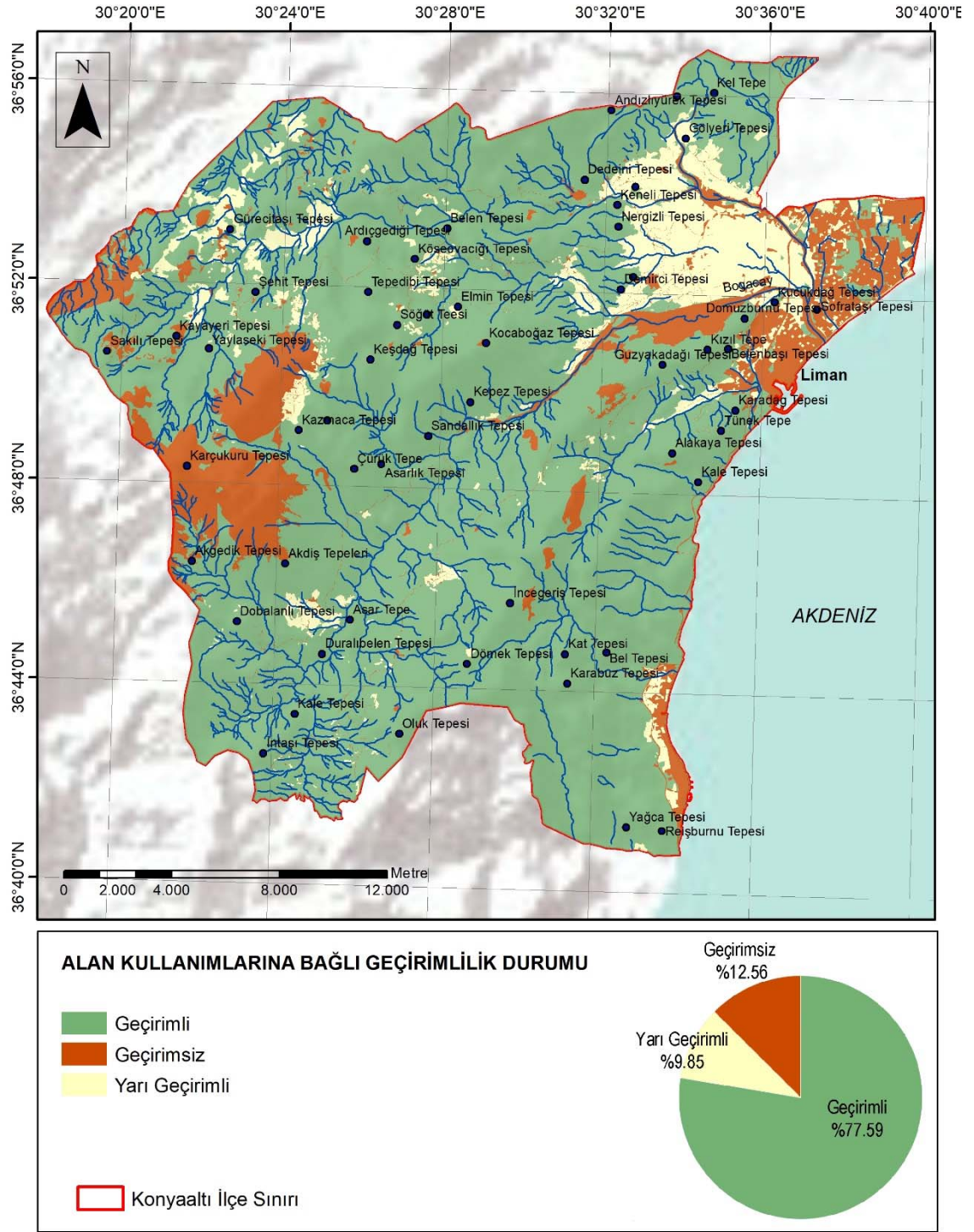
Konyaaltı ilçesi hidrolojik toprak grupları ile sınıflamaya göre ilçenin % 12,66'sı çok geçirimsiz, % 46,54'lük büyük bir kısmı geçirimsiz, % 10,37'si az geçirimsiz ve % 30,43'ü geçirimsiz topraklardan oluşmaktadır. Kentsel dokunun, çok geçirimsiz toprakların yoğun olarak bulunduğu ilçenin kuzeydoğusunu kapladığı görülmüştür. Bunun dışındaki doğal alanların çoğunlukla geçirimsiz B grubu ve geçirimsiz D grubu topraklara sahip olduğu, yer yer az geçirimsiz toprakların da doğal alanlarda dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



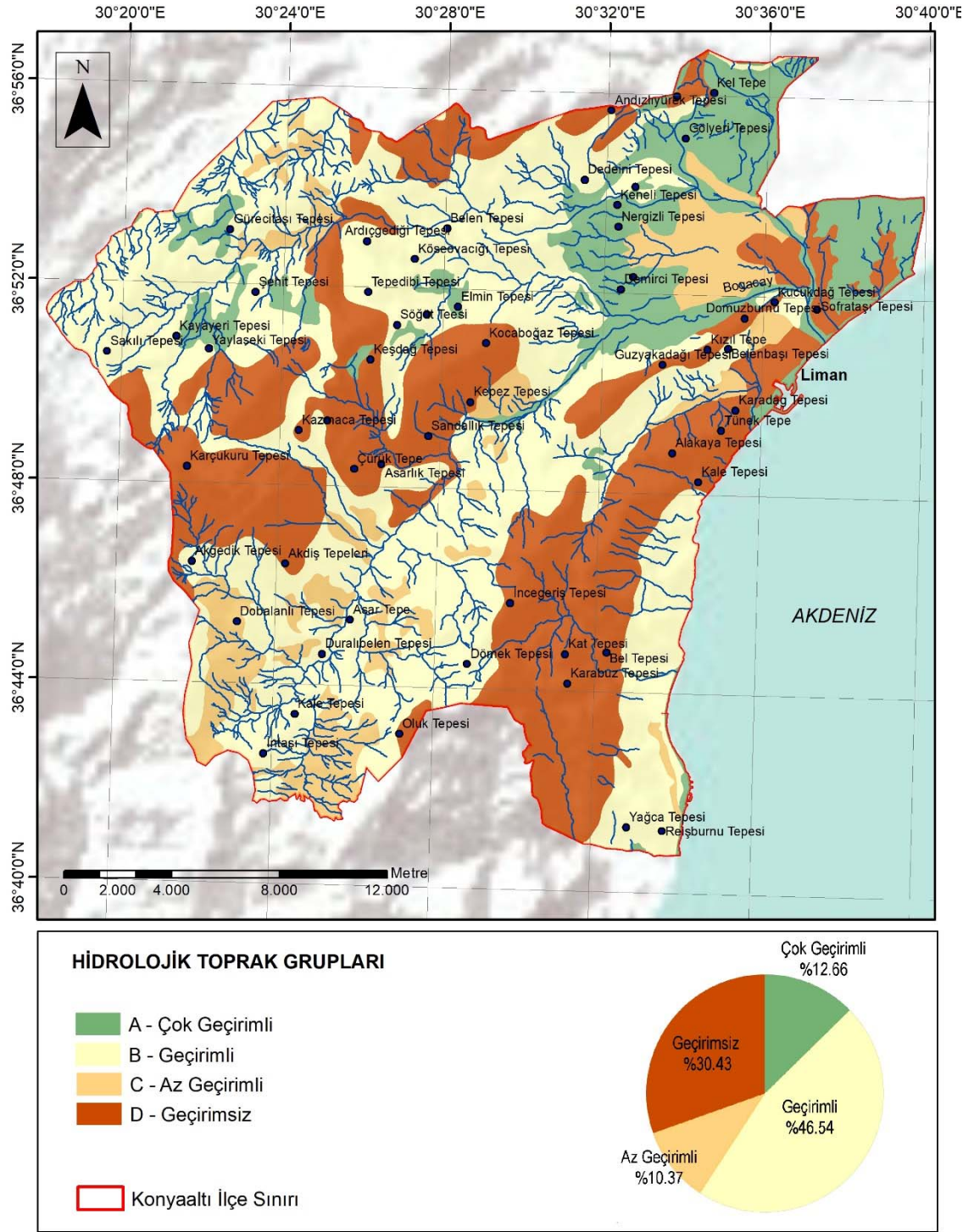
Şekil 4.12. Konyaaltı ilçesi kentleşme öncesi mavi altyapı unsurları haritası



Şekil 4.13. Konyaaltı ilçesi mevcut mavi altyapı unsurları haritası



Şekil 4.14. Konyaaltı ilçesi alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik durumu haritası



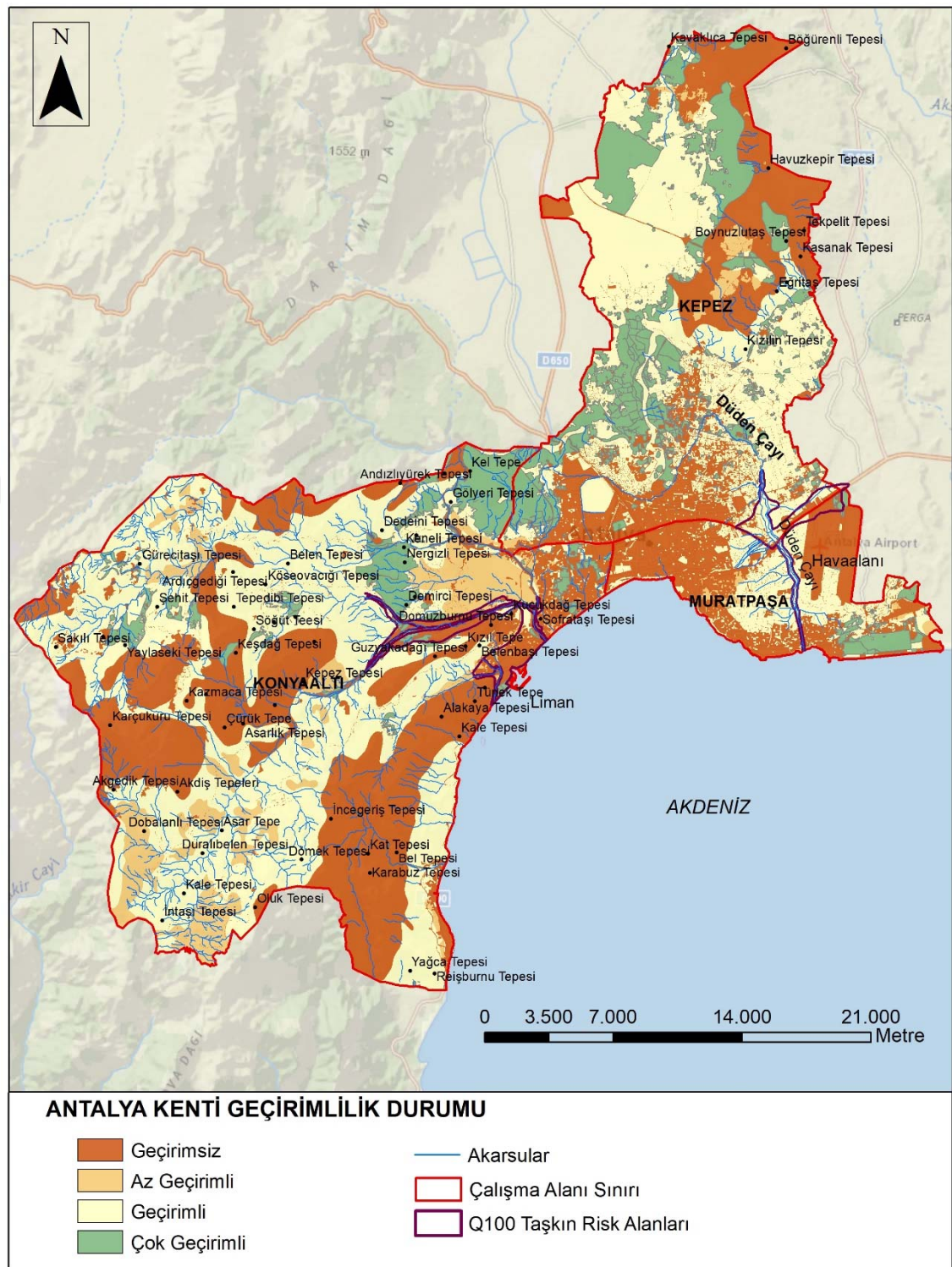
Şekil 4.15. Konyaaltı ilçesi hidrolojik toprak grupları haritası

4.4. Antalya kenti geçirimsizlik durumunun analizi

Antalya kenti geçirimsizlik durumunun ortaya konulabilmesi adına, çalışma alanı olan her bir ilçe için önceki aşamalarda gerçekleştirilen “Alan Kullanımlarına Bağlı Geçirimsizlik Durumu” ve “Hidrolojik Toprak Grupları” analizleri bir arada değerlendirilmiştir. Toprak yüzeyine müdahale edilmemiş ormanlar, orman kayalıkları, makilik alanlar vb. doğal alanlar hidrolojik toprak gruplarına göre geçirimsizlikleri kapsamında; insan etkisine maruz kalıp doğal toprak yapısına müdahale edilmiş alanlar ise alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlikleri kapsamında değerlendirilmiştir. Tamamen yapılaşmış, toprak yüzeyin geçirimsiz materyallerle kaplandığı alanlar; hidrolojik toprak gruplarına bakılmaksızın geçirimsiz olarak kabul edilmiştir. Bunun dışında alan kullanımları kapsamında geçirimsiz veya yarı geçirimsiz olarak değerlendirilen alanlardaki geçirimsizlik durumu her iki analiz de baz alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.16).

Geçirimsiz yüzeylerin 43.612 ha ile kıyıya yakın, genellikle yerleşim alanlarından uzak, doğal bölgelerde bulunduğu göstermektedir. Alan büyüklüğü bakımından 35.397 ha alan ile geçirimsiz yüzeyler özellikle Konyaaltı ve Muratpaşa'nın kıyıya yakın kesimlerinde, kent dokusunun yoğun olduğu kesimlerde tespit edilmiştir. 11.696 ha alanla çok geçirimsiz yüzeylerin neredeyese tamamı çalışma alanının doğal niteliğe sahip bölgelerinde konumlanmaktadır (Şekil 4.16).

Çalışma kapsamında Devlet Su İşleri Bölge Müdürlüğü (DSİ) ile yapılan görüşmeler sonucunda Konyaaltı ilçesinde bulunan Boğaçay ve Sarısu nehirleri ile Kepez ve Muratpaşa'dan geçen Düden Çayı için DSİ'nin 100 yıllık taşkın tekerrür debilerine göre belirlediği taşkın risk bölgeleri ise yine Şekil 4.16'da verilmiştir.

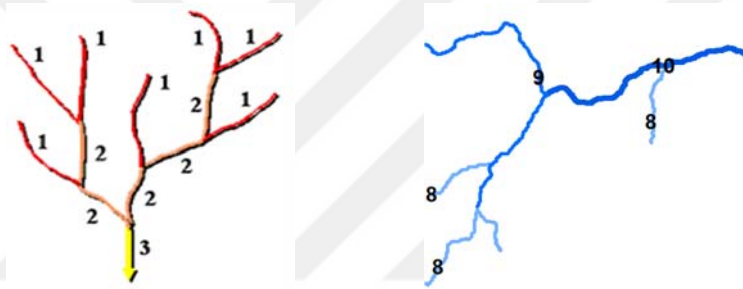


Şekil 4.16. Çalışma alanı geçirimsizlik durumu

4.5. Mavi altyapı bağlamında Antalya kenti doğal drenaj hatlarının belirlenmesi

Doğal su döngüsü göz önünde bulundurulduğunda, yağışla yeryüzüne düşen suyun tekrar döngüye kazandırılana kadar yeryüzünde aldığı yol drenaj hatları olarak tanımlanabilir. Bu hatlar yeryüzü şekillerine bağlı olarak suyun akış yönü ve birikimi sonucunda oluşmaktadır. İnsan etkisine bağlı olarak değişen yeryüzü şekilleri ve yüzey örtüsü, suyun doğal akış rotasını değiştirerek yer yer doğal döngüye kazandırılmadan yitirilmesine sebep olabilmektedir. Özellikle geçirimsiz yüzeylerle kaplı alanlarda bu durum mavi altyapı bakımından büyük sorun teşkil etmektedir.

Çalışma alanında toplamda akış birikimine bağlı olarak 12 derece drenaj hattı elde edilmiştir. Strahler yönteminde akış dereceleri Şekil 4.17’de gibi belirlenmiştir. Herhangi bir kolu olmayan bağlantılar 1. Derece olarak belirlenirken, aynı nitelikteki bağlantılar kesiştiğinde, yeni bağlantı bir derece artmaktadır. Buna karşın farklı derecelerdeki bağlantılar birleştiğinde bağlantı niteliğinde bir değişiklik olmamaktadır (Esri, 2019). Çalışma alanı için yapılan analizler sonucu elde edilen doğal drenaj hatları için 5. derece ile 12. derece arasındaki bağlantılar dikkate alınarak tanımlanmış ve Şekil 4.18’deki gibi haritalandırılmıştır.

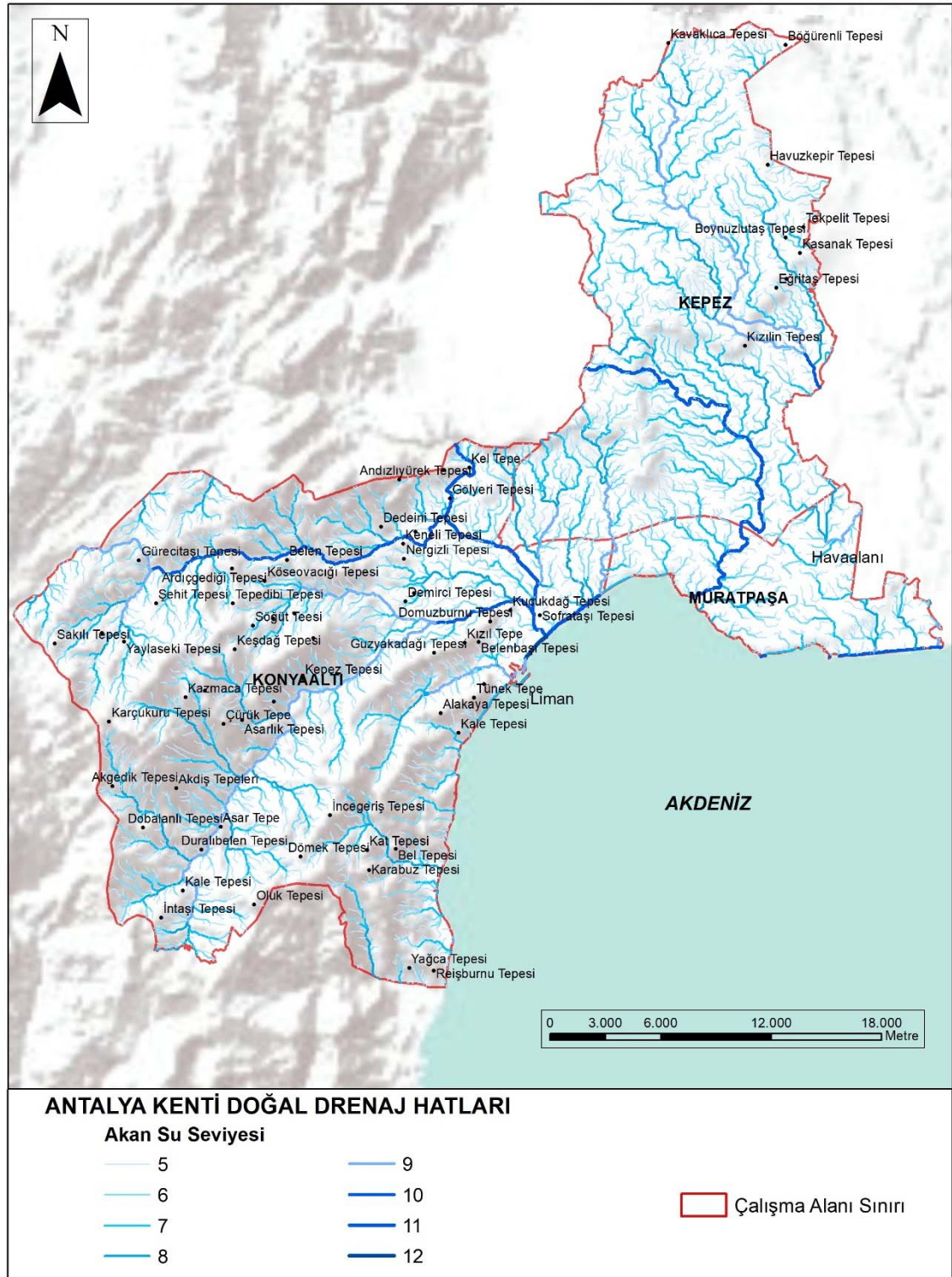


Şekil 4.17. Straler yöntemine göre akış dereceleri (Esri, 2019)

Elde edilen verilere göre yüzey akış birikiminin en fazla olduğu drenaj hattı olarak 12 derece seviyesindeki bağlantıların toplam uzunluğu 2,5 km olarak belirlenmiştir. 11. Derece bağlantılar 60,2 km uzunluğunda hesaplanmış olup, 10. Derece bağlantılar ise 43,4 km olarak ortaya konulmuştur. En fazla su birikimine sahip bu üç derecedeki drenaj hatları biri Muratpaşa’dan diğeri ise Konyaaltı’ndan denize dökülen iki büyük bağlantı oluşturmaktadır. Diğer dereceler için belirlenen bağlantı uzunlukları Çizelge 4.4’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Çalışma alanı için belirlenen doğal drenaj hatlarının derecelerine göre toplam uzunlukları

Bağlantı Derecesi	Uzunluk (km)
12	2,54
11	60,21
10	43,42
9	124,95
8	210,31
7	488,06
6	936,20
5	1.847,90



Şekil 4.18. Antalya kenti için belirlenen doğal drenaj hatları

4.6. Antalya kenti yağmur suyu yüzey akış potansiyeli

Yağışla yeryüzüne düşen suyun, çalışma alanının her bir noktası için ne kadarının toprak yüzeyler tarafından emildiği, ne kadarının yüzey akışına geçtiği konusu mavi altyapı kapsamında büyük önem taşımaktadır. Burada Curve number, yağış sırasında arazi üzerinde akışa geçen su miktarının hesaplanabilmesi adına kullanılan bir parametredir. Alan kullanımı ve/veya yüzey örtüsü ile toprak geçirimsizliğinin (hidrolojik toprak grupları) beraber değerlendirilmesi ile curve number değerleri US SCS (1972), Ahmad vd. (2015) ve Şahin vd. (2013) yapmış olduğu çalışmaların da yardımıyla belirlenmiş ve haritalandırılmıştır (Şekil 4.19). Curve Number değeri arttıkça yüzey akışı da artmaktadır.

Curve Number değerlerinin belirlenmesinden sonra çalışma alanı için yüzey suyu akışa geçtikten sonraki maksimum su tutma potansiyeli

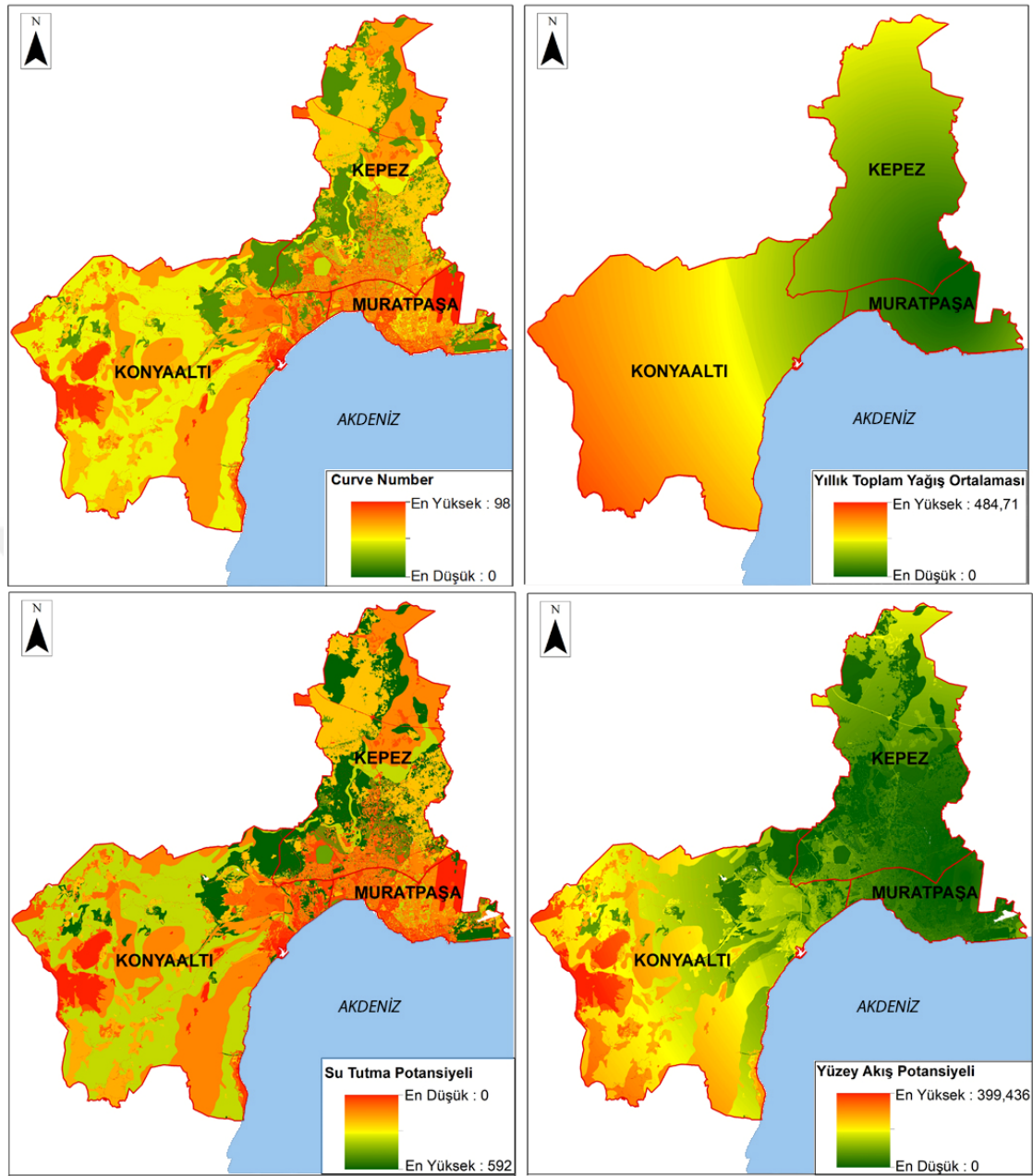
$$S = (25400/CN)-254$$

formülüne göre hesaplanmış ve haritalanmıştır (Şekil 4.19) (Ahmad vd., 2015, Şahin vd., 2013).

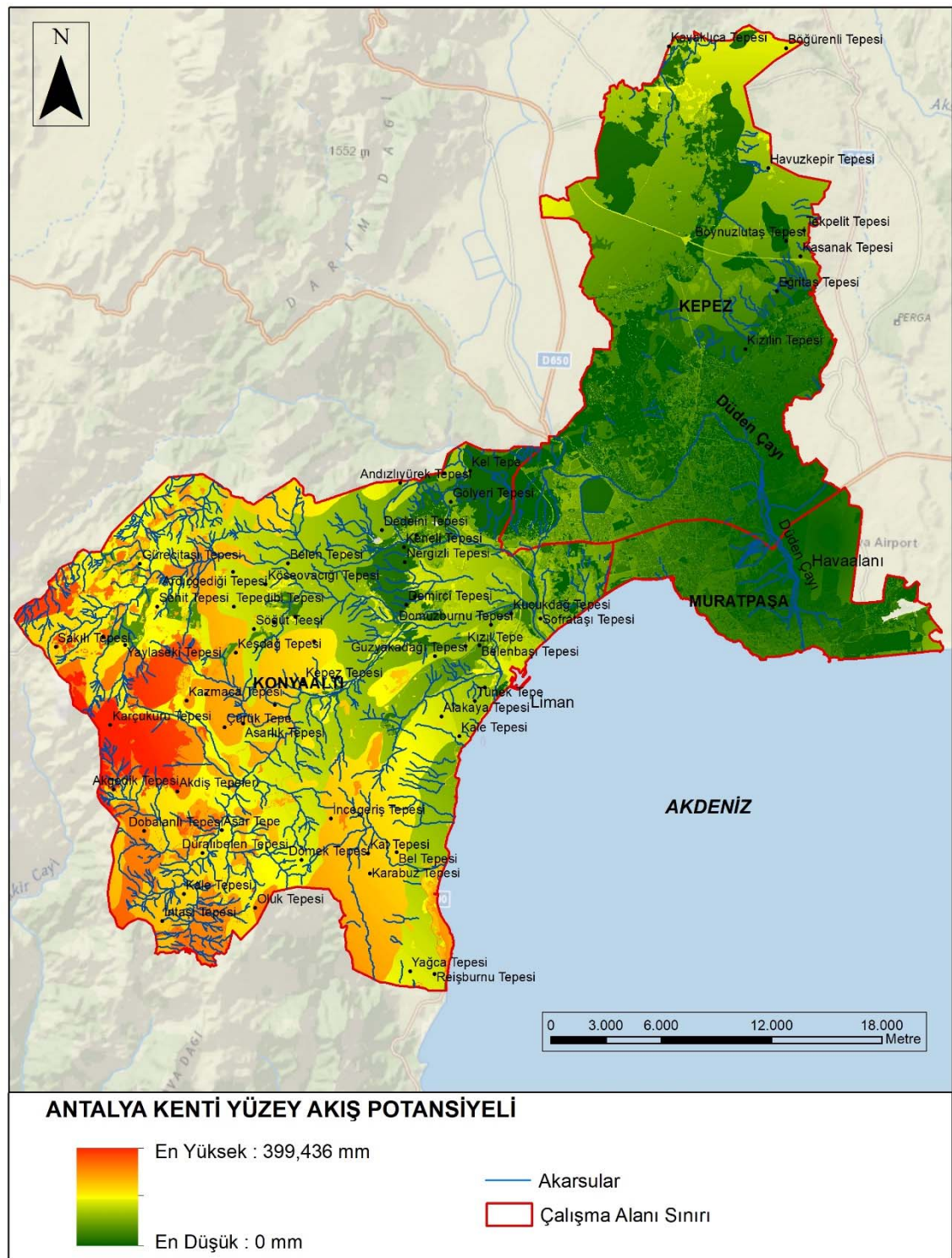
Elde edilen S değerleri (mm), yıllık ortalama yağış değerleri (P) (mm) ile aşağıdaki formüle göre değerlendirilerek yüzey akış değerleri (mm) hesaplanmış ve Şekil 4.20'deki harita elde edilmiştir.

$$Q = (P-0.2 \times S)^2 / (P+0.8 \times S)$$

Yapılan analizler yüzey akışının çalışma alanının batısından doğusuna gidildikçe arttığı göstermiştir. En yüksek yüzey akışı Konyaaltı ilçesinin batı kısımlarında görülmüş, elde edilen maksimum değer 399,44 mm olmuştur. Muratpaşa ilçesinin geneli ile Kepez ilçesinin güney kesimlerinde yüzey akışının minimum düzeylerde seyrettiği, Kepez ilçesi için kuzeye gidildikçe bu değer artmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Yüzey akış potansiyelinin hesaplanması: Curve number – yıllık toplam yağış ortalaması – su tutma potansiyeli – yüzey akış potansiyeli



Şekil 4.20. SCS Eğri Numaraları yöntemi ile belirlenen Antalya Kenti Yüzey Akış Potansiyeli Haritası

4.7. Antalya kenti için mavi altyapı sistem analizi

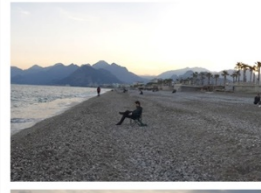
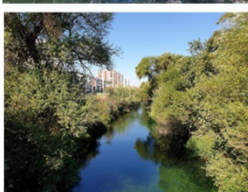
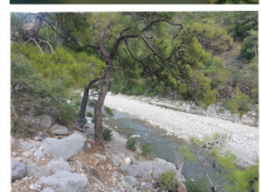
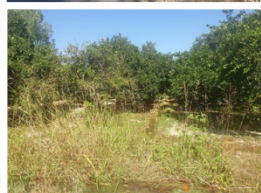
4.7.1. Antalya kenti mavi - yeşil altyapı durumu

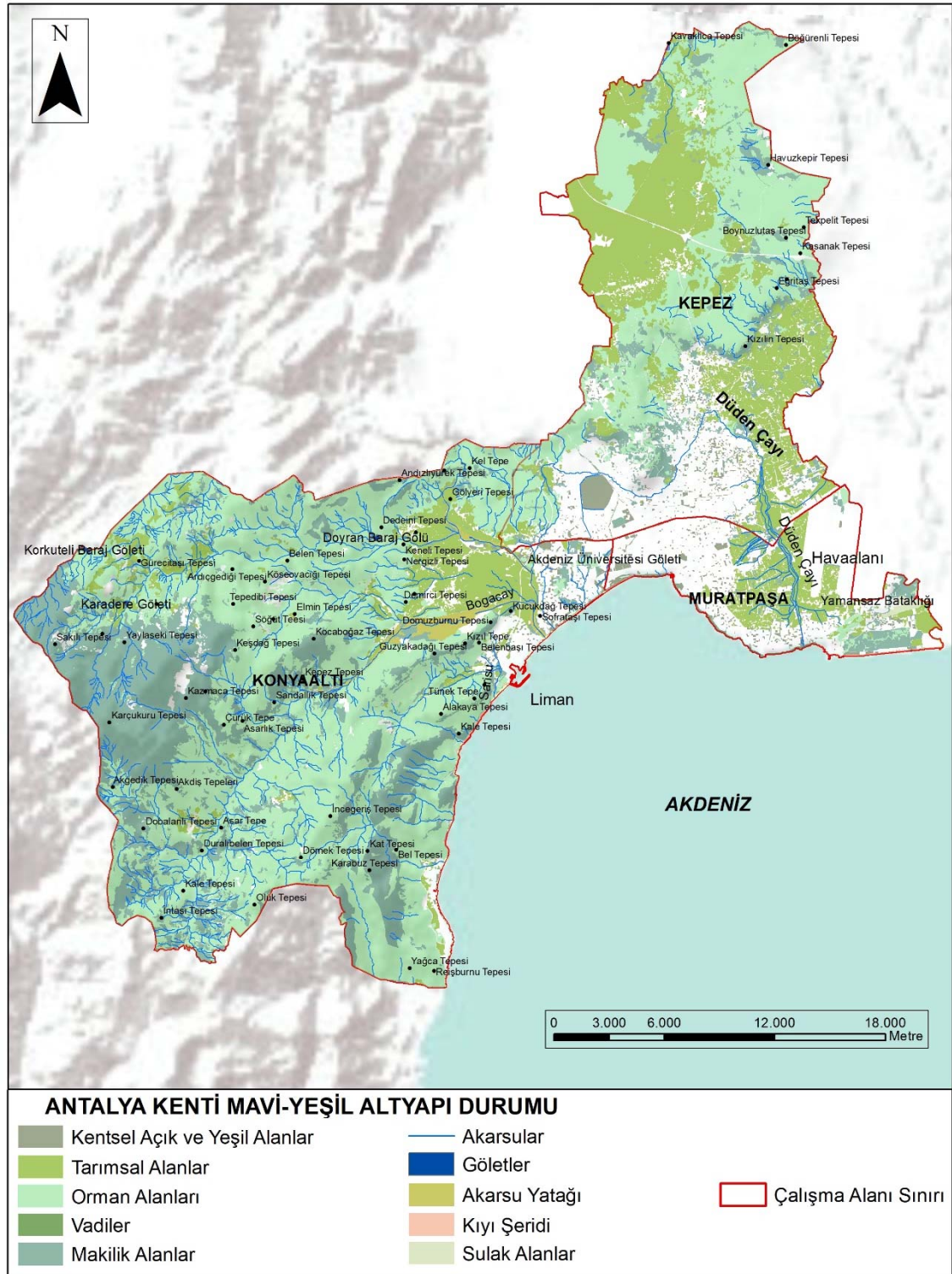
Çalışma alanı için önceki aşamalarda yapılmış olan alan kullanım analizleri ile mavi altyapı unsurları analizlerinin mavi – yeşil altyapı kapsamında değerlendirilmesi ile Antalya kent merkezi için mavi - yeşil altyapı durumu Şekil 4.21'deki gibi ortaya konulmuştur.

Konyaaltı ve Kepez ilçeleri yüksek ve eğimli alanlarında mevcut doğal ormanlar ile alan içerisindeki diğer ormanlar yeşil altyapı bakımından alanda en fazla bulunan unsur olarak belirlenmiş olup alanı 44.146,54 ha olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanı içerisindeki doğal makilik alanlar ise 17.729,91 ha ile yeşil altyapı bakımından alanda en çok bulunan unsur olarak belirlenmiş olup, bunu 16.847,36 ha ile tarımsal alanlar takip etmektedir. Çalışma alanında kent dokusu içerisinde yaygın olarak bulunan kentsel açık ve yeşil alanlar ise 1.683,49 ha alan kaplamaktadır. Bunlar dışında alanda çok yoğun olmamakla birlikte yaklaşık 916,75 ha akarsu yatağı, 129,74 ha kıyı şeridi, 120,82 ha sulak alan, 38,61 ha yapay gölet ve 13,49 ha doğal vadi tespit edilmiştir.

Uydu görüntülerinden ve kaynaklardan elde edilen bu verilere ek olarak yapılan arazi çalışmalarında, çalışma alanı içerisindeki temel mavi yeşil altyapı unsurları daha detaylı gözlemlenmiş ve Çizelge 4.5'te olduğu gibi örneklendirilmiştir.

Çizelge 4.5. Çalışma alanından mavi yeşil altyapı örnekleri

Mavi-Yeşil Altyapı Türü	Muratpaşa	Kepez	Konyaaltı
Kent Parkları <i>Muratpaşa:</i> <i>Aşağı Düden Şelalesi Parkı</i> <i>Kepez:</i> <i>Yukarı Düden Şelalesi Parkı</i> <i>Konyaaltı:</i> <i>Sahil ve Yaşam Parkı</i>	 	 	 
Yeşil Vadiler, Koridorlar <i>Muratpaşa:</i> <i>Aşağı Düden Çayı Boyunca</i> <i>Kepez:</i> <i>Yukarı Düden Çayı Boyunca</i> <i>Konyaaltı:</i> <i>Sarısu, Çandır Çayı</i>	 	 	 
Sulama Kanalları ve Tarım Alanları <i>Muratpaşa:</i> <i>Yeşilova Mahallesi Fener Mahallesi</i> <i>Kepez:</i> <i>Altınova Mahallesi</i> <i>Konyaaltı:</i> <i>Karatepe Mahallesi</i>	 	 	 
Taban Suyu Seviyesi Yüksek Sazlık, Bataklık ve Sulak Alanlar <i>Muratpaşa:</i> <i>Güzelbağ Mahallesi Yeşilova Mahallesi Yamansaz Bataklığı</i> <i>Kepez:</i> <i>Beşkonaklılar Mahallesi Altınova Mahallesi</i> <i>Konyaaltı:</i> <i>Bahtılı Mahallesi Zümrüt Mahallesi Liman</i>	 	 	 



Şekil 4.21. Antalya Kenti Mavi - Yeşil Altyapısı

4.7.2. Antalya kenti için mavi altyapı sistem analizi

Doğal sürecinde su farklı formlarda ekosistemler arasında sürekli tekrar eden bir döngü ile aktarılan dinamik bir yapıdadır. Yağmur suları ile yeryüzüne düşen su, toprak emilimi ve doğal drenaj hatları yardımıyla ana kaynağına ulaşır ve buharlaşarak tekrar yağışla yeryüzüne düşer. Doğal su döngüsünün, kentleşme ve iklim değişikliği gibi sebeplerle bozulması suyun doğal döngüye geri kazandırılmamasına ve yitirilmesine neden olabilmektedir. İklim değişikliğine bağlı aşırı hava olayları ile kentleşmeye bağlı artan geçirimsiz yüzeylerin suyun emilimini veya doğal yollarla drene olmasını engellemesi durumu kentlerde sel ve taşkın gibi doğal afetlerin yıkıcı etkilerini arttırmaktadır.

Yaşanan afetlerin ve bu afetlerle oluşan hasarın en aza indirilmesi adına, özellikle çalışma alanı olan Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez ilçeleri gibi kentleşmenin yoğun olduğu alanlarda mavi altyapının, alanın koşullarına bağlı olarak yeşil ve gri altyapı ile desteklenmesi önemlidir. Bu amaçla Antalya kenti için mavi altyapı bakımından verimli ve korunması gereken bölgeler ile mavi altyapının yeşil ve/veya gri altyapı ile desteklenerek iyileştirilmesi gereken bölgeler ile geçirimsizlik durumu analizi sonuçları birlikte değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre; kentleşmenin yoğun olarak bulunduğu, çalışma alanının kıyıya yakın kesimlerinde yoğunluklu olmak üzere “Gri altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar” 35.115,30 ha alan kaplamaktadır. Bu alanlar mavi altyapı düzenlemesi bakımından yeşil altyapının kullanılamayacağı, geçirimsizliği hayli düşük, yüzey akışının ise oldukça yüksek olduğu bölgelerdir. Bu bölgelerde suyun yüzey akışıyla kaybı ve/veya sel, taşkın gibi oluşabilecek olası doğal afetlerin engellenebilmesi ve yağmur suyunun doğal döngüye mümkün olduğunca az kayıpla katılabilmesi adına kanallar, yapay drenaj sistemleri vb. gri altyapı unsurları ile desteklenmesi yararlı olacaktır.

Boğaçay’ın kolları arasında kalan alan ile Konyaaltı’nın batı kesiminin bir kısmı, Muratpaşa ve Kepez ilçeleri içerisinde 7.945,54 ha genişliğinde bir bölge yer yer “Yeşil altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar” olarak belirlenmiştir. Bu alanlar, geçirimsizliği az, yüzey akışı 200 mm’ye kadar çıkabilen alanlar ile, geçirimsizliği nispeten iyi durumda olmasına karşın yüzey akışının hayli yüksek olduğu özelliktedir. Tamamen geçirimsiz yüzeylerle kaplı olmadığı dikkate alındığında bu bölgelerde yağmur suyu emilimini artırmak ve mavi altyapı sistemini iyileştirmek adına oluşturulacak yeşil alanlar, biyo-hendekler, yağmur bahçeleri vb. yeşil altyapı unsurları ile desteklenmesi gereken alanlar olarak öne çıkmıştır.

“Yeşil ve gri altyapı unsurları ile desteklenmesi gereken alanlar” tanımlanan bölge genellikle Konyaaltı ilçesi batı kesimlerinde yoğunlaşmıştır ve 3.550 ha alan kaplamaktadır. Bu alanlar geçirimsizliğin az olduğu fakat yer yer yeşil altyapı unsurlarının kullanımına elverişli niteliktedir. Yüzey akışının yüksek olması ve yeşil altyapı unsurlarının kullanımı için yeterli ve belverişli alan bulunmaması dolayısıyla bu bölgeler yeşil altyapıya ek olarak gri altyapı unsurları ile de desteklenmesi gerekmektedir.

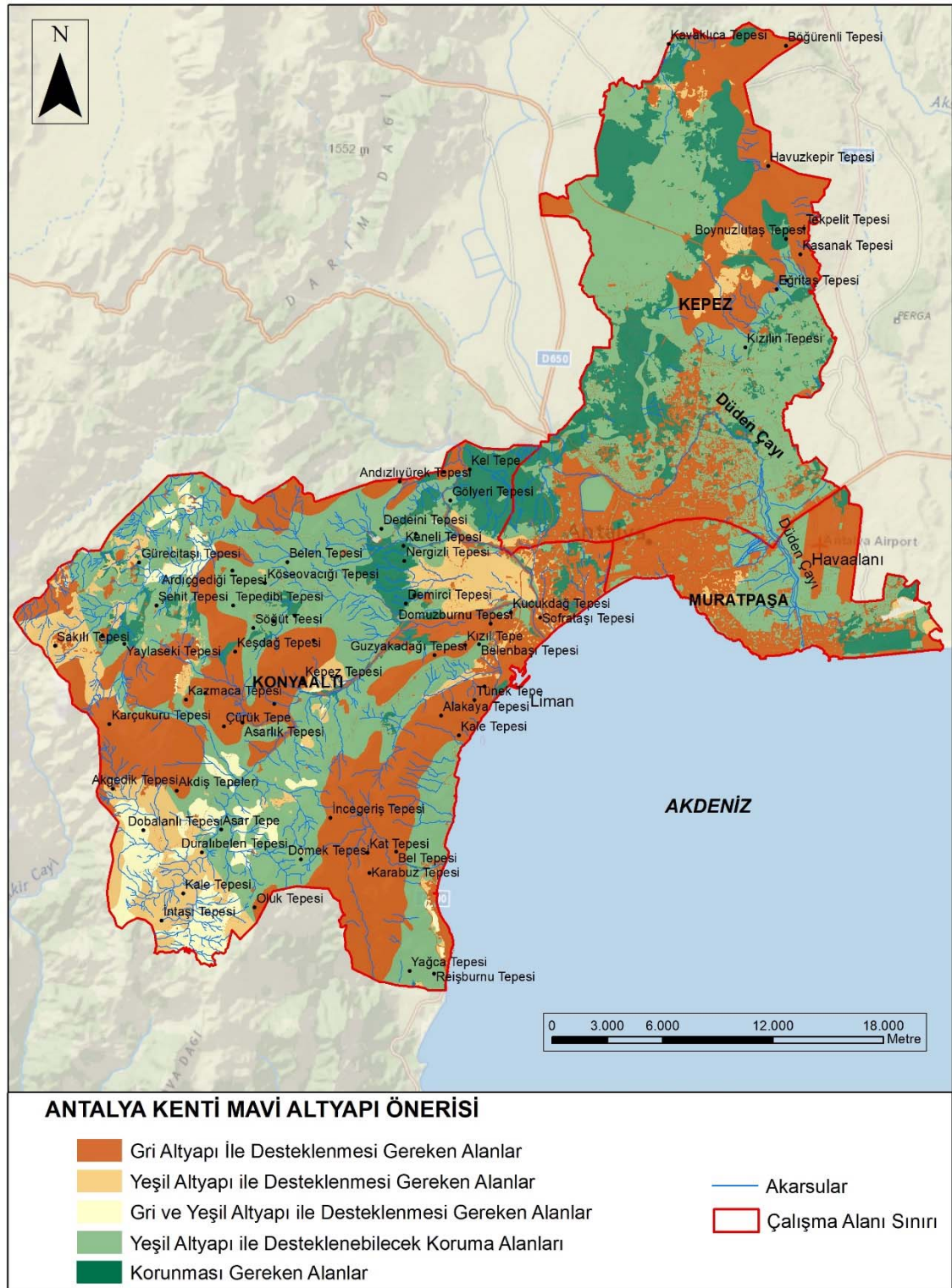
Buna karşın “Gerektiğinde yeşil altyapı ile desteklenebilecek korunması gereken alanlar” çalışma alanının doğal kalmış kesimlerinde yoğunlukla olmak üzere 38.970,8 ha ile en fazla alanı kaplamaktadır. Bu alanlar geçirimsizlik bakımından iyi durumda olsalar

da yüzey akışına bağlı olarak yer yer yeşil altyapı unsurlarıyla desteklenebilecek alanlardır.

Bunlar dışında mavi altyapının sorunsuz olduğu, müdahale gerektirmeyen, olduğu gibi korunması gereken alanlar ise 11.702,7 ha alanda Konyaaltı'nın kuzeydoğusu, Muratpaşa ilçesi doğusu ile Kepez ilçesi kuzey ve batı kesimlerinde genellikle doğal alanların bulunduğu bölgelerdedir (Çizelge 4.6) (Şekil 4.25).

Çizelge 4.6. Mavi altyapı bakımından belirlenen bölgelerin kapladığı alanlar

Kod	Bölgeler	Alan (ha)
1	<i>Mavi Altyapının Gri Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar</i>	35 115.30
2	<i>Mavi Altyapının Yeşil Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar</i>	7 945.54
3	<i>Mavi Altyapının Yeşil ve Gri Altyapı Unsurları ile Desteklenmesi Gereken Alanlar</i>	3 550.00
4	<i>Gerektiğinde Yeşil Altyapı ile Desteklenebilecek Korunması Gereken Alanlar</i>	38 970.80
5	<i>Mavi Altyapı Bakımından Korunması Gereken Alanlar</i>	11 702.70



Şekil 4.24. Antalya Kenti mavi altyapı sistem analizi

5. TARTIŞMA

Tüm canlılar için temel yaşam kaynağı olan su unsurlarının kentlerdeki koruma – kullanım dengesi gözetilerek, bu unsurların sağladığı ekosistem servislerinden en verimli şekliyle yararlanılması adına kentlerdeki tüm bu unsurların bir sistem dahilinde ele alınarak kentsel peyzaj planlamasında kullanılması anlayışını temsil eden mavi altyapı kavramı, günümüzde hayli önemli bir planlama yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır (Rozos vd., 2013).

Bu doğrultuda mavi altyapı kavramının irdelenmesi ve Antalya kent merkezi için mavi altyapı mevcut durumunun ortaya konulması ve öneriler geliştirilmesi amacıyla yapılan bu tez çalışmasında; kentleşmenin mavi altyapıyı nasıl değiştirdiğini irdeleyebilmek adına kentleşme öncesi ve sonrası vavi altyapı unsurları belirlenmiş, kayıpların miktarı ve konumu ortaya konulmuştur. Mavi altyapının etkileşimde olduğu mevcut alan kullanımları belirlenmiş, bu alan kullanımları üzerinden geçirimsizlik analizi yapılmıştır. Bununla beraber doğal alanların da geçirimsizliğinin daha net bir şekilde ortaya konulabilmesi açısından toprak gruplarına bağlı geçirimsizlik durumları ortaya konulmuş ve Antalya kent merkezi olan Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez ilçeleri için mevcut geçirimsizlik durumu belirlenmiştir. Yağışla yeryüzüne düşen suyun doğal kaynağına dönerken hangi alanlardan geçtiğinin belirlenebilmesi adına çalışma alanı için doğal drenaj hatları analizi yapılmıştır. Sonrasında yağışla yeryüzüne düşen suyun ne kadarının yüzey akışına geçtiğinin belirlenebilmesi adına çalışma alanı için yüzey akış potansiyeli hesaplanmış ve haritalandırılmıştır. Sonrasında alanın mevcut mavi – yeşil altyapı durumu ortaya konulmuş ve Antalya kent merkezi için mevcut mavi altyapı durumunda yeşil ve gri altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar ve korunması gereken alanlar belirlenmiştir.

Mavi altyapı kapsamında incelediğimiz Antalya; Ortaçeşme ve Atik'in (2013)'de belirttiği üzere diğer kentsel mekanlardan farklı olarak hala sulak alanlar, kumullar, şelaleler ile mavi altyapının önemli unsurları olan doğal ve ekolojik değeri yüksek cazip kıyı peyzajlarına sahiptir. Bunun yanı sıra deniz seviyesinden 35-50 m yüksekliğindeki falezler üzerinde yayılmış Antalya kenti karstik alanlar ve uzun kıyı bandının yanı sıra; akarsular, kent içinde hala mevcut olan vadiler ve daha küçük dereler ile zengin bir su ağına sahiptir (Atik vd., 2021). Yıldız (2011) Antalya'yı "zengin su kaynakları, verimli ovaları ve koyları, serin ve temiz yaylaları, aşılmaz ve erişilmez dağları, yemyeşil ormanları ile burası bir bereketli hilaldir" şeklinde tanımlamıştır.

Günümüzde nüfus bakımından Türkiye'nin 5. büyük ili olan Antalya, hızla artan nüfus ve kentleşmenin yoğun baskısı altındadır. Bu kentleşme baskısından en çok içindeki doğal alanlar ve su kaynakları etkilenmektedir. TÜİK (2022) nüfus verilerine göre 2021 yılı için Antalya nüfusu 2.619.832 olarak belirlenmiştir. 2021 – 2022 yılı nüfus artış hızı % 27,7 olan Antalya kentinin 2019 yılında bu hızın % 34,6'ya kadar çıktığı bilinmektedir (TÜİK, 2022).

Nüfus artışı, nüfusa ve teknolojik gelişimlere bağlı değişen ihtiyaçlar ve buna bağlı olarak artan kentleşme, doğal alanlar ve özellikle de doğal su kaynakları üzerindeki baskıları arttırmaktadır. Mavi altyapı unsurları ve iklim özelliklerinin sağladığı potansiyellere karşın, özellikle çalışma alanı olarak ele alınan merkez ilçeler olan Muratpaşa, Konyaaltı ve Kepez, yoğun kentleşmenin baskısı altındadır. Artan nüfusla

beraber kentsel alanlara olan ihtiyacın giderek artması, bu alanların doğal ve hassas bölgelere yayılması ve ekosistemler ve doğal kaynaklar üzerindeki baskının giderek artmasına sebep olmaktadır. Bu durum iklim değişikliğine dirençlilik kapsamında mavi altyapı bakımından bölgenin ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bell ve ark. (2022)'e göre mavi altyapının iklim değişikliğine karşı daha hassas bir durumda olabileceğini belirtmişlerdir. Günümüzde nehirlerin kuruması, deniz suyu seviyelerinin yükselmesi, su kaynaklarının kirliliği, su mevcudiyeti ve kalitesi konusundaki kaygıları arttırmıştır. Kentsel gelişim sürecinde mavi altyapı unsurlarındaki kayıpların, risklerin ve potansiyellerin ortaya konulması mevcut durumdaki mavi sisteminin iyileştirilmesi adına büyük öneme sahiptir. Nitekim çalışma alanında da kentleşme öncesinden bu yana % 18,84 akarsu kaybı meydana gelmiştir. Bununla beraber doğal drenaj hatlarının özellikle kentleşmenin yoğun olduğu kıyı ve kıyıya yakın bölgelerde geçirimsiz yüzeylerle kaplı olduğu belirlenmiştir. Buralarda suyun drenajı için kullanılan gri altyapı unsurları suyun atık suya karışıp yitirilmesini engelleyememektedir. Akarsular dışında sulak alanlarda ve kıyılarda tespit edilen kentleşmeye bağlı ciddi kayıplar ekosistemler ve doğal habitatlar üzerinde de büyük baskı oluşturmaktadır.

Kentleşmeden önceki mavi altyapı unsurlarının kentleşme sürecinde nasıl ele alındığı bir soru işaretidir. Örneğin yüzeydeki küçük derelerin, sazlıkların pek çok örneğinde kurutulmuş ve drene edilerek yapısal gelişime açıldığı bilinmektedir. Muratpaşa Kırcami kesimindeki sulama kanallarının büyük bir kısmı da iptal edilerek fonksiyonunu yitirmiştir. Çok yakın sığrekte yamansaz bataklığının çevresinde bile dolgu, kurutma ile yer kazanıldığı ve bu alanların yapılaşmaya açıldığı bilinmektedir. Diğer yandan kaybolan mavi altyapı unsurlarının bir yeraltı kesiti olarak ortaya koyulması bir sonraki çalışmayla ele alınabilir. Jeolojik açıdan Antalya kentinin traverten ve kireçtaşı özelliği dolayısıyla kaybolan yüzey sularının kapalı bir kesitle yeraltından geçip geçmediği yeni bir araştırma konusu niteliğindedir.

Diğer yandan iklim değişikliğinin etkilerini en çok yaşayan kentleri iklime karşı dirençli kılacak çözümlerin başında mavi ve yeşil altyapı gelmektedir. Mörtberg vd., (2007) ve Hepcan vd. (2013) doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı ve tüketimi, doğal alanların bölünmesi, habitat kaybı, hava, su ve toprak kirliliği, doğal döngülerin bozulma riski vb. sonuçlar doğuran iklim değişikliğine dirençli kentler oluşturmak adına peyzaj planlama kapsamında sürdürülebilir ekolojik planlama kararları günümüzde büyük önem arz ettiğini ifade etmişlerdir. Mavi altyapı ile yeşil altyapı kentsel alanlarda her zaman birbirlerini besleyen, destekleyen ve bir arada varlığını sürdürebilen sistemler niteliğindedir. Bu sebeple mavi altyapı konusunda verimli sonuçlar elde edilmesi için alandaki mavi yeşil atyapı durumunun da ortaya konulması gerekmektedir. Çalışma alanı mavi yeşil altyapı kapsamında irdelendiğinde, aktif olarak kullanımı gözlenen kent parkları ve tarım alanları ile, kent parselleri arasında halen doğal kalabilmiş akarsu koridorları ve suya bağlı olarak oluşan yeşil kuşaklar ile, yine özellikle kırsal nitelikteki alanlarda daha sık gözlemlenen taban suyu seviyesinin yüksekliğine bağlı bulunan sazlık – sulak alanların mevcudiyeti belirlenmiştir. Fakat bu alanların bütüncül bir sistem dahilinde ele alınması bu kapsamda daha detaylı bir çalışma ile mümkün olacaktır.

Bell ve ark. (2022) mavi altyapıyı en sade şekliyle suyun bulunduğu, doğal veya insan yapımı unsurların bütünü olarak tanımlamıştır. Su unsurlarının doğal su döngüsünü ve ekosistemi destekleyecek biçimde bir sistem dahilinde ele alınması olarak

tanımlayabileceğimiz mavi altyapı, günümüz koşullarında iklim değişikliğine dirençli kentlerin planlanabilmesi ve sürdürülebilir kaynak yönetiminin sağlanabilmesi açısından büyük öneme sahiptir (Parlak ve Atik, 2020).

Mavi altyapı bakımından potansiyeli yüksek olan Antalya Kenti, kentleşmenin ve iklim değişikliğinin etkisiyle bu kaynakların sağladığı hizmetlerden yoksun kalmaktadır. Dahası geçirimli yüzeylerin bozulması ve kentsel geçirimsiz yüzeylerle kaplanması sel ve taşkın gibi doğal afetlerin oluşum riskini artırmakta, doğal döngüde mevcut suyun yüzey akışıyla tekrar sisteme kazandırılmadan yitirilmesine ve olası su kaybı sorunlarına neden olmaktadır. Taşkın, akarsu ekosistemleri için doğal bir süreçtir ve doğal ekosistemler sayesinde kurak dönemlerde su akışı koruma altına alınmaktadır (Coşkun Hepcan, 2022).

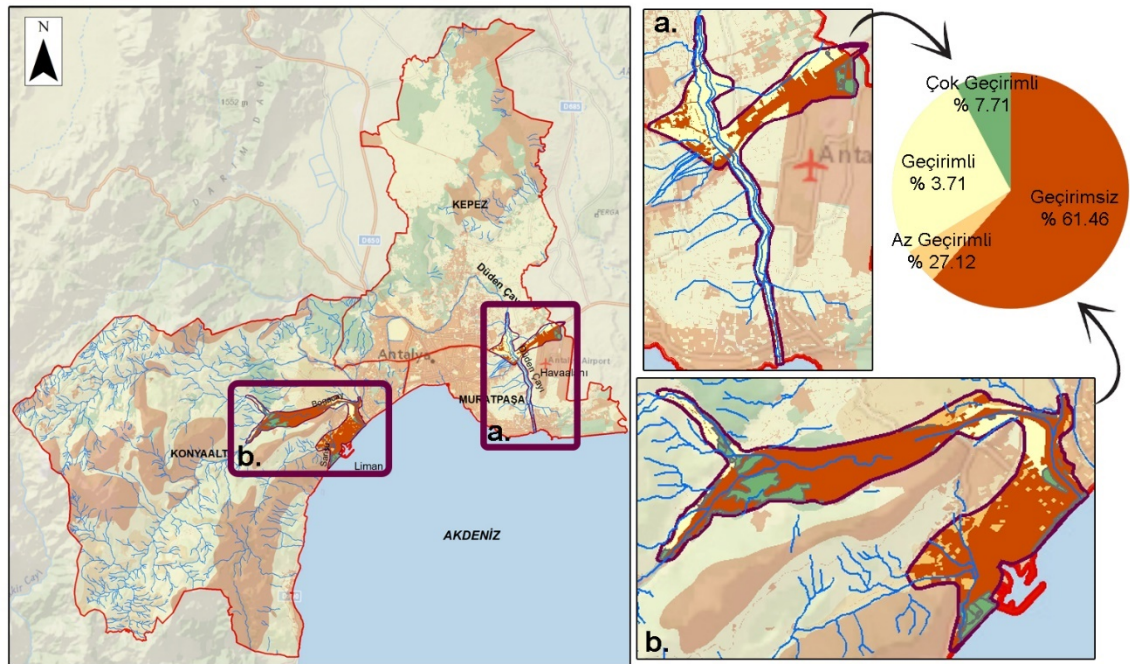
Taşkın alanlarında ekosistemin bozulması, bu alanların kentsel alanlara dönüştürülmesi ve geçirimsiz yüzeylerle kaplanması bu taşkın ve sel durumunu özellikle de kentlerde bir doğal afet boyutuna taşınmaktadır. Suyun doğal olarak emiliminin engellenmesi, yağışlarla yeryüzüne inen suyun kentsel alanlarda birikimine ve yüzey akışına geçmesine sebep olmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan geçirimsizlik analizi ve Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün Antalya kentinin temel akarsu kaynaklarından olan Boğaçay ve Sarısu için belirlemiş olduğu Q100 taşkın risk bölgelerinin geçirimsizlik durumuna bakıldığında 2.395 ha risk bölgesinin 1.472 ha'lık kısmı geçirimsiz yüzeylerle kaplı olduğu, 117 ha az geçirimli, 622 ha geçirimli ve 185 ha çok geçirimli alanlardan oluştuğu anlaşılmıştır. Boğaçay, Sarısu ve Düden çayları Q100 taşkın risk bölgelerinin % 61'den fazlasının geçirimsiz yüzeylerle kapalı olduğu bölgeleri temsil etmektedir. Şekil 5.1'de mor renkle çerçevelenmiş alanlardan a detayı Düden Çayı Q100 taşkın risk bölgesi içerisindeki geçirimsizlik durumunu, b detayı ise Boğaçay ve Sarısu çayları için belirlenen Q100 taşkın risk bölgesi içerisindeki geçirimsizlik durumu belirtilmiştir. Yine Şekil 5.1'de gösterilen grafikte her üç akarsu için belirlenen taşkın risk bölgesi içerisindeki geçirimsiz, az geçirimli, geçirimli ve çok geçirimli alanların yüzdesel dağılımı ortaya konulmuştur.

İklimi dolayısıyla sonbahar ve kış aylarında kısa süreli yoğun yağışların sıklıkla gerçekleştiği Antalya kenti, sürekli taşkın ve sel baskını olaylarına tanık olmaktadır ve mavi altyapı kapsamında gerekli müdahaleler yapılmazsa bu durum daha da yıkıcı bir hal alabilir. Taşkın ve sel riskinin önüne geçilmesi adına bu konuda riskli olan bölgelerin belirlenmesi ve gerekli müdahalelerin yapılması gerekmektedir. Doğal drenaj hatlarının belirlenmesi ve bu hatların üzerinden geçtiği yüzeylerin geçirimsizlik durumları ile beraber değerlendirilmesi bu kapsamda önemlidir. Bununla beraber yağışla yüzeye düşen suyun akışa geçme miktarının belirlenmesi de sel ve taşkın riskinin ortaya konması ve müdahale edilmesi gereken alanların mavi altyapı kapsamında belirlenmesi için destekleyici niteliktedir.

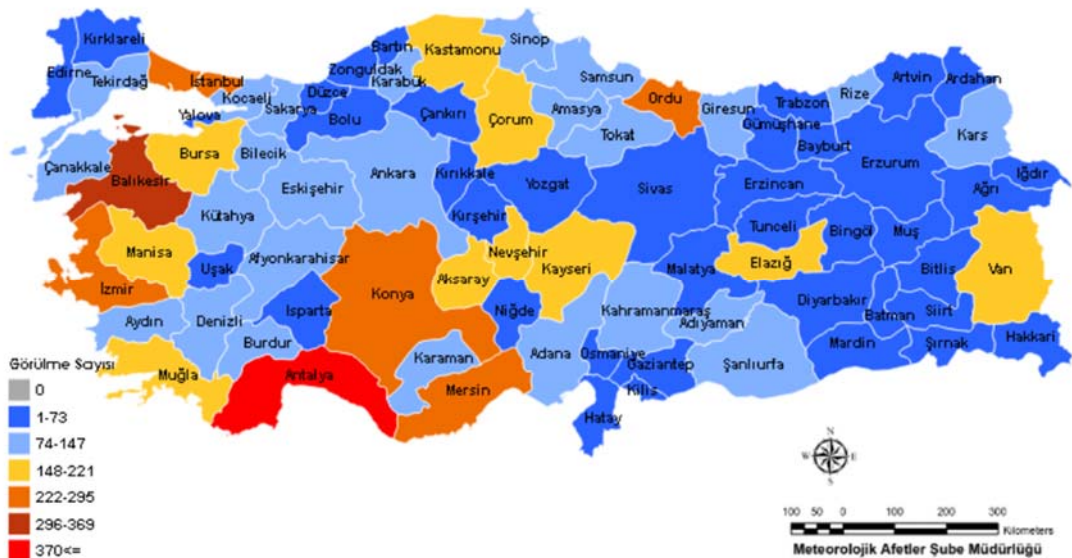
Doğal drenaj hatları kentin içindeki doğal ve yarı doğal nitelikteki bölgeler kentteki su döngüsü açısından bir potansiyel sunabilir ama bu doğal drenaj hatlarından faydalanabilmek ya da onu sisteme dahil etmek için kentin yapısal gelişimi içerisinde mavi altyapı sistemi ile entegre edilebilecek ekolojik planlama yaklaşımları gerektirir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü fevk kayıtlarında ülkemiz için 2010 – 2021 yılları arasında, başta fırtına ve sel olmak üzere en fazla meteorolojik afet Antalya'da kayda

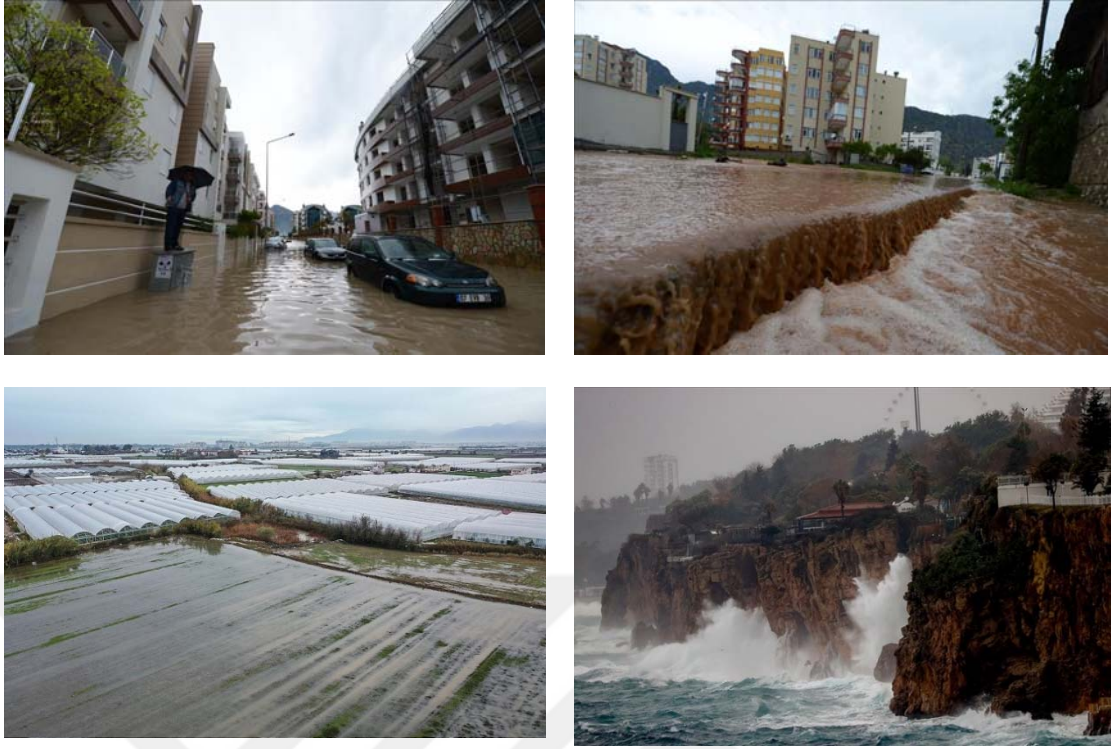
geçmiştir (MGM, 2022) (Şekil 5.2). “Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi” ne (MGM, 2022) göre 2010 – 2021 yılları arasında en fazla şiddetli yağış ve sel yaşanan ilimiz yine Antalya olarak belirlenmiştir. Toroslarda biriken karın erimesiyle Antalya Ovasına taşınması ve aşırı yağışlarla gerçekleşen sel ve taşkın olayları Antalya genelinde her yıl birçok kez yaşanmakta, can ve mal kayıplarına, tarım alanları ve daha birçok alanda yarattığı hasarlara ek olarak suyun doğal sisteme geri kazandırılmadan yitirilmesine sebep olmaktadır (Şekil 5.3)



Şekil 5.1. Q100 Taşkın risk alanları geçirimsizlik durumları



Şekil 5.2. Türkiye’de 2010 – 2021 yılları arasında gerçekleşen afetlerin illere göre dağılımı (MGM, 2022)



Şekil 5.3. Antalya’da meydana gelen sellerden görüntüler (Elçin, 2013; Özdemir Tosun, 2022; Yıldız vd. 2020)

Literatürde genellikle yeşil altyapının bir parçası olarak veya yeşil altyapıyla ele alınan mavi altyapı kavramının ve uygulamalarının, temel odak olarak ele alınması, kendi içinde çözümlendikten sonra yeşil ve gri altyapı ile olan birlikteliğinin, bu altyapıların birbirini en verimli haliyle destekleyeceği şekilde irdelenmesi hedeflere ulaşılması adına daha verimli bir yaklaşım olacaktır.

Alves vd. (2019) taşkın ve sel riskinin azaltılması için yeşil ve mavi altyapıların birlikte planlanmasının, bu hedef dışında sunduğu su tasarrufu, enerji tasarrufu, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve karbon tutulması gibi ekstra faydalar sağladığını ortaya koyarak, geleneksel gri altyapı çözümlerine tek amaç doğrultusunda başvurulmasının yanlış bir yaklaşım olduğunu, genel anlamda sağlanan bütün faydalar kapsamında ele alındığında mümkün olduğunca yeşil altyapı desteği ile mavi altyapının iyileştirilmesi gerektiğini savunmuştur. Bu düşünceden yola çıkılarak mavi altyapının iyileştirilmesi gereken alanlarda öncelikli olarak mümkün olduğunca yeşil altyapı desteği önerilen bu tez çalışmasında, yalnızca kentleşmeye ve geçirimsiz yüzeylerin yayılımına bağlı olarak yeşil altyapının kullanımının yetersiz kalacağı veya mümkün olmadığı mecburi alanlarda gri altyapı çözümleri önerilmiştir. Buna rağmen ne yazık ki çalışma alanında 35115.30 ha yalnızca gri altyapı ile desteklenmesi gerektiği, 3550 ha yeşil ve gri altyapılarla beraber desteklenmesi gerektiği belirlenen alan bulunmaktadır.

Coşkun Hepcan (2022) iklim değişikliğinin olası olumsuz etkilerine dirençli kentler oluşturulması adına kentsel planlamada doğanın ve doğal süreçlerin kullanılması temeline dayanan doğa tabanlı çözümlerin önemini vurgulamış, farklı ölçeklerde kentsel alanlara entegre edilecek uygulamaların iklim değişikliğine dayanıklılık ve

sürdürülebilirlik kapsamında oluşturacağı katkıları ortaya koymuştur. Bu doğrultuda her kent dinamiğinin ve kent içerisindeki her bir alanın karakteristiği, problemleri ve istekleri birbirinden farklı olacağından doğru noktalarda doğru müdahalelerde bulunulması büyük öneme sahiptir. Mavi altyapı kapsamında Antalya kentindeki problemlili alanların belirlenebilmesi için çalışma sürecinde yapılan geçirimsizlik, yüzey akışı, doğal drenaj hatları, kentin kentleşme öncesi durumundan günümüze değişen değerleri gibi yapılan analizler yön gösterici özelliğe sahiptir. Bu analizlerin beraber değerlendirilmesi ile hangi alanın nasıl bir müdahaleye ihtiyaç duyduğu konusunda daha verimli kararlar alınabilmektedir. Çalışmada mavi altyapı kapsamında yapılacak olan düzenlemeler için mümkün olduğunca doğadan ve doğal olandan destek almak amaçlanmıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak yeşil altyapı çözümlerine yönelinmiştir. Fakat kentsel gelişimi tamamlamış ve tamamen yapılaşmış alanlar için bu yöntem pek kullanılabılır olmayacaktır. Bu alanlarda ise yine doğadan referansla planlanacak gri altyapı önerileri geliştirilmesi gerekmektedir. Çalışmada mavi altyapının mevcut durumu ortaya konulurken yapılan değerlendirmede mavi altyapının korunması gereken alanlar dışında, yeşil altyapı ile desteklenmesi hem yeşil hem gri altyapı ile desteklenmesi, gri altyapı ile desteklenmesi gereken alanlar kapsamında bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışma alanı için yalnızca 11.703 ha mavi altyapı sisteminin sorunsuz olduğu, korumaya alınması gereken alan hesaplanmıştır.

Oliveira vd. (2022) sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin birçoğuna ulaşabilmek adına mavi yeşil altyapının sağladığı katkıları vurgulamış fakat yeni gündeme gelen mavi yeşil altyapı kavramının uygulanması, ulusal politikaların yerel uygulamalara dönüştürülmesi konusunda halen birçok bilgi açığı olduğunu vurgulamış; çok boyutlu sistemlerin büyük ölçekte hedeflere ulaşabilmesi adına, küçük ölçekli kentsel uygulamalarda temel kaynakların akışını çözümlemenin önemi üzerinde durmuştur. Yerel yönetimler ve toplumlar ile bölgesel ve ulusal hükümetler arasında daha fazla birliktelik olması, kentsel mavi yeşil altyapının olumlu etkilerini ve bunların idari sınırların da ötesinde geliştirilen gıda, su ve enerji yönetim sistemlerinin planlamasına entegrasyonunu teşvik edebilir. Halen gelişmekte olan Antalya kenti için, kentleşme baskısının en yoğun etkilediği Konyaaltı, Muratpaşa ve Kepez ilçeleri için yapılacak mavi altyapı sistem çalışmaları, bu doğrultuda sürdürülebilirlik kalkınma hedeflerine ulaşabilmek adına ülkemiz için önemli bir adım niteliğindedir. Fakat sürdürülebilirlik kapsamında mavi altyapının idari sınırlara bakılmaksızın daha bütüncül bir şekilde ele alınması ve yerel ve bölgesel yönetimlerin uygulayacağı çeşitli politikalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu tarz çalışmalar; bu konuda bir algı oluşturulmasına katkı sağlaması beklenirken, halkın bilinçlenmesi ile bu süreçte katılımcı bir yaklaşım benimsemeleri konusunda da faydalı olacaktır.

Türkiye tarafından da kabul edilen, Birleşmiş Milletler “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri” de su konusu 6. maddesinde yegâne bir konu ve hedef olarak ele alınmıştır. Herkes için temiz ve erişilebilir su mevcudiyetini suyun sürdürülebilir yönetimini temel alan 6. başlık, geçen 300 yıl içinde dünyadaki sulak alanların % 85’inin yok olduğunu, 733 milyondan fazla bireyin yüksek ve kritik seviyede su stresine sahip ülkelerde yaşadığını, 1.6 milyon insanın içme suyuna erişim sorunu yaşadığını vb. daha birçok su krizini ortaya koymaktadır (UN, 2022a). Çalışma bulguları bu durumun Antalya kenti özelinde de ciddi bir problem olduğunu ortaya koymaktadır. Öyle ki kentleşme öncesi dönemlerle kıyaslandığında çalışma alanı içerisindeki mavi altyapı unsurlarında ciddi

oranda bir kayıp meydana geldiği görülmüştür. Bununla beraber üzeri kentsel alanlarla ve geçirimsiz yüzeylerle kaplanan akarsu yatakları ile doğal drenaj hatları suyun kendi kaynağına ulaşamamasına ve fazlasının yüzey akışına geçerek yitirilmesine neden olmaktadır. Bu doğrultuda alanın yüzey akış potansiyelinden de yararlanılarak, özellikle geçirimsiz yüzeylerle kaplı alanlarda mavi altyapının mümkün olduğunca yeşil altyapıyla, mümkün olmadığı kısımlarda ise gri altyapı ile desteklenmesi ve yağışlarla yeryüzüne düşen suyun tekrar kendi kaynağına iletiminin sağlanması, iklim değişimi nedeni ile kurgulanan olası felaket senaryolarının önüne geçecektir. Bu doğrultuda birbirini destekleyen ve birbirine bağımlı olan yeşil ve mavi altyapıların alan içerisindeki potansiyelinin belirlenmesi ve alınacak planlama kararlarında daha bütünlük bir algı ile göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Andoh (2012), su kaynaklarının ekolojik iyileştirilmesi adına yağışla yeryüzüne inen suların deşarj edilmesi ihtiyacının arttığını belirtirken, bu durumun yüksek düzeyde kentleşmiş havzalarda uygulanabilirliğinin kısıtlı olduğunu üzerinde durmuştur. Yeşil altyapı konusuna yönelik gerçekleşem mevcut eğilim, daha sürdürülebilir daha sürdürülebilir su yönetimi ve uygulamaları adına gidilecek yön olsa da, yeşil altyapı çözümlerinin kendi başına bu alanlarda uygulanabilirliği yoktur. Özellikle aşırı kentleşmiş alanlardaki kısıtlamalar çevreye duyarlı gelişim ve sürdürülebilir kentsel drenaj sistemleri uygulamalarına yönelimi sağlarken, mavi altyapı sistemlerinin kentlerdeki rolü ön plana çıkmaktadır. Bu doğrultuda Andoh (2012) gri altyapı ile yeşil altyapının birbirlerine entegre olarak alana özgü sistemler geliştirilmesini önermiştir. Bu doğrultuda çalışmada mavi altyapının iyileştirilmesi adına öncelikli olarak yeşil altyapı çözümlerine başvurulmuş, bunun mümkün olmadığı durumlarda ise gri altyapı ile mavi altyapının desteklenmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Yerel kentsel nüfusun gittikçe artmasının yanı sıra bir turizm kenti olan Antalya için kentsel planlama kapsamında farklı birçok sektörün ve kullanıcı grubunun bir arada var olduğu bir alan niteliği taşımaktadır. Bu nedenle özellikle kıyı alanları gibi belli bir sektörün kullanımının daha yoğun olduğu mavi altyapı unsurlarının planlama kararlarında yerel yönetimlerin yanı sıra ilgili tüm kurumlar ve kullanıcı gruplarının belirli bir bilince sahip olması gerekmektedir. Böylelikle ekolojik planlama kapsamında mavi altyapı unsurlarının koruma – kullanım dengesinin gözetilebilmesi adına bütüncül bir yaklaşım izlemek mümkün olacaktır. Bu da ancak bu konuda yapılacak çalışmaların yaygınlaştırılması ve tüm sektörlerden kullanıcı gruplarının bilgilendirilmesi ve katılımı ile mümkün olacaktır.

6. SONUÇLAR

Sürdürülebilir planlama kararları adına kentsel peyzajlar, geçmiş peyzaj yapılarının günümüzde evrilmiş kalıntıları olarak ekolojik bütünleşik sistemin temel bir bileşenidir (Deak ve Bucht, 2011). Peyzajın ana unsuru olan su ise tüm canlıların yaşamaları için temel ihtiyaçtır. İklim değişikliğinin mevcut durumdaki sonuçları ve olası gelecek senaryoları suyun tükenebilir bir kaynak olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapsamda, özellikle iklim değişikliğinin temel sebeplerinden biri olan kentsel alanlarda ve doğal sistemlerin bozulduğu yerlerde yapılacak planlama çalışmalarında mavi altyapı sisteminin göz önünde bulundurulması büyük önem arz etmektedir.

Antalya kenti, su kaynakları bakımından hayli zengin, kentleşme süreci devam eden ve coğrafi konumu bakımından ekolojik, ekonomik ve sosyokültürel açıdan büyük öneme sahip şehirlerimizden biridir. Bergama Kralı II. Attalos (MÖ. 159 – 138) tarafından kurulduğu kabul edilen Antalya ili elverişli iklimi, verimli toprakları, zengin doğası ve konumu dolayısıyla Paleolitik devirden bu yana, tarih boyunca birçok topluluk ve medeniyetin ilgisini çekmiştir (Onat, 2000).

Antalya kenti özellikle zengin su kaynakları, konumu ve karstik özellikleri bakımından mavi altyapı bakımından önemli şehirlerimizden birisidir. Kentleşmeden önce kentte Düden Çayı'nın çok sayıda kollarla Toros Dağlarından gelen doğal suları çevresine dağıttığı bilinmektedir. Yıldız (2011) geçmişte Düden Çayı'nın batı kıyısında "Yedi Arıklar" denen sulama kanallarının varlığından, bu kanalların o zamanlar alt kotlardaki bağ ve bahçelerin sulanması için su temini sağladığından ve sonrasında sularını çağlayanlar aracılığı ile denize taşıdığını belirtmiştir. Günümüzde kentleşen bu alanlar için mavi altyapı kapsamında mevcut durumu ortaya koyarak, mavi altyapı sisteminin iyileştirilmesine yönelik kararlar almak özellikle iklim değişikliğine dirençlilik ve sürdürülebilirlik adına gereklilik arz etmektedir.

Kentin kuzey ve batı kısımlarını çevreleyen Toros Dağları aldığı yağışları Antalya Ovasına bırakarak şehri beslemektedir. Doğudan batıya doğru girintili çıkıntılı devam eden sahil bandı, Lara ilçesinden itibaren yerini yüksekliği 20 – 50 m arasında değişen falezlere bırakmaktadır. Yaklaşık 15 km kadar uzanan falezler, 3700 m'ye kadar ulaşabilen Toroslardan gelip denize dökülen suların binlerce yıllık süreçte taşıdığı kalker tortusundan oluşmuş kıyı kayalıklarıdır. (Onat, 2000, Ortaçesme ve Atik, 2013).

1960'lara kadar Toroslardan gelen suyun falezler üzerinden denize kavuşması ile oluşan birçok büyüklü küçüklü ve sayısı 30'a kadar ulaşan şelalenin kentin imajını oluşturduğu bilinmektedir (Yıldız, 2011, Ortaçesme ve Atik, 2013). Yıldız (2011) günümüzde bu denizle kavuşan su yollarının yanlış imar uygulamaları ile kapatıldığını, hatta yeterince su kaynakları ile beslenemediğinden falezler üzerinde çöküntülerin başladığını belirtmektedir. Günümüzde yalnızca Düden Çayı'nın denize dökülmesiyle oluşan Düden Şelalesi Muratpaşa ilçesinde hala varlığını sürdürmektedir.

Akdeniz'e paralel uzanan Toros Dağları ile Akdeniz arasında kalmış, traverten kayalıklardan oluşan bir ova boyunca yayılan Antalya kentinin batısında bulunan ve 832.79 km² drenaj havzasına sahip Boğaçay boyunca kaplanan traverten ve konglomera malzeme ile alüvyal topraklara sahiptir (Çıplak ve Atik, 2022, Ortaçesme ve Atik 2013). Bu durum bölgeyi tarımsal üretim için elverişli kılmaktadır. Gerek su kaynaklarının

sağladığı imkanları, gerek elverişli toprakları ve gerekse iklimsel özelliklerinin sağladığı fırsatlar sayesinde turizm ve tarım Antalya bölgesinin en önemli ekonomik faaliyet alanlarıdır.

Bugün Antalya bölgesi Türkiye'ye gelen turistlerin 1/3'ünü konuk etmektedir. Öyle ki 2010 yılında Antalya kenti dünyada en çok ziyaret edilen 4. şehir olmuştur. Doğal yapısı, coğrafi konumu ve kültürel geçmişi dolayısıyla önemli bir cazibe noktası olan kent, turizm potansiyelinin de sağladığı ekonomik ve teknolojik gelişmeler ve imkanlar dolayısıyla sürekli gelişim halindedir. Bu durum kısa vadede ekonomik ve sosyokültürel açıdan hayli faydalı olsa da, uzun vadede çeşitli imkanları ile cazibe noktası haline gelen ve gelişmekte olan bir kent olan Antalya için artan nüfus ve nüfusa bağlı talepler doğrultusunda doğal kaynaklar, habitatlar ve özellikle de su kaynakları üzerinde ciddi baskılar oluşturmaktadır.

Bu kapsamda Antalya kent merkezi mavi altyapısı için mevcut durumu ortaya koymak ve iyileştirmek adına öneriler geliştirmek için yapılan çalışmada Antalya Kenti için mavi altyapı sisteminin tanımlanması ve irdelenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda çalışma alanının yüzey geçirimsizliğinin alan kullanımları ve resmi toprak verilerine dayalı analizi, bu veriler ışığında çalışma alanı için mavi yeşil altyapı durumunun ortaya konulması, alanın topografik yapısı ve yüzey şekillerine bağlı doğal drenaj hatlarının analizi, alan kullanımları, büyük toprak sınıfları ve Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden elde edilen yıllık ortalama yağış miktarı kullanılarak çalışma alanı yüzey akış potansiyeli ile mavi altyapı açısından riskli alanlar belirlenmiştir.

Su kaynakları bakımından hayli zengin olmasına karşın, Antalya kenti için kentleşme baskılarından en çok etkilenen yine mavi altyapı sistemidir. Nüfusa bağlı artan kentsel alanlar, doğal alanların ve mevcut su kaynaklarının yitirilmesine sebep olmaktadır. Yapılan analizler sonucunda Muratpaşa ilçesi için kentleşme öncesi akarsuların uzunluğu yaklaşık 135,15 km iken mevcut durumda bu uzunluğun 47,33 km'ye düştüğü görülmüştür. Alanda geçmişten bu yana yalnızca Düden çayının ana kolu haricinde alandaki buna bağlı tüm akarsuların günümüzde ortadan kalktığı belirlenmiştir. Doğal alanların hayli azaldığı, yapısal alanlar ile tarım alanlarının baskın olarak bulunduğu ilçede, buna bağlı olarak akarsularda yaklaşık 124,53 km'lik bir kayıp yaşandığı belirlenmiştir. Kepez ilçesinde akarsu uzunluğu kentleşme öncesinde 180,38 km iken mevcut durumda bu uzunluk yaklaşık 34,36 km kayıpla 146,02 km'a düşmüştür. Kaybın neredeyse tamamının kentleşmenin baskın olduğu ilçenin güney kesimlerinde meydana geldiği görülmüştür.

Kentleşme öncesinde 883,35 km uzunlukta akarsuya sahip Konyaaltı ilçesi için günümüzde 48,75 km akarsu kaybı belirlenmiştir. Mevcut durumda ilçede 834,6 km uzunlukta akarsu koridoru varlığını korumaktadır. Muratpaşa ilçesindeki sulak alanlar için kayıp yaklaşık olarak 147,97 ha olarak hesaplanmıştır. Konyaaltı ilçesi için ise bu kayıp yaklaşık 23,86 ha olarak belirlenmiştir. Doğal alanların yüzdesel olarak daha baskın olduğu Konyaaltı ilçe sınırları içerisindeki bu kayıpların, ilçede yine kentleşmenin en yoğun olduğu kuzeydoğu bölgesi ve kıyılarında meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Özellikle kıyı kesimlerinde yoğun olarak bulunan kent dokusu kıyı şeridinin yayılımı üzerinde de olumsuz sonuçlara sebep olmuştur. Öyle ki kentleşme öncesinde Muratpaşa ilçesi kıyı şeridi yaklaşık 626,13 ha alana yayılıyorken, günümüzde bu rakam

51,88 ha olarak belirlenmiş ve 574,25 ha kıyı kumulu kaybı hesaplanmıştır. Alan kullanımlarına bakıldığında bu kaybın kıyı kesimlerinde yoğunlaşmış olan turizm tesisleri ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma alanında denize kıyısı bulunan diğer ilçe olan Konyaaltı için ise 134,35 ha kentleşme öncesi kıyı alanları, günümüzde 52,06 ha'a düşmüşerek 82,29 ha kayıp tespit edilmiştir. Bu kaybın kıyının kuzey kesimlerinde yoğun kentleşmeden kaynaklandığını söylemek mümkün olmakla birlikte, güneye inildikçe turizm tesislerinin de bu doğrultuda etkili olduğu anlaşılmıştır. Bunlara ek olarak yapılan analizler sonucunda Kepez ilçesi için 26,97 ha Konyaaltı için ise 461,42 ha akarsu yatağı kaybı belirlenmiştir.

Toroslardan akarsularla Antalya kentine gelen ve burayı besleyen erimiş kar suları ile yağmur suları, yine burada denizlere dökülmektedirler. Yapılan analizler sonucu alandaki kentsel gelişimin su döngüsündeki doğal süreçleri hayli etkilediği görülmüştür. Toroslardan doğal drenaj hatları boyunca akışa geçen suların bu hatların dışarıdan müdahalelerle üzerinin geçirimsiz yüzeylerle kapatılması, önüne akışı engelleyecek setler oluşturulması, çeşitli kazı – dolgu aktiviteleri ile akarsuların mevcut drenaj hatları dışında bir noktaya yönlendirilmesi ile dökülme noktalarına ulaşamamaları, dere yataklarının taşınmış maddelerce zengin ve sanayi, üretim, inşaat ibi çeşitli sektörlerce kullanılmaya elverişli malzeme yapısı nedeniyle tahrip edilmesi, yine kentlerde meydana gelen çeşitli kirlletici unsurların akarsuların doğal yapısının bozulmasına neden olması, iklim değişikliğine bağlı değişen yağış ve sıcaklık rejimlerinin akarsuların kurummasına veya taşmasına neden olması ve daha birçok nedenle yitirildiği anlaşılmıştır. Mevcut durumda da kentteki doğal su kaynakları üzerindeki baskı devam etmektedir. Turizme bağlı olarak özellikle kıyılarda yoğunlaşan oteller ve diğer turizm tesisleri ile kentsel alanların hızla büyümesinin kıyılar üzerinde oluşturduğu baskı ve sanayi ve endüstriyel hammadde olarak kum ve çakıl temini için bu alanların tahrip edilmesi kıyı alanlarının kentleşmeyle beraber hayli azalmasına neden olmuştur.

Yine iklim değişikliğine bağlı yağış rejimi ve sıcaklık değişimlerinden ve kentleşme baskının oluşturduğu tahrip ve kirlilikten kaynaklı kent içi sulak alanların da yüzey alanının hayli azaldığı ve bu sulak alanların da yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu görülmektedir. Özellikle Muratpaşa ilçesi içerisindeki 1. Derece doğal sit alanı statüsüne sahip Yamansaz Bataklığının büyük oranda küçüldüğü haritalarda gözlemlenmiştir.

Akarsular ve sulak alanlar, kıyılar ve akarsu yataklarında meydana gelen bu kayıplar Antalya kenti için; suyun doğal döngüye katılamadan yok olması nedeni ile su kaynaklarının tükenmesine, bu alanlara bağlı habitatların ve türlerin yok olmasına ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Kentlerde su unsurunun kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına önemli bir rol oynadığı birçok çalışmada ortaya koyulmuştur (Elma, 2020; Wu vd., 2019; Rozos vd., 2013; Bilgili, 2009). Bu unsurların yok olması kentteki yaşam kalitesini düşürürken, mikro iklimin değişmesi buradaki tüm habitatları ve ekosistemleri tehlikeye atmaktadır. Yine sosyoekonomik açıdan doğal su kaynaklarının yok olması, kent için bu kaynakların sunduğu estetik değerin azalmasına ve bu kaynakların kentte yaşayan insanlar için sunduğu çeşitli rekreasyonel, ekonomik, sosyal hatta psikolojik faydalardan insanların mahrum kalmasına neden olacaktır.

Yapılan analizler çalışma alanının büyük bir kısmının geçirimsiz yüzeylerle kaplı olduğunu, bu yüzeylerin daha çok kentsel alanlarda yoğunlaştığını göstermiştir. Özellikle

doğal drenaj hatları ile kesişen geçirimsiz yüzeyler yağışla yeryüzüne düşen suyun akışa geçerek atık sulara karışmasına ve yitirilmesine sebep olmakta, dahası Antalya ili için sıkça rastlanan kısa süreli aşırı yağışlar sırasında akışa geçemeyen yağmur suları ciddi hasarlarla sonuçlanan sellere sebep olmaktadır.

Mavi altyapının iyileştirilmesi adına yapılan önerilerde değerlendirme kriteri olarak kullanılmasının yanı sıra yapılan geçirimsizlik analizleri mevcut mavi altyapı durumunun risklerini de ortaya koymuştur. Çalışma sonucu DSİ tarafından Boğaçay ve Sarısu çayları ile Düden Çayı için belirlenen Q100 taşkın risk bölgelerinin % 61,46'sının tamamen geçirimsiz yüzeylerle, % 27,12'sinin ise az geçirimli yüzeylerle kaplandığı belirlenmiştir. Yoğun ve sık yağışların görüldüğü Antalya kenti için bu durum kentte yaşanacak olası taşkın felaketlerine karşı savunmasız bırakmaktadır. Öyle ki kent neredeyse her yıl bu doğal afetlerle yüz yüze gelmektedir. Aralık – Ocak aylarında sıklıkla Boğaçay'ın taşması ile köprüler ve yolların tamamen sular altında kalması ve benzeri meydana gelen birçok afet kent ve kentte yaşayanlara ciddi zararlar vermektedir.

Kentsel gelişimini tamamlamış alanlarda bu durumun önüne geçmek zor olsa da çeşitli mavi, yeşil veya gri altyapı uygulamaları ile kontrolün sağlanması mümkündür. Bunun için kent içerisindeki yüzeylerin geçirimsizlik durumları iyi analiz edilmeli ve uygun noktalara doğru müdahaleler yapılmalıdır. Bu doğrultuda çalışma kapsamında geçirimsizliğin tespiti adına alanın geçirimsizlik durumu belirlenmiştir. Doğallığını koruyabilmiş alanlar için toprak yapısı geçirimsizliği ile toprağın insan müdahalesi ile üstünün örtüldüğü alanlarda ise buralardaki alan kullanımlarına bağlı geçirimsizlik esas alınarak mavi altyapı çözüm önerilerinin geliştirilebilmesi adına alana ait genel geçirimsizlik durumu ortaya konulmuştur. Bir alanın geçirimsizliğini toprak grupları ile alan kullanımları dışında eğim, jeolojik yapı, toprağın tanecik büyüklüğü vb. daha birçok etken belirlerken, çalışma kapsamında bu detaylı analizlerin belirli süre içerisinde yapılmasının mümkün olmaması nedeni ile yalnızca toprak grupları ile alan kullanımına bağlı geçirimsizlik durumları ortaya koyulmuş, mavi altyapı kapsamında geçirimsizliğin değerlendirilebilmesi adına genel bir çerçeve oluşturulmuştur.

Çalışma alanı için ciddi bir problem haline gelen sel ve taşkın felaketlerinin önüne geçilebilmesi adına yağış durumunda alanda yüzey akışına geçen maksimum su miktarı belirlenerek, yüzey akışının yüksek olduğu alanlarda geçirimsizlik durumuna göre suyun emilimi veya doğal döngüye kazandırılması sağlanmalıdır. Bu amaçla yapılan analizler sonucunda çalışma alanı için maksimum yüzey akış değeri 399,436 ha olarak belirlenmiş olup, meteorolojiden temin edilen yıllık toplam yağış ortalaması yağış verilerinin dağılımından dolayı yüzey akış potansiyeli çalışma alanının batı kısımlarında yüksek değerlere sahiptir. Bu analizde kullanılan yağış verilerinin dağılımı için mevcut iklim istasyonlarının ve bu istasyonların sahip olduğu verilerin yapılacak analizler için yeterli olmaması nedeniyle çevre istasyonların yıllık toplam yağış ortalaması verileri de kullanılmıştır. Oluşturulan harita çalışma alanının nispeten küçük olması sebebi ile çok detaylı sonuç vermemiş fakat yüzey akışının belirlenmesinde direkt olarak kullanılabilmiştir.

Tüm bu aşamalar sonucunda oluşturulan Antalya kenti mavi altyapı sistem analizi, kentteki mavi altyapı sisteminin iyileştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması adına çalışma alanı için mavi, yeşil ve gri altyapıların ekolojik perspektifle bütünleşik olarak ele alındığı ve bu altyapıların mavi altyapı kapsamında önceliklendirilmesi gereken

alanların önerildiği bir çıktı elde edilmiştir. Buna göre çalışma alanında büyük oranda yeşil altyapı ve gri altyapı desteğine ihtiyaç duyulurken, mavi altyapı bakımından sorun teşkil etmeyen, korunması gereken alanlar hayli azdır. Bu korunması gereken alanlar özellikle kentin kuzey kesiminde yoğunlaşmış olup, büyük oranda doğal niteliğe sahip bölgelerden olmaktadır. Kıyıya yakın bölgelerin çoğunlukla kentleşmenin ve turizm faaliyetlerinin burada geçirimsiz yüzeyleri artırmasında kaynaklı olarak yeşil altyapıya elverişsiz hale gelmiş olduğu ve bu nedenle mavi altyapının gri altyapı ile desteklenmesine ihtiyaç duyulan alanlarla kaplı olduğu görülmüştür. Bunlar dışında toprak özellikleri geçirimsiz doğal alanların da mavi altyapı bakımından gri altyapı ile desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin turizm başkenti olarak kabul edilen Antalya kentsel peyzajları sadece kentte yaşayan insanların değil aynı zamanda yöreyi ziyaret eden ziyaretçiler için de önem taşımaktadır. Bu açıdan kentsel çevre kalitesi kent sakinleri kadar, ziyaretçiler ve turizm gibi ekonomik sektörler açısından da önemlidir. Çalışma sonucunda iklim değişikliğine dirençli sürdürülebilir kent gelişimleri için Antalya kenti örneğinde mavi altyapı çözümleri üretilebilmesi adına mevcut durum ortaya konmuştur. Bu doğrultuda kentten faydalanan her türlü sosyal grup ile ilgili kuruluşlar ile yerel yönetimlerin iletişim halinde ve yetkileri dahilinde çalışmalarına ihtiyaç vardır. Üretilen çözümler ile alınan kararların mavi altyapının korunması ve bunun yaratacağı ekonomik, sosyal, çevresel ve toplumsal değerleri gözetmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ahmad, I., Verma, V., Verma, M.K. 2015. Application of Curve Number Method for Estimation of Runoff Potential in GIS Environment. *2nd International Conference on Geological and Civil Engineering IPCBEE* vol. 80 pp. 16-20 DOI: 10.7763/IPCBEE. 2015. V80. 4
- Alves, A., Gersonius, B., Kapelan, Z., Vojinovic, Z., Sanchez, A. 2019. Assessing the Co-Benefits of green-blue-grey infrastructure for sustainable urban flood risk management. *Journal of Environmental Management* 239 pp 244–254 DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.03.036 ISSN: 10958630
- Andoh, R.Y.G. 2012. Blue Infrastructure: The Confluence between Green and Grey Infrastructure in Integrated Urban Water Management. Proceedings of the Water Environment Federation. pp.717-730. DOI 10.2175/193864712811700057.
- Atik, M., A, Ortaçesme, V., Yıldırım, E. 2021. “Anticipating an Urban Green Infrastructure Design for Turkish Mediterranean City of Antalya” Urban Services to Ecosystems: Green Infrastructure Benefits from the Landscape to the Urban Scale. Springer Book- (in print)
- Başıyigit, L. 2004. CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanması: Isparta Örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 10 Sayı 4 pp. 366-374
- Bell, S., Fleming, L. E., Grellier, J., Kuhlmann, F., Nieuwenhuijsen, M. J., & White, M. P. 2022. Urban Blue Spaces. In *Urban Blue Spaces*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429056161>
- Benedict, M.A., McMahon, E.T. 2006. Green Infrastructure Linking Landscapes and Communities. The Conservation Fund. Island Press, Washington. ISBN 1-59726-027-4
- Bevington, C. 2018. Belfast Green and Blue Infrastructure Plan. Belfast City Council.
- Bilgili, B.C. 2009. Ankara Kenti Yeşil Alanlarının Kent Ekosistemine Olan Etkilerinin Bazı Ekolojik Göstergeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara
- Botequilha Leita, A., Ahern, J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59, pp. 65-93 DOI: 10.1016/S0169-2046(02)00005-1 ISSN: 01692046
- Copernicus. 2018a. CORINE Land Cover. European Union. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> [Son Erişim Tarihi: 09.11.2022]
- Copernicus. 2018b. Urban Atlas. European Union. <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas> [Son Erişim Tarihi: 09.11.2022]
- Coşkun Hepcan, Ç. 2022. Doğa Temelli Çözümler ve Kentsel Dirençlilik. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 2. pp. 19-40.

- Cowell, D.W. 1998. Ecological landscape planning techniques for biodiversity and sustainability. *Environmental Management and Health*, 9/2, pp. 72-78. ISSN 0956-6163
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018. 09.03.2021 tarih ve E.471571 sayısı kararı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, <https://tvk.csb.gov.tr/antalya-muratpasa-yamansaz-batakligi-tescil-ilani-duyuru-414861> [Son Erişim Tarihi: 27.11.2022]
- Çıplak, K., Atik, M. 2022. Antalya Boğaçay Projesinin Yer Altı ve Yerüstü Suları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi* 1 pp. 20-30 ISSN 2687-2366
- Deak, J., Bucht, E. 2011. Planning for climate change: The role of indigenous blue infrastructure, with a case study in Sweden. *Town Planning Review*. 82(6) pp. 669-685 DOI: 10.3828/tpr.2011.38 ISSN: 00410020
- Depietri, Y., McPhaerson, T. 2017. Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas. SpringerOpen. ISBN 978-3-319-53750-4
- Dong, X., Jiang, L., Zeng, S., Guo, R., Zeng, Y. 2020. Vulnerability of Urban Water Infrastructures To Climate Change At City Level. *Resources, Conservation & Recycling* 161, 104918
- Elçin, S. 2013. Antalya'da Şiddetli Yağış. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/pg/foto-galeri/antalyayi-sel-vurdu/0> [Son Erişim Tarihi: 28.11.2022]
- Elma, S. 2020. Parkların Mikroiklimsel Etkilerinin Aydın Kanza Parkı (Antalya) Örneğinde İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü Yüksek Lisans Tez Çalışması, Antalya
- EPA. 2022. Impacts of Climate Change. US Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/> [Son Erişim: 26.11.2022]
- Ergönül, S., Özgünler, M., Tekin, Ç., Seçkin, P., Olgun, İ., Turgut, E., Baççoğlu, C. 2019. Mahalle Ölçeğinde Sürdürülebilir Değerlendirme Sistemi Geliştirilmesi. TÜBİTAK 1001 Projesi, Proje No: 216M02. app.trdizin.gov.tr/ [Son Erişim Tarihi: 26.01.2021]
- Eroğlu, E., Yıldız, O., Aksoy, N., Keskin, Ş. Ak, M.K., Keten, A., Kaya, S., Atmaca, E. 2018. Kentsel Su Koridorlarının Peyzaj Karakterinin Görsel ve Ekolojik Olarak Tanımlanması; Düzce Asar Suyu Örneği. TUBİTAK 3001 Projesi Proje No: 116O596 app.trdizin.gov.tr/ [Son Erişim Tarihi: 10.09.2020]
- Esri, 2021. How Stream Order Works? <https://desktop.arcgis.com/> [Son Erişim Tarihi: 28.11.2022]
- European Commission, 2017. Urban Green Infrastructure: Connecting People and Nature for Sustainable Cities. Green Surge Project. Seventh Framework Programme, Freising/Munich: Ask4media.

- European Comission, 2020. Turning the tide for blue infrastructure. <https://ec.europa.eu/> [Son Erişim: 22.07.2020]
- Frederick, K.D., Major, D.C. 1997. Climate change and water resources. *Climatic Change* 37, pp. 7-23
- Fung, C.K.W., Jim, C.Y. 2020. Influence of blue infrastructure on lawn thermal microclimate in asubtropical green space. *Sustainable Cities and Society* 52, 101858
- Google Earth. 2022. Antalya Kenti Uydu Görüntüsü. [tps://earth.google.com](https://earth.google.com) [Son Erişim Tarihi: 28.11.2022]
- Gehrels, H., Meulen, S., Schasfoort., Bosch, P., Brolsma, R., van Dinther, D., Geerling, G., Goossen, M., Jacobs, C., de Jong, M., Kok, S., Massop, H., Oste, L., Perez – Soba, M., Rovers, V., Smit, A., Verweij, P., de Vries, B., Weijers, E. 2016. Designing Green and Blue Infrastructure To Support Healthy Urban Living. To 2 Federatie Project. Technical Report.
- Haase, D. 2015. Reflections About Blue Ecosystem Services in Cities. *Journal of Sustainability of Water Quality and Ecology*, Berlin, pp. 77-83.
- Hansen, R., Rolf, W., Pauleit, S., Born, D., Bartz, R., Kowarik, I., Lindschulte, K., Becker, C.W., Schröder, A. 2007. Urban Green Infrastructure a Foundation of Attractive and Sustainable Cites, Pointers For Municipal Practice. ‘Green Infrastructure in urban spaces: Bases, planning and implementation in integrated urban development’ Project. Federal Agency for Nature Conservation – BfN.
- Hepcan, ř.; Coskun Hepcan, ř.; Kılıçaslan, C.; Özkan, M.B., and Kocan, N. 2013. Analyzing landscape change and urban sprawl in a Mediterranean coastal landscape: a case study from Izmir, Turkey. *Journal of Coastal Research*, 29(2), 301–310. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.
- Huang, M., Gallichand, J., Wang, Z., Goulet, M. 2006. A modification to the Soil Conservation Service curve number method for steep slopes in the Loess Plateau of China. *Hydrological Processes* 20 (3) pp. 579-589 DOI: 10.1002/hyp.5925
- Ignatieva, M., Stewart, G.H., Meurk, C. 2011. Planning and design of ecological networks in urban areas. *Landscape and Ecological Engineering* 7: pp. 17–25 DOI 10.1007/s11355-010-0143-y
- Ioja, C.I., Badiu, D.L., Haase, D., Hossu, A.C., Nita, M.R. 2021. How about water? Urban blue infrastructure management in Romania. *Cities*, 110. 103084 pp. 1-9 Doi: 10.1016/j.cities.2020.103084 ISSN: 02642751
- IUCN, 2017. Water Infrastructure Solutions from Ecosystem Services: Underpinning Climate Resilient Policies and Programmes. WISE-UP to ClimateProject, Brochure II. <https://www.iucn.org/> [Son Erişim Tarihi: 24.02.2020]
- Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. 2001. Türkiye Toprak Bilgi Sistemi. Toprak ve Su Kaynakları Ulusal Bilgi Merkezi. Haziran 1999-2001
- Langemeyer, J., & Baró, F. 2021. Nature-based solutions as nodes of green-blue infrastructure networks: A cross-scale, co-creation approach. *Nature-Based Solutions*, 1(October), 100006. <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2021.100006>

- Li, F., Liu, X., Liu, H., Zhang, X., Zhao, D., Zhou, C., ve ark. 2017. Urban Ecological Infrastructure: An Integrated Network for Ecosystem Services and Sustainable Urban Systems. *Journal of Cleaner Production*, Beijing, pp. 12-18.
- Manavoğlu, E. 2013. Antalya Kenti Yeşil Alanlarının Çok Ölçütlü Analizi ve Planlama Stratejilerinin Geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Doktora Tez Çalışması
- Mansuroğlu, S., Kınıklı, P., Saatçi, B. 2012. Antalya'da Kentsel Gelişimin Ekolojik Açısından Değerlendirilmesi ve Sürdürülebilirlik Kapsamında Önerilerin Geliştirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2012, 49 (3): 255-264 ISSN 1018 – 8851
- Meerow, S. 2020. The Politics of Multifunctional Green Infrastructure Planning in New York. *Cities* 100, 102621. pp. 1-12
- MGM. 2022. Türkiye Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi (2010-2021). <https://mgm.gov.tr/> [Son Erişim Tarihi: 28.11.2022]
- Mörtberg, U.M., Balfors, B., Knol, W.C. 2007. Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning. *Journal of Environmental Management* 82, pp. 457–470
- NASA. 2022. The Effects of Climate Change. <https://climate.nasa.gov/effects/> [Son Erişim Tarihi: 24.11.2022]
- NRDC. 2022. What Are the Effects of Climate Change? <https://www.nrdc.org/> [Son Erişim: 25.11.2022]
- Oliveira, J.A.P., Bellezoni, R.A., Shih, W., Bayulken, B. 2022. Innovations in Urban Green and Blue Infrastructure: Tackling local and global challenges in cities. *Journal of Cleaner Production* 362. 132355 Doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132355 ISSN: 09596526
- Onat, B. 2000. Bir Zamanlar Antalya.
- Oral, H.V., Carvalho, P.N., Gajewska, M., Ursino, N. 2020. A review of nature-based solutions for urban water management in European circular cities: a critical assessment based on case studies and literature. *Blue-Green Systems* Vol 2 No 1. Pp: 112-136. Iva Publishing. Doi: 10.2166/bgs.2020.932
- Ortaçeşme, V., Atik, M. 2013. Urban and Regional Landscapes in Antalya. Antalya's Landscape LE:NOTRE Landscape Forum 2012 Proceedings Book. ISBN: 978-90-820558-0-1
- Özdemir Tosun, H., Elçin, S. 2022. Antalya'da kuvvetli rüzgar ve yağış etkili oluyor. Anadolu Ajansı. <https://www.aa.com.tr/tr/gundem/antalyada-kuvvetli-ruzgar-ve-yagis-etkili-oluyor/2491744>. [Son Erişim Tarihi: 31.10.2022]
- Öztürk, D., Batuk, F., Bektaş, S. 2011. Determination of Land Use/Cover and Topographical/Morphological Features of River. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (2): pp. 35-42, ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X,
- Parlak, E., Atik, M. 2020. Dünyadan ve Ülkemizden Mavi – Yeşil Altyapı Uygulamaları. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 2/2 pp. 86-100

- Parlak, E., Yıldırım, E., Atik M. 2022. Geçmişten Günümüze Ekolojik Planlama Yaklaşımlarının Mavi – Yeşil Altyapı Kapsamında Değerlendirilmesi. Yeşil Altyapı. İksad Publishing House. ISBN: 978-625-8213-00-3
- Ponce, V., Hawkins, R. 1996. Runoff Curve Number: Has It Reached Maturity? *Journal of Hydrologic Engineering* Vol.1 Issue 1 pp. 11-19
- Rawat, K.S., Singh, S.K., Szilard, S. 2021. Comparative evaluation of models to estimate direct runoff volume from an agricultural watershed. *Geology, Ecology and Landscapes*. Vol. 5 No. 2 pp. 94-102 <https://doi.org/10.1080/24749508.2020.1833629>
- Rozos, E., Makropoulos, C., Maksimovic, C. Rethinking urban areas: An example of an integrated blue-green approach. *Water Science and Technology: Water Supply*. 13 (6) pp. 1534-1542 IWA Publishing DOI: 10.2166/ws.2013.140 ISSN: 16069749
- SCS. 1972. National engineering handbook, Section 4, Hydrology. Chapter 21. Department of Agriculture
- Sılaydın Aydın, M.B., Erdin, H.E., Kahraman, E.D. 2017. Mekansal Yapı Özellikleri Açısından İklim Değişikliğine Karşı Risk Taşıyan Bölgelerin Saptanması, İzmir. *Planlama* 27(3):274-285 doi: 10.14744/planlama.2017.61587
- Sivakumar, B. 2011. Global climate change and its impacts on water resources planning and management: assessment and challenges. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment* 25, pp. 583-600 DOI 10.1007/s00477-010-0423-y
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O., Bilgili, B.C., Çiçek, İ., Yiğitbaşıoğlu, H., Tezcan, L., Müftüoğlu, V., Çorbacı, Ö.L., Sülünç, S., Doğan, D., Ateş, E., Tarım, B., Koç, Ö., Kurtoğlu, G., Namal, E., Gökmenoğlu, V., Kaşko Arıcı, Y. 2013. Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Teknik Kılavuzu Destek Doküman 2, Peyzaj – 44 Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Raporu.
- TDK. 2019. Türk Dil Kurumu Sözlükleri. <https://sozluk.gov.tr/> [Son Erişim Tarihi 06.02.2020]
- TÜİK. 2022. Adrese Dayalı Kayıt Sistemi Sonuçları. <https://data.tuik.gov.tr/> Yayın tarihi: 04.02.2022 Sayı: 45500 [Son Erişim Tarihi: 28.11.2022]
- UN. 2018. UN 2023 Water Conference. <https://sdgs.un.org/conferences/water2023> [Son Erişim Tarihi: 09.11.2023]
- UN. 2022a. Water and Sanitation. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development. <https://sdgs.un.org/topics/water-and-sanitation> [Son Erişim Tarihi: 09.11.2022]
- UN. 2022b. Causes and Effects of Climate Change. United Nations, Climate Action. <https://www.un.org/en/climatechange> [Son Erişim Tarihi: 25.11.2022]
- USDA, 2009. National Engineering Handbook. Part 630 Hydrology, Chapter 7. <https://directives.sc.egov.usda.gov/> [Son Erişim Tarihi: 10.11.2022]
- Victoria State Government (VSG), 2017. Planning A Green-Blue City A How-To Guide For Planning Urban Greening And Enhanced Stormwater Management In Victoria. Department of Environment, Land, Water and Planning. E2designlab. Australia.

- Williams, J.B., Jose, R., Moobela, C., Hutchinson, D.J., Wise, R., Gaterell, M. 2019. Residents' Perceptions Of Sustainable Drainage Systems As Highly Functional blue Green Infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, 190, 103610
- WMO. 2022. Provisional State of the Global Climate in 2022. <https://public.wmo.int/> [Son Erişim: 26.11.2022]
- Wu, C. vd. 2019. Understanding the relationship between urban blue infrastructure and land surface temperature. *Science of The Total Environment*, Volume 6941, Article 133742
- Yazar, K.H. 2007. Mekan Organizasyonu ve Planlama Bağlamında Sel Riskinin İrdelenmesi. TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 349-358. Mattek Matbaacılık
- Yıldız, A. 2011. Akdeniz'e Düşen Mürekkep Damlaları "Antalya Çevresi Kültür Yıldız, A., Çiçek, O., Çakmak, M. 2020. Antalya'da kuvvetli yağışın ardından hasar tespiti yapılıyor. Anadolu Ajansı. Erişim: <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/antalyada-kuvvetli-yagisin-ardindan-hasar-tespiti-yapiliyor/2077343> Erişim tarihi: 01.11.2022
- Zeğerek, P., Yıldırım, E., Ortaçesme, V. 2018. İklim Değişikliğinin Kentsel Peyzajlar Üzerine Etkileri, Alanya Uluslararası Yerel Yönetimler Sempozyumu Kitabı, Alanya, pp. 272-28

ÖZGEÇMİŞ

ELİF PARLAK

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2019-2022	Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Antalya
Lisans	İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi
2012-2017	Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Kentsel Tasarım ve Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi	Akdeniz Üniversitesi
2019-Devam ediyor	Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya

ESERLER

Diğer dergilerde yayımlanan makaleler

- 1 – Parlak, E., Atik, M. 2020. Dünyadan ve Ülkemizden Mavi – Yeşil Altyapı Uygulamaları. *PEYZAJ – Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 2/2 pp. 86-100 ISSN 2687-2358 DOI 10.53784/peyzaj.1000421
- 2 – Atik, M., Tülek, B., Parlak, E. 2021. Yedi Avrupa Ülkesi Örneği İle Avrupa Peyzaj Sözleşmesinin Uygulanması Yolunda Peyzaj Gözlemevleri. *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi* 3(2) pp. 1-11

3 – Parlak, E., Atik, M. 2021. Peyzaj Mimarlığı Öğrencileri Gözünden Staj Deneyimleri. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 3/2 pp. 72-81 ISSN 2687-2358 DOI 10.53784/peyzaj.1000421

Uluslararası Kitap Bölümleri

- 1- Parlak, E., Yıldırım, E., Atik M. 2022. Geçmişten Günümüze Ekolojik Planlama Yaklaşımlarının Mavi – Yeşil Altyapı Kapsamında Değerlendirilmesi. Yeşil Altyapı. İksad Publishing House. ISBN: 978-625-8213-00-3
- 2- Balta, S., Parlak, E., Yıldırım E., Atik, M. 2022. Kent Çevresi Yayılım Bölgelerinde Yeşil Altyapının Değerlendirilmesi. Yeşil Altyapı. İksad Publishing House. ISBN: 978-625-8213-00-3

