T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇME SUYU HAVZALARINDA KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK YÖNTEM ARAYIŞI: TERKOS ÖRNEĞİ

Şevval YÜZER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Peyzaj Planlama Programı

Danışman

Prof. Dr. Mustafa VAR

Şubat, 2024

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇME SUYU HAVZALARINDA KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİNE YÖNELİK YÖNTEM ARAYIŞI: TERKOS ÖRNEĞİ

Şevval YÜZER tarafından hazırlanan tez çalışması 28.02.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, Peyzaj Planlama Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa VAR
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa VAR, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Mehmet Doruk ÖZÜGÜL, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ, Üye
İstanbul Aydın Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Mustafa VAR sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "İçme Suyu Havzalarında Koruma Kuşaklarının Belirlenmesine Yönelik Yöntem Arayışı: Terkos Örneği " başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Şevval YÜZER

İmza

Aileme

ve

hayat arkadaşıma

TEŞEKKÜR

Öncelikle bilgilerinden ve engin tecrübelerinden yararlandığım, yüksek lisans ve tez sürecimde beni her konuda destekleyip yönlendiren kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa VAR'a teşekkürlerimi sunarım. Hayatımın her anında olduğu gibi desteği ve sevgisi ile yanımdan ayrılmayan canım annem Canan OKYAR'a, bana her zaman inanan ve güvenen canım babam Çetin OKYAR'a, bu süreçte beni güldürüp neşe kaynağım olan canım kardeşim Dursun Caner YÜZER'e, hayatıma ışık saçıp bana sonsuz güveni ve sevgisi ile güç veren güzel kardeşim Berra Cansın OKYAR'a, sevgisi ve fedakârlıklarıyla bu yolda benimle yürüyen hayat arkadaşım Ahmet Serkan KASAP'a, benden desteğini hiç esirgemeyip bu zorlu süreci kolaylaştıran yoldaşım ve sevgili meslektaşım Duygu DEMİREL TURAN'a, her an beni motive eden güzel arkadaşım Meltem KÖYLÜ ÇAKMAK'a ve beni hiç yalnız bırakmayan canım arkadaşım Gül Deniz SÜRMELİ'ye sonsuz teşekkür ederim.

Şevval YÜZER

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR iv
KISALTMA LİSTESİ viii
ŞEKİL LİSTESİ ix
TABLO LİSTESİ xi
HARİTA LİSTESİ xii
ÖZET xv
ABSTRACT xvii
1 GİRİŞ 1
1.1 Literatür Taraması 2
1.2 Tezin Amacı 4
1.3 Hipotez 5
1.4 Materyal ve Yöntem 7
2 İÇME SUYU HAVZA EKOSİSTEMİ 12
2.1 İçme Suyu Havzası Tanımı ve Önemi 12
2.2 İçme Suyu Havza Ekosisteminin Unsurları 14
2.2.1 Fizyografik Öğeler 15
2.2.2 Edafik Öğeler 17
2.2.3 Akuatik Öğeler 18
2.2.4 Klimatik Öğeler 18
2.2.5 Bitkiler 19
2.2.6 Hayvan Varlığı 20
2.3 İçme Suyu Havzaları Hassasiyet – Arazi Kullanım İlişkisi 20
2.3.1 Tarım Alanları 21
2.3.2 Orman Alanları 22
2.3.3 Kumul Alanlar 23
2.3.4 Konut Alanları 23
2.3.5 Endüstri Tesisleri 24
3 İÇME SUYU KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİNDE ÜLKE ÖRNEKLERİ 25
3.1 Amerika Birleşik Devletleri 25
3.2 Almanya 27
3.3 İspanya 28
3.4 Hırvatistan 29

3.5 Fransa 30
3.6 Türkiye 31
4 ÖRNEK ALAN: TERKOS GÖLÜ HAVZASI **43**
4.1 Konum 43
4.2 Topoğrafik Yapı 46
4.2.1 Topoğrafya 46
4.2.2 Eş Yükselti 50
4.2.3 Eğim 53
4.2.4 Bakı 56
4.3 Jeolojik Yapı 59
4.3.1 Jeolojik Formasyon 59
4.3.2 Depremsellik 65
4.3.3 Hidrojeolojik Yapı 67
4.4 Hidrolojik Yapı 70
4.5 Toprak Yapısı 75
4.5.1 Büyük Toprak Grupları 75
4.5.2 Arazi Kullanım Kabiliyetleri 78
4.5.3 Alt Faktör 81
4.6 İklim 83
4.6.1 Sıcaklık 83
4.6.2 Yağış 84
4.6.3 Rüzgar 89
4.6.4 Nem 90
4.6.5 Sayılı Günler 91
4.7 Bitki Örtüsü 92
4.8 Hayvan Varlığı 98
4.9 Çevre Sorunları 104
4.9.1 Doğal Çevre Sorunları 104
4.9.2 Antropojen Çevre Sorunları 109
4.10 Arazi Kullanım 113
4.11 Havzayı Etkileyen Projeler ve Planlama Kararları 116
5 İÇME SUYU KORUMA ALANLARININ TERKOS GÖLÜ HAVZASINDA BELİRLENMESİ **123**
5.1 Kabuller 123
5.1.1 Topoğrafya Etkisi 124

5.1.2 Jeoloji Etkisi 125
5.1.3 Hidrojeoloji Etkisi 125
5.1.4 Hidroloji Etkisi 126
5.1.5 Toprak Yapısı Etkisi 126
5.1.6 Arazi Kullanım Etkisi 128
5.1.7 İklim Etkisi 128
5.1.8 Bitki Örtüsü Kapalılık Dereceleri Etkisi 129
5.2 Yöntemin uygulanması 129
6 SONUÇ **157**
KAYNAKÇA **171**
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR **183**

KISALTMA LİSTESİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	Coordination of Information on the Environment
ÇDP	Çevre Düzeni Planı
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
DLH Müdürlüğü	Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel
DSİ	Devlet Su İşleri
EPA	Environmental Protection Agency
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İÇDP	İstanbul Çevre Düzeni Planı
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
ÖBA	Önemli Bitki Alanı
ÖDA	Önemli Doğa Alanı
SFWA	Safe Drinking Water Act
SWAP	Source Water Assessment Program

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 1 Yöntem akış şeması **11**

Şekil 2. 1 İçme suyu havzalarının sağladığı ekosistem ürünleri ve servisleri **13**

Şekil 2. 2 İçme suyu havzalarının öğeleri **15**

Şekil 2. 3 İçme suyu havza ekosistemine materyal girişi **21**

Şekil 3. 1 ABD'de içme suyu programının sağlaması gereken aşamalar **26**

Şekil 3. 2 ABD'de kaynak suyu değerlendirmesinin içeriği **26**

Şekil 3. 3 ABD'de kaynak suyu koruma programı ve süreci **27**

Şekil 3. 4 Almanya'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ele alınan faktörler **28**

Şekil 3. 5 Hırvatistan'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ele alınan faktörler **30**

Şekil 3. 6 Fransa'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde etkin olan unsurlar **31**

Şekil 3. 7 İçme suyu koruma kuşakları **33**

Şekil 3. 8 Az, orta ve yüksek eğimli havzalarda koruma alanları **33**

Şekil 3. 9 Farklı arazi örtüsü ile içme suyu koruma alanları **34**

Şekil 4. 1 Terkos Havzası **44**

Şekil 4. 2 İstanbul Avrupa Yakası üç boyutlu modeli **46**

Şekil 4. 3 Terkos Gölü ve çevresinin üç boyutlu modeli **46**

Şekil 4. 4 Terkos Gölü Havzası eş yükselti dağılımı **50**

Şekil 4. 5 Terkos Gölü Havzası eğim derecesi dağılımı **53**

Şekil 4. 6 Terkos Gölü Havzası bakı dağılımı **56**

Şekil 4. 7 Terkos Gölü Havzası jeolojik yapı dağılımı **59**

Şekil 4. 8 Terkos Gölü Havzası hidrojeolojik yapı alan dağılımı **67**

Şekil 4. 9 Terkos Gölü Havzası büyük toprak grupları dağılımı **75**

Şekil 4. 10 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım kabiliyeti dağılımı **78**

Şekil 4. 11 Terkos Gölü Havzası toprak yapısı alt faktör dağılımı **81**

Şekil 4. 12 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık grafiği **84**

Şekil 4. 13 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre toplam yağış ve maksimum yağış grafiği **86**

Şekil 4. 14 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve maksimum rüzgar hızı grafiği **90**

Şekil 4. 15 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve minimum nem dağılımı **91**

Şekil 4. 16 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu sayılı günler grafiği **91**

Şekil 4. 17 Terkos-Durusu Kumul tesbit çalışmalarının yapıldığı dönem **96**

Şekil 4. 18 Durusu kumul ağaçlandırma çalışması **97**

Şekil 4. 19 Terkos Havzasındaki kuş türleri **100**

Şekil 4. 20 Terkos Gölü Havzası erozyon şiddeti **105**

Şekil 4. 21 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım dağılımı **113**

Şekil 4. 22 Mega projelerin peyzaja etkisi **116**

Şekil 4. 23 Kanal İstanbul proje alanında 2009 ve 2020 yıllarına ilişkin Çevre Düzeni Planları **122**

Şekil 5. 1 Öneri modelde içme suyu havzalarında koruma kuşaklarını belirlerken ele alınan unsurlar **124**

Şekil 5. 2 Öneri modelde ele alınan topoğrafik unsurlar **124**

Şekil 5. 3 Öneri modelde ele alınan hidrojeolojik yapı unsurları **126**

Şekil 5. 4 Öneri modelde ele alınan hidrolojik yapı unsurları **126**

Şekil 5. 5 Öneri modelde ele alınan toprak yapısı unsurları **127**

Şekil 5. 6 Öneri modelde ele alınan arazi kullanım **128**

Şekil 5. 7 Öneri modelde ele alınan iklim unsurları **128**

Şekil 5. 8 Öneri modelde ele alınan kapalılık dereceleri **129**

Şekil 6. 1 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planında Terkos Gölü Havzası koruma kuşakları dağılımı .. **165**

Şekil 6. 2 Koruma alanlarında Kanal İstanbul Projesi **168**

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 1 Çalışmada kullanılan materyal.....**8**

Tablo 2. 1 Alan büyüklüklerine göre havzalar.....**13**

Tablo 3. 1 İçme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ülke örnekleri.....**42**

Tablo 4. 1 Terkos Gölü Havzası eş yükselti alan dağılımı **51**

Tablo 4. 2 Terkos Gölü Havzası eğim derecesinin alansal dağılımı.....**54**

Tablo 4. 3 Terkos Gölü Havzası bakı dağılımı **57**

Tablo 4. 4 Terkos Gölü Havzası jeolojik formasyon alan dağılımı **60**

Tablo 4. 5 2022 yılında su kaynaklarından alınan ham su miktarları (m^3/yıl).....**71**

Tablo 4. 6 Terkos Gölü Havzası dereleri **71**

Tablo 4. 7 Terkos Gölü yıllara göre alan değişimi **73**

Tablo 4. 8 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık dağılımı **83**

Tablo 4. 9 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre yağış dağılımı **85**

Tablo 4. 10 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum rüzgar hızı ve en hızlı rüzgar yönü **89**

Tablo 4. 11 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve minimum nem dağılımı **90**

Tablo 4. 12 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu sayılı günler verileri **92**

Tablo 4. 13 İstanbul'un önemli bitki alanları ve nesli tehlikede kabul edilen tür sayısı **93**

Tablo 4. 14 Terkos Kasatura Kıyıları bitki taksonları **95**

Tablo 4. 15 Erozyon derecelerinin sınıflandırılması **104**

Tablo 4. 16 Terkos Havzası'nda evsel kirlilik yükleri **109**

Tablo 4. 17 Terkos Gölü Havzası yıllara göre arazi kullanım alanları (km^2).....**114**

Tablo 5. 1 İçme suyu koruma kuşaklarını belirlemede kullanılacak faktör, alt faktör, kriter ve puanlar.....**131**

Tablo 5. 2 Saaty'nin değerlendirme cetveli.....**134**

Tablo 5. 3 Çalışmada belirlenen faktör ağırlıkları **134**

Tablo 5. 4 Hesaplanan faktör ağırlıkları **136**

Tablo 5. 5 Oluşturulan model sonucu Terkos Gölü Havzası'nın koruma alanlarının alansal dağılımı.....**151**

Tablo 6. 1 Terkos Gölü Havzası İmar Planları hazırlanırken uyulacak yoğunluklar **158**

HARİTA LİSTESİ

Harita 3. 1 Elmalı Barajı koruma alanları **38**
Harita 3. 2 Büyükçekmece Gölü koruma alanları **39**
Harita 3. 3 Melen Barajı Havzası koruma alanları **40**
Harita 3. 4 Ömerli Havzası koruma alanları **41**
Harita 4. 1 Örnek alanın Türkiye'de konumu **43**
Harita 4. 2 İstanbul'un içme suyu havzaları **44**
Harita 4. 3 Terkos Gölü Havzası konum **45**
Harita 4. 4 Terkos Gölü Havzası Karadeniz kıyı değişimi **47**
Harita 4. 5 Terkos Gölü Havzası topoğrafya analizi **49**
Harita 4. 6 Terkos Gölü Havzası eş yükselti analizi **52**
Harita 4. 7 Terkos Gölü Havzası eğim analizi **55**
Harita 4. 8 Terkos Gölü Havzası bakı analizi **58**
Harita 4. 9 Terkos Gölü Havzası jeolojik yapı analizi **64**
Harita 4. 10 Türkiye deprem tehlike haritası **65**
Harita 4. 11 Terkos Gölü Havzası depremsellik analizi **66**
Harita 4. 12 Terkos Gölü Havzası hidrojeolojik yapı analizi **69**
Harita 4. 13 İstanbul Avrupa Yakası su kaynakları **72**
Harita 4. 14 Terkos Gölü'nün yıllara göre göl sınırı değişimi **73**
Harita 4. 15 Terkos Gölü Havzası hidroloji analizi **74**
Harita 4. 16 Terkos Gölü Havzası büyük toprak grupları **77**
Harita 4. 17 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım kabiliyetleri analizi **80**
Harita 4. 18 Terkos Gölü Havzası toprak yapısı alt faktör analizi **82**
Harita 4. 19 Terkos Gölü Havzası sıcaklık analizi **87**
Harita 4. 20 Terkos Gölü Havzası yağış analizi **88**
Harita 4. 21 İstanbul ili önemli bitki alanları **93**
Harita 4. 22 Türkiye kuş göç yolları haritası **99**
Harita 4. 23 Terkos Gölü'nde sonbahar göç rotası **99**
Harita 4. 24 Terkos Gölü'nde ilkbahar göç rotası **100**
Harita 4. 25 Terkos Gölü Havzası bitki örtüsü analizi **102**
Harita 4. 26 Terkos Gölü Havzası önemli doğa alanı - önemli bitki alanı **103**
Harita 4. 27 Terkos Gölü Havzası erozyon analizi **107**
Harita 4. 28 Terkos Gölü Havzası taşkın analizi **108**

Harita 4. 29 Terkos Gölü Havzası çevre sorunları analizi..... **112**

Harita 4. 30 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım **115**

Harita 4. 31 1980 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Nazım Planı **117**

Harita 4. 32 1995 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metopoliten Alan Alt Bölge Nazım Planı..... **118**

Harita 4. 33 2006 tarihli 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı..... **118**

Harita 4. 34 2009 İstanbul Çevre Düzeni Planı..... **119**

Harita 4. 35 2009 tarihli 1/100.00 ölçekli tadilatlı İstanbul Çevre Düzeni Planı **120**

Harita 4. 36 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği **121**

Harita 5. 1 Oluşturulan yöntem doğrultusunda denizden yükseklik analizinin puan dağılımı **137**

Harita 5. 2 Oluşturulan yöntem doğrultusunda eğim analizinin puan dağılımı **.138**

Harita 5. 3 Oluşturulan yöntem doğrultusunda bakı analizinin puan dağılımı**...139**

Harita 5. 4 Oluşturulan yöntem doğrultusunda jeolojik yapı analizinin puan dağılımı **140**

Harita 5. 5 Oluşturulan yöntem doğrultusunda hidrojeolojik yapı analizinin puan dağılımı **141**

Harita 5. 6 Oluşturulan yöntem doğrultusunda su kaynaklarına yakınlık analizinin puan dağılımı **142**

Harita 5. 7 Oluşturulan yöntem doğrultusunda akarsu kaynaklarına yakınlık analizinin puan dağılımı..... **143**

Harita 5. 8 Oluşturulan yöntem doğrultusunda arazi kullanım kabiliyetleri analizinin puan dağılımı..... **144**

Harita 5. 9 Oluşturulan yöntem doğrultusunda alt faktör analizinin puan dağılımı **145**

Harita 5. 10 Oluşturulan yöntem doğrultusunda sıcaklık analizinin puan dağılımı **146**

Harita 5. 11 Oluşturulan yöntem doğrultusunda yağış analizinin puan dağılımı **147**

Harita 5. 12 Oluşturulan yöntem doğrultusunda erozyon riski analizinin puan dağılımı **148**

Harita 5. 13 Oluşturulan yöntem doğrultusunda arazi kullanım analizinin puan dağılımı **149**

Harita 5. 14 Terkos Gölü Havzası puanlama sonucu belirlenen koruma alanları **152**

Harita 5. 15 Terkos Gölü Havzası özel koşullar..... **154**

Harita 5. 16 Terkos Gölü Havzası önerilen içme suyu koruma alanları **156**

Harita 6. 1 Mevcut - Öneri Terkos Gölü Havzası koruma alanları **.....163**

Harita 6. 2 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde koruma alanlarının değerlendirilmesi **166**

Harita 6. 3 Kanal İstanbul Projesinde koruma alanları**.....167**

ÖZET

İçme Suyu Havzalarında Koruma Kuşaklarının Belirlenmesine Yönelik Yöntem Arayışı: Terkos Örneği

Şevval YÜZER

Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı

Peyzaj Planlama Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mustafa VAR

Su dünyadaki tüm canlılar için vazgeçilmez bir ekosistem ürünüdür. Plansız kentleşme, iklim değişikliği, politika ve uygulamaların yetersiz kalması sonucu zaman içerisinde zarar görmeye başlamış ve kullanılabilir su miktarında azalma görülmüştür. Kente temiz su sağlamada hayati öneme sahip olan içme suyu havzaları da bu durumdan etkilenmiş ve koruma uygulamalarının değişimini gündeme getirmiştir. İçme suyu kaynağını korumayı hedefleyen çoklu bariyer sisteminin olduğu içme suyu koruma kuşakları, ülkemizde standart kuş uçuşu mesafe yaklaşımı ile gerçekleştirilmektedir. Ancak havzalar birçok farklı ekolojik bileşeni içerisinde barındırmakta olup birbirlerinden farklı fizyografik, edafik, akuatik, klimatik ve biyotik öğelere sahiptir. Her bir öğe birbirleri ile doğal bir denge içerisinde olan hassas ekosistemi oluşturmaktadır. Koruma alanlarının belirlenmesinde de bu öğeler, farklılıklar, baskılar ve özel koşullar göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırma kapsamında içme suyu havzalarında koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik bir yöntem arayışı çerçevesinde, İstanbul için hayati öneme sahip olan ve ekosistem unsurlarının çeşitliliğinin görüldüğü Terkos Gölü Havzası örnek alan

olarak seçilmiştir. Bu araştırma ile içme suyu havzalarının korunarak kullanılabilmesi için kirliliğin önlenmesinde önem taşıyan koruma kuşaklarının nasıl belirlenebileceğine ilişkin çözümler aranmaktadır. Aynı zamanda Terkos Gölü Havzası'nın hassasiyetlerini, risklerini, potansiyellerini, baskılarını belirleyerek ekosistem unsurlarının tanımlanması ve haritalandırılması ile içme suyu havza koruma kuşaklarının havzaya özgü belirlenmesinin ana çerçevesini tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda ülke örneklerinden ve geçmiş çalışmalardan yararlanılarak tez çalışmasında içme suyu koruma alanlarının belirlenmesi için seçilen ekosistem öğelerinin etkileri tanımlanarak "Uygunluk Analizi" ve "Analitik Hiyerarşi Süreci" yöntemi ile su kaynağının kirlenme riskine göre CBS kullanılarak kategorize edilen, su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesi için dört bölge içeren bir mekansal düzen önerilmiştir. Bu çalışmada ortaya konulan koruma kuşakları ile hiç bir ekolojik altyapıya dayanmadan gerçekleştirilen uygulamada kullanılan geleneksel koruma kuşaklarının ne kadar farklılıklar içerdiği, hazırlanan haritalarla ortaya konulmuştur. İçme suyu havzalarında yaşanan sorunlar, koruma alanlarının eksiklikleri, belirlenen yöntem ve Türkiye'de uygulanan mevcut sistemin farklılıkları ile sonuç ve bulgular değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İçme suyu havza ekosistemi, içme suyu koruma kuşakları, Terkos Gölü Havzası, analitik hiyerarşi süreci, uygunluk analizi

ABSTRACT

A Methodological Approach for Determination of Protection Zones in Drinking Water Basins: The Example of Terkos

Şevval YÜZER

Department of City and Regional Planning

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa VAR

Water is an indispensable ecosystem product for all living things in the world. As a result of unplanned urbanization, climate change, and the inadequacy of policies and practices, it has suffered degradation over time and a decrease in the amount of usable water is the result. Drinking water basins, which are vital in providing clean potable water to cities, have also been affected by this situation and have brought about a change in conservation practices. Drinking water protection zones, which include a multiple barrier system that aims to protect the drinking water sources, have been implemented in our country with the euclidean distance measurement system. However, water basins contain many components based on their ecosystems and have different physiographic, edaphic, aquatic, climatic and biotic elements. Each element forms a delicate ecosystem that is in a natural balance with each other. These elements, differences, pressures, and special conditions must be taken into consideration when determining protection zones.

Within the scope of the research, and within the scope of searching for a method for determining protection zones in drinking water basins, the Terkos Lake Basin, which is of vital importance for Istanbul and where the diversity of ecosystem elements can be seen, was chosen as a sample area. This research seeks solutions

on how to determine protection zones that are important in preventing additional pollution so that drinking water basins can be protected and utilized. It also aims to identify the sensitivities, risks, potentials, and pressures of the Terkos Lake Basin, identify and map ecosystem elements, and define the main framework for basin-specific determination of drinking water basin protection zones.

In this context, by using country examples and past studies, the effects of the ecosystem elements were selected to determine drinking water protection areas are defined in this thesis study. A spatial layout that includes four regions is also defined for the protection and development of water resources, which are categorized using GIS according to the risk of contamination of the water resource with the "Suitability Analysis" and "Analytic Hierarchy Process" methods. The differences between the protection zones put forward in this study and the traditional protection zones used in practice without relying on any ecological infrastructure have been revealed with the prepared maps. The problems experienced in drinking water basins, the deficiencies of protected areas, the determined method and the differences of the current system applied in Turkey, and the results and findings are evaluated.

Keywords: Drinking water basin ecosystem, drinking water protection zones, Terkos Basin, analytic hierarchy process (AHP), suitability analysis

1
GİRİŞ

Su, insanlığın bildiği en önemli kaynaklardan biri olup alternatifi yoktur. Tüm canlı organizmaların özüdür [1]. İnsan ve çevrenin sürdürülebilirliği için kaçınılmaz kaynak olan içme suyu [2], hızlı ve plansız kentleşme, iklim değişikliği, doğal çevrenin tahribatı ve doğal kaynakların plansız kullanımı sonucu gün geçtikçe azalış göstermektedir. Dünyada kullanılabilir tatlı su miktarının yalnızca %0,3 [3] olması ve bu oranın azalış göstermesi, su kaynaklarının korunmasına yönelik uygulamaları gündeme getirmiştir.

İçme suyu havzaları düzenli akarsu rejimine sahip olması [4] ile içme ve kullanma suyu temininde önemli bir ekosistemdir. Hassas ekosisteme sahip olan içme suyu havzaları birçok bileşeni barındırır ve bu bileşenlerle doğal bir denge içindedir. Havzanın herhangi bir bölümünde yapılan değişim doğrudan diğer alanları etkilemekte ve bu durum sonucu içme suyu havzalarında tahribatın büyüklüğü giderek artmaktadır. Havzaların korunarak kullanılabilmesi için ekosistemi ve öğelerinin birbirleri ile ilişkisinin tanımlanması önem arz etmektedir.

Türkiye'de havzalar birbirinden farklı fizyografik, edafik, akuatik, biyotik, klimatik unsurları ve kirletici unsurları barındırmasına rağmen her havzada uygulanan standart kuş uçuşu mesafenin olduğu koruma kuşaklarının, su kaynağının korunmasında başarılı olması beklenemez.

İstanbul'da su havzaları, yapılaşmanın ve nüfusun artması ile içme suyunun kullanılamaz hale gelmesi ve 'havza koruma statüsü'nden çıkarılma tehditi ile karşı karşıyadır. Bu durum sonucu önemli doğa alanı, önemli bitki alanını içeren, mega projelerin baskısında olan Terkos Gölü Havzası'nın korunması giderek önem kazanmıştır.

Bu çalışmada içme suyu havza ekosistemi, bileşenleri ve hassasiyetleri açıklanacak ve su kaynaklarının korunması için belirlenen diğer ülkerde uygulanan tampon bölge yaklaşımları incelenecek ve ülkemizde uygulanan koruma alanlarıyla uyguladığımız sistemin eksiklikleri ortaya konulacaktır.

Tüm tespitler sonucunca içme suyu havzalarının kuşaklarını belirlemeye yönelik alternatif yöntem önerisi sunulacaktır. Yöntemin uygulanacağı alan olarak

İstanbul'un su ihtiyacını karşılamada yaşamsal öneme sahip Terkos Gölü Havzası seçilmiştir. Koruma kuşaklarının belirlenmesinde geçmiş çalışmalardan ve gelişmiş ülke örneklerinin uygulamalarından yararlanılmıştır.

1.1 Literatür Taraması

Çalışmanın kavramsal çerçevesinde temel olarak içme suyu havza ekosistemi ve içme suyu koruma kuşakları kavramları üzerinde durulmuştur. Literatür araştırmasının ilk bölümünde ‘‘içme suyu havza ekosistemi’’ kavramından yola çıkılmıştır.

İçme suyu ve havza ekosistem öğelerinin, analiz süreçleri ve planlamaya dahil olmasına yönelik yıllar içersinde birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. 1970'lerde geliştirilen havza ekosistem analizinin temel kabulü; ekosistemde gerçekleşen sayısız fiziksel, biyolojik ve kimyasal döngünün birbiriyle ilişkili olduğudur [5]. Ekolojik, ekonomik ve sosyal amaçlar doğrultusunda alanın yönetimini içeren havza yönetimi, binlerce yıl öncesinden bu yana değişim ve gelişim göstermiştir [6]. Havzanın unsurlarının tanımlandığı havza yönetim uygulamalarında [7], havzanın envanterine yönelik unsurlar verilmiş ve arazi kullanım kararlarının su kalitesine etkisi ortaya konulmuştur [8]. Bu kapsamda havza yönetiminde havza envanterleri, çalışmada havza unsurlarını tanımlamaya katkı sağlamaştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde ‘‘içme suyu koruma kuşakları’’ ve ‘‘içme suyu koruma alanları’’ temel kavramları oluşturmaktadır. Literatürde içme suyu havzalarının koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik kaynak sayısı kısıtlıdır. İçme suyu koruma alanları; kaynak suyu koruma alanları, yeraltı suyu koruma alanları, yüzey suyu koruma alanları şeklinde farklılık göstermektedir. Walcher ve Bormann [9] Avrupa Birliği ve Latin Amerika'daki seçilmiş ülkelerin koruma alanları yaklaşımlarını açıklamış ve Latin Amerika ülkeleri için öneri sunmuştur. Siauve ve Amorsi [10] çalışmalarında içme suyunun kirliliğe karşı korunmasına yönelik Fransa, İspanya, Almanya ve Birleşik Krallık'taki uygulamaların çapraz analizlerini sunmuştur. Seçilen ülkelerin koruma kuşaklarının araştırılmasında yasal çerçeveden yararlanılmıştır.

Türkiye'de gerçekleştirilen içme suyu havzaları ve "Terkos Gölü"'ne yönelik çalışmalar uzun yıllar boyunca devam etmektedir. Baylan [11] çalışmasında Terkos

Gölü'nün doğal ve kültürel çevresinin korunabilmesi için ekosistem envanteri yöntemi, anket ve bilgi formları ile alanın özelliklerini tanımlayarak göl yönetimi ile süreci açıklamıştır. Davaşlığil [12] Terkos Gölü Havzası'nın ekolojik yapısını oluşturan ana unsurları açıklayarak göldeki su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için yöntemleri belirlemiştir. Yılmaz [13], su havzalarında koruma-kullanma dengesinin sağlanabilmesi için gereken kriterleri belirleyen bir çalışma gerçekleştirmiş ve havza yönetiminde Terkos Gölü'nü örnek alan olarak seçmiştir.

Ülkemizde havza tabanlı uygulamalarda Kuru ve Tezer [14], çalışmalarında içme suyu koruma kuşaklarının belirlenmesinde havzanın morfolojik özellikleri ve ekosistem servisleri potansiyeline dayalı bir yöntem önerisi geliştirmiştir. Özügül [15] "Ekolojik planlamada kullanılabilecek bir model önerisi" adlı çalışmasında analitik hiyerarşi süreci ve uygunluk analizi bileşenlerinden oluşan analitik bir model oluşturmuştur. Bu iki çalışma, tezde kullanılacak yöntem, puanlama ve ekosistem öğelerin ilişkisini belirlemede temel kaynaklardan olmuştur. Albayrak [16] ekosistem tabanlı havza yönetim modelinin ana hatlarını tanımlayarak Ömerli İçme Suyu Havzası'nın ekolojik birimleri, ekosistemini değiştiren unsurları ve ekosistem servislerini ortaya koymuş, ekosistem tabanlı havza yönetiminin mekansal, kuramsal ve yasal çerçevesini tanımlamıştır. Hızal vd. [17] ekolojik risk tabanlı bütünleşik havza yönetim modelinde birinci adım için havzanın değerleri, ekolojik riskleri ve amaçlarının belirlenmesi gerektiğini belirtmişir.

Oluşturulacak model önerisi için ise ele alınan ilk yöntem uygunluk analizidir. Ekolojik unsurların tasarım süresine entegre edilmesinde öncü olan Mcharg, bir alanın uygunluğunun tespit edilmesinde çevresel faktörlerin katmanlandırılması, hassas ekosistemlerin korunması için alanın ekolojik hassasiyetlerinin korunması gerekliliğini açıklamıştır [18]. Arazi kullanım uygunluk analizi, belirli faaliyetlerin gereksinimleri ve seçimlerine göre en uygun mekansal dokuyu belirlemeyi hedefler [19], [20]. İçme suyu koruma alanlarını belirlemede kullanılacak modelde yer alan yöntemlerden biri olan uygunluk analizi birçok amaçla kullanılmaktadır. Hopkins [21], arazi uygunluk analizinin çerçevesini açıklayarak homojen alanların belirlenmesi ve belirli kullanımlara uygunluğunun değerlendirilmesi için mevcut yöntemleri sunmuştur. Steiner vd. [22] havzanın kapsamlı ekolojik envanteri ile arazi uygunluk analizi çerçevesini ortaya koymuştur. Aynı zamanda arazi uygunluk analizleri; yeşil yol gelişimi için uygun alanların belirlenmesi [23], toprak yapısı,

iklim ve su kaynakları verilerinden yararlanılarak tarım arazilerinin uygunluğunun belirlenmesi [24], fauna elemanlarının değerlendirilmesi [25], habitat uygunluğu [26] olmak üzere birçok konuda kullanılmaktadır. Ek olarak arazi uygunluk çalışmaları, Marull vd. [27] tarafından stratejik çevresel etki değerlendirmeleri çalışamalarında kullanılmıştır. Çetinkaya ve Uzun [28], peyzaj planlama süreci ve planlamada kullanılan temel yöntemsel yaklaşımları açıklayarak oluşturulan modelde rehberlik eden kaynaklardan olmuştur.

Oluşturulan modelde kullanılan ikinci yöntem ise Analitik Hiyerarşi Sürecidir. AHS, belirli bir özelliğe göre ikili karşılaştırmalar yoluyla kullanılan bir ölçüm teorisidir [29]. Birçok farklı alanda kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci; su kaynaklarının yönetiminde [30] ve arazi kullanım türüne göre, toprağın en uygun arazi kullanımının belirlenmesinde [31] kullanılmıştır.

1.2 Tezin Amacı

Su temini için büyük öneme sahip olan ve kentsel yerleşimler için vazgeçilmez ekolojik birimlerden biri olan içme suyu havzaları, havzanın kendine özgü ekolojik birimleri dikkate alınmadan standart kuş uçuşu mesafelerle belirlenen koruma kuşakları ile korunmaktadır. Her havzaya özgü çalışmaların, kuşakların ve planların gerçekleştirilmesi yeni yeni gündeme gelmektedir. Hassas ekosisteme sahip olan ve koruma – kullanma dengesinin sağlanmasının büyük öneme sahip olduğu bu alanlarda yapılan koruma çalışmaları yetersiz kalmış ve içme suyu kaynaklarının azalmasına ve özellikle havza ekosisteminin bozulmasına sebep olmuştur. Ülkemiz, kent için hayati öneme sahip içme suyu havzalarının, yanlış arazi kullanım ve yetersiz koruma tedbirlerleri sonucunda, su kaynaklarının kullanılamaz hale gelmesi ve içme suyu havzası statülerinden çıkarılma tehditi ile karşı karşıyadır. Havzaların koruma kullanma dengesinde su potansiyelinden yararlanılması için ülkemizde tedbirlerin ve koruma alanlarının belirlenmesinde değişime ihtiyaç vardır.

Bu araştırma içme suyu havzalarının korunarak kullanılması için standart koruma mesafeleri yerine havzaya özgü değerlerin kullanılarak koruma kuşaklarının belirlenmesi için alternatif yöntem sunmayı amaçlamaktadır. Çalışmada içme suyu koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik alternatif model önerisinde araştırma

alanı olarak Trakya Yarımadası, İstanbul Avrupa Yakası'nda konumlanan Terkos Gölü Havzası seçilmiştir.

Alanın seçilmesinde havzada yer alan ekosistem öğelerinin çeşitliliği, ekolojik zenginliği, gerçekleşen ve planlanan mega projelerin baskısı sonucu standart koruma alanlarının yeterli olmaması etkili olmuştur. Havzada görülen topoğrafik unsurların farklılaşması, eğim derecesinin yüksekliği, jeolojik yapının çeşitliliği, arazi kullanım durumunun farklılığı, potansiyel kirletici unsurların varlığı, hidrolojik unsurların birbirleri ile ilişkisi, biyoçeşitlilik, Karadeniz-kumul-göl ilişkisi koruma alanlarının standart belirlenen mesafelerle uygulanmasının yetersiz olduğunu ortaya koyacaktır.

1.3 Hipotez

Tezin amacı doğrultusunda araştırmanın varsayımları belirlenerek araştırma soruları ve hipotez oluşturulmuştur. Çalışmanın varsayımları şu şekildedir:

1. Hassas ekosisteme sahip olan içme suyu havzaları kente temiz su taşıması ve doğal çevrenin sürdürülebilirliği için daha hassas korunmalıdır.
2. İçme suyu havzalarının korunmasında standart kuş uçuşu koruma alanları yetersizdir.

Tezin varsayımlarından yola çıkarak içme suyu havzalarında koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik yöntem önerisinin İstanbul'un en önemli içme suyu havzalarından biri olan Terkos Gölü Havzası'nda uygulanması için dört sorunun cevaplanması amaçlanmıştır.

1. Dünyada ve ülkemizde uygulanan içme suyu havzalarında koruma kuşakları yaklaşımı nedir?
2. İçme suyu havzalarında koruma – kullanma dengesinin sağlanması için koruma kuşaklarının belirlenmesinde hangi parametreler yer almaktadır/almalıdır?
3. Havzaya özgü koruma kuşaklarının belirlenmesinde Terkos Gölü Havzası ekosistem öğeleri koruma alanlarını nasıl farklılaştır?
4. Terkos Gölü Havzası için mevcut koruma kuşakları ile alana özgü oluşturulan koruma alanı nasıl farklılaşmaktadır?

Belirlenen araştırma sorularına göre test edilecek 2 hipotez belirlenmiştir.

Hipotez 1: Her havzaya özgü koruma alanlarının belirlenmesinde havzada yer alan ekosistem unsurları belirleyici rol oynamalıdır.

Havzada yer alan fizyografik, edafik, akuatik, klimatik, biyotik öğeler içme suyu havzasının hassasiyetinin belirlenmesinde önem taşımaktadır. Alanda yer alan ekosistem öğelerini anlamak, doğanın birbiri ile ilişkisinin çözümlenmesinde ve koruma çalışmalarının gerçekleşmesinde temel rol oynar.

Hipotez 2: Havzanın ekolojik yapısı ve hassasiyetleri doğrultusunda havzaya özgü bilimsel yöntemlerle oluşturan koruma kuşakları, standart koruma kuşaklarından farklı mekansal stratejilerin gerçekleşmesine sebep olacağından planlamanın koruma hedefine ulaşmasına ve havzanın korunarak kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

İçme suyu havzalarının planlanmasında ve yoğunlukların koruma kuşakları üzerinden belirlenmesinde standart mesafelerle uyguladığımız sistem, planlama sisteminin koruma hedefinden saptırılarak havzaları korumanın önünde engel oluşturmaktadır. Havzaya özgü koruma alanları, standart koruma alanlarının aksine yoğunluk aktarımı, plan yapma ve işlevlendirmede havza ekosistemi ve su potansiyeli için hassas olarak belirlenen ve öncelikli olan alanların belirlenmesi ile koruma hedefine ulaşmasına yardım edecektir.

Kapsam

Tez kapsamında Terkos Gölü Havzası doğal sınırları ile ele alınmıştır. Tez çalışması 6 ana bölümden oluşmaktadır.

Araştırmanın 1. bölümünde içme suyu kaynaklarına, su havzalarına ve koruma alanlarına yönelik özet bilgi verilmiş ve tezin amacı, kapsamı ve araştırma soruları açıklanmıştır. Araştırmaya yön veren başlıca çalışmalara literatür özetinde yer verilmiş olup çalışmanın hipotezleri sunulmuştur.

Araştırmanın 2. bölümünde; içme suyu havza ekosistemi, tanımı ve öğeleri ile ilgili bilgi verilmiştir. İçme suyu havza ekosistemi içerisinde yer alan unsurların birbirleri ile bağlantıları ve bu unsurların koruma alanlarının belirlenmesindeki rolü açıklanmıştır. İçme suyu havza ekosisteminin hassasiyetleri, potansiyelleri ve arazi kullanım kararları ile ilişkilerine bu bölümde yer verilmiştir.

Araştırmanın 3. bölümünde; içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ülkelerin uyguladıkları yaklaşımlar açıklanmıştır. Dünyada ve ülkemizde uygulanan koruma alanları yaklaşımlarında göz önünde bulundurulan ekolojik unsurlarla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Araştırmanın 4. bölümünde; alternatif koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik model önerisinde kullanılacak örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası'nın analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Alanda yer alan potansiyeller, riskler ve sorunlar açıklanmış olup koruma alanlarının belirlenmesinde kullanılacak parametreler için altlık çalışmaları oluşturulmuştur.

Araştırmanın 5. bölümünde; koruma kuşaklarının havzanın özgü değerlerine göre belirlenmesine yönelik oluşturulan model kapsamında kabuller ve Terkos Gölü Havzası için koruma kuşakları puanlama sistemi ile oluşturulmuştur. Ekosistem unsurlarının puanlanması ile tekrar oluşturulan koruma kuşakları tanımlanmıştır.

Araştırmanın 6. bölümünde; model sonucunda gerçekleşen koruma kuşakları ile mevcut koruma kuşakları birlikte değerlendirilerek sonuç ve öneriler bölümü ile çalışma sonlandırılmıştır.

1.4 Materyal ve Yöntem

Tezin ana materyalini İstanbul il sınırları içerisinde Avrupa Yakası'nda konumlanan Terkos Gölü Havzası oluşturmaktadır. Tezin birincil materyalini araştırma ile ilgili kavramlar olan içme suyu havzaları, içme suyu havza ekosistem unsurları, içme suyu koruma alanları, uygunluk analizi ve analitik hiyerarşi sürecine yönelik tezler, yayınlar, raporlar, yönetmelikler, yasalar ve projeler oluşturmaktadır. Tez içeriğinin kurgulanmasında, öneri model oluşturulmasında ve havza unsurlarının etkileşiminin anlaşılmasında bu materyallerin katkısı büyük olmuştur.

Tezin ikincil materyalini ise Terkos Gölü Havzası ve İstanbul iline ait doğal çevre özellikleri, literatür taramaları, Terkos Gölü Havzası'na yönelik gerçekleştirilen tezler, araştırma projeleri, makaleler ve 2006,2009 yıllarına ait 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı , Kanal İstanbul Nihai ÇED Raporu, 1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Revizyonu ve 1/25.000 Ölçekli Nazım İmar Planına altlık oluşturacak analiz çalışmaları – Doğal alanlar analiz raporu, İstanbul ili 1/25.000

Ölçekli arazi kullanımına esas jeolojik etüt raporu, 2008 yılına ait İstanbul Büyükşehir Alanı ve Çevresinde Tarım Sektörü Araştırması raporu ve İstanbul iline ait konum, topoğrafya, jeoloji, hidrojeoloji, hidroloji, toprak yapısı, bitki örtüsü, arazi kullanım ve iklim haritaları oluşturmaktadır. Ülke, il, ilçe sınırları verisi Harita Genel Müdürlüğü'nden [32] alınarak haritalara işlenmiştir. Denizden yükseklik, bakı, eş yükselti, üç boyutlu modele yönelik harita, tablo ve şekiller ASTER G Dem verisinden [33] yararlanılarak oluşturulmuştur. Jeolojik formasyon, depremsellik, hidrojeoloji, hidroloji, bitki örtüsü, ÖDA, ÖBA, arazi kullanım kabiliyetleri, büyük toprak grupları, alt faktör, eğim, erozyon, taşkın analizlerine yönelik harita, tablo ve şekiller için İBB Şehir Planlama Müdürlüğü'nden alınan veriler [34] kullanılmıştır. 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait arazi örtüsü için CORINE verileri [35], [36], [37] kullanılarak harita, tablo ve şekiller oluşturulmuştur (Tablo 1.1).

Tablo 1. 1 Çalışmada kullanılan materyal

Analiz türü	Materyal	Veri
Konum	Ülke, il, ilçe sınırları	Harita Genel Müdürlüğü
Topoğrafya	Denizden Yükselik	USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi
	Eş yükselti	
	Bakı	
	Eğim	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğünden 2022 yılında elde edilmiş ArcGIS verileri
Jeolojik yapı	Jeolojik formasyon	
	Depremselik	
	Hidrojeoloji	
Hidrolojik yapı	İçme suyu koruma kuşakları	
	Su yüzeyleri	
	Su Çizgisi	
İklim	Sıcaklık	Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları verileri
	Yağış	
	Nem	
	Rüzgar Sayılı Günler	
Bitki örtüsü	Önemli doğa alanları	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğünden 2022 yılında elde edilmiş ArcGIS verileri
	Önemli bitki alanları	
	Kumul alanlar	
	Sulak alanlar	
	Orman alanları	
Toprak yapısı	Arazi kullanım kabiliyetleri	İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğünden 2022 yılında elde edilmiş ArcGIS verileri
	Büyük toprak grupları	
	Alt faktör analizi	
	Erozyon	
2006, 2012, 2018 arazi örtüsü	Arazi örtüsü	Corine 2006,2012,2018 arazi örtüsü verisi

Yukarıda verilen materyallerden yararlanılarak Terkos Gölü Havzası'nın hassasiyetlerinin, potansiyelinin, baskı unsurlarının ve riskli alanların belirlenmesi için ekosistemi tanımlamak ve öneri modelde kullanmak amacıyla coğrafi bilgi sistemi programı olan ArcGIS yazılımı kullanılarak haritalar oluşturulmuştur.

Yöntem

Çalışmada yöntem; envanter, analiz, sentez, yöntemin uygulanması, sonuç ve değerlendirme sürecini içermektedir. Bu kapsamda oluşturulan yöntem akış şeması Şekil 1.1'de verilmiştir. Problem tanımı, amaç ve hedeflerin belirlenmesi ile literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması üç bölüme ayrılmaktadır**. Konuya ilişkin literatür taramalarında**; içme suyu havzalarının önemini, yapısını ve ekosistemini anlayabilmek için, içme suyu havzaları, içme suyu havza ekosistemi ve içme suyu havza koruma kuşaklarına yönelik uygulamalar ve yöntemler taranmıştır. Önerilecek yöntemde kullanılacak ekosistem unsurlarını belirlemede; seçilmiş ülke örneklerinde ele alınan parametrelerden, havza ekosistemini oluşturan unsurlardan ve geçmiş dönemde yapılan bilimsel çalışmalardan yararlanılmıştır.

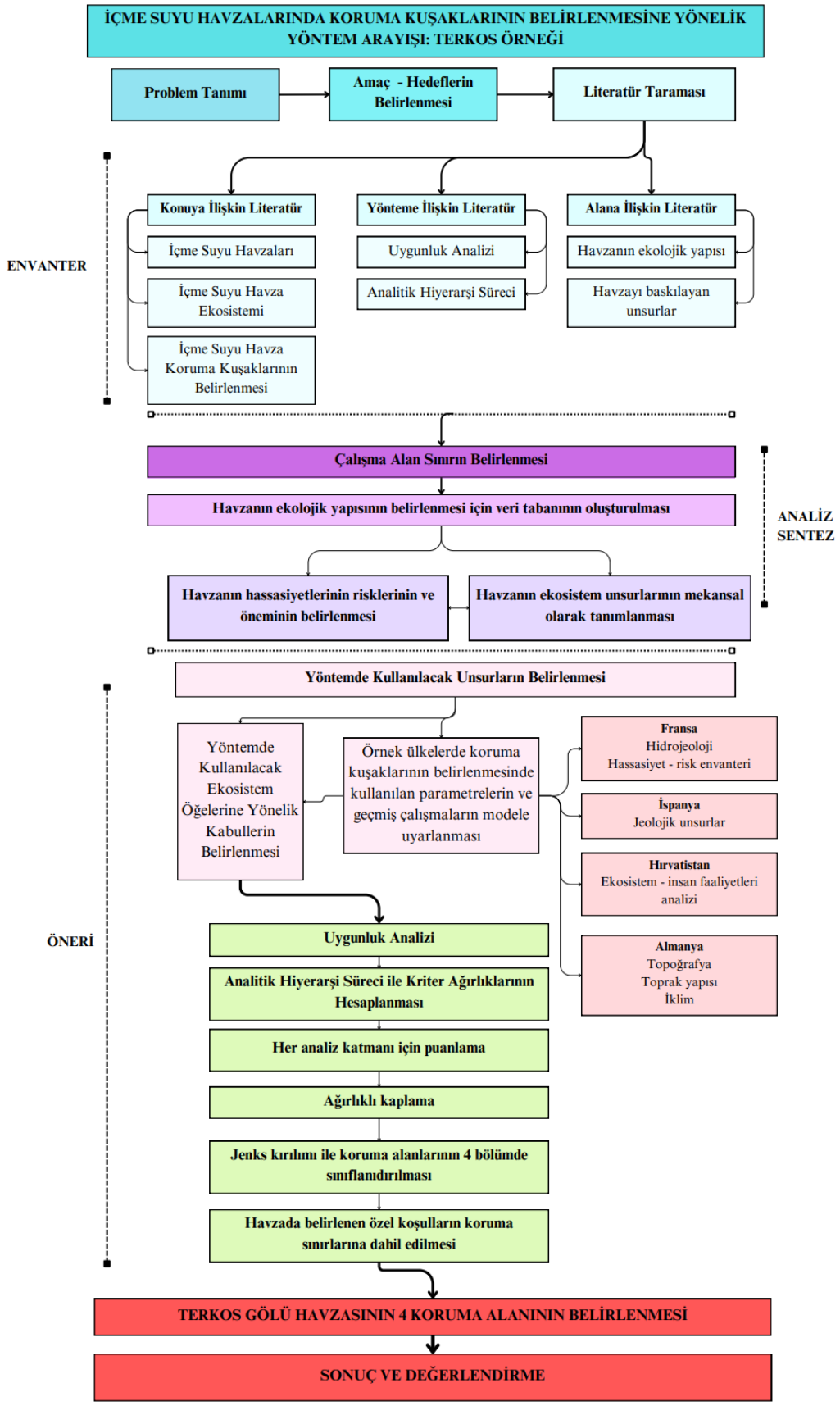
Alana yönelik literatür taramalarında; Terkos Gölü Havzası özelinde ve İstanbul genelinde gerçekleşen ekosistem tabanlı projeler, yüksek lisans ve doktora tezleri, bilimsel dergiler, akademik çalışmalar ve plan raporlarından yararlanılmıştır.

Yönteme dair literatür taramalarında; ekosistem unsurlarının değerlendirme sürecinde kullanılan tekniklerden olan 'uygunluk analizi' ve faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesinde 'analitik hiyerarşi süreci' üzerine bilimsel dergiler, tezler ve akademik çalışmalardan yararlanılmıştır.

Literatür taraması aşamasından sonra Terkos Gölü Havzası'nın sınırları belirlenmiş ve havzanın ekolojik yapısının belirlenmesi için materyalde belirlenen veri tabanı oluşturulmuştur. Bir sonraki aşamada havzanın hassasiyetinin ve karakterinin belirlenmesi için ArcGIS ortamında; topoğrafya, jeoloji, hidrojeoloji, iklim, toprak yapısı, bitki örtüsü ve çevre sorunları analizleri gerçekleştirilmiştir. Havza ekosistemi, hassasiyetleri ve riskleri belirlenmiş, havzaya özgü ekosistem unsurları ortaya konulmuştur.

Koruma kuşaklarını belirlemede kullanılacak parametreler için geçmiş çalışmalardan ve ülke örneklerinden yararlanılarak öneri modelde ele alınacak ekosistem unsurları belirlenmiştir. Ekosistem unsurlarının koruma alanlarını belirlemede etkisine yönelik kabuller belirlenmiştir. Kabullerin belirlenmesi sonrası içme suyu kaynağını tehdit eden ve kirleticilerin göle karışmasına sebep olacak öğelerle, **uygunluk analizi** yöntemi ile puanlama sistemi oluşturulmuştur. Kullanılacak faktörler ve alt faktörler belirlenmiş ve 1 ile 10 arasında değerler verilmiştir. Modelde kullanılan diğer yöntem ise uygunluk analizinde ele alınan faktörlerin kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılan Saaty'nin değerlerlendirme cetvelinden yararlanılarak gerçekleştirilen **Analitik Hiyerarşi Sürecidir**. Her bir faktörün ikili karşılaştırma yöntemi ile birbirilerine üstünlükleri belirlenerek AHS'de kullanılan aritmatik hesap ile kriter ağırlığı belirlenmiş ve doğruluğu test edilmiştir.

Öneri koruma kuşaklarının belirlenmesinde Terkos Gölü Havzası, 30x30 metrelik karelajlara bölünerek denizden yükseklik, eğim, bakı, jeoloji, hidrojeoloji, su kaynaklarına yakınlık, akarsu kaynaklarına yakınlık, erozyon, arazi kullanım kabiliyetleri, alt faktör, arazi örtüsü, sıcaklık ve yağış analizleri coğrafi bilgi sistemleri uygulaması olan ArcMap programında "raster" verisine dönüştürülmüş ve uygunluk analizinde verilen puanlar işlenmiştir. AHS sonrası belirlenen faktör ağırlıkları ile "weighly owerlay" işlemi ile ağırlıklı katmanlama gerçekleştirilip her karelajın aldığı toplam puana ulaşılmıştır. Koruma alanlarının dört bölüme ayrılmasında ArcMap programı ile "Natural Breaks (Jenks)" sınıflamasından yararlanılmıştır. Havzaya özgü koruma altına alınacak bölümler belirlenerek öneri koruma kuşaklarına eklendikten sonra nihai birincil, ikincil, üçüncül ve dördüncül koruma alanlarına ulaşılmıştır. Sonuç – değerlendirme ile çalışma sonlandırılmıştır (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1 Yöntem akış şeması

2
İÇME SUYU HAVZA EKOSİSTEMİ

İçme suyu, insan ve çevre sağlığının sürdürülebilirliği için en temel kaynaklardan biridir [2]. Ancak suya olan arz ve talep arasındaki farkın giderek artması dünyada ciddi bir sorun haline gelmiştir [38]. Su miktarında azalış görülmesi ve su kalitesinin düşmesi ile kullanılabilir içme suyunun azalması bu duruma sebep olmuştur [39].

Çevrenin korunması ve sosyo-ekonomik kalkınmanın sağlanmasında su kaynaklarının korunması birincil faktör olmuştur. Bu durum sonucu arazi kullanım kararları, politikalar ve arazi yönetimi ile güvenli ve temiz içme suyunun sağlanarak su kirliliğinin önlenmesi, birçok ülkenin temel hedefi haline gelmiştir [40].

Tatlı su temininde vazgeçilmez öneme sahip olan içme suyu havzaları, su kaynağının korunarak kullanılması için önemli bir ekosistemdir. Sağlıklı içme suyu havzaları, tatlı su temini ve arıtılması da dahil olmak üzere birçok hizmet sunar [41]. Su kaynağının kullanılması ve havzanın korunmasında havzanın barındırdığı ekosistem öğeleri, barındırdığı öğelerin birbirleriyle ilişkisi ve havza sınırlarının belirtilmesi önem taşımakadır. [42].

2.1 İçme Suyu Havzası Tanımı ve Önemi

İçme suyu havzaları; *''yağış ve kaynak sularının aynı mecraya ya da göle akan, su kesimi, denilen sırtlarla çevrili olan su çekim alanıdır''* [43].

''Sırtlardan geçen su bölüm hattının sınırladığı ve yağışlarla üzerinde toplanan yüzeysel suların bir tek çıkışa ulaşabildiği, içbükey topağrafik yapıya sahip arazi parçasıdır [44] [45]*.''* Havza; "*Bir dere sistemiyle suları boşaltılan ve topografik olarak sınırlandırılmış bir alan, dere veya nehir üzerindeki hidrolojik bir birim, akarsu kesitine sularının boşaltıldığı tüm alan* [46]*''* olarak tanımlanmaktadır. Havza sınırlarında topoğrafya etkili olup jeolojik ve jeomorfolojik yapı da büyük önem taşımaktadır [45].

ABD Çevre Koruma Örgütü'nün (EPA) tanımına göre havza; dereye, göle veya nehre akan arazi alanıdır [47].

İçme- Kullanma Suyu Havzalarını Korunmasına Dair Yönetmelik'e göre havza; *''İçme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarının tabii su toplama alanıdır* [48]''

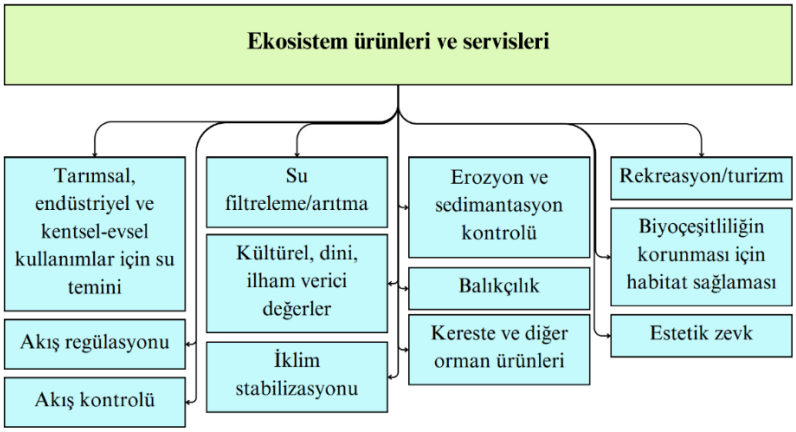
Havzalar alanlarına göre ise toplam dört grupta incelenmektedir (Tablo 2.1) [43]. 100 hektardan küçük havzalar küçük havza, 100 hektar ile 1000 hektar arasındaki havzalar orta büyüklükte havza, 1000 hektar ile 10000 hektar arasındaki havzalar büyük havza ve 10000 hektardan büyük havzalar ise çok büyük havza olarak değerlendirilmektedir.

Tablo 2. 1 Alan büyüklüklerine göre havzalar [43]

Küçük Havzalar	A<100 ha
Orta Büyüklükteki Havzalar	100ha<A<1000ha
Büyük Havzalar	1000ha<A<10000ha
Çok Büyük Havzalar	A>10000ha

Havza ekosistemi; alan içinde yer alan orman, akuatik elemanlar, flora, mikroorganizmalar, edafik ve klimatik öğelerin birlikte oluşturduğu doğal sistemlerdir [49]. Bu ekosistemler, mekansal olarak iç içe geçmiş sistemlerdir.

Havza, ortak bir su kaynağına akan arazidir. Havzalarda karasal, tatlı su ve kıyı ekosistemlerinin birbirleri ile bağlantılı olduğu birçok hizmeti gerçekleştirir. Bu hizmetler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Şekil 2.1) [41].



Şekil 2. 1 İçme suyu havzalarının sağladığı ekosistem ürünleri ve servisleri [41]

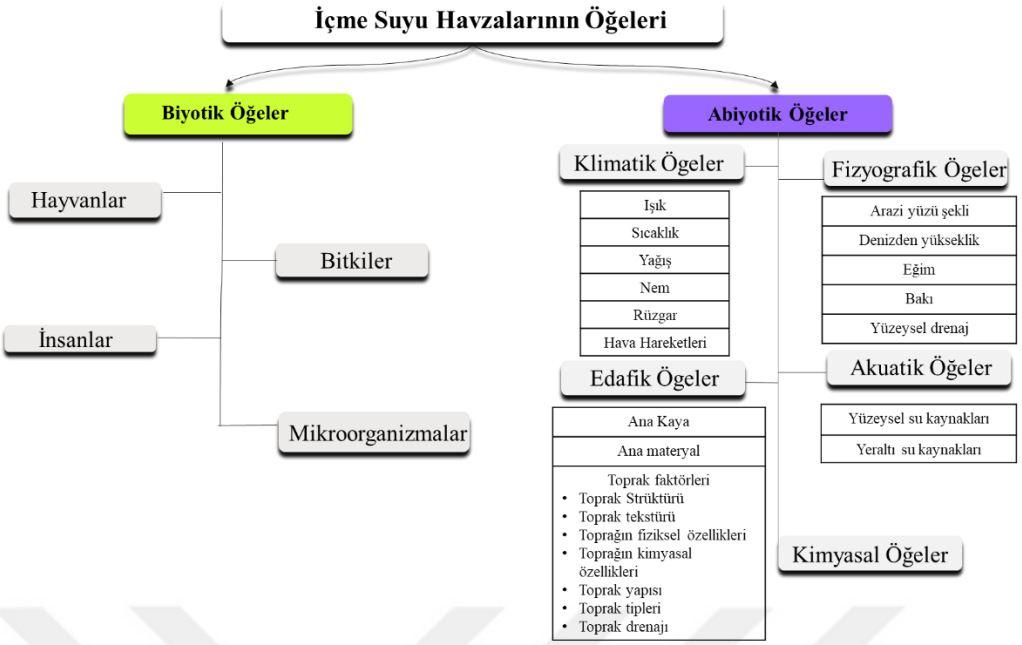
Ekolojik ekonomiye göre ise topluma mal ve hizmet akışı sağlayan doğal sistemlerdir. Hizmetleri destekleyici, üretim ve düzenleyici olarak ayırmak mümkündür. Destekleyici hizmetlerde toprak oluşumu, besinler ve birincil üretim bulunmaktadır. Üretim hizmetlerini gıda, su, odun, yakıt vb ürün olarak sınıflamak mümkündür. Düzenleyici hizmetlere ise rekreasyon örnek verilebilir [50] [51]. İçme suyu havzalarının sağladığı ekosistem servislerinden sosyal ve ekonomik açıdan en değerli olanlar ise hidrolojik hizmetlerdir [52]. Bu hizmetlerin çoğu, su havzalarındaki suyun ve bileşenlerinin akışı ve işlevi ile ilişkilidir.

Havzanın sağladığı hizmetlerin miktarı ve kalitesi, arazi kullanımda gerçekleşen değişimler, su miktarının azalması ve iklim değişikliği sonucunda azalış göstermektedir [51]. Havzada iklim, jeoloji, topoğrafya, flora ve fauna su ile etkileşime girer. Bu öğelerinde gerçekleşen doğal ya da insan etkisi ile arazi kullanım değişimi sonucu; akarsunun hacim, akış hızı, deşarj, tortu yükü ve su kalitesinde değişimine sebep olur [53].

2.2 İçme Suyu Havza Ekosisteminin Unsurları

Bir ortamda yaşayan biyotik unsurlar ve onların yaşadığı çevrede yer alan abiyotik unsurlar birbirlerinden ayrılamayacak şekilde iç içe bulunmaktadır. Birbirleri ile etkileşimde olan abiyotik ve biyotik unsurlar ekosistemi oluşturur. Biyotik unsurlar hem birbirleri hem de abiyotik unsurlarla oluşturdukları etkileşim sonucunda canlı ve cansız sistemlerde madde döngüsü oluşmaktadır. Bu şekilde abiyotik ve biyotik unsurları oluşturan birime ekolojik sistem veya ekosistem denir [54].

İçme suyu havzaları da, insanlar da dahil tüm biyotik ve abiyotik öğeleri kapsamakta olup [55] bu öğelerle doğal denge içindedir. Abiyotik ve biyotik unsurların her havzada farklılaştığı içme suyu havza ekosistemlerin öğeleri Şekil 2.2'de verilmiştir. Biyotik öğeler; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve insanlar olarak sınıflandırılabilir. Abiyotik öğeleri ise; fizyografik, klimatik, edafik, akuatik ve kimyasal olarak gruplamak mümkündür [56]. Havza ekosistemine yönelik çalışmalarda, canlı ve cansız bölümler ve birbirleri ile ilişkileri ele alınmalıdır [42].



Şekil 2. 2 İçme suyu havzalarının öğeleri [56]

2.2.1 Fizyografik Öğeler

Bir havzanın fizyografik öğeleri, havzanın hassasiyetinin ve özelliklerinin belirlenmesinde büyük öneme sahiptir. Havzanın topoğrafyası, morfolojik yapısı, eğim ve bakı durumu her bir havzada farklılaşmakta olup diğer öğeleri etkilemektedir. İçme suyu havzalarında koruma alanlarının belirlenmesinde alanın fizyografik öğelerinin tanımlanması ve havzanın özel koşullarının belirlenmesi, koruma-kullanma dengesinin sağlanarak havza ekosisteminin korunması için hayati öneme sahiptir.

2.2.1.1 Yükselti

Havzanın ekosistem özelliklerinin ve hassasiyetlerinin belirlenmesinde önemli olan faktörlerden biri yükselti durumudur. Yükselti durumu, eğim ile birleştiğinde yüzeysel akış hızında farklılık yaratabilir. Yükseltinin 100 m artması, sıcaklık değerinin 0.5 C düşmesine neden olur. Sıcaklığın değişimi ile yağış ve toprak üzerinde görülen değişim, bitki örtüsünü doğrudan etkimektedir [57]. Ek olarak yükselti, hayvan varlığı üzerinde de etkiye sahip fizyografik unsurlardan biridir [58].

İçme suyu havzalarında koruma kuşaklarının belirlenmesinde, yükseltinin fazla olduğu alanların, eğim, erozyon ve bitki örtüsü ile değerlendirilmesinde yarar vardır [42].

2.2.1.2 Denizden Uzaklık

Havzanın denize olan uzaklığı, havzanın kırılganlığı ve özelliğini belirleyen faktörlerlerden biridir. Denizden uzaklığının 20 km'ye kadar olduğu alanlar kıyı arazi olup, denize yakın havzaların ekolojik yapısı diğer havzalardan farklılaşmaktadır [58]. Denize yakınlığı bulunan içme suyu havzalarının deniz ile ilişkisinin değerlendirilmesinde yarar vardır.

2.2.1.3 Eğim

Eğim, havzada ele alınması gereken en önemli parametrelerden biridir. Bir alanın eğimi; iklim, toprak yapısı ve arazi kullanım kararlarını etkilemektedir [59]. Aynı zamanda erozyon durumunda, yağış ve toprak yapısı kadar önemli etkiye sahip unsurlardan biridir. Eğimin yüksek olduğu alanların arazi kullanım durumları erozyonu doğrudan etkileme gücüne sahiptir. Eğim derecesinin yüksek olduğu alanlarda yapılan tarım uygulamaları ve açık alan kullanımları erozyona sebebiyet vererek içme suyu havzalarında topoğrafik yapının etkisi ile siltasyona sebep olabilir. Bu durum sonucu çevrede gerçekleşen tahribata ek olarak, su kaynağının miktarında azalma ve su kalitesinde düşüş görülmektedir [42]. Önlem alınmadığı taktirde içme suyu kaynağı kullanılamayacak hale gelmesi riski ile karşı karşıya kalmaktadır. Erozyonun yanı sıra eğim durumu heyelan hareketlerini de etkilemektedir. Eğim durumu toprak yapısını ve kabiliyetlerini de etkileyen unsurlardan biridir [58]. Su kaynakları için, eğimin yüksek ve erozyon riskinin olduğu dik yamaçlarda, belirli hidrolojik riskler daha yüksektir [60].

Hassas ekosisteme sahip olan içme suyu havzalarında eğim durumu göz önünde bulundurularak koruma çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve arazi kullanım kararlarının bu doğrultuda alınması, havzadan yararlanma konusunda hayati öneme sahiptir.

2.2.1.4 Bakı

Bakı faktörü, sıcaklık iklimini ve yağış miktarını etkilemekte olup bu durum sonucu su ekonomisini doğrudan etkileyen unsurlardan biridir. Güney, güneydoğu, güneybatı ve batı bakıları kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu bakılarından güneşlenme sürelerinin farklı olmasından dolayı ayrışmaktadır. Güneşlenme süresinin; kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu bakılarında az olması, toprağa düşen yağışta buharlaşmanın az görülmesine sebep olur. Sonuç olarak bu bakılar,

diğer bakılardan, toprakta daha fazla su tutar. Bu durum, diğer koşulların aynı olduğu alanlarda, su ekonomisinin farklılaşmasına olanak sağlamaktadır [59]. Havzanın bakısı; güneşlenme süresine ek olarak, yağış ve rüzgarlama durumu ve vejetasyonunu etkilemektedir [58]. Havzanın hassasiyetinin belirlenmesinde öneme sahiptir.

2.2.2 Edafik Öğeler

Edafik öğeler, içme suyu havzalarının verimi, hassasiyeti ve kırılganlıklarının belirlenmesinde ve havzanının karakterinin tespit edilmesinde ana öğelerdendir. Bu bölümde havzanın edafik unsurları jeolojik yapı ve toprak yapısı olmak üzere iki bölümde açıklanmıştır.

2.2.2.1 Jeolojik Yapı

İçme suyu havzasınında, alanın jeolojisini anlamak, peyzaj içerisinde hidrolojik döngünün işleyişini anlamaya ve buna bağlı olarak su kaynaklarının etkin yönetiminde altlık hazırlamaya olanak sağlar.

Jeolojik yapı, litoloji ve yapısal ortamları içermektedir [61]. Bir alanın jeolojik yapısı ve jeomorfolojisi, arazi kullanım kararları, bitki örtüsü ve fauna elamanları üzerinde etkisinden dolayı havzanın peyzaj analizinde önem taşıyan unsurlardandır [62].

Jeomorfik özellikler, yüzey suyu akışının yönlerini kontrol ederken, jeolojik koşullar akiferlere, çevreleyen birimlerine ve bunların dağılımına yön verir. Jeolojik koşullar ayrıca yeraltı suyu akışını, beslenmesini ve deşarjını etkileyen yapısal kuşakların dağılımını da kontrol eder. Jeomorfoloji ve jeoloji, su kaynaklarının kalitesinin yanı sıra, yüzeysel akış hacmini ve sızan su miktarını belirlemede rol oynar. Jeolojik yapı, alanın hidrojeolojik özelliklerini belirlediği için [63], havzanın jeolojik yapısının çözümlenmesi, hidrolojik döngüye yönelik bilgi sağladığından, su kaynaklarının korunarak kullanılması ve yönetilmesi için ele alınması gereken unsurlardandır [42].

2.2.2.2 Toprak Yapısı

Toprak, yaşam için gerekli olan doğal kaynaklardan biridir. Bitki örtüsü ve hayvan varlığının çeşitliliğinin belirlenmesi ile ekosistemin görümünü belirlemede rol oynar. Havzalarda toprak yapısının çözümlenmesi; su kalitesi, suyun hareketi, arazi

kullanım kararları ve bitki örtüsünün anlaşılmasına olanak sağlar. Hemen hemen her ekosistemin bileşenlerinden biridir. Yeraltı suyunun hareketi, suyun depolanması, kirleticilerin tespit edilmesi ve alanın üretkenliğinde toprak özellikleri etkilidir [64]. Noktasal olmayan kirliliklerin, su kalitesine göstereceği etkide, toprağın özellikleri büyük önem taşır [65].

Toprağın içinde bulunan organik madde düzeyi, toprakta yaşayan canlılar, toprak içindeki ayrışma ve yeniden oluşum olayları dinamik bir sistem yaratmaktadır [66].

Yağmur sularının toprağa düşmesi ile toprakta sızma başlar. Toprağın tutabileceğinden daha hızlı bir şekilde suyun toprak yüzeyine girmesi yüzeysel akışa neden olur. Bu durumda toprağın suyu tutması yüzey toprağının yanı sıra alt derinliklerinde yer alan makro gözeneklerine de bağlıdır. Makro gözeneklik miktarının büyüklüğü suyun toprağa girmesine ve derinlere inmesine olanak sağlar [67].

Havzada akarsu akışı ve floranın büyümesinde toprağın etki ettiği bir diğer fiziksel özellik ise toprağın derinliğidir. Orman alanlarının kullandığı, akarsulara karışan ve havzanın depoladığı toplam su miktarını belirlemede toprağın derinliği etki gösterir [67].

2.2.3 Akuatik Öğeler

Bir içme suyu havzasında, en önemli ekosistem unsurlarından biri akuatik öğelerdir [42]. Su kaynaklarını yüzey ve yeraltı olmak üzere iki grupta incelemek mümkündür [15]. Bu öğeler, bir havzanın kırılganlıklarının, su üretim kapasitesinin belirlenmesi ve su kalitesinde belirleyicidir. Havzada doğal dengede bulunan bu kaynakların, korunarak kullanılması için ekosistem öğelerini anlamak ve koruma sürecine dahil etmek önem taşımaktadır.

2.2.4 Klimatik Öğeler

Klimatik öğeler, içme suyu havzalarının hassasiyetleri ve su kapasiteleri açısından havzanın özelliklerinin belirlenmesi için önemli unsurlardan biridir. Klimatik faktörler havzada akan suyun miktarını ve kalitesini etkiler.

Yeryüzü şekillerinin farklılaşması sonucu denizin etkisi, bakı ve eğim düzeylerine göre şekillenen güneşlenme süresi ve sıcaklık değişimleri, hakim rüzgar yönleri ile havzada iklim tiplerini oluşmaktadır. İklim ise toprak oluşumunu, toprak türlerini

ve buna bağlı olarak bitki türlerini, canlı yaşam ortamlarını ve su potansiyeli belirlemektedir [68].

Yağış, hız, nem ve buharlaşma su miktarını önemli derecede etkilemektedir. Bir havzanın iklim özellikleri, havza yönetiminde belirleyici bir faktör olup yeşil alan planlamasında da önem taşımaktadır [69].

Yağış miktarı, havzaya giren su miktarını belirlemesi ile içme – kullanma su kaynağı olarak kullanılan alan için en öneme sahip klimatik unsurlardan biridir. Yağışın miktarı ve yoğunluğu suyun toprağa sızma hızını etkiler.

Klimatik öğeler peyzajdaki abiyotik ve biyotik bölümler üzerinde etkili olmasının yanı sıra doğal ve yapay unsurlar da iklimi etkilemektedir [59]. Orman alanlarının artması, nem ve yağış miktarında artışa sebep olurken açık alanların ve betonlaşmanın artması nem ve yağış miktarında düşüşe, sıcaklık ve buharlaşma katsayısında artışa neden olabilir.

2.2.5 Bitkiler

Bitki örtüsü, havza ekosistemini doğrudan etkileyen öğelerdendir. Bir alandaki bitkiler, sızma oranlarına, akış ve evapotranspirasyona etki ederek hidrolojik yapıyı düzenleyebilir. Havzada gerçekleşecek koruma çalışmalarında, bitki örtüsünü korumak ve ele almak en temel unsurlardan biridir. Havzada orman alanlarının bulunması, erozyon ve siltasyon kontrolüne yardımcı olmaktadır. Bitki örtüsünde gerçekleşecek bir değişim, havzadaki tüm unsurların etkilenmesine ve su kaynağının zarar görmesine neden olabilir [42].

Bitkilerin kökleri de toprak erozyonunun önlenmesine yardım ederek havzanın ekolojik dengesinin korunmasına olanak sağlayabilir. Toprak erozyonunu önleme bitki örtüsünün etkisi iki şekilde görülmektedir. İlki, bitkinin kök sisteminin toprağı gevşetmesi sonucu gözenekliliğinin artmasına sebep olması ile mümkün olmaktadır. Bu durum sonucu, alandaki toprağın yağışı tutma kapasitesi artarak yüzeysel akışta azalma gerçekleşir. İkincisi ise, bitkilerin kök sistemlerinin birbirine geçmesi sonucu erozyonu önleme gücünde artışla meydana gelir [70].

Bitki örtüsünü değerlendirirken tür çeşitliliği, türe ait kapalılık/sıklık oranı ve habitatlar göz önünde bulundurulmalıdır. Ek olarak endemik türlerin belirlenmesi de koruma alanlarınının sınırlarını belirlemede ele alınmalıdır.

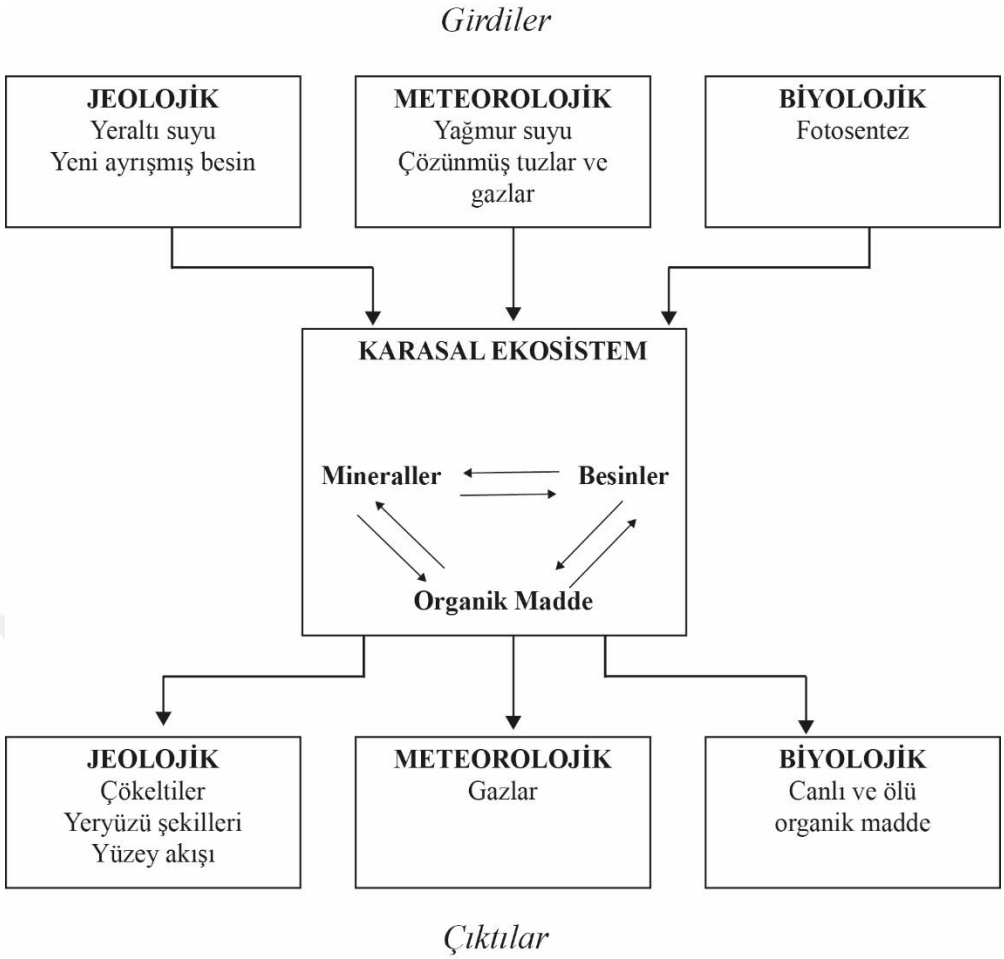
2.2.6 Hayvan Varlığı

Havza ekosisteminin biyotik unsurlarından olan bir diğer öğe hayvan varlığıdır. Diğer ekosistem unsurları gibi fauna da, her havzanın yapısı gereği farklılık göstererek ekosistemde yer alan diğer elemanlarla doğal dengededir. Yapılan uygulamaların doğal dengenin bozulmasına sebep olduğu durumlarda, tür sayılarının azalması, tükenmesi ya da farklı türlerin çoğalması sonucu birçok sorunun gerçekleşme riski görülebilir [42].

Hayvan varlığının değerlendirilme aşamasında tür çeşitliliği, birim alandaki sayısı, habitat varlığı, nesli tükenme tehlikesi olan ve ulusal – uluslarası korunan türlerin tespit edilmesi önem taşımaktadır [57].

2.3 İçme Suyu Havzaları Hassasiyet – Arazi Kullanım İlişkisi

İçme suyu havzalarındaki, insan etkisini ve doğal çevrenin hassassiyet – arazi kullanım ilişkisini anlamada önemli bir faktörlerden biri alan kullanımlarının analizidir. Havzadaki arazi kullanım ve hidroloji arasındaki ilişkiye yönelik bilgi eksikliği, havzada koruma çalışmalarının gerçekleşmesi için kurumsal mekanizmaların oluşturulmasını güçleştirmektedir. Arazi kullanım değişimleri bitki örtüsünü etkilemesine ek olarak bitki örtüsünün değişimi ile yağışın toprağa ve denize yolculuğunda hidrolojik süreç üzerinde büyük bi değişime sebep olur. Bu durum sonucu yalnızca arazi kullanım değişikliği değil aynı zamanda toprak yüzeyinin ve toprak altının değişimi gerçekleşir [71]. Su havzalarındaki girdi ve çıktılar Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2. 3 İçme suyu havza ekosistemine materyal girişi [72], [73]

2.3.1 Tarım Alanları

Hassas ekosisteme sahip olan içme suyu havzalarında yapılan tarım uygulamaları ve tarım alanları; su kirliliği, erozyon, havza ekosisteminin dengesinin bozulması ve havzadaki su kaynağının kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Havzadaki tarım alanları; havzanın jeolojik, hidrojeolojik ve topoğrafik yapısı gereği birçok olumsuzluğa sebep olmakla birlikte bütün ekosistemi de doğrudan etkileme gücüne sahiptir. İçbükey topoğrafyanın olması, havzada yapılan tarım uygulamaları sonucu yüzeysel akışın ve su kaynağının kirlenmesinin önünü açmaktadır.

İçme suyu havzalarında su verimi açısından en önemli ekosistem olan orman alanlarının tarım alanlarına açılması sonucunda eğimin yüksek olduğu alanlarda toprağı tutacak ve erozyon kontrolü sağlayacak orman alanının olmaması erozyona ve siltasyona sebep olmaktadır. Bu durum havzadaki birçok alanın etkilenerek zarar görmesinin yanı sıra su kaynağının hacminin düşmesine ve kirlenmesine neden

olur. Aynı zamanda orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucu, yağış miktarında azalış ve içme suyu havzasındaki su hacminde düşüş görülebilir.

Havzalarda tarım alanlarının yarattığı bir diğer sorun ise kullanılan pestisidler ve kimyasal gübreler sonucu yaşanan su kirliliğidir. Geçirimli alanlarda yapılan ilaçlamalar sonucunda kirlilik yeraltı suları, yağış ve yüzeysel akışla su kaynağına ve havza ekosistemine zarar vermektedir. İçme suyu havza ekosistemindeki edafik unsurlarda yer alan toprağın tipi, çözünebilirlik, kalıcılık ve klimatik faktörlere bağlı olarak yeraltı ve yerüstü sularına karışmaktadır [74].

2.3.2 Orman Alanları

Su döngüsünün vazgeçilmez bileşenleri, orman alanları ve ağaçlardır [75]. Orman alanlarının ve sulak alanların yüksek oranda yer kapladığı havzalarda, yüzeysel akışta azalış ve su kaynağında artış olduğu görülmektedir. Ek olarak bu alanlarda yer alan bitki örtüsü ve toprak, su kaynaklarına girecek olan kirleticilerin filtrelenmesine ve tortuların tutulmasına olanak sağlamaktadır [41].

Orman ekosistemi; ağaçlar, diğer bitkiler, hayvanlar, toprak ve iklim faktörü ile etkileşim içinde bir bütündür. Her bir faktör diğer faktörleri etkilemektedir. İçme suyu havzalarında orman alanlarının açık alanlardan en büyük farkı ise toprak faktörüdür. Orman alanlarındaki toprak, fauna elemanlarının ve çürüyen köklerin bıraktıkları tüneller ile kendilerine özgü içyapıya sahiptir. Bu durum yağış sularının tüneller ile toprağın derinliklerine doğru hızla sızmasına olanak sağlamaktadır [66].

İçme su havzalarında büyük bir bölümü oluşturan bu alanlar; yağış miktarında artışa, hava kirliliğini önlenmeye, iklim özelliklerini düzenlemeye yardım eder. Bu alanlar aynı zamanda erozyon kontrolüne yardımcı olmaktadır. Toprağı tutararak erozyon ve sonrasına siltasyon riskini önlemektedir [76]. Orman alanları, toprak erozyonunun denetleyicileridir. Genel olarak büyük ölçüde, yer altı bitki örtüsü, altlık ve kök ağının dengeleyici etkisinden kaynaklanmaktadır. Eğimin yüksek olduğu alanlarda ağaçların etkisi görülmekte olup ek olarak bitki örtüsü sığ heyelanların oluşmasını engelleyebilir [77].

Orman alanlarının yüksek oranda görüldüğü bir havzanın su verimi; havzaya düşen toplam yağış, gövdeden akış, yüzeysel akış ve birçok unsurun etkileşimine göre şekillenmektedir. Hidrolojik fonksiyona sahip olan orman alanları, içme suyu havzalarında havza ekosistemi, su kalitesi ve miktarı konularında belirleyici rol

oynamaktadır. Havzada suyun depolanmasına ve su kaynağına taşınmasına ek olarak erozyon – siltasyon riskini engellemeye yarayan orman alanları, arazi kullanım değişimleri sonucunda zaman içerisinde havzalarda azalış göstermiştir.

Hassas ekosisteme sahip içme suyu havzalarında uzun mesafe koruma kuşağında yer alan orman alanlarının dahi değişim göstermesi, içme suyu havzasının ekosisteminin zarar görmesine neden olabilir.

2.3.3 Kumul Alanlar

İçme suyu havzalarında, su kaynağını tehdit eden bir diğer alan ise kumul alanlarıdır. Hareketli ve stabilize edilemesi gereken kumul alanlarının havza içerisinde yer aldığı durumda rüzgarın etkisi ile kumul hareketi yaşanır. Kumul hareketi sonucunda su kaynağı kirlenek su kapasitesinde azalış görülür. Hareketli ve stabilize edilmesi gereken kumul alanlarının biyolojik onarım teknikleri ile geçici ve kalıcı stabilizasyon yapılması ve bu alanlarda oluşturulan yapay ormanların korunması gerekmektedir [78].

2.3.4 Konut Alanları

Hızlı kentleşme, kentsel ve kırsal genişlemesinin havza sınırlarına yayılması birçok sorun yaşanmasına sebep olur [79]. İçme suyunun temin edildiği bir ekosistem olan içme suyu havzalarında nüfusun artması ile birlikle birçok ihtiyaç duyulan yapı da beraberinde gelmektedir. Konut alanlarının artması sonucu açık toprak yüzeyi azalmakta ve bitki örtüsü zarar görmektedir. Toprak yüzeyinin betonlaşması ile geçirimsiz olması, toprağın suyu depolayamamasında, yağmur sularının toprağa ulaşmadan buharlaşmasına ve içme suyu kaynağını besleyen derelerin kesilerek kullanılan su kaynağının azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum sonucunda yüzey, yeraltı ve taban akışı ile su kaynağına ulaşan su miktarı azalarak kirlenmektedir [76].

Zaman içerisinde orman alanlarının tahrip edilmesi sonucunda havzaya düşen yağış miktarında azalma meydana geldiğini söylemek mümkündür. Ek olarak altyapının olmadığı konut alanlarının, geçirimli alanlarda yer alması sonucunda evsel atıklar doğrudan içme suyu kaynağına zarar verebilir.

2.3.5 Endüstri Tesisleri

Havza içinde yer alan ekosisteme zarar veren bir diğer alanlar ise endüstriyel kuruluşlardır. Belirli endüstri faaliyetlerinin; her türlü işlem, üretim ve prosesinden kaynaklı katı, sıvı ve gaz atıklar ön arıtmaya geçmeden doğrudan araziye bırakması, geçirimli alanlarda yeraltı kirliliğine sebep olarak doğrudan su kaynağını etkilemektedir. İklim ve topoğrafyanın etkisiyle her türlü atık, geçtikleri arazilerden topladıkları kirletici ve zararlı maddelerle göl veya baraj suyuna karışarak su kirliliğine ve su kaynaklarında yaşayan canlı türünün zarar görmesine sebep olmaktadır [74]. Göl suyundaki hayatı olumsuz yönde etkilemekte ve değiştirmektedir. Topoğrafyanın etkisiyle gazlar göl yüzeyine çökmekte ya da bitki örtüsüne ve toprağa zarar vererek yağmur suları ile birlikte su yüzeyine ulaşmaktadır. İklim, bitki örtüsü ve toprak yapısının bir bütün olarak değerlendirilmesi gereken hassas ekosisteme sahip bu alanlarda ülkemizde uzun yıllar boyunca uygulanmış standart mesafeye sahip koruma kuşakları yetersiz kalmaktadır.

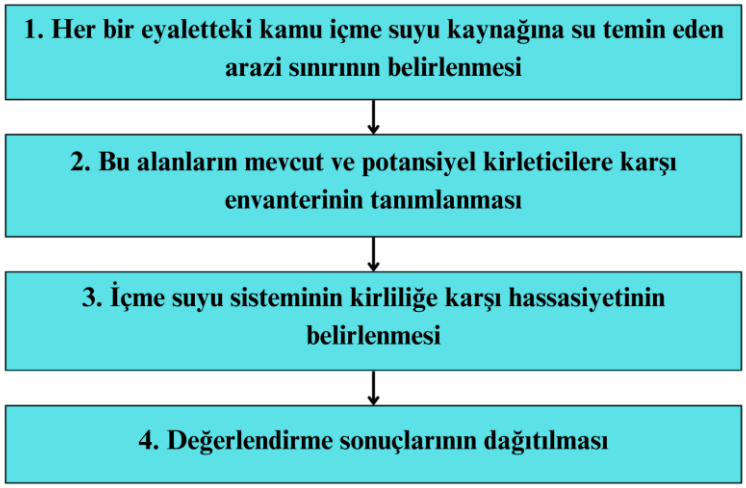
3
İÇME SUYU KORUMA KUŞAKLARININ BELİRLENMESİNDE ÜLKE ÖRNEKLERİ

Bu bölümde dünyada ve Türkiye'de uygulanan içme suyu havzalarının koruma kuşaklarını belirlemeye yönelik yaklaşımları açıklanmıştır. İçme suyu koruma alanları, örnek verilen ülkelerde; içme suyu koruma alanları, yerüstü su kaynakları koruma alanları, içme suyu koruma zonları ve havza koruma alanları şeklinde görülmektedir.

İçme suyu koruma kuşakları, içme suyunun kalitesini korumayı amaçlayan, noktasal olmayan kirliliklerin önlenmesi için oluşturulan çoklu bariyer sisteminin ana unsurlarını oluşturarak tampon görevi görmektedir [42]. İçme suyu; yeraltı suları, yer üstü kaynakları, göllerden ve kısmen nehirlerden sağlanmaktadır. Bu kaynaklar, içme suyu kaynakları olup ve uygun biçimde korunmaları büyük önem taşır [80].

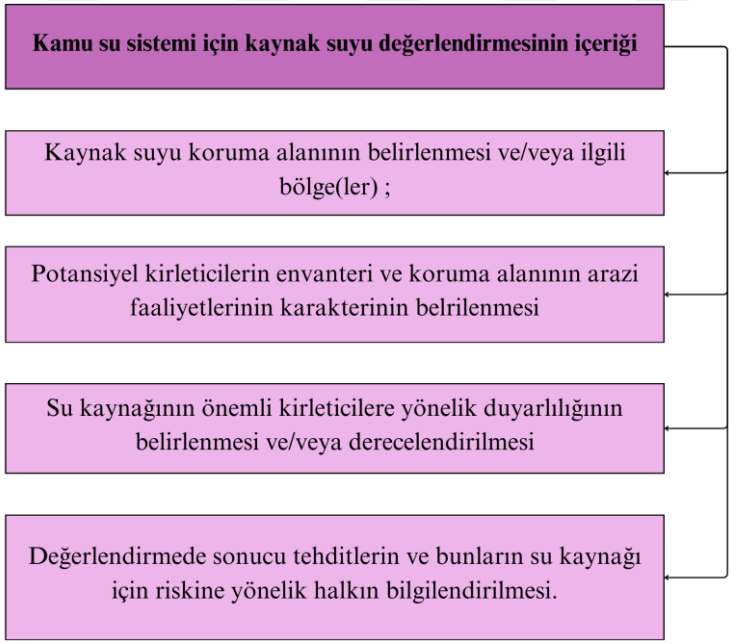
3.1 Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri (ABD), içme suyu koruma bölgelerinin belirlenmesinde birçok açıdan farklılık gösteren bir yaklaşım gerçekleştirmektedir. 1996 yılında Güvenli İçme Suyu Yasası (SDWA)'nda yapılan değişiklikler sonucu, kirliliğin engellenmesi ile temiz ve güvenli içme suyunun sağlanması için her eyaletin "Kaynak Suyu Değerlendirme Programı (SWAP)" oluşturmasını zorunlu kılınmıştır. Programın aşamaları Şekil 3.1'de verilmiştir. Bu değerlendirmelerin sonuç ürünü, potansiyel kirleticilerin ve kirleticilerden etkilenen kaynakların potansiyeline yönelik çalışmalar ve raporlardır [81]. Genel olarak ABD'nin yaklaşımında; kirliliğin önlenmesine yönelik standartlar ve uygulamalar olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 3. 1 ABD'de içme suyu programının sağlaması gereken aşamalar [81]

Kaynak suyu değerlendirmesinin içeriği ise Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3. 2 ABD'de kaynak suyu değerlendirmesinin içeriği [81]

Çalışmada ele alınan koruma alanlarının belirlenmesinde ise ABD'nin kaynak suyu koruma alanının boyutu; hidrojeolojik, çevresel, düzenleyici ve yönetim faktörlerine göre değişiklik göstermektedir. Bu alanların belirlenmesine insan veya doğal kaynaklı kirliliğin, su kalitesine tehdit oluşturduğu arazilerin belirlenmesi ile oluşturulduğu görülmüştür [82]. Program; koruma alanının belirlenmesi, potansiyel kirleticilerin analizi ve su kaynağına riskin belirlenmesi sürecini içerir (Şekil 3.3) [81].

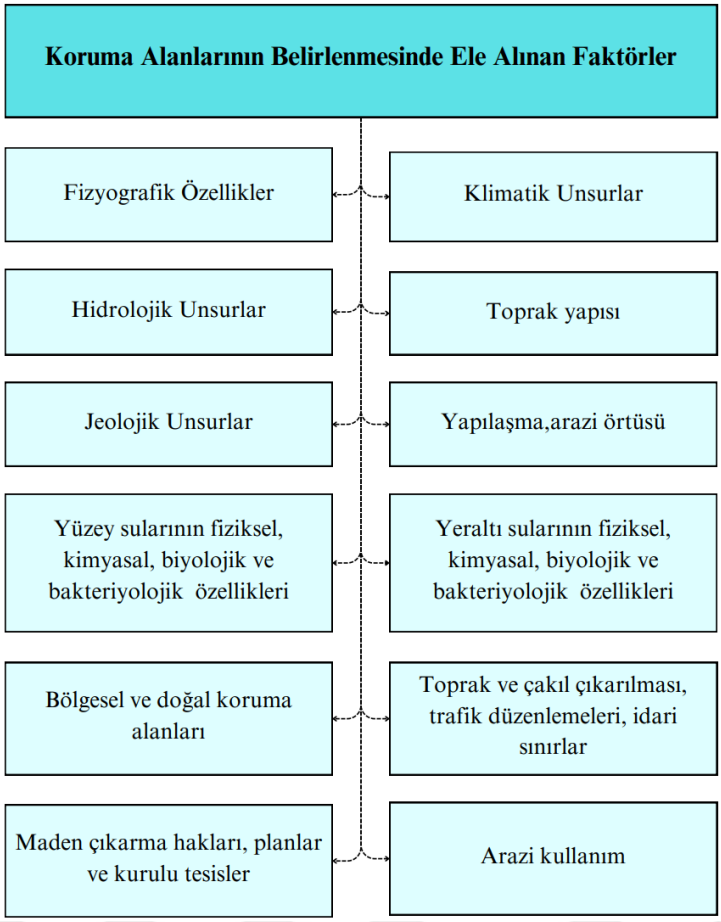
Şekil 3. 3 ABD'de kaynak suyu koruma programı ve süreci [81]

ABD'de koruma kuşakları oluşturulurken yerüstü ile yeraltı su etkileşimi dikkate alınmaktadır. Koruma alanlarının mesafeleri ve kullanılan yaklaşımlar her eyalette farklılık göstermektedir. Ancak koruma alanları belirlenirken genellikle rezervuar ve kollar için sabit mesafe, seyahat süresi veya yerüstü akış ve yeraltı deşarjı modelleri ile potansiyel kirleticilerin etkisi değerlendirilmektedir. İçme suyunun etrafında tampon bölge belirlenmekte olup faaliyetlerin kirletme riskine göre sınırlama ve yasaklama getirilmiştir [83].

Amerika'da uygulanmakta olan havza bazlı yönetim sisteminde, öncelikle göle en yakın bir alan tampon koruma bandı bölgesi olarak belirlenmektedir. Diğer koruma alanları ise kirliliğin göle ulaşma süresine gore modelleme yapılarak belirlenmektedir. Amerika'da dünyadaki diğer ülkelerden farklı olarak yeraltı suları da kayıt altına alınmış ve aynı havza koruma yaklaşımı yeraltı suları için de uygulanmaktadır [84]. Eyaletlerde koruma alanlarının sayısı, boyutları, hesaplama metodları ve yaptırımlar değişmesine rağmen havzanın tanımlanması ve korunmasına yönelik analitik süreç her eyalette aynıdır.

3.2 Almanya

İçme suyu koruma alanlarını belirlemeye yönelik ele alınan ülke örneklerinden biri Almanya'dır. Almanya, koruma alanlarını belirlerken ele aldığı parametreler ve havzaya, kaynağa özgü gerçekleştirdiği müdahaleler ve uygulamalarla birçok ülkeden ve ülkemizden farklılık göstermektedir [42]. Koruma alanlarının belirlenmesinde Şekil 3.4'deki faktörlerden yararlanılarak ve özel yerel koşullar değerlendirilerek gerçekleştirilmektedir [85],



Şekil 3. 4 Almanya'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ele alınan faktörler [85]

Gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucu su kaynağının korunmasına yönelik toplam üç koruma zonu belirlenir [9]. Almanya'nın koruma alanları yaklaşımında, kaynağa özgü değerlendirmeler, doğal yapı elemanlarının koruma alanı belirleme sürecine dahil edilmesi ve özel koşullara yer verilmesi göz önünde bulundurulduğunda gerçekleştirilen yaklaşımın başarılı olduğunu söylemek mümkündür [42].

3.3 İspanya

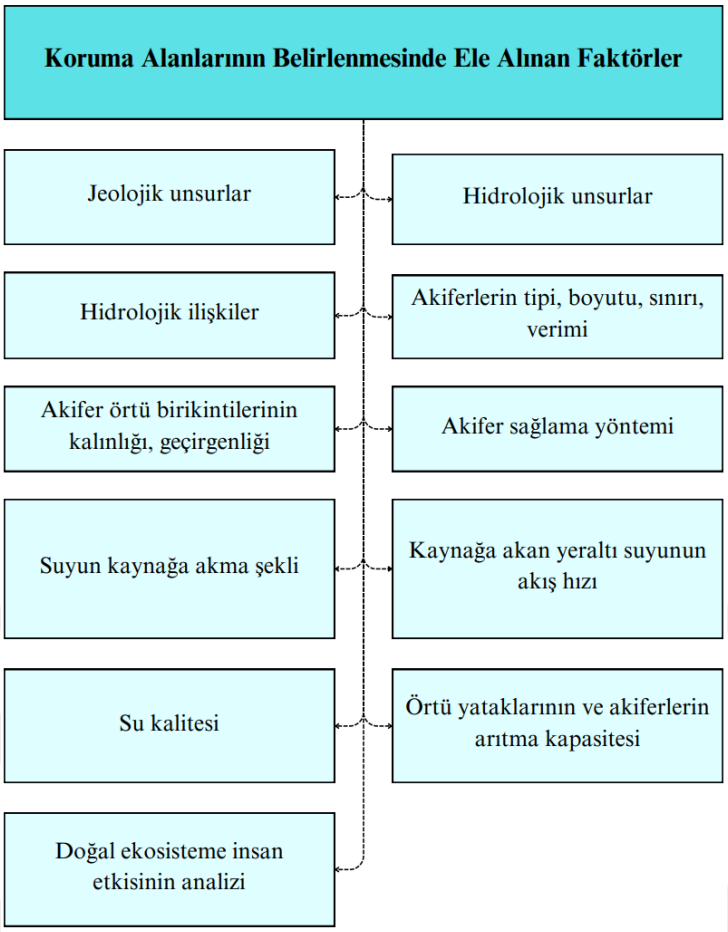
İspanya'da, içme suyu koruma alanlarının oluşturulması için ilk olarak 1991 yılında resmi bir klavuz yayınlanmıştır. Su Yasasını Su Çerçeve Direktifine uyarlamak için 2001 yılında yasada değişim gerçekleştirmiş ve koruma alanlarında değişiklikler yapılmıştır. 2003 yılında IGME (Instituto Geológico y Minero de España) tarafından güncellenmiştir [10]. Diğer ülkelerden farklı olarak İspanya'da dört koruma zonu görülmektedir. Su kalitesinin sağlanmasını hedefleyen üç koruma

zonu ve su miktarının korunması için bir koruma zonu belirlenmektedir. Su kalitesinin sağlanması için oluşturulan koruma alanları aşağıda verilmiştir [86].

- Mutlak Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Kirleticinin yeraltı suyuna ulaşmasına göre belirlenmekte olup ortalama 100 ile 400 m^2 arasında yüzey alanını kaplayan alanın büyüklüğünde hidrojeolojik koşullar etkilidir.
- Maksimum Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Su kaynağını mikrobiyolojik kirlenmeye karşı korumayı hedefler.
- Orta Düzeyde Kısıtlamaların Olduğu Bölge: Arazinin karstik ve kırıklı olma durumuna göre farklılık gösterebilir [86].

3.4 Hırvatistan

Hırvatistan, içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde birçok faktörü ele alması ve ekosistem unsurlarının koruma sınırlarında belirleyici olması ile Türkiye'den farklılaşan ülkelerden biridir [42]. Alanlar tespiti, Su Kanunu'nun 91. Maddesi'nin ikinci fıkrasında verilen çalışmalarla gerçekleştirilmektedir. Jeolojik, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve kimyasal araştırmalar ve Şekil 3.5'de belirtilen unsurlar sonucu koruma alanları tespit edilmektedir [87].



Şekil 3. 5 Hırvatistan'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ele alınan faktörler [87]

Gerçekleştirilen çalışmalar sonucu aşağıda verillen üç koruma bölgesi oluşturulmaktadır [87].

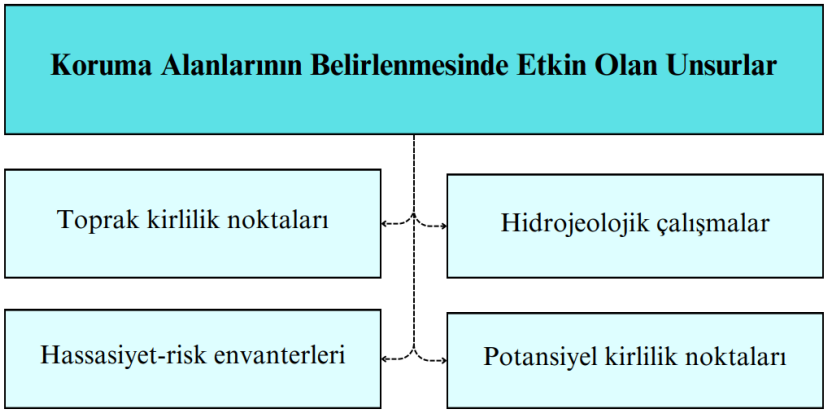
- Sıkı koruma ve gözetim rejimi bölgesi - I. bölge
- Katı kısıtlama ve gözetim bölgesi - II. bölge
- Kısıtlama ve gözetim bölgesi – III. bölge,

Koruma alanlarının belirlenmesine yönelik yöntem arayışında, Hırvatistan örneğinden yararlanmakta fayda vardır.

3.5 Fransa

Fransa'da birçok kanun ve yönetmelikle su kaynaklarının korunmasına yönelik uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Havza koruma alanlarına yönelik çerçeve ise 1964 yasası ile oluşturulmuştur [10]. Su havzalarındaki koruma alan sınırlarının

belirlenmesinde birçok çalışma belirleyici olmaktadır. Ele alınan çalışmalar aşağıda verilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3. 6 Fransa'da içme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde etkin olan unsurlar [88]

Gerçekleştirilen çalışmalar ve birçok faktörün değerlendirilmesi sonucu toplam üç koruma bölgesi belirlenmektedir. Belirlenen su koruma bölgeleri aşağıdaki gibidir [88].

1. Yakın koruma
2. Genişletilmiş koruma
3. Uzak koruma

Korunma alanlarının belirlenmesinde ele alınan unsurlar ve gerçekleştirilen çalışmalar, ülkemizde uzun yıllar boyunca gerçekleşen, yalnızca standart mesafe uygulamasından farklılaştığı görülmektedir.

3.6 Türkiye

Türkiye'de, içme suyu kaynağının ve havzanın korunması için gerçekleştirilen uygulama, koruma kuşaklarının oluşturulması ve bu alanlara belirli kısıtlamalar getirilmesidir. Koruma alanlarına yönelik ilk düzenlemeler 1598 yılında Hıfzıssıhha Kanununun 237, 238, 242 ve 244'üncü maddelerinde verilerek koruma alanlarının kurulması ve bu alanların kamulaştırılarak kirleticilerin yasaklanmasını içermektedir [80]. Zaman içerisinde koruma kuşaklarına yönelik yönetmeliklerde değişim görülse de, koruma kuşaklarının mesafeleri neredeyse aynı kalmıştır [42]. Koruma alanlarının havzanın hassasiyetine göre belirlenmesine yönelik çalışmalar

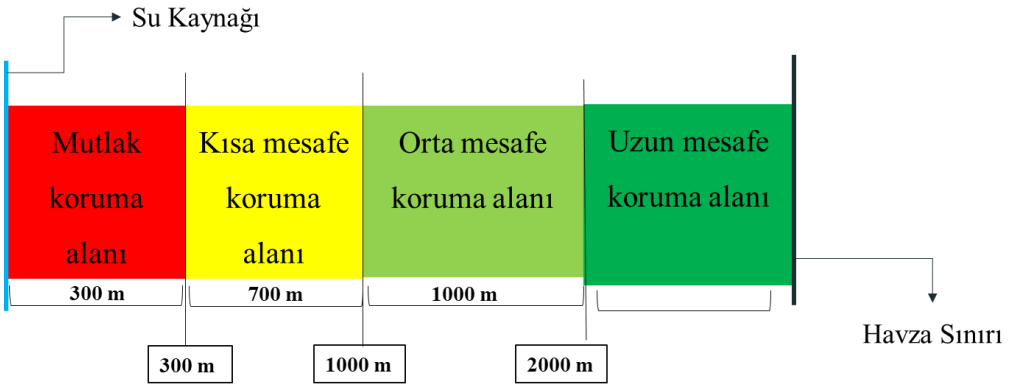
yeni yeni uygulanmaktadır. Çalışma kapsamında yalnızca koruma kuşaklarının belirlenmesi ve yönetilmesi ele alınacaktır.

Türkiye'de, incelenen uluslararası örneklerden farklı olarak, her havza standart mesafelerle koruma faaliyetleri yürütülen havzalar bulunmaktadır. İçme suyu koruma alanları, İçme – Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik'te [48] belirtilmektedir. Her havzaya özgü planlama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerektiğine yönelik madde eklenmiş ancak havza koruma planı oluşturulana kadar standart mesafelerin devam edeceği belirtilmiştir. Ele alınan ülkelerin koruma alanlarının belirlenmesinde kullandıkları ekosistem unsurlarının Türkiye'de planlama sürecine dahil edilmediği sistem, su kaynaklarının korunmasınında yetersiz kalmaktadır. Ülkemizde, hızlı ve plansız kentleşmenin etkisi ile, kent dışında kalan içme suyu havzaları zaman içerisinde kentleşme baskısı ile karşı karşıya kalmış ve su kaynağını kullanılamaz hale gelme riskini de beraberinde getirmiştir [42].

Havzaya özgü koruma planlarından önce, ülkemizde uygulanan standart kuş uçuşu mesafelerle belirlenen koruma alanlarının ve kısıtlamaların açıklanmasında yarar vardır. İçme- Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik'te koruma alanlarına yönelik mesafeler ve koruma amacıyla getirilen yasaklar ve kısıtlamalar belirtilmiştir. Toplam dört koruma alanı belirlenmektedir (Şekil 3.7). Bu alanlar aşağıda verilmiştir [48].

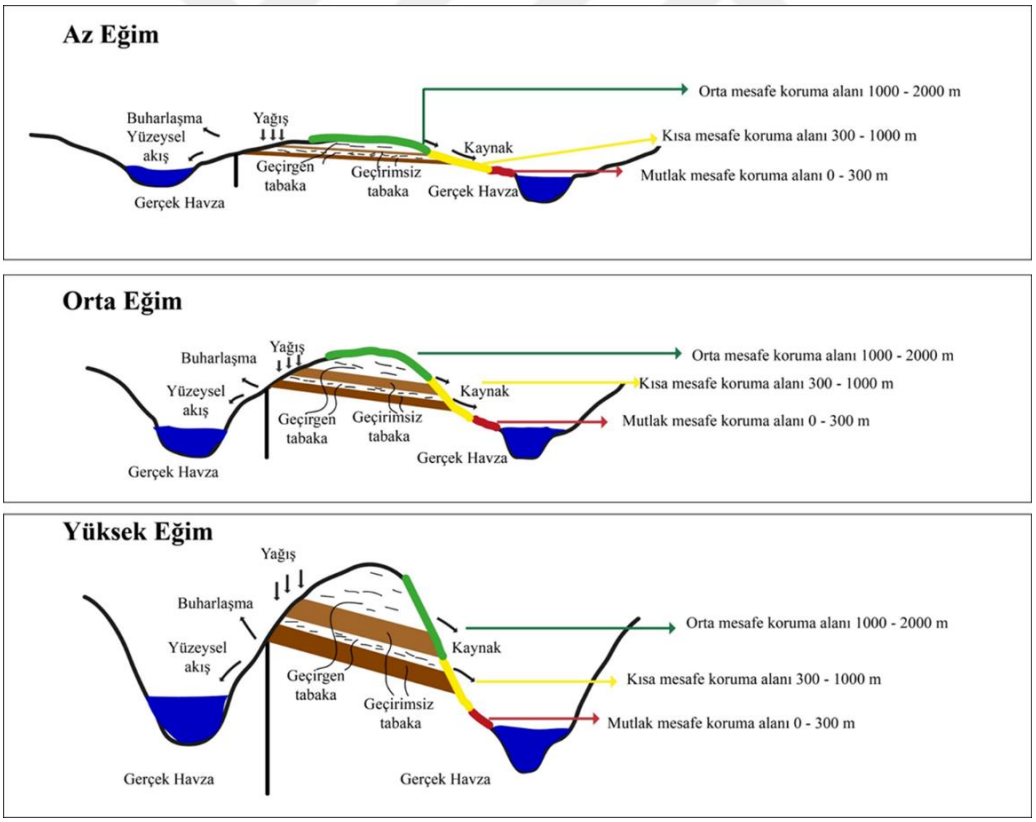
1. Mutlak koruma alanı
2. Kısa mesafe koruma alanı
3. Orta mesafe koruma alanı
4. Uzun mesafe koruma alanı

olmak üzere dört koruma kuşağı bulunmaktadır.



Şekil 3. 7 İçme suyu koruma kuşakları [42]

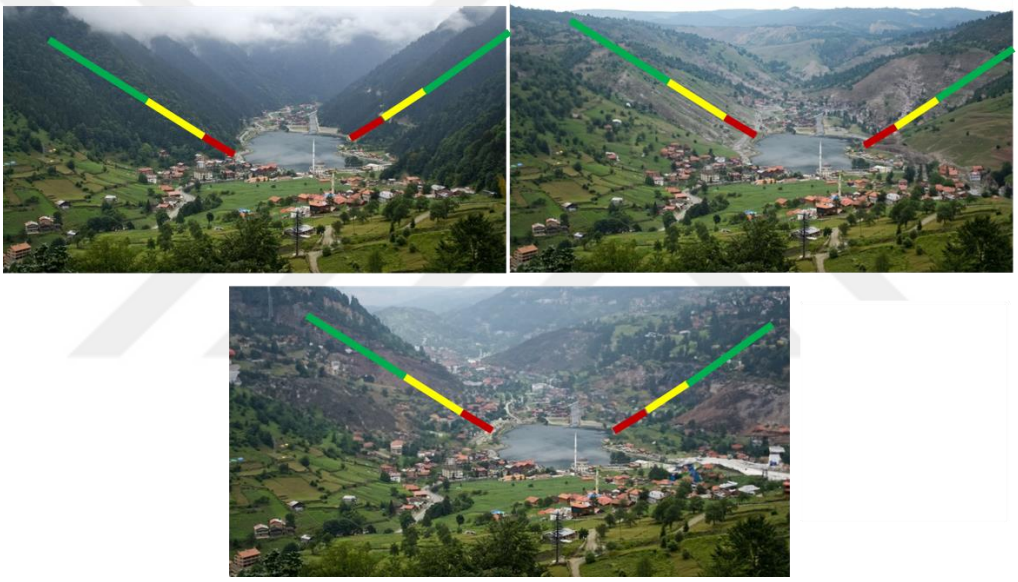
Ülkemizde standart mesafalerin uygulanmış olduğu havzalar için topoğrafik yapı ve arazi kullanımının önemini anlamak için Şekil 3.8 ve 3.9'dan yararlanılmıştır. Az, orta ve yüksek eğimli üç farklı arazi şekilde verilmiştir. Az eğimli havzalarda 300 metrelik mutlak koruma alanı ile, yüksek eğimli havzalarda 300 metrelik mutlak koruma alanın koruma gücünü aynı olmayacağı açıktır (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8 Az, orta ve yüksek eğimli havzalarda koruma alanları [56]

Aşağıda; eğim derecesinin yüksek olduğu bir arazide, orman örtüsünün yoğun olduğu, yapılaşmanın olduğu ve açık alanların olduğu üç farklı arazi Şekil 3.9'de verilmiştir. Orman alanlarının yoğunlaştığı görselde, 300 metrelik koruma alanının

havzayı koruması için yeterli olduğu söylemek mümkündür. Bu durumun sebebi, orman alanlarının yoğun olarak görüldüğü su kaynağına yakın alanlarda, erozyon kontrolünün sağlanması, kirletici riskinin az olması olarak görülebilir. Ancak aynı topoğrafyaya sahip yapılaşmış alanlar için bu durum mümkün değildir. Toprağı tutacak bitki örtüsünün olmaması ve evsel kirleticilerin eğimin gücü ile doğrudan kaynağı etkilemesi, su kaynağını tahribata uğratacaktır. Bu alanların, su kaynağına en yakın 300 metrelik koruma bandı ile korunması ve bu koruma faaliyetlerinin yeterli görülmesi olası değildir. Ek olarak bitki örtüsünün tamamen tahrip edildiği, yalnızca çıplak alanlardan oluşan durumda da 300 metrenin su kaynağını koruması beklenemez. Yüzeysel akışın yüksek olması sonucu su kaynağının kirlenme ve siltasyon sonucu kullanılacak su miktarında azalma görülmesi muhtemeldir.



Şekil 3. 9 Farklı arazi örtüsü ile içme suyu koruma alanları

Mevcut koruma kuşaklarının yönetiminin ele alınmasında yarar vardır. Toplam dört bölümden oluşan koruma koruma kuşaklara yönelik izinler ve kısıtlamaların belirli bir bölümü Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3. 1 İçme suyu koruma kuşaklarına yönelik hükümler [48]

MUTLAK MESAFE KORUMA ALANI	KISA MESAFE KORUMA ALANI
Su kaynağından itibaren 300 metrelik kara alanını kapsamaktadır.	Mutlak koruma alanı sınırından itibaren 700 metredir.
Kullanılan idare tarafından kamulaştırılmalıdır.	Mevcut yapılar aynen korunur ancak insan sağlığını tehdit eden bir durum olduğunda yapılar kaldırılır.
İçme kullanma projeleri ve kanalizasyon sistemleri hariç yeni yapı yapılması yasaktır	Yeni sanayi tesislerinin kurulması, atık ve artıkların boşaltılması, depolanması ve bertaraf tesislerine izin verilmez.
İnsan sağlığı ve çevrede telafisi mümkün olmayan yapılar ve faaliyetler hariç mevcut yapılar korunur.	Köy gelişme ihtiyacına yönelik alanlara izin verilebilir.
Harifyat, döküm ve madencilik faaliyetlerine izin verilmez.	Mesire Yerleri Yönetmeliği'nde belirtilen, 100 m^2'yi geçmeyecek günübirlik tesislere izin verilebilir.
Yalnıza organik tarım, eğer organik tarımın yapılamayacağı alanlar ise iyi tarım uygulamarına izin verilir.	Mevcut ve yeni açılacak tarım alanlarında organik tarım, organik tarımın yapılamayacağı alanlarda iyi tarım uygulamalarına izin verilir.
	Hayvancılık faaliyetlerine yalnızca yerleşik halkın ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla izin verilir.
	Yeni akaryakıt istasyonuna izin verilmez.
	Mevcut yol güzergâhlarında bakım ve onarım ile genişletme çalışmaları, su kalitesini ve miktarını olumsuz etkilemeyecek şekilde yapılabilir.
ORTA MESAFE KORUMA ALANI	**UZUN MESAFE KORUMA ALANI**
Kısa mesafe koruma alanı sınırından itibaren 1000 metredir.	Mutlak, kısa ve orta mesafeli koruma alanlarının dışında kalan içme suyu havzasının bütününü kapsamaktadır.
Mevcut yapılar aynen korunur. Ancak, insan sağlığını tehdit eden bir durum olduğunda yapılar kaldırılır.	Köy gelişme ihtiyacına yönelik alanlara izin verilir.
Köy gelişme ihtiyacına yönelik alanlara izin verilebilir.	Su seviyesinden sonra 2000 – 5000 metre arasında kalan alanda tehlikeli atık üretmeyen, depolamayan, atıksu oluşturmayan sanayi, 5000 metreden sonra yeni sanayi kuruluşlarına izin verilebilir.
Yeni sanayi tesisi kurulmasına, atık ve artıkların boşaltılmasına, depolanmasına ve atık bertaraf tesislerine izin verilmez.	Sanayi kaynaklı atıksular, arıtılarak havza dışına çıkartılır. Ancak endüstriyel atıksuların havza dışına çıkarılamaması durumunda su kaynağını olumsuz yönde etkilemeden deşarjına izin verilebilir.
Tarım alanlarında organik tarım ve iyi tarım uygulamaları teşvik edilir.	Tarım alanlarında organik tarım ve iyi tarım uygulamaları teşvik edilir.
İlgili kanun çerçevesinde madencilik faaliyetlerine izin verilir.	Hayvancılık faaliyetlerine ve otlatmaya izin verilir.
Güneş ve rüzgâr enerji santrali kurulmasına izin verilebilir.	Su miktarında ve kalitesinde olumsuz etkileri olmayacak şekilde, yol güzergâhlarında bakım, onarım ve genişletme çalışmaları ve yeni karayolu yapımına izin verilebilir.
Su miktarında ve kalitesinde olumsuz etkileri olmayacak şekilde, yol güzergâhlarında bakım, onarım ve genişletme çalışmalarına izin verilebilir.	İlgili kanun çerçevesinde madencilik faaliyetlerine izin verilir.
Yeni akaryakıt istasyonlarına izin verilmez ve uygun standartlarda olmayan tesisler, uygun hale getirilene kadar kullanımı durdurulur. Ek tesisler geliştirilemez.	Güneş ve rüzgâr enerji santrali kurulmasına izin verilebilir.
Mesire Yerleri Yönetmeliği çerçevesinde belirlenmiş mesire yerlerinde günübirlik tesislere izin verilebilir.	TSE'nin standartlarına uyarak akaryakıt istasyonu kurulmasına izin verilebilir. Mevcut istasyonlar, uygun standartlara getirilene kadar kullanımı durdurulur.

Belirlenen mesafelere ek olarak yönetmelikte belirlenen kısıtlamalar, içme suyu havzalarında su kaynaklarının korunması için gereken korumanın sağlanmasında yetersiz kalmaktadır. Mutlak mesafe koruma alanı kaynağa en yakın olan bölgedir ve yönetmelikte mevcut yapıların aynen korunmasının mümkün olduğu görülmektedir. Bu alanların geçirimli alanlar olması durumunda evsel kirleticilerin doğrudan yeraltı suyu ve akarsularla su kaynağına ulaşarak ötrofikasyon seviyesinde artışa sebep olması muhtemeldir. Genellikle kırsal karakterli olan yerleşmelerin bir çoğu altyapı faaliyetlerinden yoksun olup kanalizasyon sisteminin olmamasıyla birlikte kirleticilerin içme suyu kaynağına ulaşarak zaman içerisinde çözünmüş maddenin artmasına, ısı, ışık ve saydamlık düzeyinin değişerek içme suyu kaynağının kullanılamaz hale gelmesine sebep olabilir.

Kısa mesafe koruma kuşağı da mevcut yapıların korunmasına izin vermektedir. Mutlak mesafe koruma kuşağından farklı olarak köy ihtiyaçları için yapı yapılması ve mesire alanlarında günübirlik kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Evsel atık problemlerinin yanı sıra günübirlik kullanım içme suyu kaynakları için tehlike oluşturmaktadır. Orman alanlarının ve göl varlığının olması nedeniyle mesire alanlarının kamp için cazip görülmesi birçok soruna sebep olabilir. Bu alanların katı – sıvı atıkları, içme suyu kaynağının kirlenmesinde tehdit oluşturmaktadır.

Orta mesafe koruma kuşağında mesire alanları, yapılar ve köy ihtiyaçları için yapı yapılmasına ek olarak tarım faaliyetlerinin organik ya da iyi tarım uygulamalarıyla yapılmasının teşvik edileceği belirtilmektedir. Ancak bu konuda yasal olarak bir düzenleme veya zorunluluk bulunmamaktadır. İçme suyu havzalarında kirlilik ve erozyon – siltasyon riskini en fazla artıran unsur olan tarım alanlarının etkisi, yönetmelikte göz ardı edilmektedir. Kullanılan kimyasal ilaçların ve gübrenin yeraltı suyu ile göl suyunu kirletmesi ve tarımda yapılan uygulamaların üst toprağı aşındırması ile erozyon riski artmaktadır. Bu durum topoğrafyanın etkisi ile siltasyona sebep olarak kirliliğin artmasına ve su hacminin azalmasına sebep olabilir.

Uzun mesafe koruma alanında ise birçok faaliyete izin verilmektedir. Diğer ülkelerde kullanılan hidrojeolojik ve topoğrafik koşullara göre belirlenmeyen ve yalnızca su toplama havzasını kapsayan koruma alanlarında verilen izinler kaynağın korunmasında yetersiz kalmaktadır. Örnek olarak Terkos Gölü Havzası'nda koruma alanına girmeyen ancak su kaynağına çok yakın olan ve doğrudan etkileyen hareketli ve stabilize olması gereken kumul alanı bulunmaktadır. Bu alan havza sınırında yer almamasına rağmen göl suyunu doğrudan etkileme gücüne sahiptir.

Örnek ülke incelemelerinde koruma amaçlı alanların belirlenmesinde ülkemizden farklı olarak birçok etmen göz önünde bulundurulmaktadır. Bu durum havzaların koruma-kullanma dengesinin sağlanmasında ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında hayati öneme sahiptir. Ancak ülkemizde yapılan uygulamalar sonucunda havzalarda gün geçtikçe yapılaşma artmakta ve kirlilik seviyesi artış göstermektedir. İçme suyu kaynağının kirlenmesi ve besin maddesi açısından zengileşmesi sonucu havzalarda içme – kullanma suyu olarak kullanılamaz hale gelmekte ve koruma statüsünden çıkarılma riskini taşımaktadır. Bu durumun

önlenmesi için havzaları korumaya yönelik yaklaşımın değiştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

2019 yılında "İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği" yayınlanarak içme suyu havzalarındaki koruma alanlarının belirlenmesinde, havzanın ekosistem öğeleri ve baskılarının ele alınacağı Madde 8'de verilmiştir [89]. 2020 yılında "İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te" ise aynı yönetmeliğin 6. Maddesi değiştirilmiş ve koruma alanlarının, her havzaya özgü belirlenmesine yönelik karar verilmiştir [90]. İçme suyu havza koruma planları; Bakanlık ve bakanlığın uygun görüşü ile Büyükşehir belediyelerinin su ve kanalizasyon idareleri genel müdürlükleri tarafından hazırlanabilir [48]. Her havzaya özgü planlar ve koruma alanları belirlenene kadar ise mevcut koruma kuşakları sabit kalmıştır.

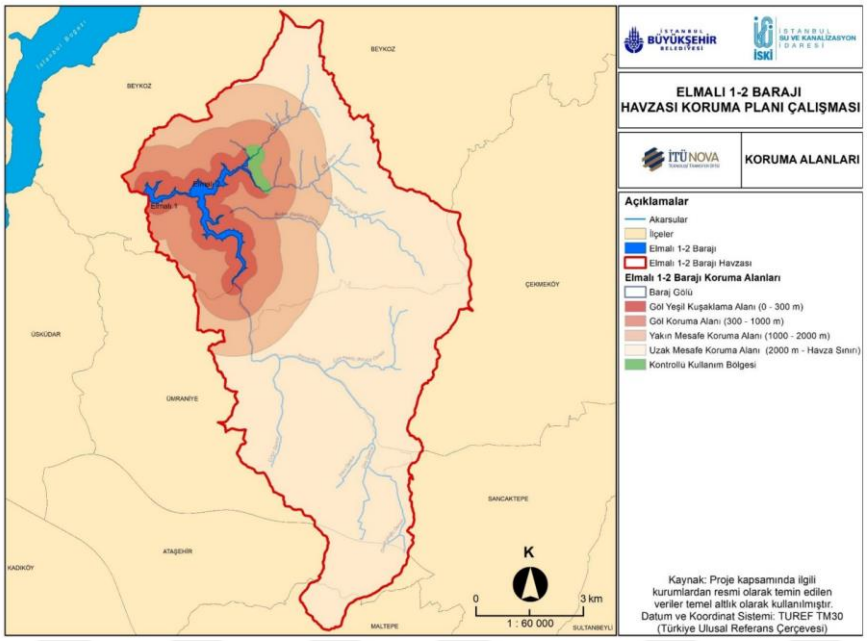
Ancak koruma alanlarının belirlenmesine yönelik bilgi ve uygulamalarda eksiklik bulunduğunu söylemek mümkündür [42]. Ülkemizde yakın zamanda gündeme gelen havzaların korunması için koruma alanlarının havzaya özgü değerlendirilmesine yönelik uygulamalarda dört havza planı olduğu görülmektedir.

20.03.2019 tarihinde Bakanlık tarafından onaylanan ve 23.03.2019 tarihinde yürürlüğe giren **Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı** [91], önceki koruma kuşaklarına birçok açıdan benzemektedir. Koruma alanlarının isimleri ve koruma kuşak sayısı değişmiş ancak kullanılan yaklaşım kuş uçuşu mesafelerle aynı kalmıştır. Koruma alanları aşağıdaki gibidir [91].

- Baraj gölü
- Göl yeşil kuşaklama alanı
- Kontrollü kullanım bölgesi
- Göl koruma alanı
- Yakın mesafe koruma alanı
- Uzak mesafe koruma alanı

Göl yeşil kuşaklama alanı, maksimum su seviyesinden itibaren 300 metrelik alanı, göl koruma alanı 700 metre, yakın mesafe koruma alanı 1000 metre ve uzak mesafe koruma alanı ise havzanın kalan kısmını kapsamaktadır (Harita 3.1). Kullanılan eski yaklaşımda mutlak, kısa, orta ve uzun mesafe koruma kuşağına denk

gelmektedir. Koruma alanlarında görülen yaklaşımlarda yalnızca kontrollü kullanım bölgesi farklılık göstermiş olup Elmalı Havzası Koruma Planı'nda eklenmiştir. Bu alanlar, havzada mevcut bulunan yerleşmelerin ve insan faaliyetlerinin yoğun olduğu alanlar olup baraj ekosistemine olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik önlemlerin alındığı bölge olarak belirtilmiştir [91].



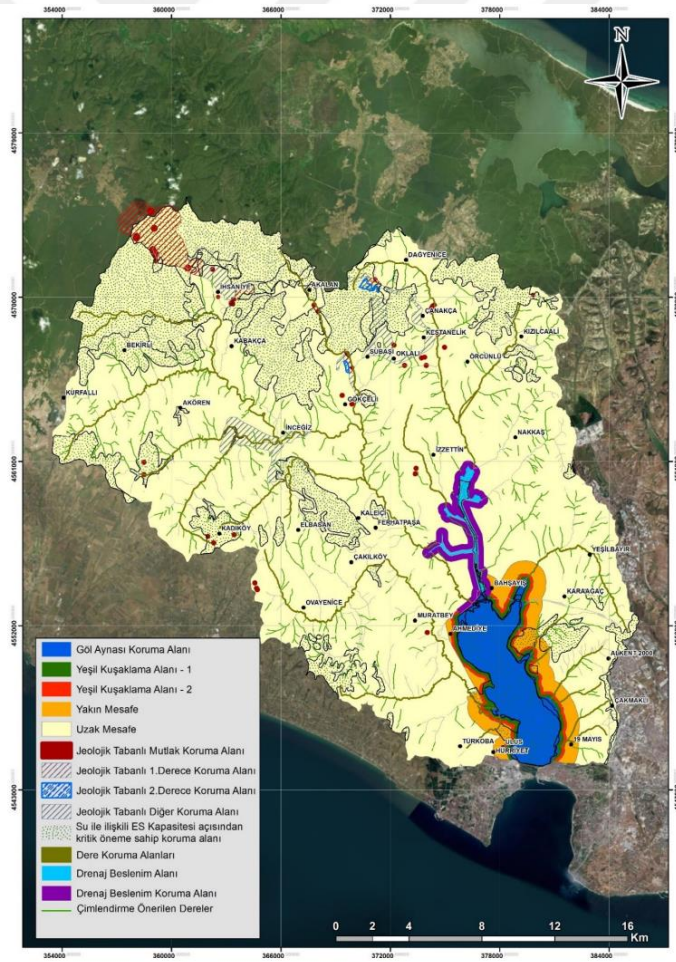
Harita 3. 1 Elmalı Barajı koruma alanları [91]

20.03.2019 tarihinde onaylanan, 24.03.2019 tarihinde yürürlüğe giren **Büyükçekmece Baraj Gölü Havza Koruma Planı** (Harita 3.2) bu zamana kadar uygulanan koruma alanları yönteminden birçok konuda farklılaşmaktadır. Bu kapsamda havzaya yönelik koruma alanlarının sayısında artış göstermiştir. Koruma alanları aşağıdaki gibidir [92].

- Göl aynası koruma alanı
- Yeşil kuşaklama alanı-1
- Yeşil kuşaklama alanı-2
- Yakın mesafe koruma alanı
- Uzak mesafe koruma alanı
- Jeolojik tabanlı mutlak koruma alanı
- Jeolojik tabanlı birinci derece koruma alanı
- Jeolojik tabanlı ikinci derece koruma alanı
- Jeolojik tabanlı diğer koruma alanı
- Dere koruma alanları

- Drenaj beslenim alanı
- Drenaj beslenim koruma alanı
- Su ile ilişkili ES kapasitesi açısından kritik öneme sahip koruma alanı

Jeolojik tabanlı koruma alanı ve ES için kritik öneme sahip koruma alanları dışında belirlenen yeni uygulamaların eski uygulamaya birçok açıdan benzeyiş gösterdiğini söylemek mümkündür. Göl aynası koruma alanı, gölün maksimum su kotunda oluşan su yüzeyi, yeşil kuşaklama 1 ve 2 ise 150 metrelik koruma alanları, drenaj beslenim koruma alanı ise drenaj beslenim alanından itibaren 300 metre genişliğinde olup kuş uçuşu mesafeler kullanılmıştır. Jeolojik tabanlı koruma alanlarında yarıçap ve seyahat süresi yaklaşımları kullanılmıştır. Ekosistem servislerine yönelik koruma alanları havzada birçok alanda farklılaşmıştır. Su döngüsü, su akışı düzenleme ve tatlı su sağlayan ekosistem servisleri sağlayan alanları kapsamaktadır (Harita 3.2) [92].

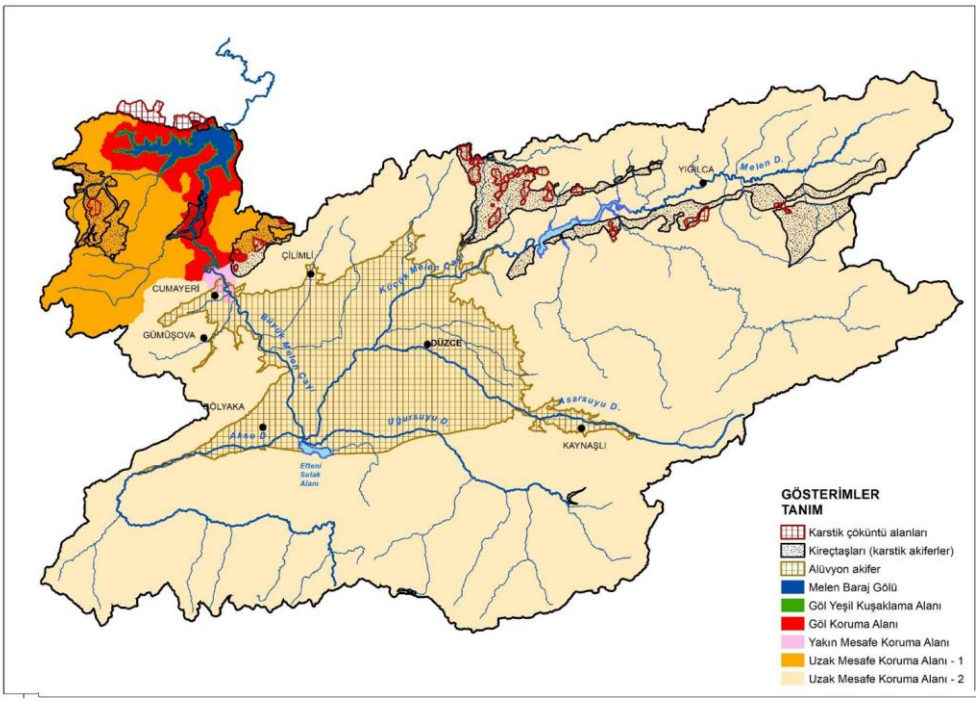


Harita 3. 2 Büyükçekmece Gölü koruma alanları [92]

24.09.2020 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren **Melen Barajı Havzası Özel Hükümleri ve Koruma Planı** (Harita 3.3), birçok koruma alanlarını barındırmaktadır. Bu alanlar aşağıda verilmiştir [93].

- Melen Baraj Gölü
- Göl yeşil kuşaklama alanı
- Göl koruma alanı
- Yakın mesafe koruma alanı
- Uzak mesafe koruma alanı-1
- Uzak mesafe koruma alanı-2
- Yaygın ve zengin akiferler (alüvyon akifer)
- Karstik çöküntü (dolin, obruk, kokurdan vb.) alanları
- Kireçtaşları (karstik akiferler)

Jeolojik yapıya göre hassasiyetlere göre belirlenmiş alanlar da havza koruma sınırlarına dahil edilmiş ve bu planda yalnızca göl yeşil kuşaklama alanında kuş uçuşu mesafe yaklaşımı kullanılmıştır [93].

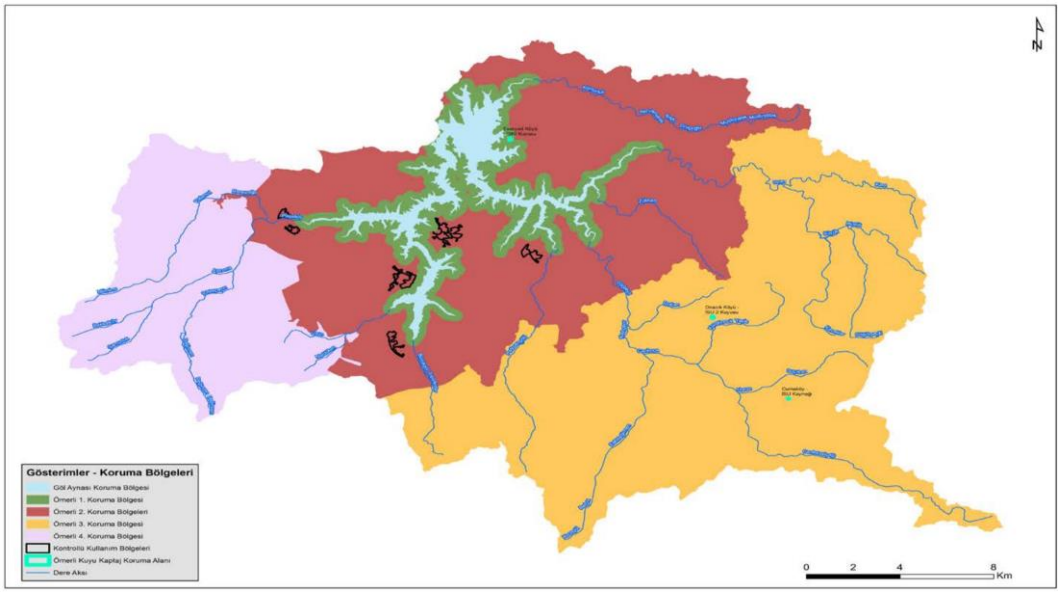


Harita 3. 3 Melen Barajı Havzası koruma alanları [93]

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünce hazırlanıp 26.04.2023 tarihinde askıya çıkan Ömerli Barajı Havzası Koruma Planı (Harita 3.4) [94]**,** farklı koruma alanlarını içermektedir. Bu alanlar aşağıda verilmiştir [95].

- Göl aynası koruma alanı
- Ömerli 1. koruma bölgesi
- Ömerli 2. koruma bölgesi
- Ömerli 3. koruma bölgesi
- Ömerli 4. koruma bölgesi
- Kontrollü kullanım bölgeleri
- Dere koruma alanı

Göl aynası koruma alanı maksimum su seviyesinin altında kalan alanı kapsamaktadır. Ömerli 1. koruma bölgesi ise kuş uçuşu 300 metrelik mesafeye denk gelmektedir. Diğer koruma alanlarının ise alansal büyüklüklerinde farklılık görülmektedir. Kontrollü kullanım bölgesi; mevcut yerleşmelerin bulunduğu ve insan faaliyetlerinin baraja olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik önlemlerin alındığı alanlara denk gelmektedir.



Harita 3. 4 Ömerli Havzası koruma alanları [95]

Gerçekleştirilen havzaya özgü planlar, geçmiş dönemdeki uygulamalar baz alındığında su kaynaklarının korunarak kullanılması için büyük önem taşımaktadır. Ancak yalnıza jeolojik ve hidrojeolojik yapıya yönelik tedbir ve analizlerin koruma alanlarının belirlenmesinde yeterli olmadığını söylemek mümkündür. İçme suyu havza ekosistemi çok sayıda ekosistem öğesini barındırmakta olup bu öğelerden yararlanmakta fayda vardır. Tablo 3.2'de içme suyu koruma alanlarının

belirlenmesinde ülkelerin ele aldığı parameteler ve koruma alanları sayısı verilmiştir.

Tablo 3. 2 İçme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde ülke örnekleri [85], [88], [86], [10], [48], [9], [83], [87], [82], [81]

Ülke	Koruma Alanlarının Belirlenmesinde Ele Alınan Koşullar	Koruma Alanı Sayısı	Koruma Alanı Adı	Havzaya - kaynağa özgü değerlendirme
Amerika Birleşik Devleti	Hidrojeolojik çalışmalar Çevresel yapı Kirlilik riski Düzenlevici faktörler Yönetim faktörleri	1 koruma alanı	Kaynak suyu koruma alanı	Evet
Almanya	Fizyografik Özellikler Klimatik Unsurlar Hidrolojik Unsurlar Toprak Yapısı Jeolojik Yapı Yapılaşma, Arazi Örtüsü Yüzey sularının özellikleri Yeraltı sularının özellikleri Bölgesel ve doğal koruma alanları Arazi Kullanım Maden çıkarma hakları, planlar ve kurulu tesisler Toprak ve çakıl çıkarılması, trafik düzenlemeleri, idari sınırlar	3 koruma zonu	1. zon 2. zon 3. zon	Evet
İspanya	Kirleticinin yeraltı suyuna ulaşmasına göre	Su miktarını korumak için 1 zon, su kalitesini sağlamak için 3 zon	Mutlak kısıtlamaların olduğu bölge Maksimum kısıtlamaların olduğu bölge Orta düzeyde kısıtlamaların olduğu bölge	Evet
Hırvatistan	Jeolojik yapı Hidrolojik unsurlar Hidrolojik ilişkiler Akiferin tipi, boyutu, sınırı, verimi Akifer örtü birikintilerinin kalınlığı, geçirgenliği Akifer sağlama yöntemi Suyun kaynağa akma şekli Kaynağa akan yeraltı suyunun akış hızı Su kalitesi Örtü yataklarının ve akiferlerin arıtma kapasitesi Doğal ekosisteme insan etkisinin analizi	3 koruma zonu	Sıkı koruma ve gözetim rejimi bölgesi Katı kısıtlama ve gözetim bölgesi Kısıtlama ve gözetim bölgesi	Evet
Fransa	Toprak kirlilik noktaları Hassasiyet-risk envanteri Hidrojeolojik çalışmalar Potansiyel kirlilik noktaları	3 koruma zonu	Yakın koruma Genişletilmiş koruma Uzak koruma	Evet
Türkiye (2019 öncesi)	Standart mesafe	4 koruma zonu	Mutlak mesafe 0 -300 metre Kısa mesafe 300 -1000 metre Orta mesafe 1000 -2000 metre Uzun mesafe 2000 metre -havza sınırı	**Hayır**
Türkiye (2019 sonrası)	**Havzaya özgü koşullar**			Evet

4
ÖRNEK ALAN: TERKOS GÖLÜ HAVZASI

Dünya'da tatlı su miktarının nüfus artışı, su kaynaklarının yetersiz planlanması, su kirliliği [96] ve iklim değilikliği sonucu azalış göstermektedir.

Bu kapsamda gerek tarihi yapısı gerek İstanbul'un en önemli içme suyu kaynaklarından birine sahip olan Terkos Gölü Havzası çalışma alanı olarak seçilmiştir. Alanın seçilmesinde havzada yer alan ekosistem öğelerinin çeşitliliği, ekolojik zenginliği, gerçekleşen ve planlanan mega projelerin baskısı sonucu standart koruma alanlarının yeterli olmaması etkili olmuştur. Havzada görülen topoğrafik unsurların farklılaşması, eğim derecesinin yüksekliği, jeolojik yapının çeşitliliği, arazi kullanım durumunun farklılığı, potansiyel kirletici unsurların varlığı, hidrolojik unsurların birbirleri ile ilişkisi koruma alanlarının standart belirlenen mesafelerle uygulanmasının yetersiz olduğunu ortaya koyacaktır.

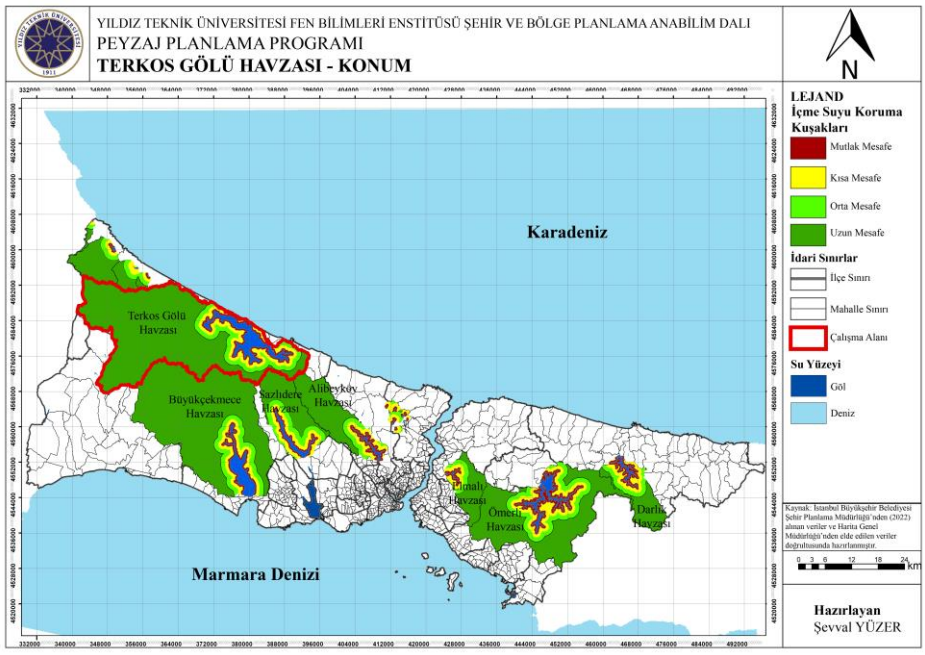
4.1 Konum

Çalışma alanı olarak belirlenen Terkos Gölü Havzası (Harita 4.1) Türkiye'nin kuzeybatısında Marmara Bölgesinde konumlanmaktadır [97]. Trakya Yarımadasının kuzeyinde konumlanan havza, Karadeniz kıyısındadır [12]. İstanbul ili Avrupa Yakasında yer alan Terkos Gölü Havzası (Şekil 4.1), 41º 14' – 41º 27' kuzey enlemleri ile 28º 08' – 28º 43' doğu boylamları arasında yer almakta olup 736 km^2 alanı kapsamaktadır [13].

Harita 4. 1 Örnek alanın Türkiye'de konumu [32], [33]

Şekil 4. 1 Terkos Havzası [98]

İstanbul ilinde yer alan 7 içme suyu havzasından biri olan havza; kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Büyükçekmece Havzası, güneydoğusunda Alibeyköy Havzası, doğusunda Durusu yerleşmesi ile sınırlanmaktadır (Harita 4.2 – Şekil 4.1).



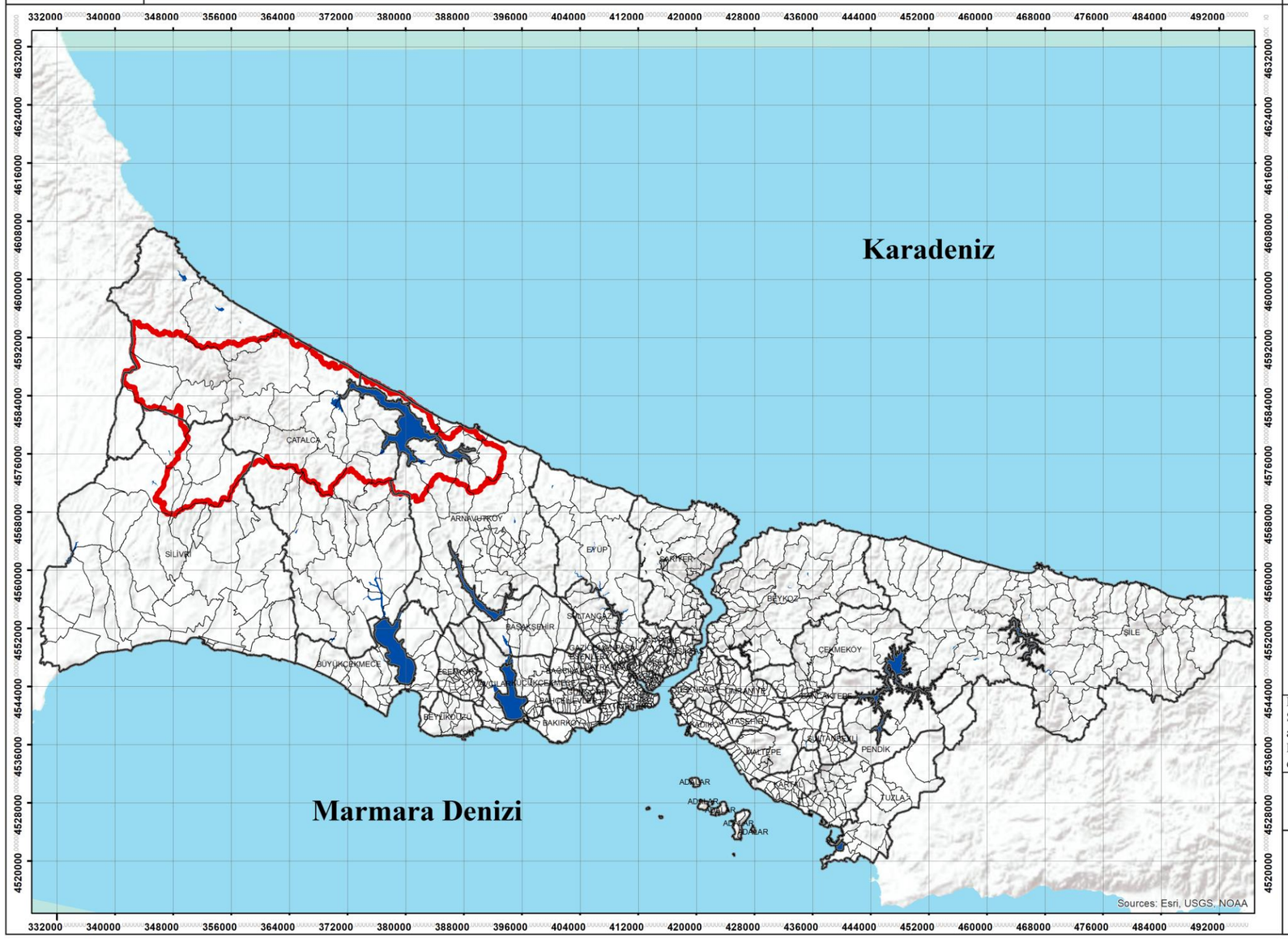
Harita 4. 2 İstanbul'un içme suyu havzaları

Terkos Gölü Havzasındaki yerleşmeler Çatalca, Silivri ve Arnavutköy ilçe sınırlarında yer almaktadır (Harita 4.3).

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - KONUM



N

LEJAND

İdari Sınırlar

İlçe Sınırı

Mahalle Sınırı

Çalışma Alanı

Su Yüzeyi

Göl

Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler ve Harita Genel Müdürlüğü'nden elde edilen veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 3 6 12 18 24 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

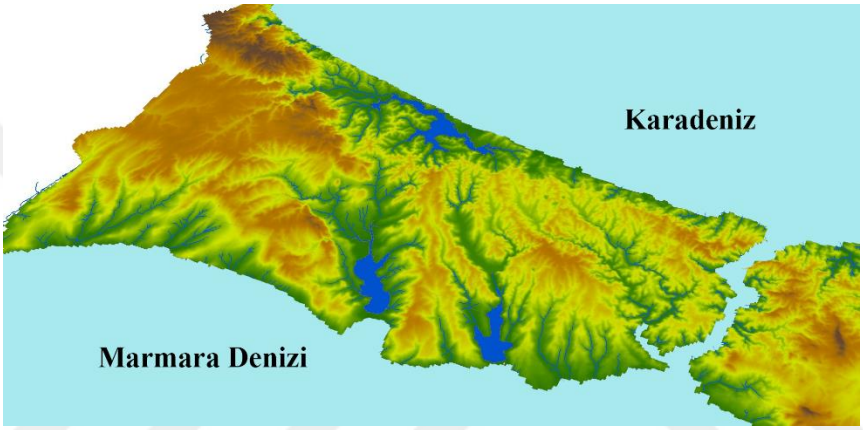
Harita 4. 3 Terkos Gölü Havzası konum

4.2 Topoğrafik Yapı

Çalışmanın bu bölümünde fizyografik öğelerden alanın topoğrafik yapısı, eş yükselti dağılımı, eğim ve bakı unsurları, havzanın hassasiyetinin ve özelliklerinin belirlenmesi için analiz edilmiştir.

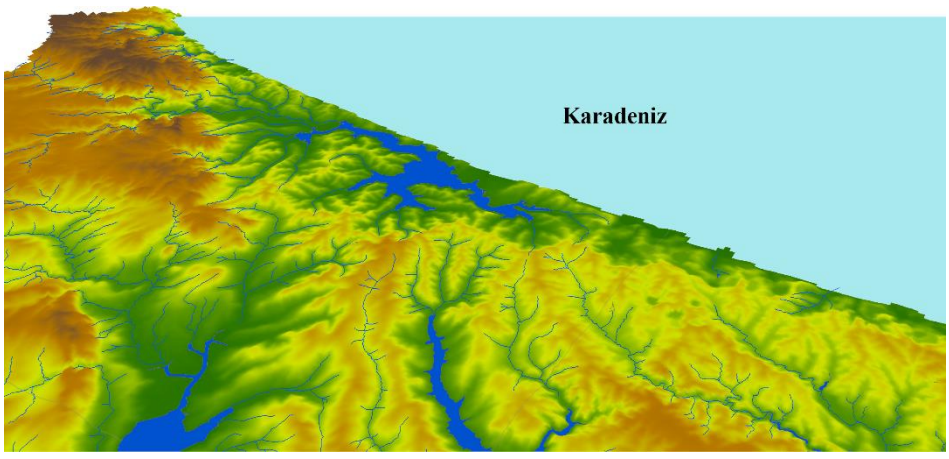
4.2.1 Topoğrafya

Terkos Gölü Havzası; 5- 360 m arasında değişen yükseltiye sahiptir. Göl çevresi, kıyı ve kumul alanlarına doğru yükseltide azalış görülmektedir (Şekil 4.3 - Harita 4.5).



Şekil 4. 2 İstanbul Avrupa Yakası üç boyutlu modeli

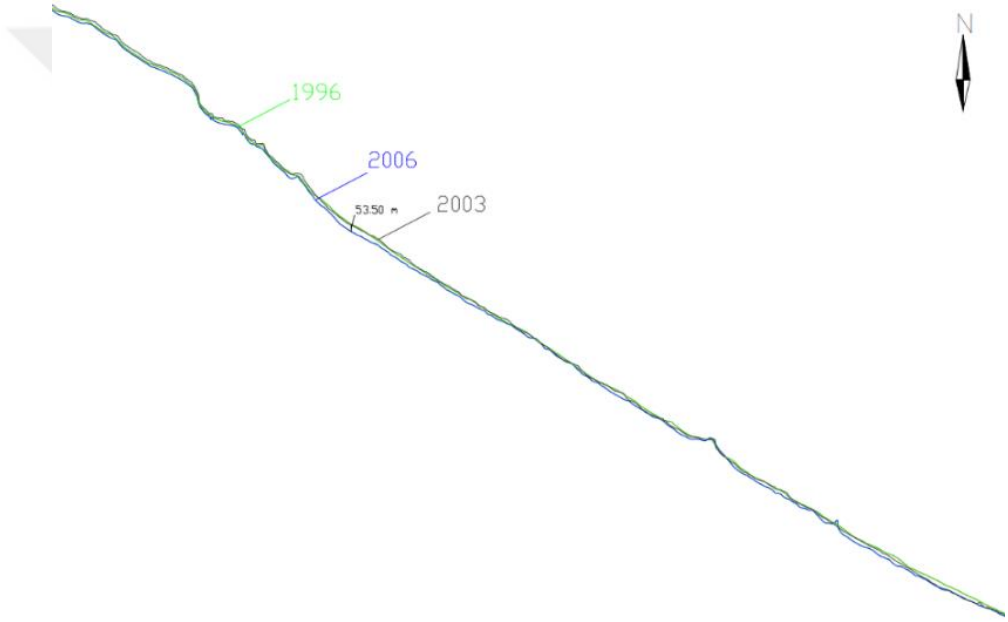
Alanın en yüksek noktası Istranca Dağları ve çevresidir (Şekil 4.2). Aynı zamanda havza, İstanbul Avrupa yakasının en yüksek topoğrafyaya hakim bölümünde yer almaktadır.



Şekil 4. 3 Terkos Gölü ve çevresinin üç boyutlu modeli

Kıyıya yakın alan ve göl çevresinde yükseltinin 5 metreye kadar düşüyor olması, havzada birçok farklı topoğrafik yapının görüldüğünü göstermektedir (Şekil 4.3). İçme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde Terkos Gölü Havzası için topoğrafik yapı önem taşımaktadır.

Havza sınırlarında ve koruma alanlarında Terkos kıyısı yer almasa da havzanın ekolojik yapısı, riskleri ve su kalitesi için tanımlanması ve değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Havzaya yakın konumlanan Karadeniz kıyısı, zaman içerisinde kıyı erozyonu ile birlikte aşınmaya başlamıştır. 1996, 2003 ve 2006 yıllarında kıyı çizgisi 53.50 m içeriye doğru aşınma göstermiştir (Harita 4.4) [99]. Bu alanın göle mesafesi 250 m civarındadır.



Harita 4. 4 Terkos Gölü Havzası Karadeniz kıyı değişimi [99]

Kıyı bölgeleri, gezegenin en çok tehdit altındaki ekosistemleri arasındadır [100]. Havzada meydana gelen değişiklik, kıyının etkilenmesine ve morfolojik değişime sebep olur. Aynı zamanda kıyıda gerçekleşen değişim havzada olumsuz değişime sebep olabilir. İçme suyu kaynağının, kıyıda denizin aşındırması ile denizle birleşmesi, kumul hareketi ve su kaynağının olumsuz etkilenmesine sebep olabilir [101].

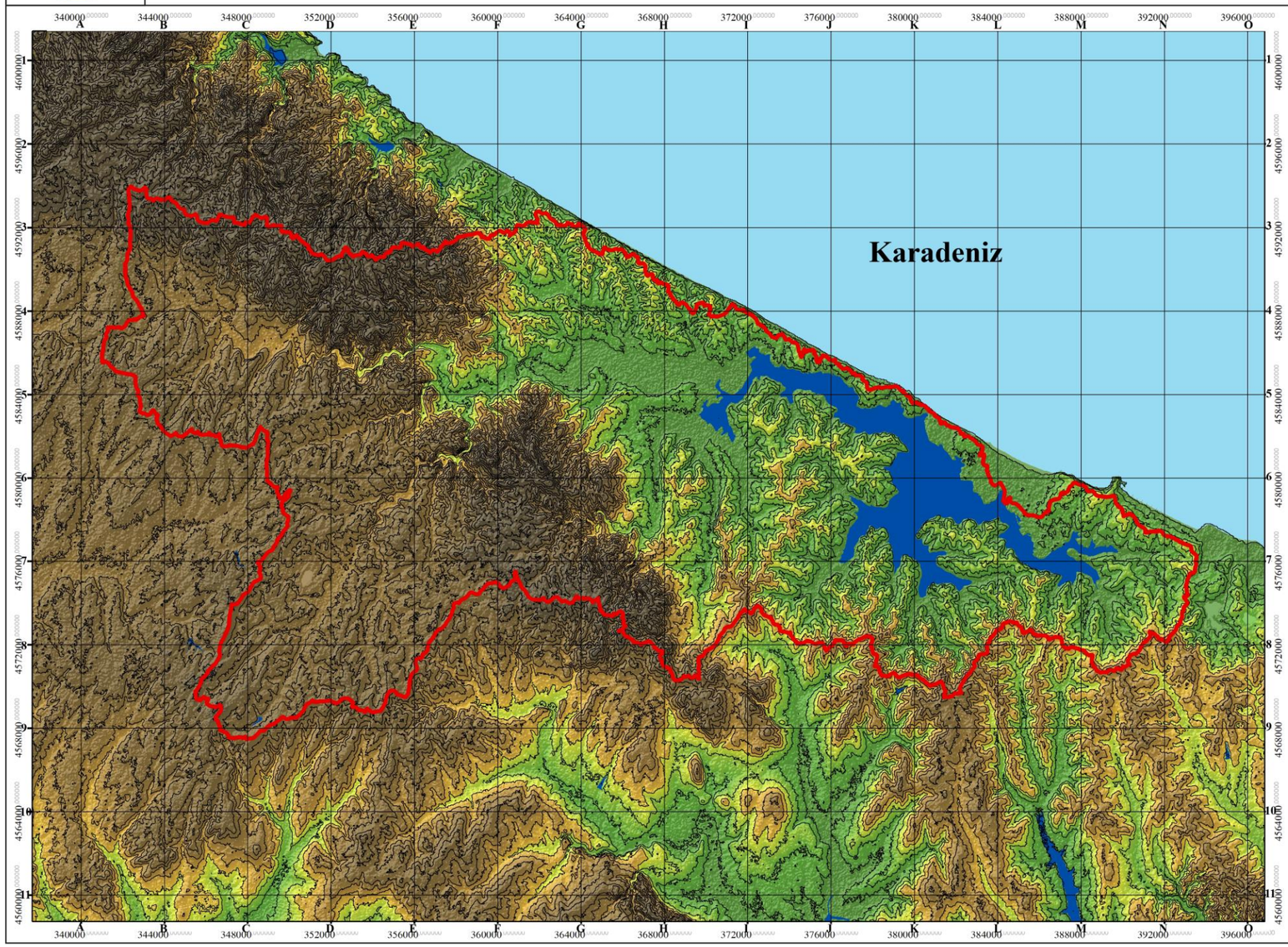
Karadeniz ile Terkos Gölü arasında kıyı şeridi yasadışı kum kazısı nedeni ile zaman içerisinde aşınma göstermiştir. Doğal kara bariyerinin genişliğinde görülen azalma morfolojiyi etkilemiştir [102]. Havza sınırlarında yer almasa bile koruma

alanlarının belirlenmesinde Terkos kıyısı ele alınmalıdır. Kıyıda gerçekleşecek herhangi bir uygulama Terkos gölünü ve havzayı doğrudan etkileyebilir.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - TOPOĞRAFYA



N

LEJAND

Topoğrafya

491
300
174
138
104
100
50
0

Su Yüzeyi

Göl

Deniz

Sınır

Çalışma Alanı

Kaynak: USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

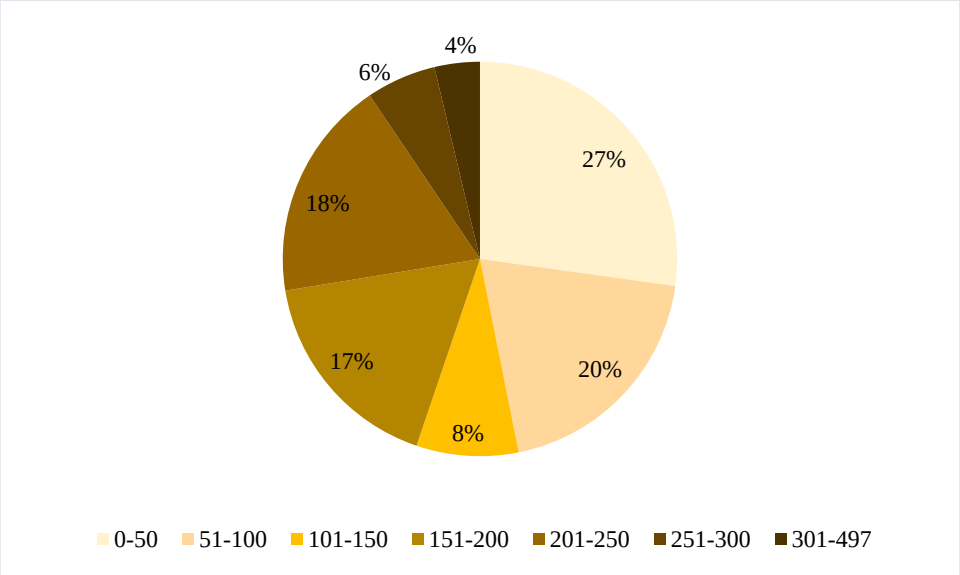
Hazırlayan

Şevval YÜZER

Harita 4. 5 Terkos Gölü Havzası topoğrafya analizi

4.2.2 Eş Yükselti

İçme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde kullanılacak parametrelerden biri de alanın eş yükselti durumudur. Terkos Gölü Havzası eş yükselti dağılımında birçok farklılık göstermektedir.



Şekil 4. 4 Terkos Gölü Havzası eş yükselti dağılımı

Havzanın %27'si 0-50 m arasındadır (Şekil 4.4). Bu alanlar göl çevresinde, kıyıda ve kumul alanında yoğunluk göstermektedir. 4F4I- 5F5I, 6L6M- 7L7M, 5H5I- 6H6I koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.6).

%20 aralığında ise 51-100 m yükselti basamağı görülemekte olup 5I5K- 6I6K, 6K6L- 7K7L, 3F3H- 4F4H koordinatlarında görülmektedir. Alanın %8'i 101-150 m arasındadır. Havzada risk taşıyan alanların; %18 oranında 201-250 m, %6 oranında 251-300 m ve %4 oranında 300 m ve üzeri yükselti basamağında olduğu görülmektedir. Bu alanlar kuzeybatı ve güneyde yoğunlaşmaktadır. Alanın en yüksek yükselti basamağına sahip noktaları 3C3E- 4C4E ve 5F5G- 6F6G koordinatlarındadır (Şekil 4.4 – Harita 4.6).

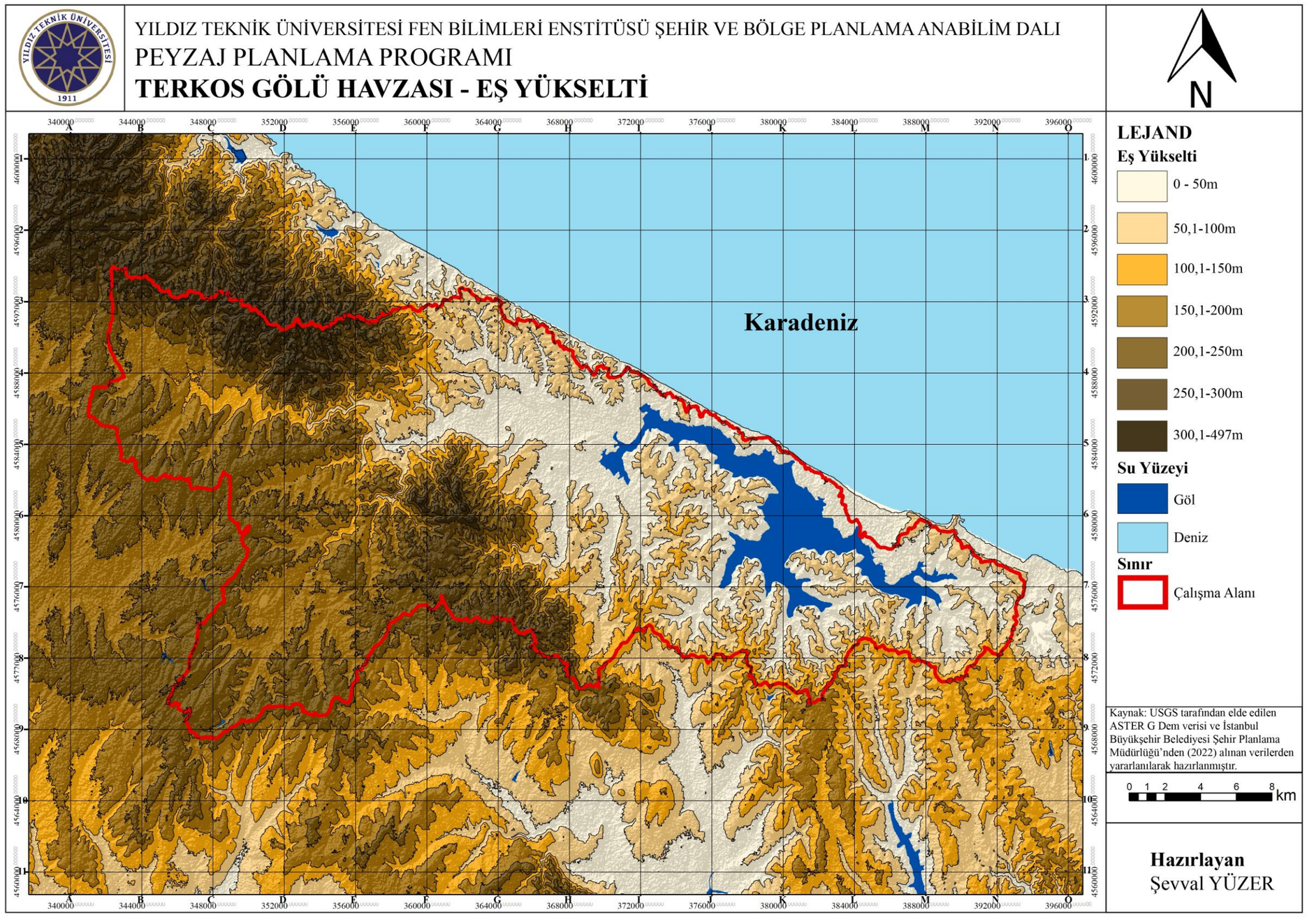
Havzada 0-50 m eş yükselti basamağının olduğu alan 199 km^2, 51-100 m 143,8 km^2, 101-150 m 61,2 km^2, 151-200 m 125,9 km^2, 201-250m 132,7 km^2, 251-300 m 41,8 km^2 ve 301-497 27,1 km^2'dir (Tablo 4.1).

Eş yükseltinin ve eğimin yüksek olduğu alanlarda erozyon ve siltasyon riskini önleyici orman örtüsü yer almaktadır. Bu alanlar havza koruma kuşağında uzun mesafede yer almasına rağmen orman örtüsünde gerçekleşen değişim doğrudan su

kaynağını etkileyebilir. Koruma alanlarının belirlenmesinde bu unsur dikkate alınmalıdır.

Tablo 4. 1 Terkos Gölü Havzası eş yükselti alan dağılımı

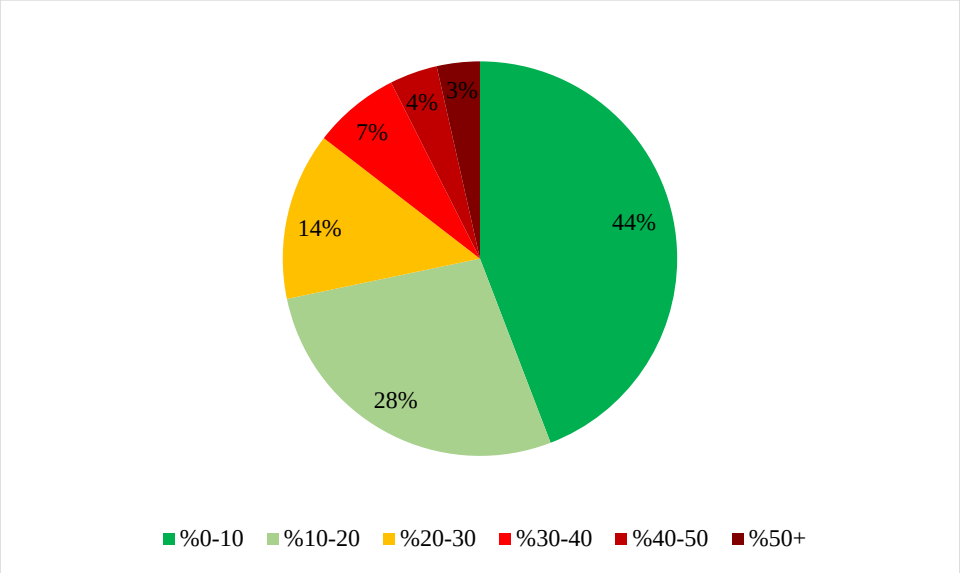
Eş yükselti	**Alan(km^2)**
0-50	199
51-100	143,8
101-150	61,2
151-200	125,9
201-250	132,7
251-300	41,8
301-497	27,1



Harita 4. 6 Terkos Gölü Havzası eş yükselti analizi

4.2.3 Eğim

Koruma alanlarının belirlenmesinde en önemli olan unsurlardan biri havzanın eğim durumudur. Eğimin yüksek olduğu, toprağın üst tabakasının zarar gördüğü, bitki örtüsünün seyrek ve yağışın fazla olduğu alanlar erozyon riskini artırmaktadır. Bu durum, içme suyu kaynağının siltasyon sonucu kullanılamayacak hale gelmesine ve su kalitesinin düşmesine sebep olabilir. Terkos Gölü Havzasının eğim durumu da risk taşımaktadır.



Şekil 4. 5 Terkos Gölü Havzası eğim derecesi dağılımı

Alanda %44 oranında %0-10 arasında eğim derecesi görülmektedir. Bu alanlar suyun toplanmasında en yüksek potansiyele sahip alanlardır. 323,1 km^2 alanı kaplamaktadır. %56'sının %10'dan yüksek olması, havzada hassasiyetin belirlenmesinde öne çıkacak değerlerden biri olacaktır. Havzanın %28'i %10-20 arasında eğim derecesine sahiptir. 201,5 km^2 alana denk gelmektedir (Şekil 4.5 – Tablo 4.2).

%14'ü %20-30 eğim derecesi 100,4 km^2'de, %7'si %30-40 eğim derecesi ile 51,9 km^2'de, %4'ü %40-50 eğim derecesinde 28,6 km^2'de ve %3'ü %50'den fazla eğim derecesi ile 25,8 km^2 alanda görülemektedir (Şekil 4.5 – Tablo 4.2).

Eğim derecesinin yükselmesi ve farklılaşması, topoğrafyadaki parçalanmanın şiddetini gösterir. 5C5G- 3C3G, 5E5G- 7E7G, 6G-6H- 8G8H koordinatlarında eğim ve yükselti en yüksek değerlere sahiptir (Harita 4.7). Riskin yüksek olduğu bu alanlarda Terkos Gölü Havzası'nın en büyük potansiyeli orman örtüsü ile kaplı

olmasıdır. Bu alanlarda yer alan orman için, toprağı tutucu etkiye sahip olduğunu söylemek mümkündür.

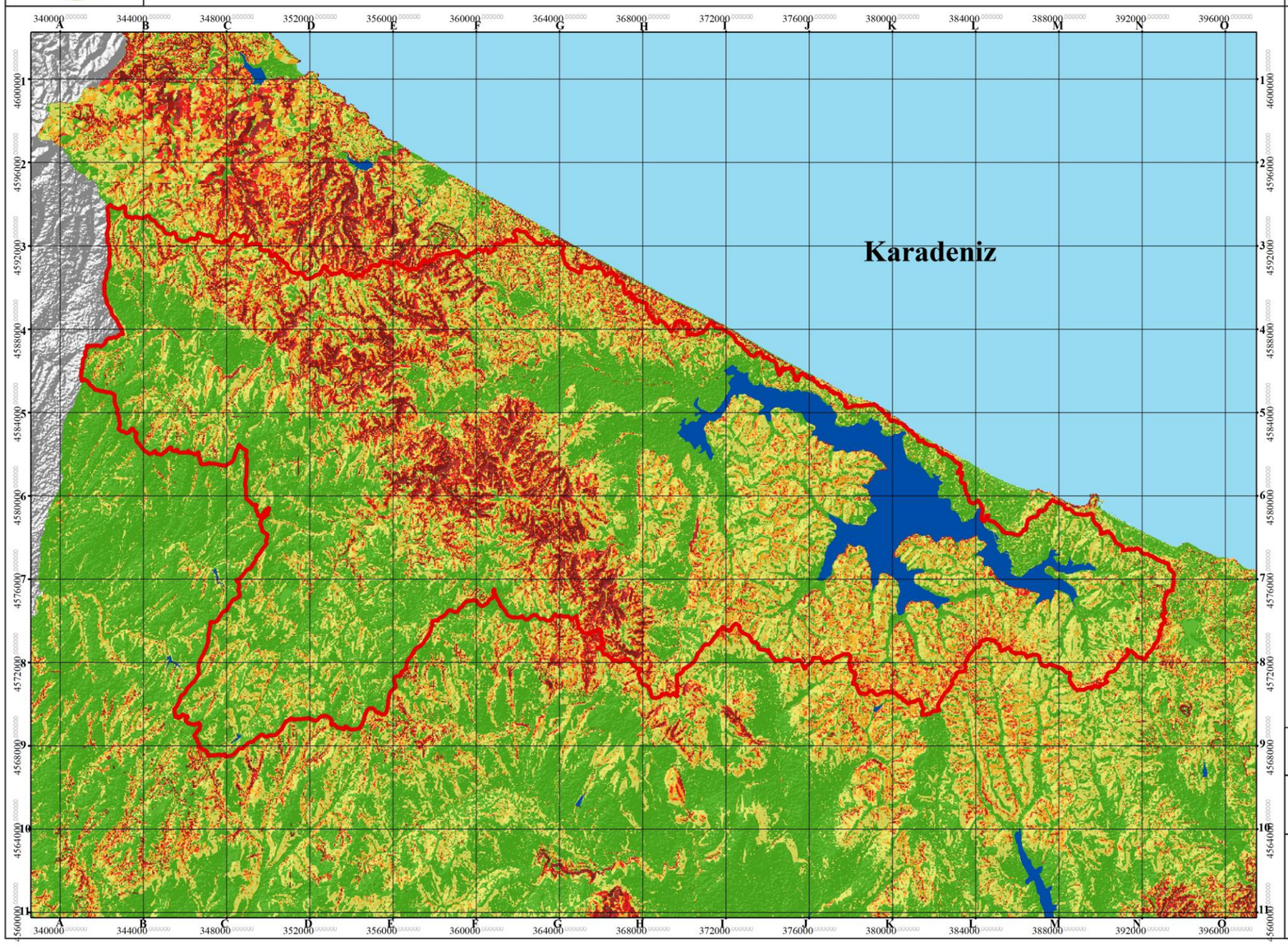
Tablo 4. 2 Terkos Gölü Havzası eğim derecesinin alansal dağılımı

Eğim Derecesi	**Alan (km^2)**
%0-10	323,1
%10-20	201,5
%20-30	100,4
%30-40	51,9
%40-50	28,6
%50+	25,8

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

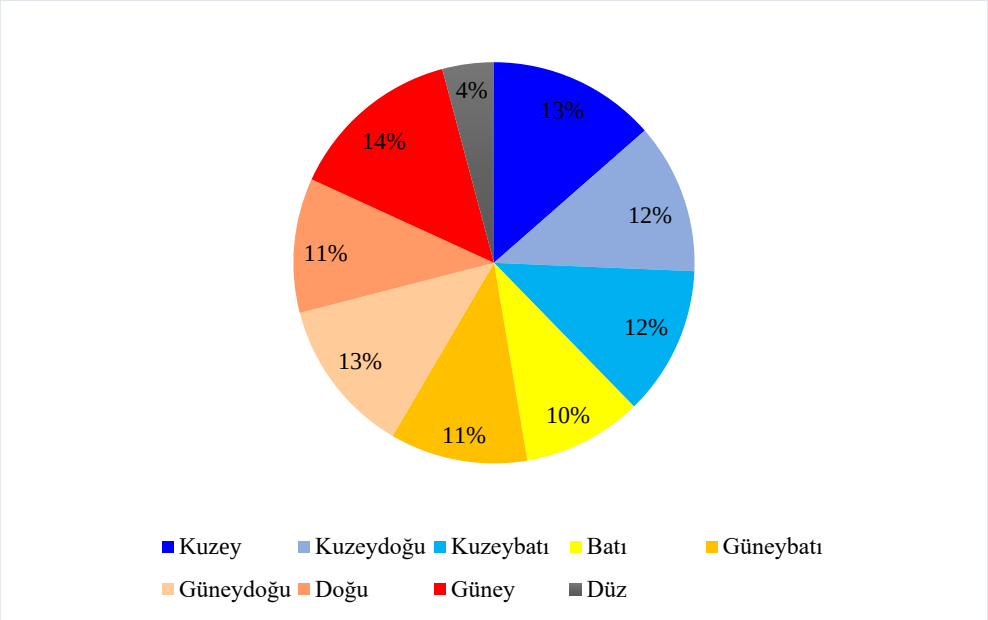
TERKOS GÖLÜ HAVZASI - EĞİM



Harita 4. 7 Terkos Gölü Havzası eğim analizi

4.2.4 Bakı

Yağış, toprağın suyu tutması, içme su kaynağındaki su miktarı ve vejetasyonda etkileyici rol oynayan elemanlardan biri de bakı faktörüdür. Terkos Gölü Havzası'nda alanın bakısını anlamak önem taşımaktadır.



Şekil 4. 6 Terkos Gölü Havzası bakı dağılımı

Havzada her yöne yöneliş görülmektedir (Harita 4.8). En yüksek %14 oranında güney yöneliş 102,5 km^2 olarak görülmektedir. %13 oranında kuzey yöneliş 99,1 km^2 alana sahiphir. %13 oranında alansal dağılıma sahip güneydoğu yönelişi 91,8 km^2'lik alanda görülmektedir. %12 oranında, kuzeydoğu 88,7 km^2 ve 88,1 km^2 kuzeybatıya yönelmektedir. Havzada %11 oranında doğuya yöneliş 79,4 km^2 ve güneybatıya yöneliş 81,2 km^2 alana sahiptir. Alanda %10 oranında 70,4 km^2 ile batıya yöneliş ve %4 oranında 30,3 km^2 ile düz alanlar bulunmaktadır (Şekil 4.6 – Tablo 4.3).

Terkos Gölü Havzasının bakısı değerlendirildiğinde %51 oranında güneşlenme süresinin yüksek olduğu görülmektedir. Havzada %49 oranında güneşlenme süresinin az olduğu ve yağışın az miktarda buharlaştığı alan bulunmaktadır.

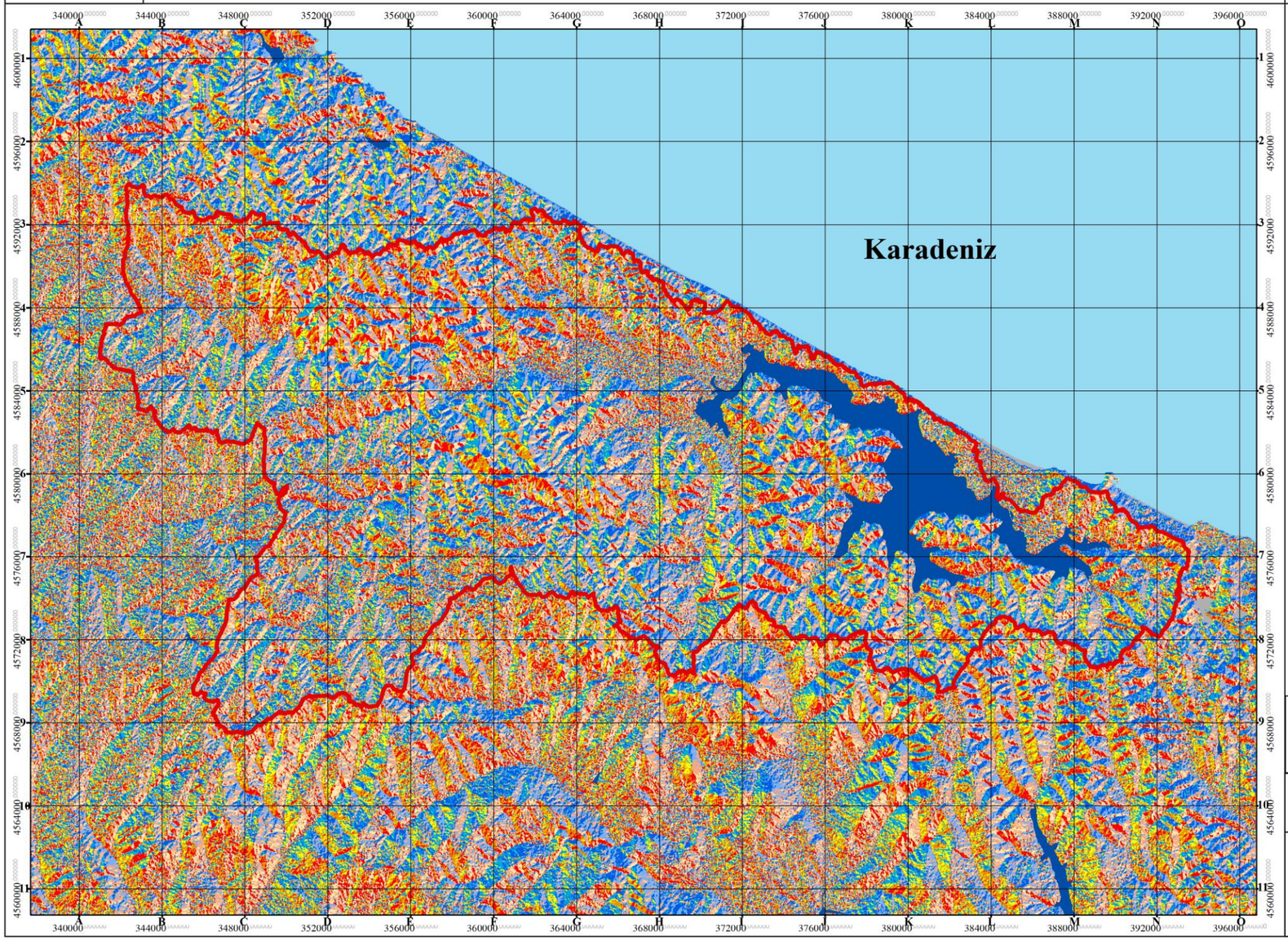
Tablo 4. 3 Terkos Gölü Havzası bakı dağılımı

Yöneliş	**Alan (km^2)**
Kuzey	99,1
Kuzeydoğu	88,7
Kuzeybatı	88,1
Batı	70,4
Güneybatı	81,2
Güneydoğu	91,8
Doğu	79,4
Güney	102,5
Düz	30,3

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - BAKI



N

LEJAND

Bakı

- Düz
- Kuzey
- Kuzeydoğu
- Doğu
- Güneydoğu
- Güney
- Güneybatı
- Batı
- Kuzeybatı

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

Şevval YÜZER

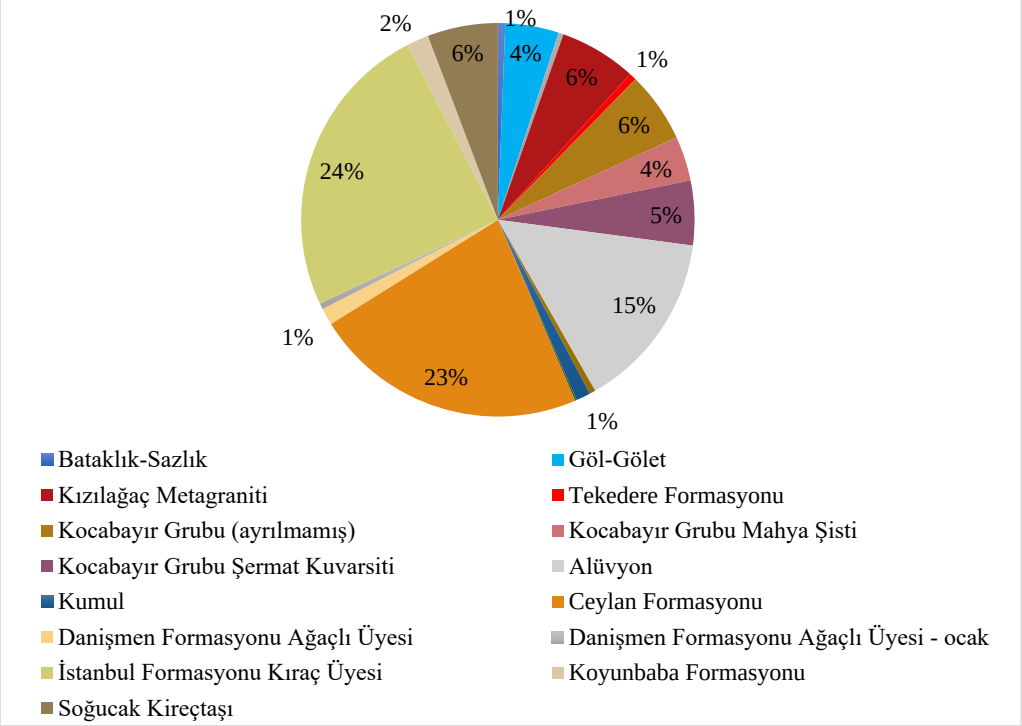
Harita 4. 8 Terkos Gölü Havzası bakı analizi

4.3 Jeolojik Yapı

İçme suyu havzalarında koruma alanlarının belirlenmesinde havzanın edafik öğelerinden jeolojik yapı büyük önem taşımaktadır. Jeolojik yapı; su döngüsünü, havzada toplanan su miktarını, kirliliğin kaynağa ulaşma durumunu ve birçok unsuru etkilemektedir.

4.3.1 Jeolojik Formasyon

İstanbul, Erken Paleozoyik'ten günümüze kadar oluşum göstermiş kayastratigrafi birimleriniden oluşmaktadır. Metamorfik olan ve metamorfizma göstermeyen iki büyük istif olup çalışma alanında metamorfizma gösteren ''Istranca Birliği'' yer almaktadır. Bu birlik Paleozoik ve Mezozoik (Triyas-Kretase) yaşta olup magmatik ve sedimanter kökenli metamorfitleri içermektedir [103].



Şekil 4. 7 Terkos Gölü Havzası jeolojik yapı dağılımı

%24 oranında Kıraç üyesi, %23 oranında Ceylan Formasyonu, %15 alüvyon ve %6'şar oranında Kocabayır Grubu, Kızılağaç Metagraniti, Soğucak Kireçtaşı görülmektedir (Şekil 4.7).

Tablo 4. 4 Terkos Gölü Havzası jeolojik formasyon alan dağılımı

Formasyon	**Alan(km^2)**
Bataklık-Sazlık	4,6
Göl-Gölet	34
Demirköy Sokulumu	3,1
Kızılağaç Metagraniti	48,9
Tekedere Formasyonu	4,6
Kocabayır Grubu (ayrılmamış)	44,8
Kocabayır Grubu Mahya Şisti	28,3
Kocabayır Grubu Şermat Kuvarsiti	41
Alüvyon	113,4
Güncel Birikintiler	3,8
Kumul	9,1
Yamaç Molozu	1,1
Ceylan Formasyonu	174,3
Danişmen Formasyonu Ağaçlı Üyesi	10,7
Danişmen Formasyonu Ağaçlı Üyesi - ocak	3,7
İstanbul Formasyonu Kıraç Üyesi	188,7
Koyunbaba Formasyonu	14,
Soğucak Kireçtaşı	44,7

Havzada 188,7 km^2 ile İstanbul Formasyonu Kıraç üyesi, 174,3 km^2 ile Ceylan Formasyonu ve 113,4 km^2 ile alüvyon birikintiler en çok yayılış gösteren formasyonlardır (Tablo 4.4).

4.3.1.1 Istranca Birliği

Kocabayır Grubu; havzanın %6'sını oluşturmaktadır. Beyaz renkli metaçakıltaşı, metakumtaşı, kuvarsit ve kuvarsşistlerden oluşmakta olup 3C3F- 4C4F, 5F5G- 6F6G ve 6F6H- 7F7H koordinatarında görülmektedir. *Şermat Kuvarsiti;* kirli beyaz, bej, açık külrengi, beyaz mika ve kıt feldspatlı kuvarsitten oluşmakta ve belirli alanlarda laminalı metakumtaşı-fillit ardalanmalı olup havzanın %5'ini kapsamaktadır. 5F5H- 7F7H, 3C3D- 4C4D ve 4C4E- 5C5E koordinatlarında yer almaktadır. *Mahta Şisti;* Terkos Gölü Havzası'nın %4'ünde görülmekte olup mavimsi, siyahımsı, yeşilimsi külrengi fillat, kloritli granatlı şist, grafitli şist ve kalkşistlerden oluşur ve ince kireçtaşı arakatkılıdır. 4D4G- 6D6G koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.9 - Şekil 4.7) [104].

Kızılağaç Metagraniti; çalışma alanının %6'sını kapsamakta olup gnaysik granitden oluşmaktadır. 3B3D- 4B4D, 5E5F- 7E7F ve 6F6G- 8F8G koordinatlarında görülmektedir. *Demirköy Sokulumu;* egemen kayatürü holokristalin dokulu, hornblend, plajiyoklas ve biyotitli granodiyoritlerden oluşmakla birlikte yanında granit, siyenit, monzonit, diyorit vb. derinliktaşlarını da kapsar ve havzada 3C3E- 4C4E koordinatlarında görülmektedir. *Tekedere Formasyonu;* havzanın %1'inde yer almakta olup kuzeybatı sınırında görülmektedir. Biyotitli şişt, granatlı şişt, gözlü gnays, amfibolit, belirli alanlarda gözlenen migmatitleri ve kalkşist merceklerinden oluşmaktadır (Harita 4.9 - Şekil 4.7) [104].

4.3.1.2 Üst Kretase-Tersiyer Kaya-Stratigrafi Birimleri

Üst Kretase–Senozoyik yaşlı kırıntılı ve volkanik istifler bu başlık altında incelenmiştir.

Havzanın %23'ünü *Ceylan Formasyonu* oluşturmaktadır. Formasyon başlıca marn, killi kireçtaşı, kireçli kiltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Kalkarenit, kumtaşı, kireçtaşı ve seyrek olarak tüf arakatkılı olup 5G5K- 7G7K, 7H7N- 8H8N ve 6K6L- 7K7L koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.9 - Şekil 4.7) [104].

Danişmen Formasyonu; taşkın ovası, göl ve bataklık çökelleri geniş alanlar kaplamakta ve yoğunlukla kumtaşı, çakıltaşı ve miltaşı arakatkılı, kiltaşı, çamurtaşı ve şeyillerden oluşur. Tüf-tüffit ve kömür (linyit) aradüzeylerini kapsamaktadır. 6 üyesi olup çalışma alanında *Ağaçlı Üyesi* ve *Ağaçlı Üyesi-ocak* görülmektedir. Ağaçlı Üyesi; havzanın %1'ini kaplamaktadır ve kömür arakatkılı yeşilimsi-koyu külrengi kil-mil düzeyleri ile sarımsı-boz, kirli beyaz renkli kum ve çakıl düzeylerininden oluşmaktadır. 6M6O- 7M7O, 7N7O- 8N8O ve 3A3B- 5A5B koordinatlarında görülen (Harita 4.9 - Şekil 4.7) Ağaçlı üyesinde; kil-mil düzeyleriyle ardalanan, 1-5 m arasında değişen kalınlıklarda birkaç adet kömür (linyit) düzeyleri yer alır. "Ağaçlı linyiti" ya da "Ağaçlı kömürü" adlarıyla bilinen kömürlü düzeyleri kapsayan kil-kum-çakıl birimi olup açık kömür ocağı olarak işletildikten sonra ağaçlandırılma çalışması gerçekleştirilmiştir [104]. İstanbul Havalimanı, ağaçlandırılmış alanların bulunduğu bölgenin bir kısmında konumlanmaktadır.

Soğucak Kireçtaşı havzanın %6'sında yayılış göstermektedir. Egemen kayatürü resif kireçtaşı kirli beyaz, açık krem, boz, yoğun olarak som veya kaba katmanlı, yoğun olarak makrofosil ve bentonik foraminiferli kireçtaşı olup havzanın 4B4D- 5B5D, 5C5D- 6C6D ve 6D6F- 8D8F koordinatlarında yer almaktadır (Harita 4.9 - Şekil 4.7) [104].

4.3.1.3 Neojen Kaya-Stratigrafi Birimleri

İstanbul Formasyonu; İstanbul'un Avrupa Yakası'nda yayılış göstermekle birlikte, çalışma alanında en yüksek yayılış gösteren birimi %24 oranında *Kıraç üyesidir.* Kızılımsı açık kahve-boz renkli büyük bölümüyle çakıl ve daha az oranda kum-mil boyu, tutturulmamış gereçten oluşur. Eğimin düşük olduğu alanlarda yoğunlaşan bu birikintilerin geçirimliliği yüksektir. İri çakıl boyuna sahiptir ve yoğun olarak kuvars, kuvarsit, çakmaktaşı, volkanit seri kökenli radyolarit, gabro, serpantinit türünden oluşmaktadır [104]. 3E3I- 5E5I, 5C5E- 9C9E, 7E7F- 8E8F, 4A4C- 5A5C, 6M6N- 7M7N (Harita 4.9) koordinatlarında görülen üyenin geçirimli olması havzanın su potansiyeli için önem taşımaktadır.

Kumul birikintileri Karadeniz kıyısında belirli alanlarda görülmekte olup havza sınırlarında yer almayan kumul alanları da çalışmada dikkate alınmıştır. Sarımsı, boz-kızıl renkli, iyi boylanmış kaba kum gereçli kumul birikintileri belirli

bölgelerde geniş alanlar kaplamaktadır. Gölün kuzeyindeki kumullar kızıl renkli olup birçok kumuldan farklılık göstermektedir. Bulunduğu yere göre kıyı kumulu olan bu alanlarda [78], diğer kumul birikintilerinin deniz ile denge içerisinde olmayıp rüzgarın etkisi ile hareketli bir yapı göstermektedir. İstanbul'un en önemli içme suyu kaynaklarından olan Terkos Gölü'ne kumul hareketinin önlenmesi için ağaçlandırma çalışması gerçekleştirilmiş ve kumul stabilizasyonu sağlanmıştır [105]. 4I4K- 5I5K, 5K5M- 6K6M ve 6L6M- 7L7M (Harita 4.9) koordinatlarında kumul birikintiler görülmektedir.

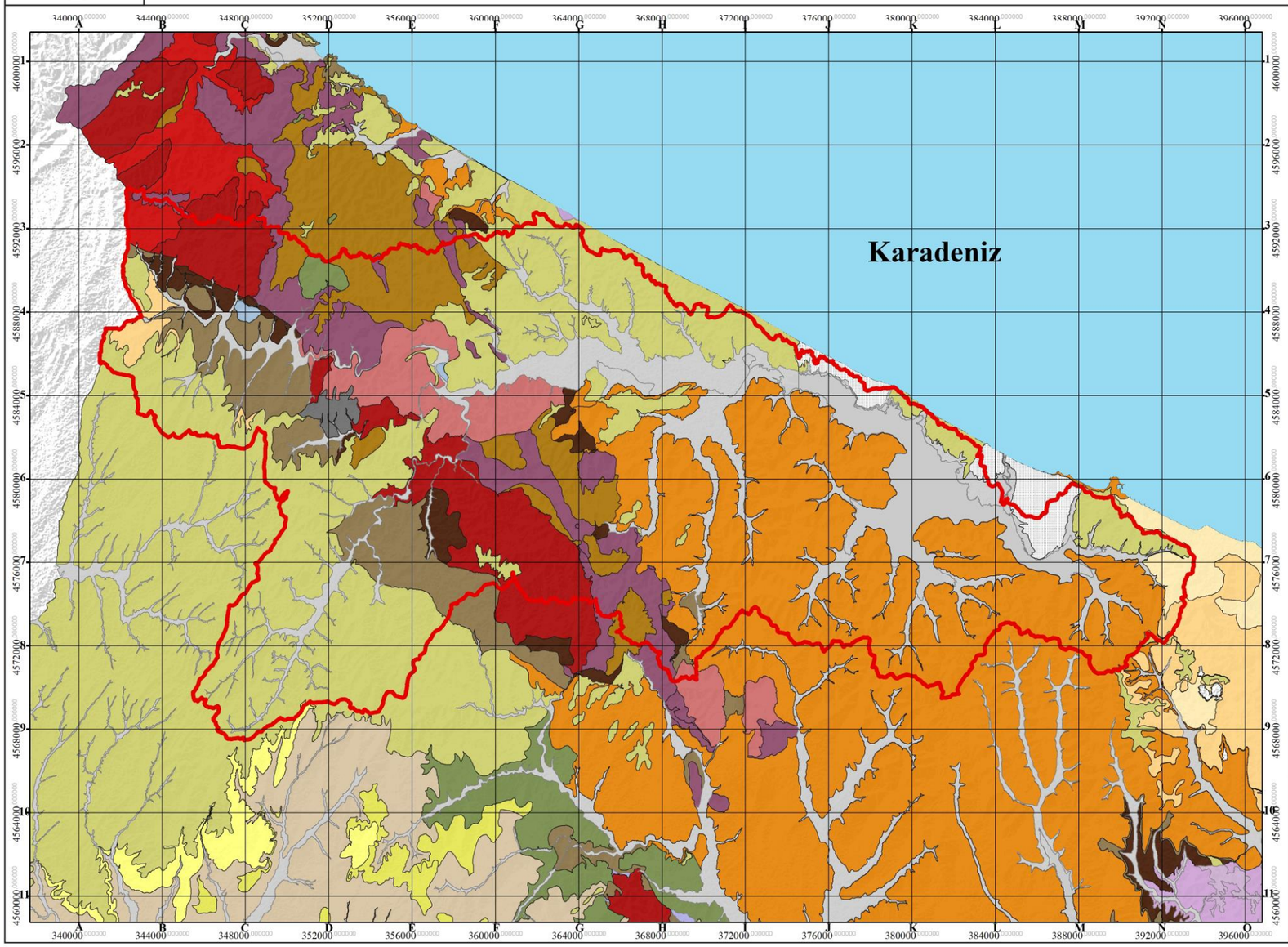
Alanın %15'ini *alüvyon* alanlarını kaplamaktadır. Terkos gölüne akan akarsuların taşıdığı materyallerin birikmesi ile akarsu yataklarında ve göl çevresinde yayılış gösterip havzanın su potansiyeli için önem taşımaktadır. 4E4J- 5E5J, 5G5I- 7G7I, 5J5L- 8J8L ve 6L6M- 8L8M (Harita 4.9) koordinatlarında yoğun olarak görülülen alüvyon birikintiler; kum, mil ve boyu yoğun olarak 10 cm'yi geçmeyen çakıllı gereçten oluşan yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış, zayıf-orta boylanmış, çoğunlukla kuvarsit, kumtaşı, kireçtaşı ve volkanit türü gereçten oluşur [106].

Terkos Gölü Havzası'nda görülen formasyonların birbirlerinden birçok yapıda farklılaştığı ve bu formasyonların yerleşme, su potansiyeli, su kirliliği ve birçok doğal ve yapay unsuru etkileme gücüne sahip olduğunu söylemek mümkündür. Havzada koruma alanlarının belirlenmesinde formasyonlar göz önünde bulundurulmalıdır. Belirli formasyonlar suyun depolanması, tutulması ve yeraltı su potansiyeli için önem taşırken kirletici unsurların bu alanlarda yer alması sonucu kirliliğin yeraltı suyuna karışarak Terkos Gölü'nü kirletme riskinin olduğunu görülmektedir.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - JEOLOJİK YAPI



N

LEJAND

Jeoloji Formasyon

- Kumul Alanlar
- Ceylan Formasyonu (ayrılmamış)
- İstanbul Formasyonu (Kıraç Üyesi)
- Alüvyon Alanlar
- Danişmen Formasyonu (Ağaçlı Üyesi - ocak)
- Danişmen Formasyonu (Ağaçlı Üyesi)
- Kocabayır Grubu (Şermat Kuvarsiti)
- Kocabayır Grubu (ayrılmamış)
- Kocabayır Grubu (Mahya Şisti)
- Kızılağaç Metagraniti
- Soğucak Kireçtaşı
- Demirköy Sokulumu
- Tekedere Formasyonu
- Danişmen Formasyonu (Çantaköy Tüf Üyesi)
- Tekedere Formasyonu
- Danişmen Formasyonu (Gürpınar Üyesi)
- Trakya Formasyonu
- Yamaç Molozu

Diğer

- Deniz
- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

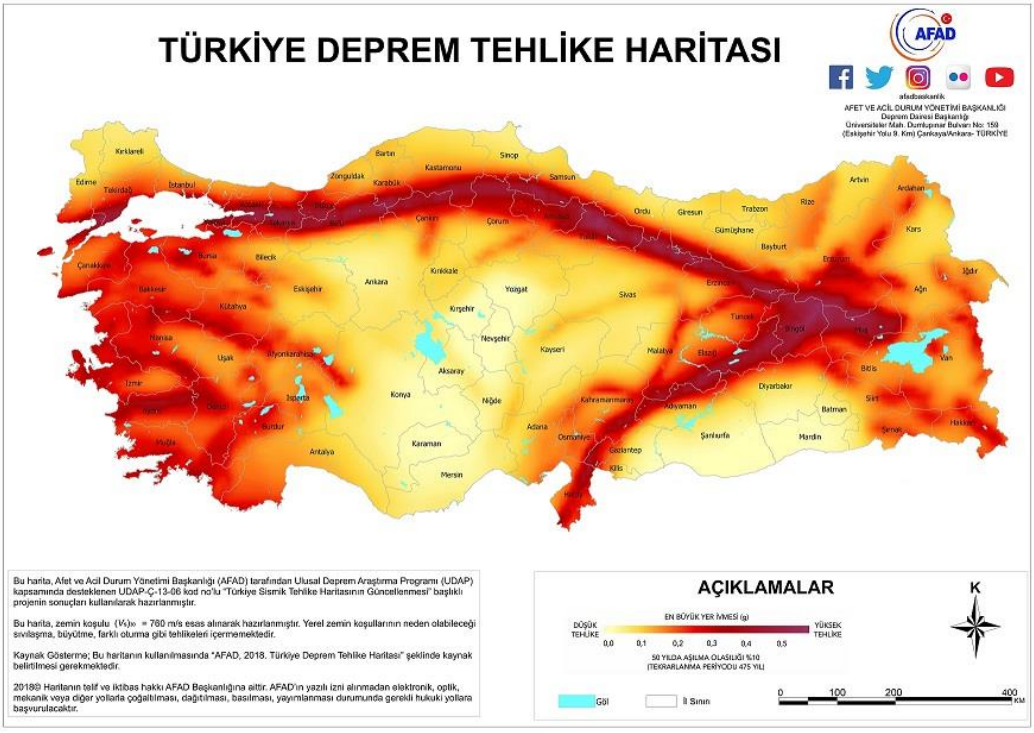
0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 4. 9 Terkos Gölü Havzası jeolojik yapı analizi

4.3.2 Depremsellik

Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye'nin kuzeybatısında konumlanmakta olup (Harita 4.10) 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminden itibaren Marmara Denizi içindeki yapısı üzerinde birçok araştırma yapılmıştır [107]. Yaklaşık 1200 km uzunluğunda [108] batıda Saros Körfezi, doğuda Karlıova ilçesi arasında uzanan uzun, dar, Türkiye'nin Karadeniz kırılarının 100 km civarı iç kesimine paralel bir fay zonudur [109].



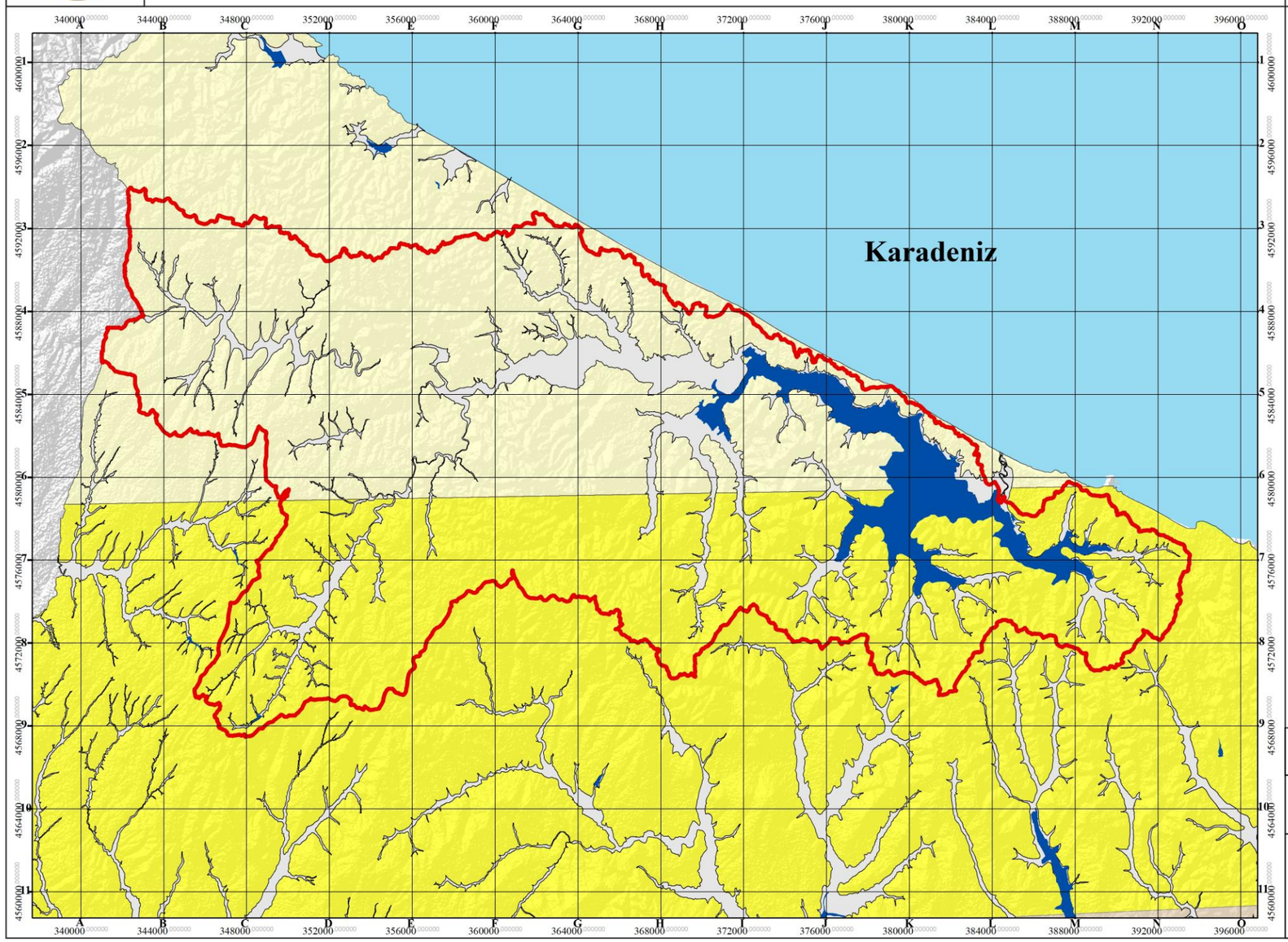
Harita 4. 10 Türkiye deprem tehlike haritası [110]

Çalışmada risklerin belirlenmesi için depremsellik analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı olan Terkos Gölü Havzası ise 3. ve 4. derece deprem riskli alanda yer almaktadır. Ancak havzada %15 oranında alüvyon alanlarının varlığı deprem riskini artıran faktörlerdendir (Harita 4.11). 4E4I- 5E5I ve 5G5I- 7G7I koordinatlarında görülmektedir. Yerleşmelerin alüvyon alanlarda yer alması tehlikeyi artırmış olup koruma kuşaklarının belirlenmesinde alüvyon alanlar dikkate alınmalıdır. Ancak İstanbul bütünü ile düşünüldüğünde çalışma alanının depremden en az etkilenecek bölgelerde konumlandığını söylemek mümkündür.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - DEPREMSELLİK



N

LEJAND

Deprem Riski

- Üçüncü Derece Deprem Riskli Alan
- Dördüncü Derece Deprem Riskli Alan
- Alüvyon Alanlar

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

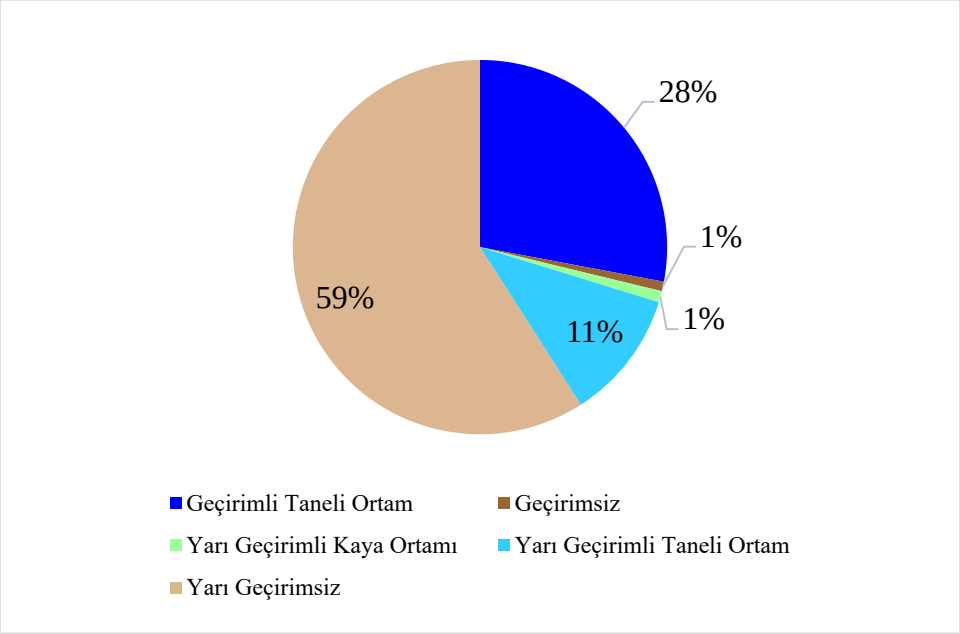
0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 4. 11 Terkos Gölü Havzası depremsellik analizi

4.3.3 Hidrojeolojik Yapı

İçme suyu havzalarında koruma alanlarının belirlenmesinde önemli parametrelerden biri de alanın hidrojeolojik yapısıdır. İçme su kaynaklarının kaliteleri ve sürdürülebilir kullanılmasında havzanın hidrojeolojik yapısı önem taşır [111]. Bir önceki bölümde yurtdışı örneklerinde koruma sınırlarının belirlenmesinde hidrojeolojik özelliklerin havzanın karakterini belirlemede ve karar vermede etkin bir rol oynadığı görülmüştür.



Şekil 4. 8 Terkos Gölü Havzası hidrojeolojik yapı alan dağılımı

Terkos Gölü Havzası hidrojelojik yapısında %59 oranında yarı geçirimsiz kayaçlar yer almaktadır (Şekil 4.8 - Harita 4.12). Bu alanlarda Ceylan Formasyonu(ayrılmamış), Kocabayır Grubu, Kızılağaç Metagraniti, Soğucak Kireçtaşı ve Koyunbaba Formasyonu yoğunlaşmaktadır.

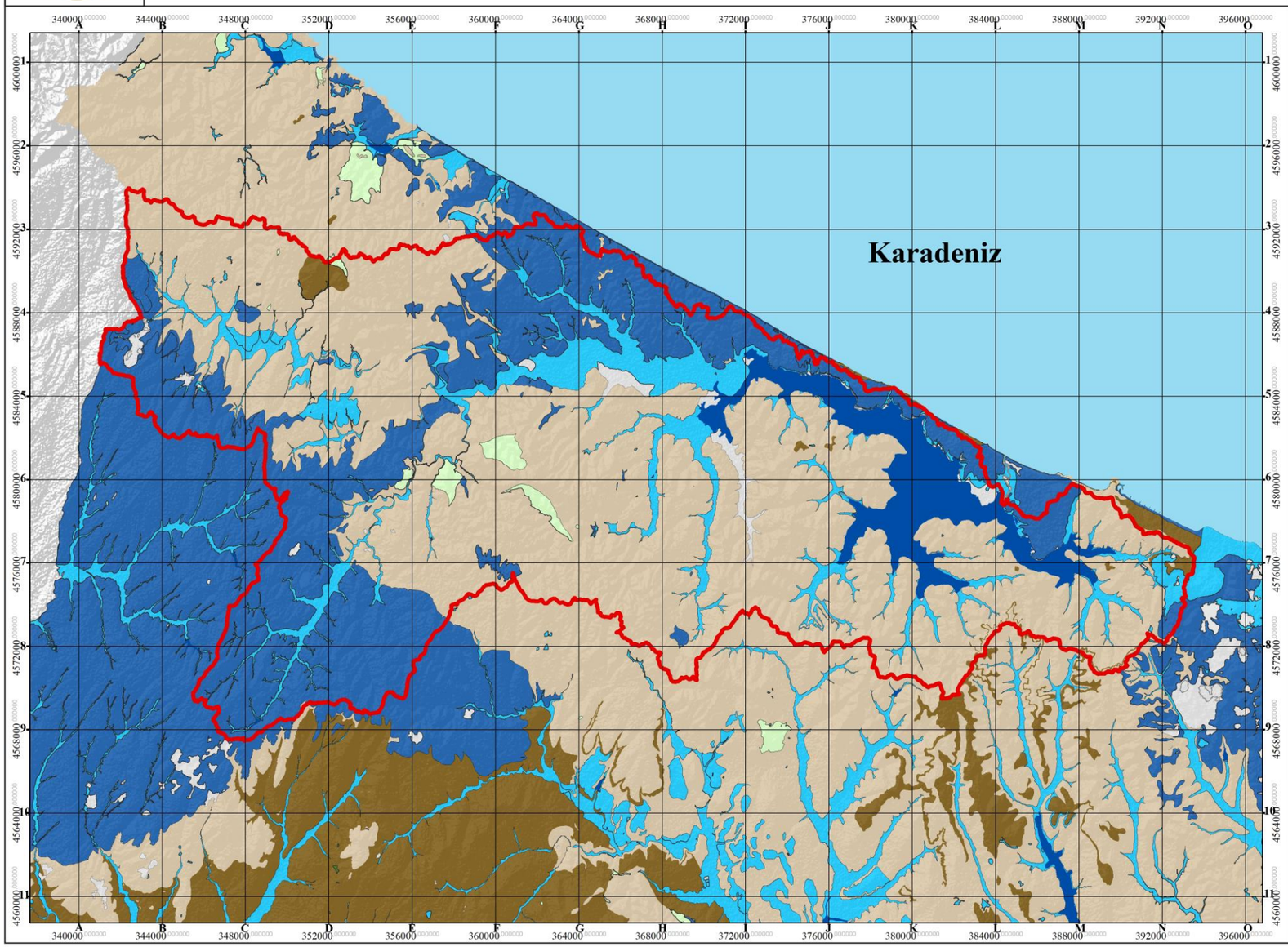
Yarı geçirimsiz alanlar havzanın diğer havzalarla ilişkisini engellemektedir. Alanın %28'i geçirimli taneli ortamdır. Bu alanlarda ise İstanbul Formasyonu Kıraç Üyesi, kumul, Danişmen Formasyonu Ağaçlı Üyesi ve yamaç molozu yer almaktadır. Kıraç Üyesinin yer aldığı alan Terkos Gölü Havzasının diğer havzalar ile ilişkisine olanak sağlamakta ve yeraltı suyunun taşınmasında başlıca rol oynamaktadır. Havzanın %11'i yarı geçirimli taneli ortam olup 4E4I- 5E5I ve 5G5I- 7G7I koordinatlarında yoğunlaşmaktadır. Alüvyon alanlar, yarı geçirimli taneli ortamda yoğunlaşmaktadır. Terkos Gölü çevresi ve akarsu yataklarında konumlanmaktadır.

Havzanın %1 yarı geçirimli kaya ortamı, %1 geçirimsiz kayaçlardan oluşmaktadır (Şekil 4.8). Geçirimsiz alanlar 3C3E- 4C4E koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.12). Koruma kuşaklarının belirlenmesinde hidrojeolojik yapısının ne yönde etkilediği ve etkileme oranı ilerleyen bölümde açıklanmıştır.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - HİDROJEOLOJİK YAPI



Harita 4. 12 Terkos Gölü Havzası hidrojeolojik yapı analizi

4.4 Hidrolojik Yapı

İstanbul'da bulunan dere ve akarsular, içme suyunun temin edildiği toplam 7 su toplama havzasını beslemektedir. Anadolu Yakası'nda konumlanan Ömerli, Darlık, Elmalı; Avrupa Yakası'nda Alibey, Terkos, Sazlıdere ve Büyükçekmece barajları [112] İstanbul'un içme ve kullanma suyu için hayati öneme sahiptir.

Terkos Gölü Havzası, gölün ekolojik özellikleri ve su miktarının öneminin yanı sıra tarihi özellikleri ile de İstanbul için vazgeçilmez su kaynaklarından biridir. Terkos Su Şirketi olarak da bilinen Dersaadet Su Şirketi, Fransızlara imtiyaz verilmesiyle kurulan çok ortaklı Osmanlı Anonim Şirketi olup şirketlere, evlere, imalathanelere, fabrikalara satış yaparak sonradan kurulan şirketlere örnek olmuştur [113]. Aynı zamanda Terkos Su Dağıtım Sistemi, İstanbul'un ilk modern su tesisi olma özelliğine sahiptir [114]. 1931 yılında kamulaştırılmasına karar verilmiş ve 1933 yılında şirket İstanbul Sular İdaresi'ne devredilmiştir [115]. Terkos Gölü Havzası; Terkos su şirketi, modern yapısı ve uzun yıllar boyunca isim verdiği 'Terkos Suyu' ile tarihi öneme sahiptir.

Örnek alan olarak seçilen havzada yer alan Terkos Gölü (Harita 4.15); toplam drenaj alanı 776 km², yağış alanı 744 km², yüzey alanı yaklaşık 32 km², 12 km uzunluğunda 5 km genişliğinde olan doğal bir göldür [12]. En derin yeri -5 metre olan doğal göl, İstanbul'un içme suyu gereksiniminin sağlanması amacıyla 1883 yılında Yıldız Deresi'nin gölün kenarından Karadeniz'e açılan regülatörle kapatılması sonucu +3,25 metreye çıkarılarak gölün derinliği 8,25 metreye, sonrasında 1962 yılında regülatörün yenilenmesi sonucu gölün kotu +4,5 metre, derinliği ise 9,5 metreye ulaşmıştır [116]. Terkos Gölü'nün, yüzey alanının geniş olması, yağışlı alanda yer alması ve derelerle beslenmesi sonucu suyunun tatlı olması, İstanbul'un içme-kullanma suyunun sağlanması için diğer göllerden önce tercih edilme sebeplerinden olmuştur [117]. Terkos Gölü, eosen kalker ve marnları ile yer yer bunları örten Neojen kum ve çakıl depolarından oluşan alanın kenarında konumlanmaktadır [118]. Göl çevresinde az engebeli bir morfoloji görülmekte olup göl ve Karadeniz arasındaki kıyı çizgisi kısmen plajlı bir kıyı tipi gösterirken kısmen dik falezli kıyı tipi göstermektedir [119].

2022 yılında su kaynaklarından alınan ham su miktarları verilerinde, Terkos Barajı'nın Avrupa Yakası'nın en yüksek su sağlayan içme suyu barajı olduğu

görülmektedir (Tablo 4.5). İstanbul genelinde ise Ömerli Barajı'ndan sonra gelerek ikinci sırada yer almaktadır.

Tablo 4. 5 2022 yılında su kaynaklarından alınan ham su miktarları (m^3/yıl) [120]

Su Kaynağı	**Ham su**
Melen Regülatörü	298.167.199
Yeşilçay Sistemi	53.731.263
Yeşilvadi Regülatörü	1.640.437
Darlık Barajı	100.297.196
Ömerli Barajı	224.776.915
Elmalı Barajı	10.121.300
Asya Yakası Toplam	**688.734.310**
Silivri-Çatalca Kuyuları	10.541.970
Pabuçdere Barajı (regülatör)	41.683.979
Kazandere Barajı (regülatör)	44.164.859
Istranca Regülatörleri (5 Dere)	27.310.458
Terkos Barajı	**137.663.821**
Büyükçekmece Barajı	102.809.596
Sazlıdere Barajı	34.215.665
Alibey Barajı	39.936.241
Avrupa Yakası Toplam	**438.326.589**

Terkos Gölü, kendini besleyen dereler açısından zengin olup (Tablo 4.6) havzadaki bütün yüzeysel akış ve dereler göle boşalmaktadır [84].

Tablo 4. 6 Terkos Gölü Havzası dereleri [121]

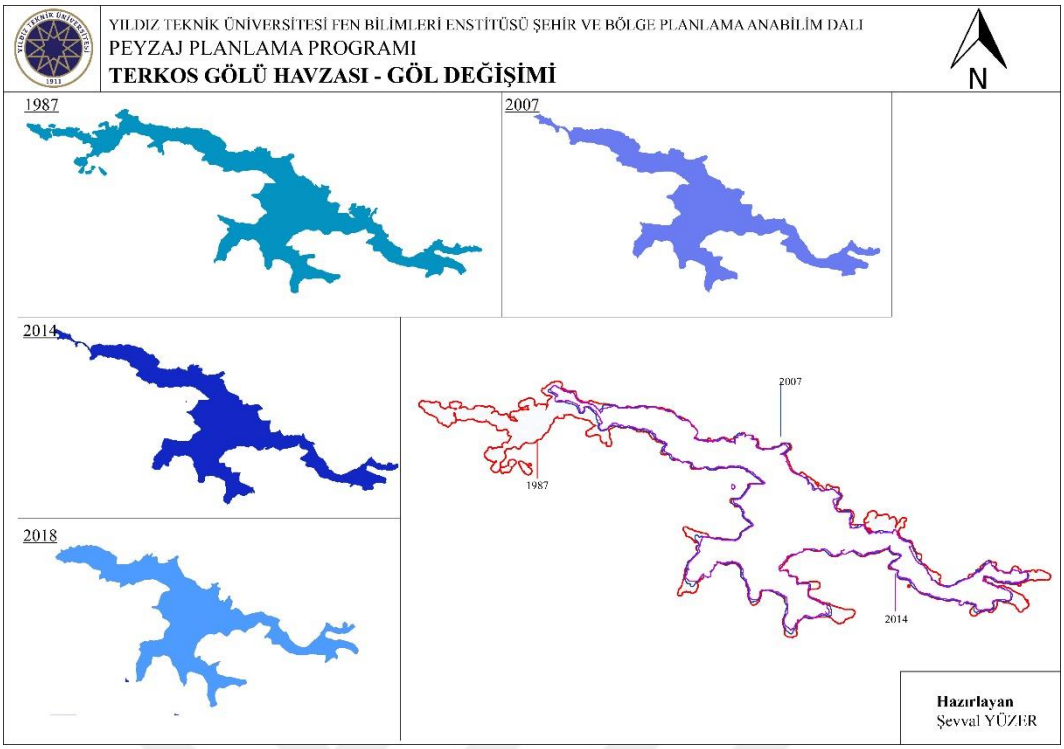
Terkos Gölü Havzası dereleri
Kanlıayazma Deresi ve Yeniköy Deresi, Ustuluk Deresi, Çeko Deresi Kolları, Tayakadın Deresi, Sinanköprü Taşlıbayır Deresi, Malakçı Deresi, Kaptan Çayırı Deresi, Ana Dere, Derin Dere, Fitirgan Dere, Koca Dere, Sivas Köy Deresi, Eğrek Dere, Suluklu Dere ve Keçikerme Deresi Yolu, Kurt Deresi, Ayazma Dere, Karaca Köy Deresi, Istranca Deresi, Pınar Dere ve Belgrat Dere, Ceviz Dere, Sinir Dere, Karasu Deresi (ve 3 kolu), Balçık Dere, Çatalcakaya Dere, Şeytan Dere, Kaci Dere, Binkılıç Dere, Büyükdere, Molla Hüseyin Deresi, Karatina Deresi, Arı Dere, Tumba Dere, Mekan Dere, Kısa Dere, Çeşme Deresi, Kürk Dere, Ceviz Dere, Karamandıra Dere, Sukarışığı Dere, Mandıra Dere, Şeytan Dere, Istranca Dere, Dışbudaklık Deresi ve Dingil Dere, Kürek Dere, Gümüşparası Dere, Taşlıgeçit Deresi, Kuru Dere, Kütüklü Dere, Mürverçeşme Dere, Şişkafa Dere Kolları

Harita 4. 13 İstanbul Avrupa Yakası su kaynakları [122]

Terkos Gölü, akarsular ve dereler topladığı suların yanı sıra Istranca'lardan gelen sular için de depo görevi görmesi ile önem taşımaktadır (Harita 4.13). 1995 yılında işletmeye giren proje ile birlikte Istranca Barajlarından Terkos Gölü'ne toplam yılda 235 milyon m^3 su gelmektedir. Istranca Barajlarından gelen su ile toplam 400 milyon m^3 su, 3 arıtma tesisi ile İstanbul Avrupa Yakası'nın %90'ının su ihtiyacını gidermektedir [123].

Terkos Gölü; kumul alanları, yerleşmeler, tarım alanları, sanayi alanları ve havalimanı ile etkileşim halindedir. Çevre sorunlarında açıklanmıştır. Ancak gölü diğer göllerden ayıran en büyük fark ise Karadeniz'e olan yakınlığıdır. Karadeniz kıyısı havza sınırlarına girmemesine rağmen içme suyunun korunabilmesi için ele alınması gereken parametrelerden biri olmadır. Karadenizin su kaynağına yakınlığı, kıyıda gerçekleşebilecek müdahalelerin gölü olumsuz yönde etkilemesine sebep olabilir.

Gölün toplam alanında zaman içerisinde azalış görülmüştür. 1987-2014 yılları arasında göl alanında %23,78'lik bir azalış görülmüş ve toplam 9,79 km^2 küçülmüşür. Gölün su çizgisi ise bu zaman aralığında %57,74'lük azalış sonucu 85,62 km'ye düşmüştür (Harita 4.14 – Tablo 4.7). Gölün değişimine sebep olan faktörlerde yerleşmeler, tarım, gölü besleyen kaynakların aşırı kullanımı, kuraklık ve buharlaşma yer almaktadır [124].



Harita 4. 14 Terkos Gölü'nün yıllara göre göl sınırı değişimi [124], [37]

Tablo 4. 7 Terkos Gölü yıllara göre alan değişimi [124]

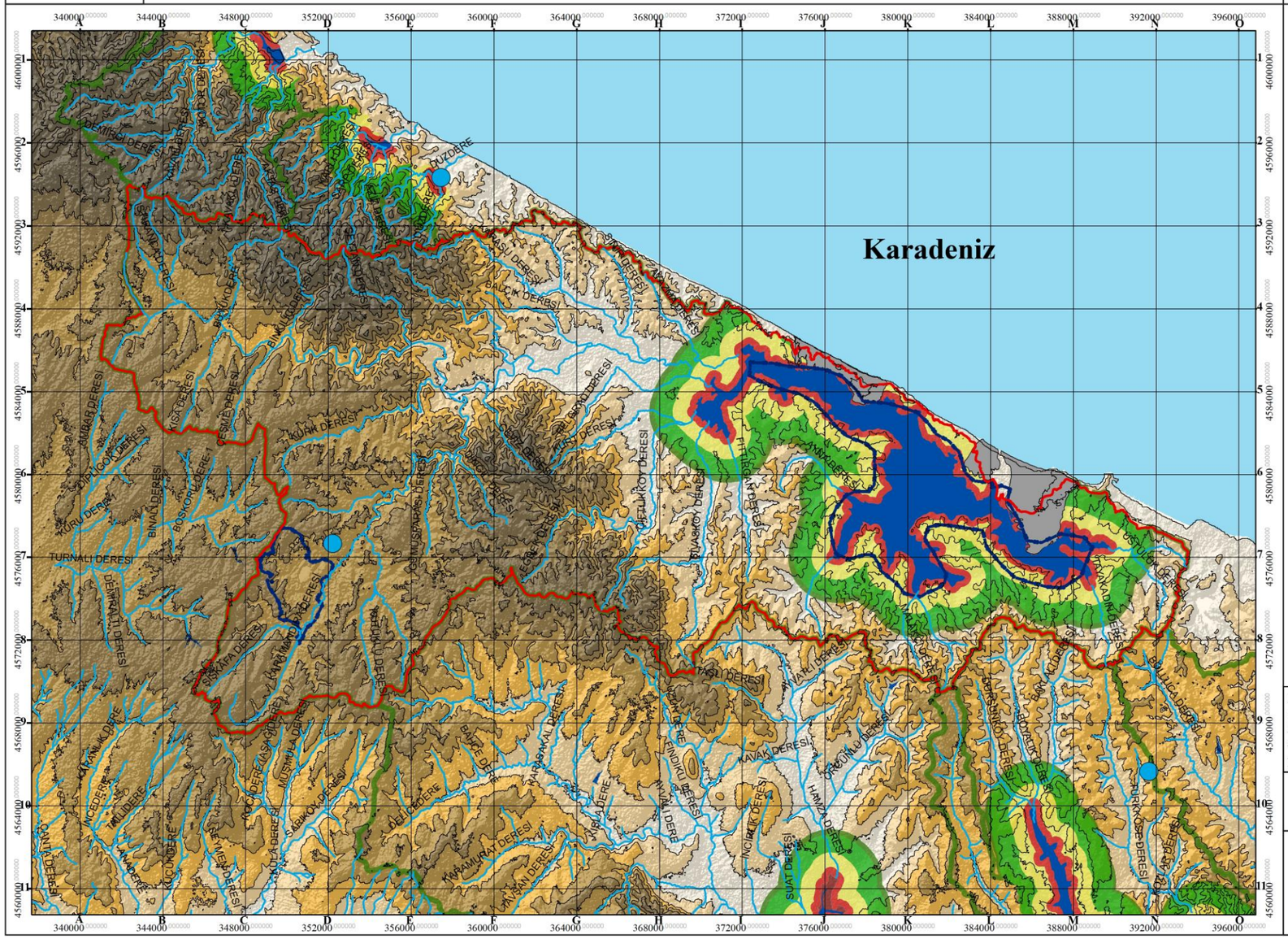
1987 (km^2)	1987-2007 değişimi (km^2)	1987-2007 değişimi (%)	2007 (km^2)	2007-2014 değişimi (km^2)	2007-2014 değişimi (%)	2014 (km^2)	1978 - 2014 değişimi (km^2)	1978-2014 değişimi (%)
41,16	8,49	20,62	32,67	1,3	3,97	31,37	9,79	23,78

İstanbul için yaşamsal öneme sahip olan Terkos Gölü'nün ekolojik özelliklerinin bozulmaması, su potansiyelinin azalmaması ve geri dönülemez kayıp yaşamaması için hidroloji bölümünde belirlenen değerlerin korunması ve iyileştirilmesi için koruma kuşaklarının belirlenmesinde su kaynaklarına yakınlık verisinin yanı sıra akarsu kaynaklarına yakınlık da ele alınmıştır.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - HİDROLOJİK YAPI



N

LEJAND

Hidrolojik Yapı

- Göl
- Deniz
- Akarsular
- Sulak Alanlar
- İçme Suyu Tesisleri

İçme Suyu Koruma Alanı

- Mutlak Mesafe Koruma Alanı
- Kısa Mesafe Koruma Alanı
- Orta Mesafe Koruma Alanı
- Uzun Mesafe Koruma Alanı

Eş Yükselti

- 0 - 50m
- 50,1-100m
- 100,1-150m
- 150,1-200m
- 200,1-250m
- 250,1-300m
- 300,1-497m

Sınır

- Çalışma Alanı
- Kumul Alan

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler ve USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

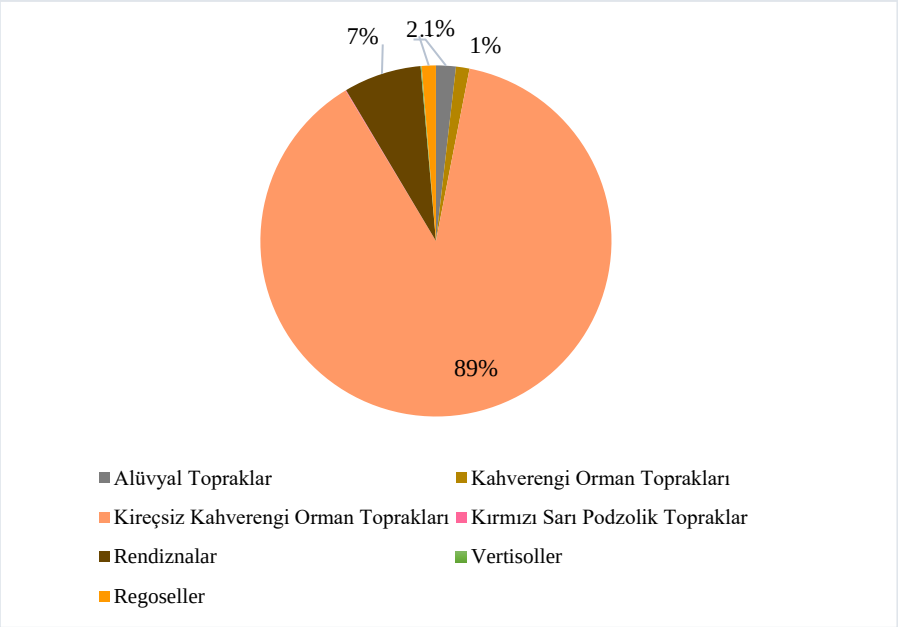
Harita 4. 15 Terkos Gölü Havzası hidroloji analizi

4.5 Toprak Yapısı

İçme suyu koruma alanlarının belirlenmesinde önemli parametrelerden bir diğeri ise toprak faktörüdür. Çalışmanın bu bölümünde havzanın hassasiyetinin ve karakterinin saptanması için büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyetleri ve toprak alt faktörleri incelenmiştir.

4.5.1 Büyük Toprak Grupları

Terkos Gölü Havzasında 7 farklı büyük toprak grubu görülmektedir.



Şekil 4. 9 Terkos Gölü Havzası büyük toprak grupları dağılımı

Havzanın %89'unda kireçsiz kahverengi orman toprakları görülmektedir (Şekil 4.9). Üstte koyu renk bir kat ve altta farklı bir kat görülür [125]. Orman örtüsü ile kaplı olup bazlarca zayıf materyal üzerinde ve iyi drene olan yamaç arazilerde oluşum göstermektedir [118]. Terkos Gölü Havzası'nda eğimin yüksek olduğu ve orman alanlarının bulunduğu alanlarda ve göl çevresinde yayılış göstermektedir.

Havzada %7 oranında rendzinalar görülmektedir. Rendzinalar yumuşak kalkerli kayaların üzerinde oluşmuş ve kalsit içeren daha açık renkli horizonun altında yer alan verimli bir toprak türüdür. Genellikle orman alanlarının altında yer alan, nemli veya yarı kurak iklimin hakim olduğu alanlarda görülmektedir. Kireçli kayalar üzerinde oluşan leptosellerdir [126]. Havzada 7I7N- 8I8N, 4G4I- 5G5I ve 6I6J- 7I7J koordinatlarında görülmektedir (Şekil 4.9 - Harita 4.16).

Havzada görülen bir diğer toprak grubu ise alüvyal topraklardır. Alüvyal topraklar havzada %1 oranında görülmektedir (Şekil 4.9). 4E4H- 5E5H koordinatlarında görülür (Harita 4.16). Akarsular tarafından taşınıp depolanan materyal üzerinde oluşmuş olup organik madde açısından zengindir. İyi drenaj özelliğine sahip alüvyal topraklar genç topraklardır [127].

Havzanın %1'ini ise kahverengi orman toprakları kaplamaktadır. Drenajları iyi olan kahverengi orman toprakları, yüksek kireç içeriğinin olduğu ana madde üzerinde oluşum göstermiştir [125]. Genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında gelişim göstermiş olup yüksek miktarda kalsiyuma sahiptir [118]. 5M5N- 8M8N ve 3B3C-5B5C koorinatlarında yayılış göstermektedir (Harita 4.16).

Havzada %1 oranında 5I5J- 6I6J koordinatlarında regoseller görülür (Harita 4.16). Bu topraklar gevşek süzek materyalin topraklaşması ile oluşan toprak türleri olup gölün batısında orman alanının altındaki kum toprağı, kum regoselleri örneklerindendir [66].

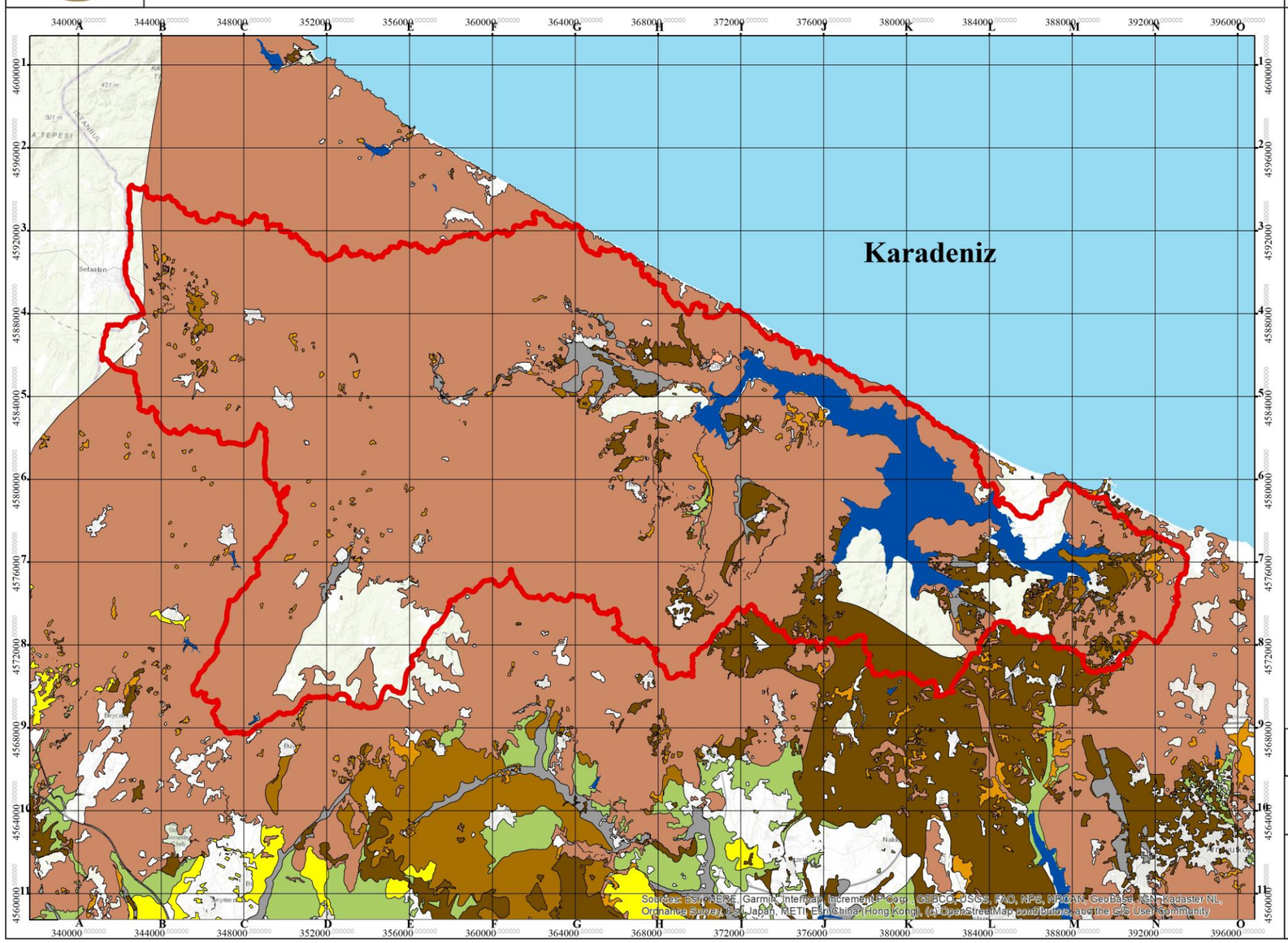
Kırmızı-sarı podzolik topraklar havzada %1 oranından az görülmektedir (Şekil 4.9). Asidik reaksiyonlu kırmızı sarı podzolik toprak düşük kil ve düşük besin içeriğine sahiptir [128]. Granit, granoditorit ve kuvarsit gibi asit özellikli magmatik kayaçlar ana materyali oluşturur [118]. 3G3I-5G5I ve 4J4K-6J6K koordisayonlarında kıyıda görülmektedir (Harita 4.16). Vertisoller de havzada %1 oranınından az 6H6I- 7H7I koordinatlarında görülmektedir (Şekil 4.9- Harita 4.16). Bu topraklarda şişme ve büzülme kapasitesi yüksek olup derin çatlaklar görülmektedir [129].

Büyük toprak gruplarında yer almayan ancak havza için önem taşıyan bir diğer oluşum ise kumul alanlarıdır. Herhangi bir toprak gelişimi bulunmayan, deniz ve göllerin sahillerinde rüzgâr ve dalga hareketiyle taşınarak depo edilmiş alanlardır [118]. Çalışma alanı olan Terkos Gölü Havzası'nda göl ile Karadeniz kıyısı arasında konumlanan bu kumul alanları, hareketli ve stabilize edilmesi gereken kumul alanıdır [56].

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - TOPRAK YAPISI - BÜYÜK TOPRAK GRUPLARI



N

LEJAND

Büyük Toprak Grupları

- Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları
- Rendzinalar
- Alüvyal Topraklar
- Kahverengi Orman Toprakları
- Vertisoller
- Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar
- Kireçsiz Kahverengi Topraklar
- Regoseller

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

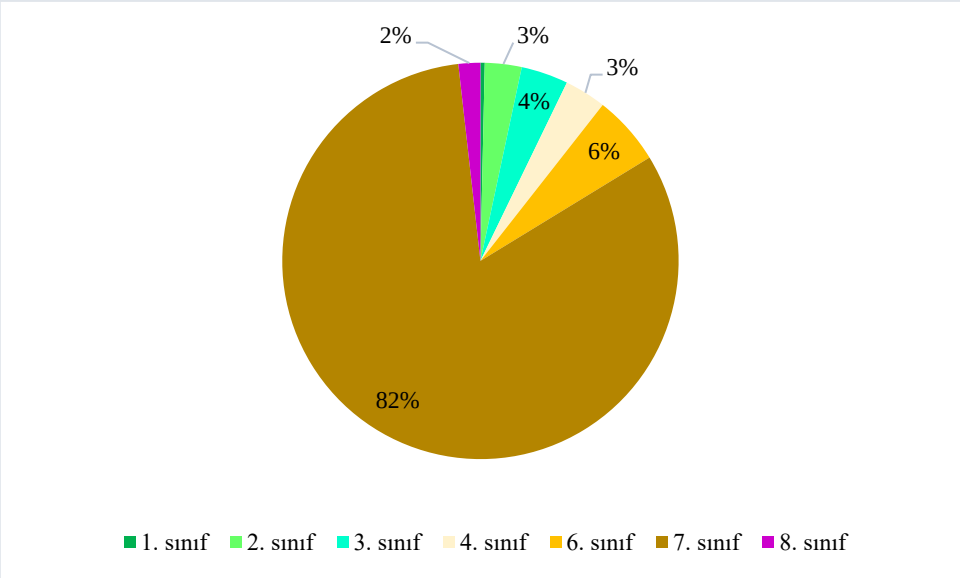
Hazırlayan

Şevval YÜZER

Harita 4. 16 Terkos Gölü Havzası büyük toprak grupları

4.5.2 Arazi Kullanım Kabiliyetleri

Terkos Gölü Havzasında toplam 7 toprak kabiliyet sınıfı görülmektedir. I. sınıf, toprağın en verimli olduğu arazi olup, VIII. sınıfa doğru gidildikçe verim azalmaktadır. Toprak kabiliyet sınıfları; en verimli, tarıma elverişli ve erozyon riskinin olmadığı I. sınıf topraklardan başlayarak tarıma elverişli olmayan, çayır veya orman alanları olarak kullanılamayan ve erozyon riskinin yüksek olduğu VIII sınıf toprakları kapsamaktadır. Aşağıda toprak kabiliyet sınıflarının tanımlamalarına ve analiz alanında yayılışlarına yer verilmiştir.



Şekil 4. 10 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım kabiliyeti dağılımı

I. Sınıf Arazi: İyi drenaja sahip olan bu topraklarda su taşkın riski görülmemektedir. Tarıma elverişli olan I. sınıf arazilerde, çapa bitkileri ve diğer entansif ürünlerin yetiştirilmesi için verimlidir. %1'den az eğime sahip, derin ve su tutma kapasitesinin iyi olduğu arazilerdir [130]. Orta derecede geçirgen olan bu topraklara sahip araziler Terkos Gölü Havzası'nın yalnızca %1'inden az görülmektedir. 4E4F-5E5F koordinatlarında görülmektedir (Şekil 4.10 – Harita 4.17).

II. Sınıf Arazi: Özel tedbirlerin alındığı taktirde kolay bir şekilde işlenen arazilerdir [130]. Tarım için verimli bir toprak yapısı gösteren bu araziler, havzanın %3'ünü kaplamaktadır (Şekil 4.10). Havzada 4G4H- 5G5H koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.17).

III. Sınıf Arazi: Arazinin belirli özellikleri orta eğim, erozyona yüksek hassasiyet, az verimlilik, düşük su kapasitesidir [130]. Belirli metodların kullanılması ile çapa

bitkileri için orta derece iyi bir arazi olarak tanımlanmaktadır. Terkos Gölü Havzası'nın %4'ünü kapsamaktadır (Şekil 4.10). 6M6N- 8M8N, 5I5J- 7I7J koordinatlarında yoğun olarak görüldüğü söylenebilir (Harita 4.17).

IV. Sınıf Arazi: Eğimin yüksek, erozyon riski, kötü toprak karakterleri ve iklim faktörlerinden kaynaklanan kısıtlamaların yer aldığı IV. sınıf arazilerde çayıra tahsil edilmeye müsaittir [130]. Havzada %3 oranında yayılış gösteren arazilerdir (Şekil 4.10). Terkos Gölü'ne yakın 7I7K- 8I8K ve 7K7M- 8K8M koordinatlarında görülür (Harita 4.17).

VI. Sınıf Arazi: Eğimin yüksek, şiddetli erozyonun görüldüğü ve birçok kısıtlamanın bulunduğu arazilerdir [130]. Havzanın %6'sında yayılış göstermektedir (Şekil 4.10). 4F4I- 5F5I ve 4C4D- 6C6D koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.17).

VII. Sınıf Arazi: Yedinci sınıf arazi, çok yüksek eğim, erozyona fazla uğramış, taşlı ve arızalı olup toprağın elverişsiz olduğu arazilerdir [130]. Terkos Gölü Havzası'nın %82'sini kaplamakta olup havzada en çok yayılış gösteren arazi sınıfıdır (Şekil 4.10). Havzada büyük bir bölümü orman örtüsü ile kaplıdır.

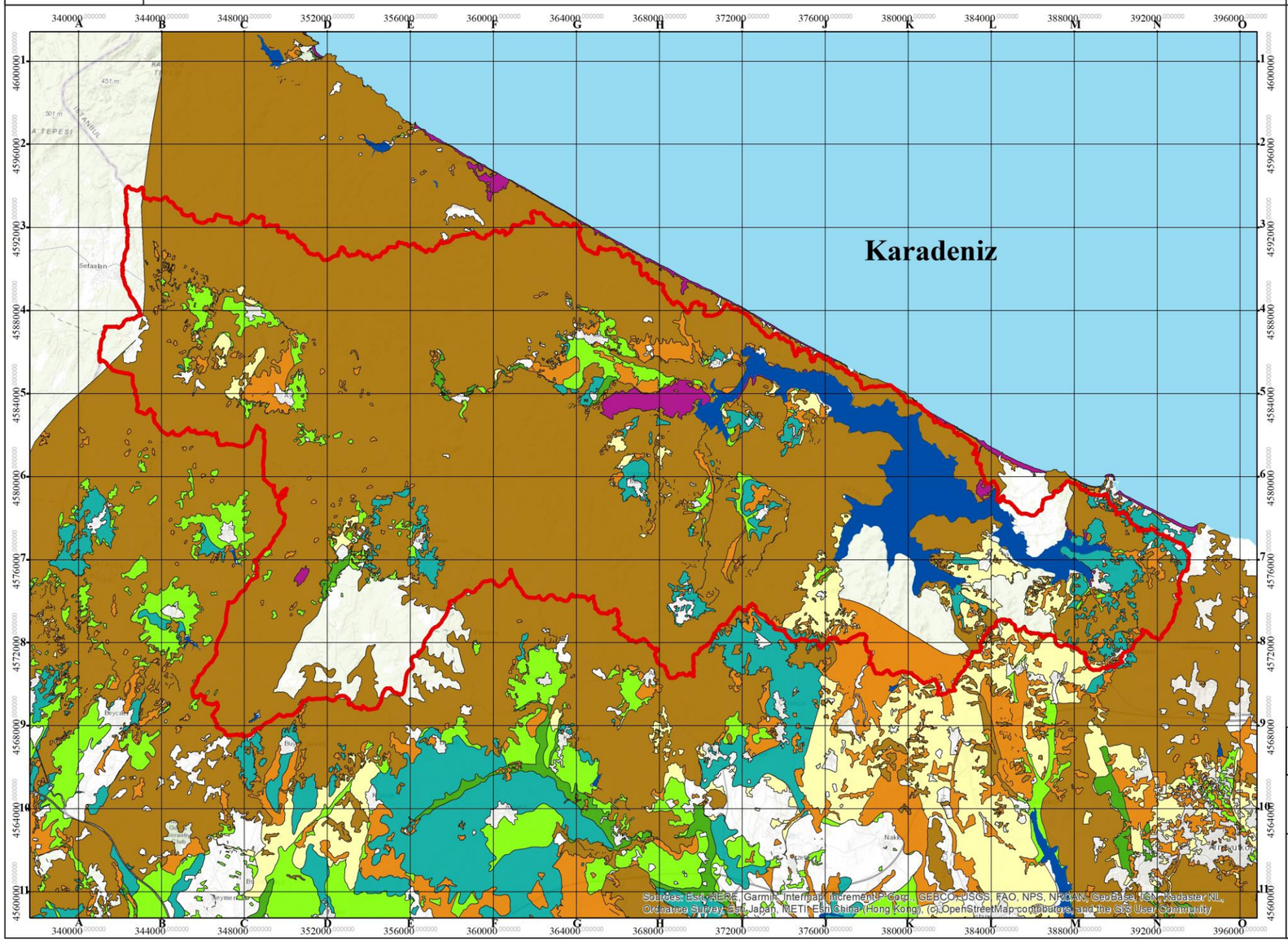
VIII. Sınıf Arazi: Birçok kısıtlamanın yer aldığı, arazinin çok arızalı olduğu ve verimin en düşük olduğu arazilerdir [130]. Alansal dağılımı %2 (Şekil 4.10) olup 4G4I- 6G6I ve 6K6L- 7K7L koordinatlarında görülmektedir (Harita 4.17).

Havzada eğimin yüksek, erozyonun şiddetli olduğu alanlar dördüncü, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf arazilerdir. Erozyonun ve dolayısıyla siltasyon riskinin olduğu ve içme suyu kaynağını tehdit altına girmesine sebep olabilecek arazilerin orman örtüsü ile kaplı olması havza için potansiyel oluşturmaktadır. Uzun mesafe koruma alanında yer alan bu riskli bölgelerde gerçekleşecek yanlış müdahaleler Terkos Gölü'nün kirlenmesine ve kullanılamaz hale gelmesine sebep olabilir.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - TOPRAK YAPISI - ARAZİ KULLANIM KABİLİYETİ



N

LEJAND

Arazi Kullanım Kabiliyeti

- 1.Sınıf Toprak Grubu
- 2.Sınıf Toprak Grubu
- 3.Sınıf Toprak Grubu
- 4.Sınıf Toprak Grubu
- 6.Sınıf Toprak Grubu
- 7.Sınıf Toprak Grubu
- 8.Sınıf Toprak Grubu

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

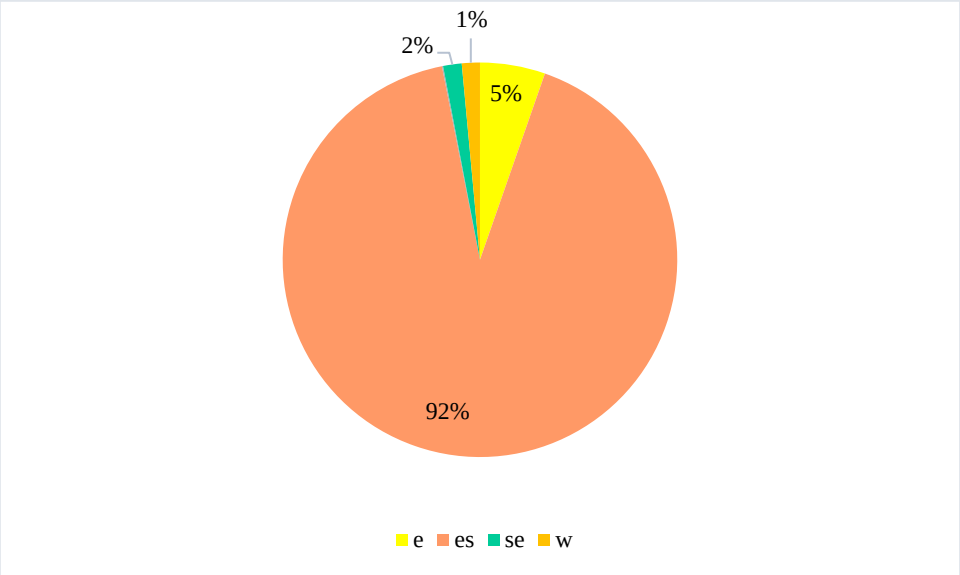
Hazırlayan

Şevval YÜZER

Harita 4. 17 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım kabiliyetleri analizi

4.5.3 Alt Faktör

Çalışmanın bu bölümünde havzanın toprak yapısının alt faktör analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 11 Terkos Gölü Havzası toprak yapısı alt faktör dağılımı

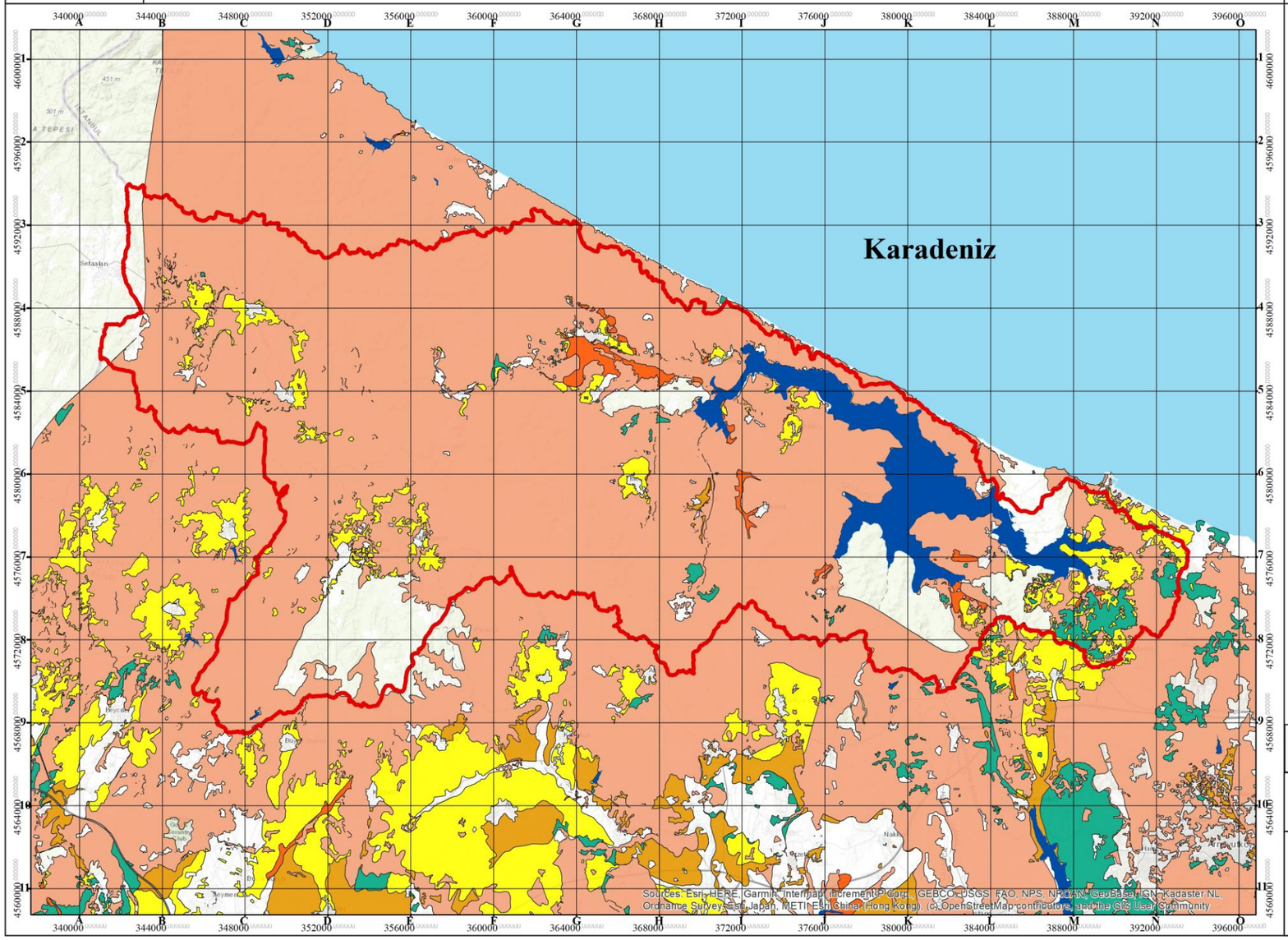
Terkos Gölü Havzası'nın %92'sinde baskın olarak eğim-erozyon sorunu ile birlikte toprak yetersizliğinin olduğu görülmektedir. Havzada içme su kaynağı olan Terkos Gölü'nün varlığı göz önünde bulundurulduğunda bu durum büyük bir tehdit oluşturmaktadır. %5'inde ise eğim ve buna bağlı gelişen erozyon sorunu 5M5N-8M8N koordinatlarında görülmektedir. %2'sinde ise toprak yetersizliği sonucu eğim-erozyon sorunu bulunmaktadır. 7L7N- 8L8N ve 7H7I- 8H8I koordinatlarında görülmektedir. Havzanın %1'inde drenaj koşullarının yetersizliği 6H6I- 7H7I koordinatlarında görülmektedir. (Şekil 4.11 – Harita 4.18).

Bütün bu riskler havzanın koruma- kullanma dengesinin sağlanabilmesi için bütüncül bir yaklaşım yapılması gerekliliğini göstermektedir. Havza ekosisteminin bozulma tehlikesinin yanı sıra İstanbul'un en önemli içme suyu kaynaklarından biri olan Terkos Gölü'nün kirlenmesine, su kapasitesinin azalmasına veya kullanılamayacak hale gelmesine sebep olabilir. Koruma kuşaklarının belirlenmesinde su kaynağının ve havza ekosisteminin korunması ve sürdürülebilirliği için bahdesilen risklerin göz önünde bulundurulması ve mesafelerin bu çerçevede değerlendirilmesi önem taşımaktadır.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - TOPRAK YAPISI - ALT FAKTÖR



N

LEJAND

Alt Faktörler

- e (Eğim ve Buna Bağlı Olarak Gelişen Erozyon Varlığı)
- es (Baskın Olarak Eğim-Erozyon Sorunu ile Birlikte Toprak Yetersizliği)
- s (Toprak Yetersizliği Elemanlarının Varlığı)
- se (Baskın Olarak Toprak Yetersizliği Sorunu ile Birlikte Eğim-Erozyon Sorunu)
- w (Dernej Koşullarında Yetersizlik)

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 4. 18 Terkos Gölü Havzası toprak yapısı alt faktör analizi

4.6 İklim

Klimatik unsurlar; içme suyu havzalarının ekosistemini anlamak, havzanın hassasiyeni, su potansiyeli ve su döngüsünün belirlenmesinde önem taşıyan öğelerden biridir. Çalışmanın bu bölümünde havzanın iklimini değerlendirmek için Çatalca Radar istasyonundan sağlanan veriler kullanılmıştır. Sıcaklık, yağış, nem, rüzgar ve diğer parametreler açıklanmıştır.

Havzanının topoğrafik unsurları, su kaynakları ve denize yakınlığı iklimi doğrudan etkilemektedir. Karadeniz'e büyük ölçüde yakınlığı olan havzada, deniz kenarında ve deniz seviyesinde Karadeniz etkisi görülmekte olup havzada yağış fazladır [131].

4.6.1 Sıcaklık

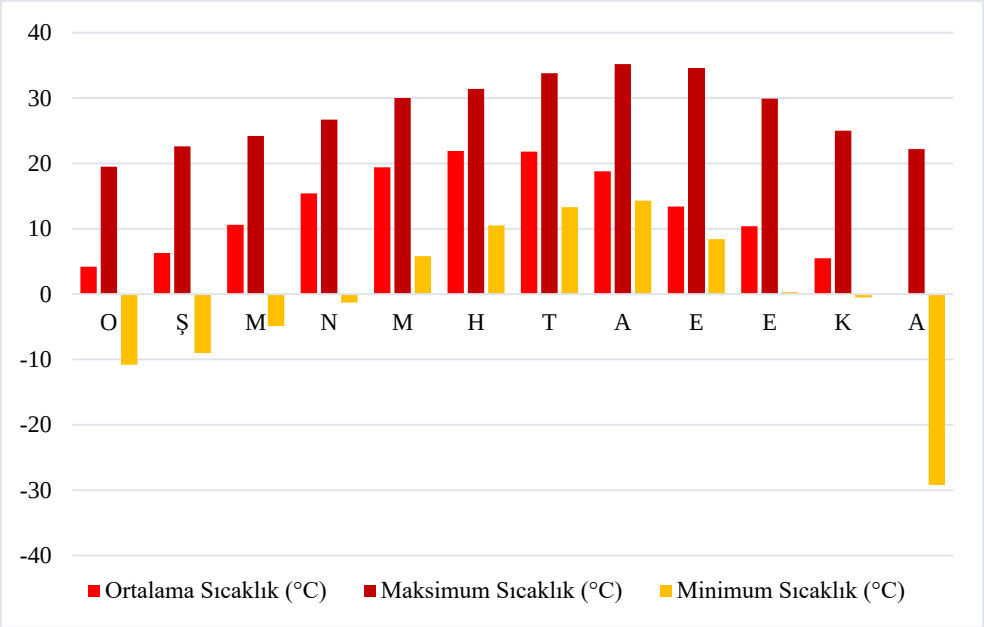
Çatalca Radar istasyonundan sağlanan sıcaklık verilerine göre (Tablo 4.8); ortalama sıcaklık en yüksek Temmuz ayında 21,9°C, maksimum sıcaklık en yüksek 35,2°C ile Ağustos ayında, minimum sıcaklık en düşük -29,2°C ile Aralık ayında görülmektedir. Maksimum sıcaklık ve minimum sıcaklık arasında 64,4°C fark görülmektedir.

Tablo 4. 8 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık dağılımı [132]

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ortalama Sıcaklık (°C)	3,5	4,2	6,3	10,6	15,4	19,4	21,9	21,8	18,8	13,4	10,4	5,5
Maksimum Sıcaklık (°C)	19,5	22,6	24,2	26,7	30	31,4	33,8	35,2	34,5	29,9	25	22,2
Minimum Sıcaklık (°C)	-10,8	-9	-4,9	-1,3	5,8	10,5	13,3	14,3	8,4	0,3	-0,5	-29,2

Ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değererinin aylara göre değişiminde Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında artış gerçekleşirken Eylül ayı itibariyle düşüş gözlenmektedir (Tablo 4.8 – Şekil 4.12). Sıcaklık değerlerinin yıllık değişim verisine ulaşılamamıştır. Sıcaklığın yıllara göre değişimi göz önünde bulundurularak projeye katkı sağlanması önem taşımaktadır. Yıllara göre artış

gösteren sıcaklık derecesi; iklim değişikliği ile değerlendirildiğinde, havzadaki su miktarında görülebilecek su miktarının azalması ve buharlaşma hızının artmasıyla göz önünde bulundurulması gerekebilir.



Şekil 4. 12 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık grafiği [132]

Terkos Gölü Havzası'nın ortalama sıcaklık haritasında kıyı alanı ve göl çevresi sıcaklığın en yüksek olduğu alanlar olarak görülmektedir. Göl çevresinde ortalama sıcaklık yaklaşık 14 °C'dir. Sıcaklığın düşüş gösterdiği alanlar ise 3C3E-4C4E ve 5E5G-7E7G (Harita 4.19) koordinatlarında yer alan yükseltinin fazla olduğu alanlardır. Havzada sıcaklığın artması, buharlaşma ve kuralığın artışı ile kullanılabilir su miktarının azalmasına sebep olabilir. Koruma alanları belirlenirken sıcaklık ortalamalarının ele alınması önem taşımaktadır.

4.6.2 Yağış

Terkos Gölü Havzası'nda yağış, önem taşıyan iklim unsurlarından biridir. Havza, konumu sebebiyle Karadeniz'in nemli havası etkisinde olmasından kaynaklı İstanbul'daki diğer havzalara göre daha fazla yağış almakta olup havzadaki yağış göle birikmektedir [133].

Çatalca Radar istasyonu kayıtlarına göre toplam yağış ortalamasının en yüksek olduğu ay 173,25 mm ile Ekim ayıdır. En az toplam yağış ortalaması ise 33,31 mm ile Temmuz ayında görülmektedir. Maksimum yağış 181,6 mm ile Eylül ayında en

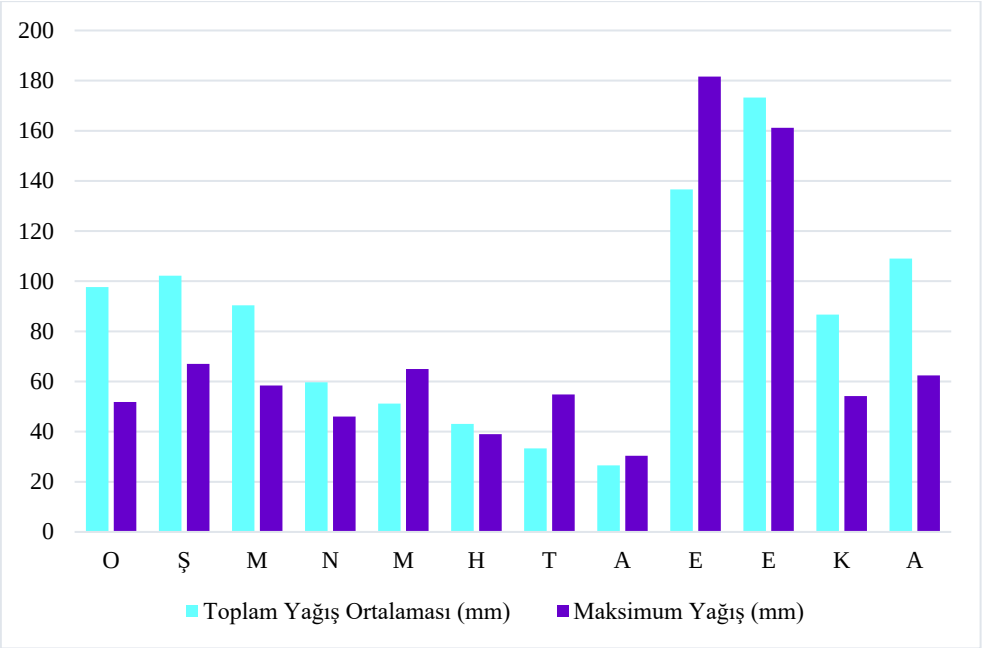
yüksek değere ulaşmaktadır. Haziran ayında maksimum yağış değeri 39 mm ile yıl içerisinde en az seviyede görülmektedir (Tablo 4.9 – Şekil 4.13).

Yağış miktarı, yükseltinin arttığı 3C3E-4C4E ve 5E5G-8E8G koordinatlarında (Harita 4.20) en yüksek değerleri göstermektedir. Yağışın fazla olması, içme suyu havzalarında su ekonomisi açısından önem taşımaktadır. Ancak yağış ve eğimin yüksek olduğu alanların orman örtüsü ile kaplı olması yüzeysel akışın önlenmesinde göl için büyük öneme sahip olup bu alanların korunması hayati öneme sahiptir. Havzada yağışın en az olduğu alanlar göl çevresi olup ortalama yıllık yağış 789-830 mm aralığında değişim göstermektedir (Harita 4.20). Havzalarda orman alanlarından yararlanılarak mikro iklim bölgelerinin yaratılması, su kalitesi ve su miktarı açısından önemlidir. Koruma alanlarının belirlenmesinde dikkate alınmalıdır. Ancak yağış haritası oluşturulurken Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu verisi kullanılarak ArcMap uygulamasında hesaplama yapılmıştır. Karadenizin kıyıda etkisi ile göl çevresinde yağışın yüksek olması beklenmektedir. Ancak uygulamada gerçekleştirilen analizde bu sonuca varılamamıştır. Modelde kullanılması için mekansal olarak düzenlenen yağışın dağılımına ihtiyaç vardır.

Tablo 4. 9 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre yağış dağılımı [132]

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Toplam Yağış Ortalaması (mm)	97,66	102,19	90,38	59,7	51,21	43,11	33,31	26,56	136,61	173,25	86,71	109,05
Maksimum Yağış (mm)	51,8	67	58,4	46	65	39	54,8	30,4	181,6	161,2	54,2	62,4

Toplam yağış ortalaması Şubat ayından Ağustos ayına kadar azalış göstermektedir. Eylül ve Ekim aylarında yağış miktarında artış görülmektedir. Maksimum yağış Eylül ve Ekim aylarında artış gösterirken Mayıs, Nisan ve Haziran aylarında azalış göstermektedir (Şekil 4.13).



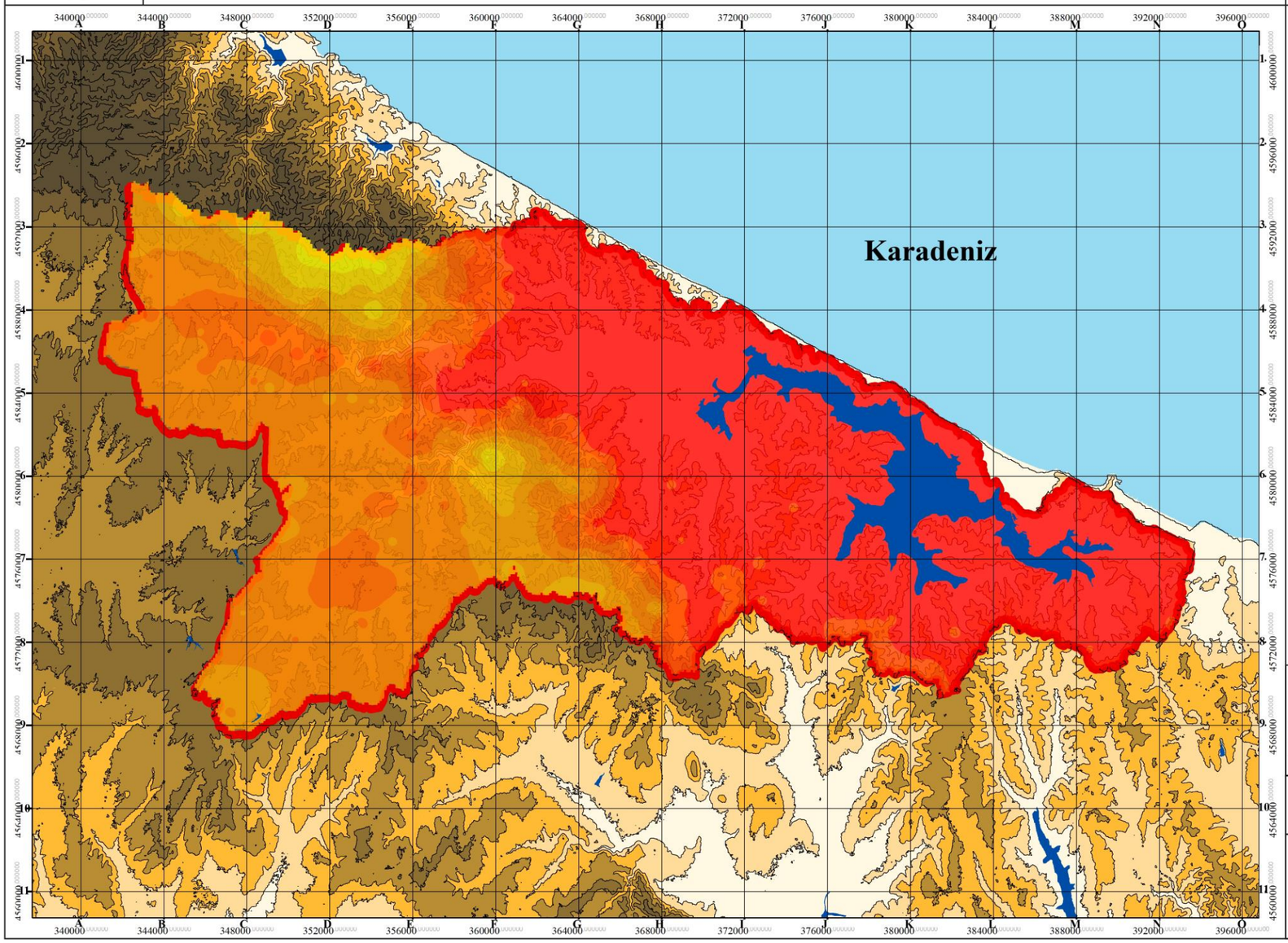
Şekil 4. 13 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre toplam yağış ve maksimum yağış grafiği [132]

Havzada kullanılabilir su kaynağının değişimini görmek için havzanın yıllara göre yağış miktarını görmek önem taşımaktadır.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - SICAKLIK

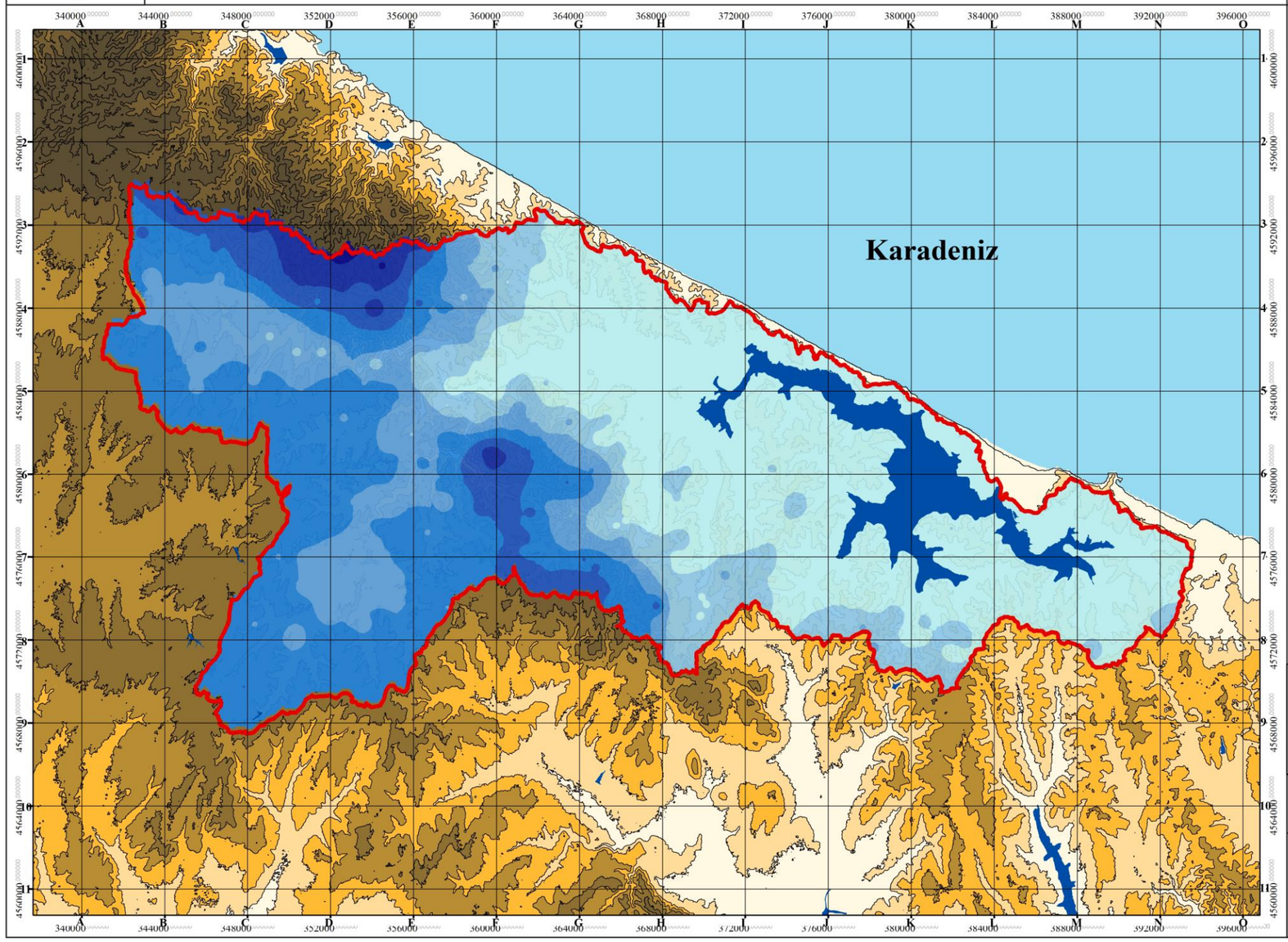


Harita 4. 19 Terkos Gölü Havzası sıcaklık analizi

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - YAĞIŞ



N

LEJAND

Ortalama Yağış (mm)

- 789 - 830
- 831 - 860
- 861 - 890
- 891 - 920
- 921 - 950
- 951 - 980
- +980 üzeri

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Eş Yükselti

- 0 - 50m
- 50,1-100m
- 100,1-150m
- 150,1-200m
- 200,1-250m
- 250,1-300m
- 300,1-497m

Kaynak: Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002 - 2016 yılları verileri, USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

Şevval YÜZER

Harita 4. 20 Terkos Gölü Havzası yağış analizi

4.6.3 Rüzgar

Rüzgar, Terkos Gölü Havzası için en önemli parametrelerden biridir. Çalışma alanını etkileyen ve bir bölümü havza dışında kalan hareketli kumul varlığı, rüzgarın etkisi ile gölü tehdit eden en büyük tehlikelerden biridir. Kumulun stabilizasyonu için gerçekleştirilen, hareketinin engellenmesine ve gölün dolmasını önleyen ağaçlandırma çalışması ilerleyen bölümde ele alınmıştır. Çalışmada rüzgarın etkisinin büyüklüğü kumul ile önem taşıdığı için koruma kuşaklarının değerlendirilmesinde jeoloji başlığında ve özel koşullarda 'kumul' belirleyici olacaktır.

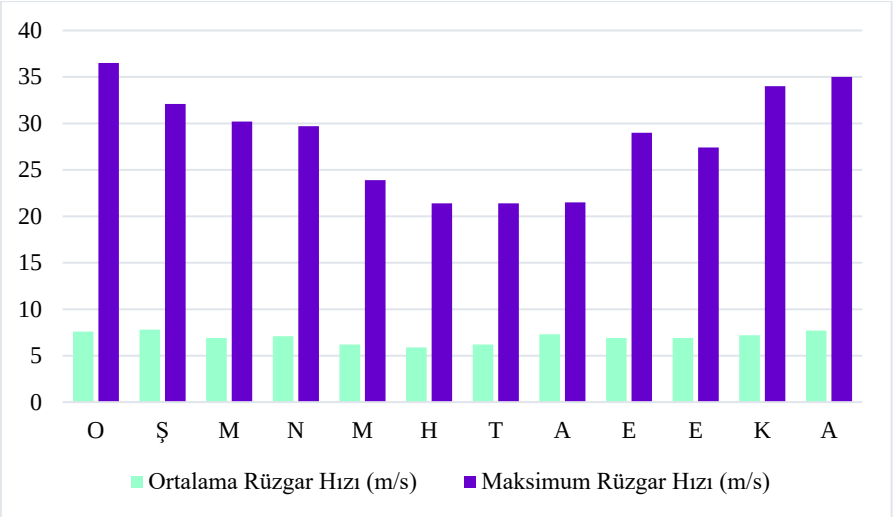
Çatalca Radar Meteoroloji İstasyon verilerine göre ortalama rüzgar hızı en yüksek Şubat ayında 7,8 m/sn, fırtınalı günler sayısı ortalaması en yüksek 11.5 ile Ocak ayında ve kuvvetli rüzgarlı günler sayısı ortalaması en yüksek 15,88 ile mart ayında gözlenmektedir [132].

Ocak, Şubat, Nisan, Kasım aylarında güney-güneybatı, Mart, Temmuz, Ekim, Aralık aylarında kuzey-kuzeydoğu, Haziran, Eylül aylarında kuzey, Mayıs ayında güney, Ağustos ayında doğu-kuzeydoğu en hızlı rüzgar yönüdür (Tablo 4.10).

Tablo 4. 10 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama, maksimum rüzgar hızı ve en hızlı rüzgar yönü [132]

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	7,6	7,8	6,9	7,1	6,2	5,9	6,2	7,3	6,9	6,9	7,2	7,7
Maksimum Rüzgar Hızı (m/s)	36,5	32,1	30,2	29,7	23,9	21,4	21,4	21,5	29	27,4	34	35
En Hızlı Rüzgar Yönü	SSW	SSW	NNE	SSW	S	N	NNE	ENE	N	NNE	SSW	NNE

Maksimum rüzgar hızında, Ocak ayından Haziran ayına kadar düşüş, Haziran ayından Aralık ayına kadar artış görülmektedir (Şekil 4.14).



Şekil 4. 14 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve maksimum rüzgar hızı grafiği [132]

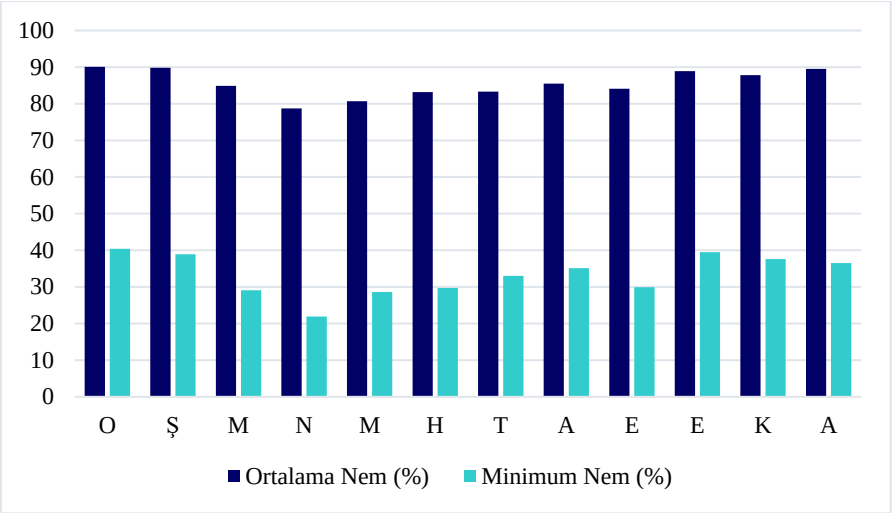
4.6.4 Nem

Çataca Radar istasyonu verilerine göre ortalama nem yüzdesinin aylık dağılımında, en yüksek yüzde 90,1 ile Ocak ayında görülmektedir. Ortalama nemin en düşük olduğu ay ise yüzde 78,7 ile Nisan ayıdır. Minimum nem değeri ise en düşük yüzde 21,9 ile Nisan ayında, en yüksek yüzde 40,4 ile Ocak ayında görülmektedir (Tablo 4.11).

Tablo 4. 11 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve minimum nem dağılımı [132]

Parametre	**O**	**Ş**	**M**	**N**	**M**	**H**	**T**	**A**	**E**	**E**	**K**	**A**
Ortalama Nem (%)	90,1	89,8	84,9	78,7	80,7	83,2	83,3	85,5	84,1	88,9	87,8	89,5
Minimum Nem (%)	40,4	38,9	29,1	21,9	28,6	29,7	33	35,1	29,9	39,5	37,6	36,5

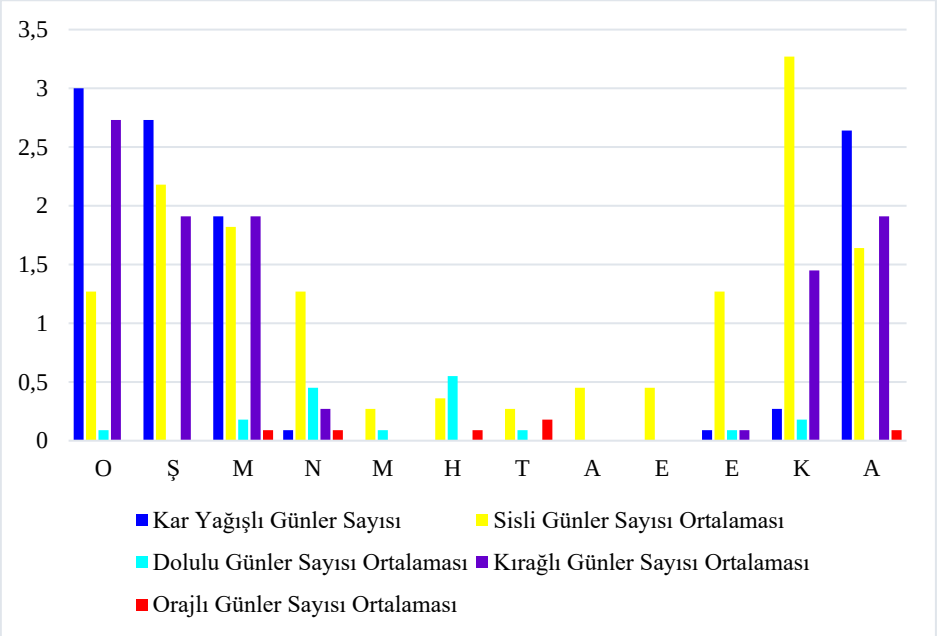
Kış aylarında ortalama ve minimum nem değerleri en yüksek değere ulaştığı söylenebilir (Şekil 4.15).



Şekil 4. 15 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002-2016 yılları arası aylara göre ortalama ve minimum nem dağılımı [132]

4.6.5 Sayılı Günler

Çatalca Radar istasyon verilerine göre kar yağışlı günler sayısı en yüksek Ocak ayında 3 gün ile görülmektedir. Sisli günler sayısı ortalaması en yüksek 3,27 ile Kasım ayında, en düşük 0,27 ile Mayıs ve Temmuz ayında görülmektedir. Dolulu günler sayısı en yüksek 0,55 ile Haziran ayında, kırağlı günler sayısı ortalaması en yüksek 2,73 ile Ocak ayında ve orajlı günler sayısı en yüksek 0,18 ile Temmuz ayında görülmektedir (Şekil 4.16 – Tablo 4.12).



Şekil 4. 16 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu sayılı günler grafiği [132]

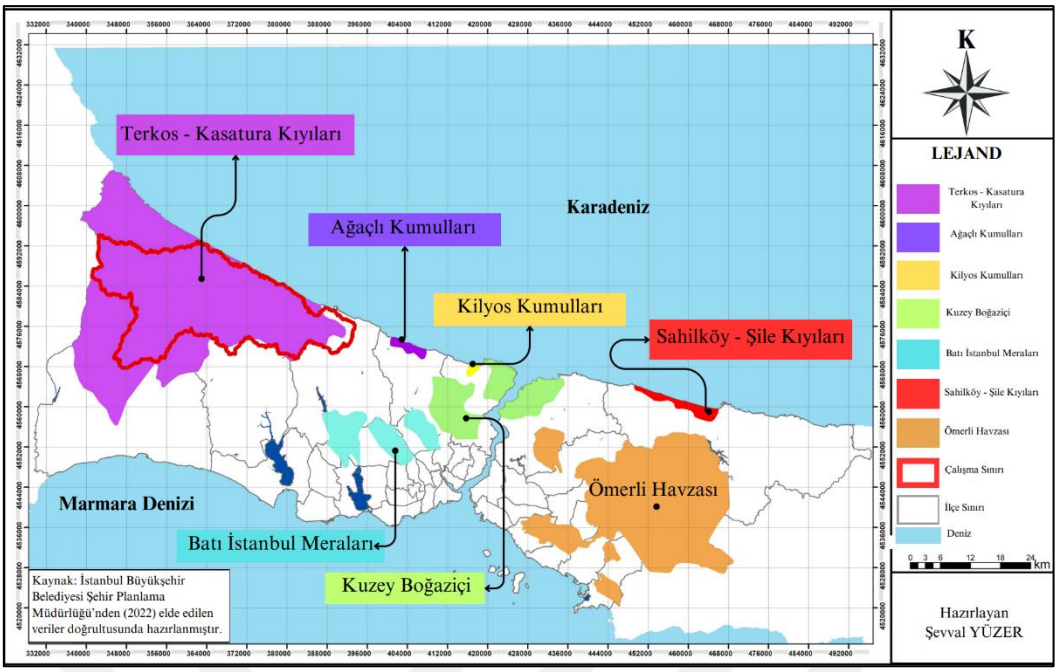
Tablo 4. 12 Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu sayılı günler verileri [132]

Parametre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Kar Yağışlı Günler Sayısı	3	2,73	1,91	0,09						0,09	0,27	2,64
Sisli Günler Sayısı Ortalaması	1,27	2,18	1,82	1,27	0,27	0,36	0,27	0,45	0,45	1,27	3,27	1,64
Dolulu Günler Sayısı Ortalaması	0,09		0,18	0,45	0,09	0,55	0,09			0,09	0,18	
Kıraglı Günler Sayısı Ortalaması	2,73	1,91	1,91	0,27						0,09	1,45	1,91
Orajlı Günler Sayısı Ortalaması			0,09	0,09		0,09	0,18					0,09

4.7 Bitki Örtüsü

Terkos Gölü Havzası; İstanbul'un en önemli içme suyu kaynaklarından birini barındırmasının yanı sıra içerisinde bulundurduğu bitki örtüsü ile korunması gereken birçok unsuru içermektedir. Havzada bulunan kumul ekosistemi, göl çevresinde yer alan sulak alan ekosistemi ve İstanbul'un orman alanlarının yoğunlaştığı kuzeyde bulunması sonucu vejetasyon türü açısından çeşitlilik ve zenginlik göstermektedir. Endemik türlerin varlığı, Bern Sözleşmesi kapsamında korunan türler, Önemli Doğa ve Önemli Bitki Alanı statüsünde olması ile havzanın karakterinin ve hassasiyetinin belirlenmesinde bitki örtüsü en önemli parametlerden biri olmalıdır. Bu bölümde vejetasyon türleri açıklanmıştır.

Türkiye'de, üç iklim tipinin görülmesi [134], birçok bitki türünün yetişmesi için olanak sağlaması ile önemli bir coğrafi konuma sahiptir. Ayrıca ülkemiz bitki coğrafyası açısından Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz flora bölgelerinin kesişiminde bulunması nedeniyle tür çeşitliliği açısından oldukça zengindir [57]. Biyolojik çeşitliliğin yüksek olduğu çalışma alanının konumlandığı İstanbul ilinde 7 Önemli Bitki Alanı (ÖBA) görülmektedir (Harita 4.21- Tablo 4.13).



Harita 4. 21 İstanbul ili önemli bitki alanları

Tablo 4. 13 İstanbul'un önemli bitki alanları ve nesli tehlikede kabul edilen tür sayısı [135]

Önemli Bitki Alanı	Kapladığı Alan (ha)	Tehlikede Kabul Edilen Bitkileri
Terkos-Kasatura Kıyıları	127.198	73 (13 endemik)
Ağaçlı Kumulları	484	14 (7 endemik)
Kilyos Kumulları	351	15 (6 endemik)
Batı İstanbul Meraları	14.900	19 (7 endemik)
Kuzey Boğaziçi	16.645	36 (15 endemik)
Sahilköy-Şile Kıyıları	2.307	13 (6 endemik)
Ömerli Havzası	69.184	37 (10 endemik)

Örnek alan olan Terkos Gölü Havzası; İstanbul Avrupa Yakası'nda yer alan Önemli Doğa Alanı ve Önemli Bitki Alanını barındırmaktadır (Harita 4.26). Orman vejetasyonu, sulak alan vejetasyonu ve kumul alan vejetasyonuna sahip olup birçok endemik türe sahiptir. Terkos-Kasatura kıyıları olarak adlandırılan Önemli Bitki Alanı; göl çevresi, Terkos sulak alanı, orman alanları ve kumul alanlarını

kapsamakla birlikte zengin bir ekolojik çeşitlilik göstermektedir. Toplam 575 bitki taksonu kayıtlıdır. Bern Sözleşmesi Ek Liste I Kapsamında 10 tür, küresel ölçekte tehlike altında olan 8 takson, Avrupa ölçeğinde tehlike altında olan 12 takson, ulusal ölçekte nadir 53 takson bulunmaktadır (Tablo 4.14). 4I4J- 5I5J, 6L6N- 8L8N ve 5J5L- 8J8L koordinatlarında (Harita 4.25) yer alan Terkos sulak alan bitkilerinde *Stratiotes aloides, Vallisneria spiralis* ve *Trapa natans;* kumul vejetasyonunda ise kıyı kordonunda yer alan *Aurinia uechtritziana, Festuca beckeri, Isatis arenaria, Linum tauricum ssp. bosphori, Silene sangaria* ve *Verbascum degenii* taksonları görülmektedir [136].

Havzada toplam 13 endemik tür ve 73 tehlike altındaki takson bulunmaktadır (Tablo 4.13). Havzanın yüz ölçümü dikkate alındığında endemizm oranının yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Birçok ülkede yalnıza 1 endemik tür varlığının olduğu düşünüldüğünde 13 türün yalnızca Terkos Gölü Havzası'nda bulunması büyük bir önem ve potansiyel taşımaktadır [57]. Önemli Doğa Alanlarından biri olan Terkos Havzası sınırları içerisinde ise ÖDA kriterini sağlayan nesli tehlike altında olan 17 takson bulunmaktadır. Bitki örtüsüne zarar veren havalimanı projesinin yanı sıra havzada Istranca dağlarından su getirmek için gerçekleştirilen proje de havzayı olumsuz etkilemiştir. Istranca dağlarından su getirilmek için başlatılan çalışma sonucu gölün su seviyesinde artış yaşanmış olsa da orman örtüsüne ve bitki örtüsüne oldukça zarar vermiştir [98].

Terkos Gölü Havzasında orman alanlarının (Harita 4.25) yaklaşık %75 oranında olması, su kalitesi, su miktarı ve biyolojik çeşitlilik için çok büyük önem taşımaktadır. Eğimin yüksek olduğu havzada su kaynağının korunması için orman alanları erozyon kontrolü sağlaması ile hayati öneme sahiptir. İstanbul Havalimanı, Kuzey Marmara Otoyolu ve Kanal İstanbul projesinin etkisi olarak İstanbul'un doğu-batı aksı gelişme yönünün kuzeye doğru ilerlemesi Terkos Gölü Havzası'nın bitki örtüsünü de tehlikeye atmıştır. Bu durum plan-proje ve çevre sorunları bölümünde de açıklanmıştır.

Tablo 4. 14 Terkos Kasatura Kıyıları bitki taksonları [136]

Küresel Ölçekte Tehlike Altındaki Türler	**Avrupa Ölçeğinde Tehlike Altındaki Türler (12 Takson)**
Asperula littoralis [END, V], *Centaurea hermannii* [END, V], *C.kilaea* [END, V], *Cirsium polycephalum* [END, V], *Isatis arenaria* [END, E], *Linum tauricum ssp. Bosphori* [END, E], *Silene sangaria* [END, E], *Verbascum degenii* [END, E]	*Aurinia uechtritziana* [V], *Cirsium baytopae* [END, R], *Crocus flavus ssp. dissectus* [END, R], *C.pestalozzae* [END, R], *Cyclamen coum* [n/l], *Erysimum sorgerae* [END,n/l], *Himantoglossum caprium* [n/l], *Peucedanum obtusifolium* [END, n/l], *Salvinia natans* [R], *Trapa natans* [n/l], *Vaccinium arctostaphylos* [n/l], *Veronica turrilliana* [R]
Bern Sözleşmesi EK LİSTE I Türleri	**Bern Sözleşmesi'ne Göre Tehlike Altındaki Habitatları**
Aurinia uechtritziana, Centaurea hermannii, Cyclamen coum, Himantoglossum caprium, Salvinia natans, Silene sangaria, Trapa natans, Vaccinium arctostaphylos, Verbascum degenii ve Veronica turrilliana	Karadeniz embriyonik kumulları, Karadeniz beyaz kumulları, Güneybatı Karadeniz sabit kumulları, Kumul ardıç öbekleri ve orman toplulukları, Gevşek kumul gölcükleri, Sulak alan kısa boylu tek yıllık otsu bitki toplulukları, Kurbağa zehiri *(Hydrocharis morsus-ranae)* toplulukları, Sufeneri *(Stratiotes aloides)* topluluktarı, Sumiğferi *(Utricularia)* kolonileri, Su eğreltisi *(Salvinia)* yatakları, Çok yıllık sık mera bitki toplulukları ve Orta Avrupa stepleri, Istranca kayın-gürgen-ıhlamur ormanları, Istranca kayın – Ballık meşesi *(Quercus petraea subsp. iberica)* ormanları, Trakya meşe-gürgen ormanları, Karaçam ormanları, Balkan dişbudak-meşe-kızılağaç ormanları

Kumul Vejetasyonu ve Stabilizasyonu

Çalışma alanında bulunan kumul alanı birçok açıdan ele alınması gereken bir konudur. Alanda yer alan kumul vejetasyonu, kumul hareketi sonucu gölün dolma riski ve kumul ağaçlandırılmasının açıklanması önem taşımaktadır. Koruma alanlarının belirlenmesinde, gölün korunması için parametrelere dahil edilmelidir. İlk olarak 'kumul' kavramının açıklanmasına yarar vardır.

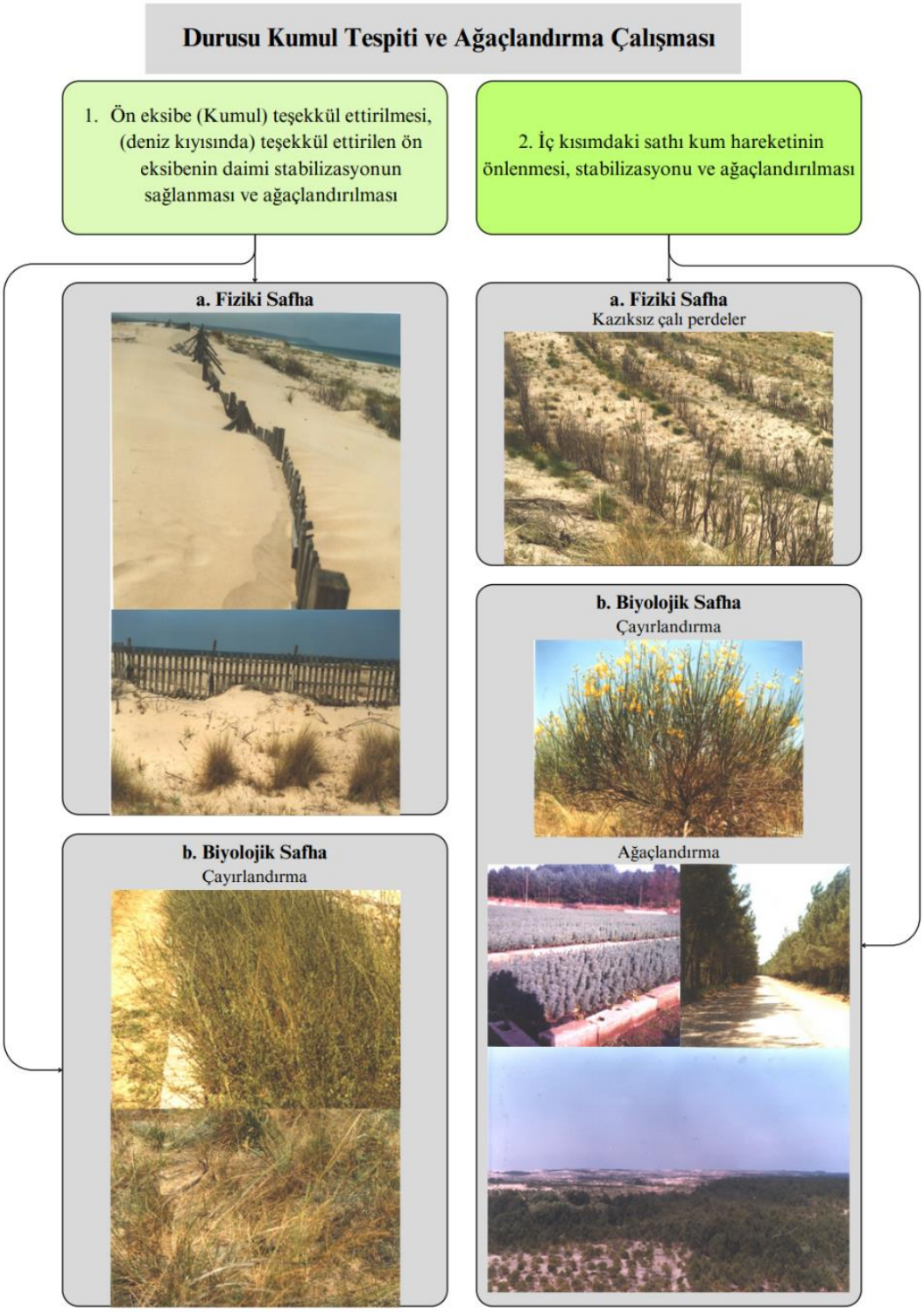
Kumul alanları bulundukları yere göre karasal ve kıyı olmak üzere iki kategoride değerlendirilmektedir [78]. Terkos Gölü Havzası'nda yer alan kumul; kıyı kumulu olup hareketli ve stabilize edilmesi gereken kumullardandır. Kıyı kumulları, rüzgarın etkisi ile taşınan yüksek oranda gevşek, kum büyüklüğünde tortunun yer aldığı eolian yer şekilleri olup karasal ve su ortamları arasındaki geçişte bulunan önemli ekosistemlerdir [137].

Kıyı kumullarında ekosistem birçok baskı altındadır. Tuz serpintisi, su baskın problemi, yüksek ışık düzeyi, kuruluk, toprağın besin değerinin düşük olması ve rüzgar etkisi [138] kumulda yer alan birçok bitki için de kısıtlayıcı rol oynamaktadır. Kumul ekosisteminde yer alan kısıtlayıcı etmenlere karşı dirençli olan kumul vejetasyonu, ekosistem için önem taşımaktadır. Kısıtlayıcıların fazla

olduğu kumul alanlarında gerçekleştirilecek ağaçlandırma çalışmalarında bitki türlerinin alanın koşullarında uygun olarak seçilmesi kumulun stabilizasyonunda başarı sağlayacaktır. Terkos Gölü Havzası için kumul stabilizasyonunu anlamak, havzanın koruma kullanma dengesinin sağlanması için gerçekleştirilmesi gereken önemli adımlardan biridir.

Toplam alanı 3350 hektar olan Karadeniz sahili ile Terkos Gölü arasında konumlanan Terkos kumulu (Şekil 4.17), Karadeniz kumulları içerisinde yer alan en büyük ve en tehlikeli kumul alanı olup hareket halindeki kumul alanıdır [139] ve I4I5- K4K5, 4J4K- 5J5K ve 5L5M- 7L7M koordinatlarında yer almaktadır (Harita 4.25). İlk olarak stabilizasyonun sağlanmasına yönelik çalışmalar 1885-1887 yılları arasında Fransız firması tarafından sahil çamları kullanılarak yapılmıştır. Ancak ilk bilimsel çalışmalar, 1959 yılında DSİ, OGM ve İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'nin birlikte yürütmesi ile gerçekleşmiştir [140].

Şekil 4. 17 Terkos-Durusu Kumul tesbit çalışmalarının yapıldığı dönem [141]



Şekil 4. 18 Durusu kumul ağaçlandırma çalışması [142]

Ağaçlandırma sahasının tamamı Terkos Gölü Havzası sınırlarında yer almasa da su kaynağını doğrudan etkileme gücüne sahiptir. Bu sebeple koruma kuşakları belirlenirken dikkate alınmalıdır. 2 aşamada kumul stabilizasyonu gerçekleştirilmiştir. Fiziki safhada tahta perdeler ve kazıksız çalı perdelerden

yararlanılmıştır. Biyolojik safha çayırlandırma ve ağaçlandırma çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.18). Ağaçlandırma aşamasında *Pinus maritima* (Sahil çamı), *Pinus pinea* (Fıstık çamı), *Pinus brutia* (Kızılçam), *Alnus glutinosa* (Kızılağaç), *Robinia pseudoacacia* (Yalancı akasya), *Cupressus sempervirens var. Pyramidalis* (Piramit Servi), *Sarathammus scoporius* (Poruk), *Tamarix sp* (Ilgın), *Spartium junceum* (İspanyol Katır Tırnağı), *Hippophae rhamnoides* (Yalancı İğde) kullanılmıştır. En başarılı türler *Pinus maritima, Pinus pinea, Sarathammus scoporius* olmuştur. 2102 hektar sahaya 2.688.000 *Pinus maritima,* 177.000 *Pinus pinea* dikilmiştir. Diğer türler az miktarda kalmıştır [142].

Ağaçlandırma çalışmaları sonucunda kumulun ilerlemesi engellenmiştir. Ağaçlandırılan saha, Terkos Gölü ve çevresindeki orman alanı ile 1961 yılında Bakanlar Kurulu kararı ile ‘‘Terkos Gölü Muhafaza Orman’’ olarak ilan edilmiştir [143]. Terkos Gölü’nün kumul hareketi sonucu dolma ve kirlenme riski büyük ölçüde azalmış ancak ancak sahil çamlarının birbirlerine olan yakınlığı sonucunda kumul vejetasyonuna ait olan bitkilerin yaşam alanları yok olmuştur. Bu durum sonucu da kansere iyi gelen bir nadir tür de tamamen ortadan kalkmıştır [144]. Kumulda yaşanan bir diğer sorun ise denizden kum çekilmesidir. Terkos Gölü’nün tatlı su kaynağı olarak kullanılabilmesi için olanak sağlayan kıyı kordonu, kum çekilmesi sonucu daralmakta ve deniz ile gölün birleşme riskinin artmasına sebep olmaktadır [145].

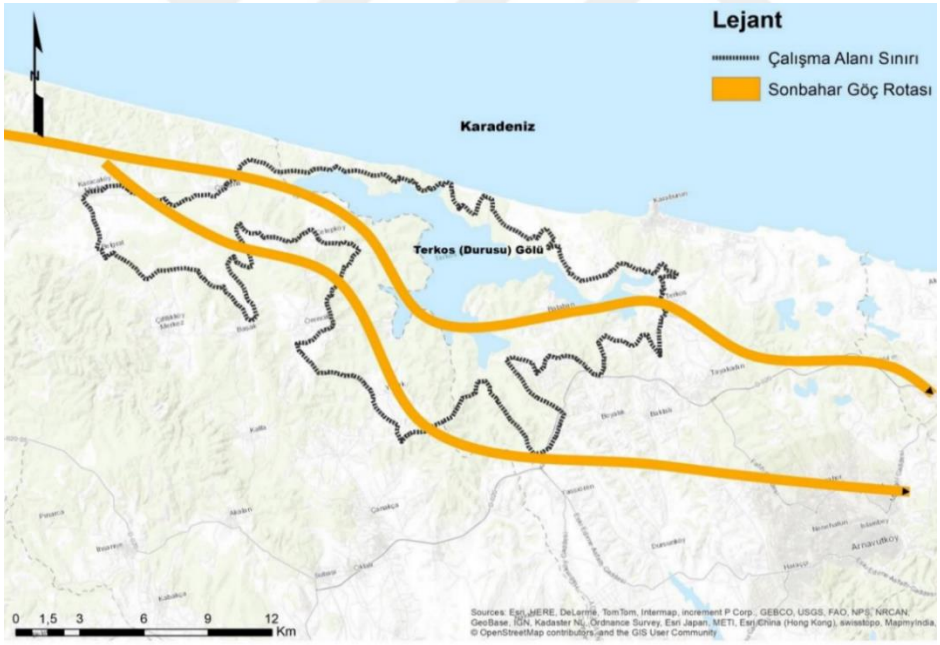
4.8 Hayvan Varlığı

Terkos Gölü ve çevresinin coğrafi geçiş bölgesinde yer alması (Harita 4.22), alandaki yaban hayatının zenginlik göstermesine olanak sağlamıştır [146]. Alanda fauna açısından zenginlik bulunmakta olup birçok koruma çalışması ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Ancak türlerin tek tek korunması yerine, yaşam alanlarının korunması daha doğru bir yöntemdir. Bu durum alanda var olan türlerin korunmasını da sağlayacaktır [147].

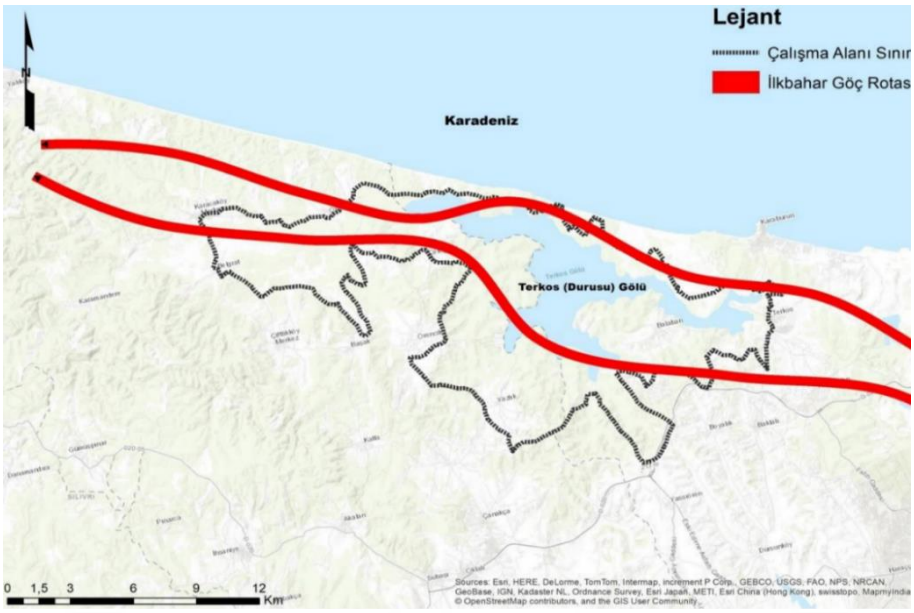
Terkos Gölü çevresinde 140 kuş türü bulunup 16’sı bölgede üremektedir. Bölgede bulunan kuş türlerinin 57’si Avrupa Ölçeğinde Uluslarası Öncelikli Kuş Türleri Listesi’ndedir. 86 kuş türü ise Bern Sözleşmesi Ek Liste II’de yer almaktadır. Yırtıcı kuşların ve leyleklerin göç yolu üzerinde olan Terkos Gölü, uzun yıllar

boyunca göç sırasında (Harita 4.23 – Harita 4.24) yılda iki kez beslenme için kullanmaktadır [148].

Harita 4. 22 Türkiye kuş göç yolları haritası [149]



Harita 4. 23 Terkos Gölü'nde sonbahar göç rotası [150]



Harita 4. 24 Terkos Gölü'nde ilkbahar göç rotası [150]

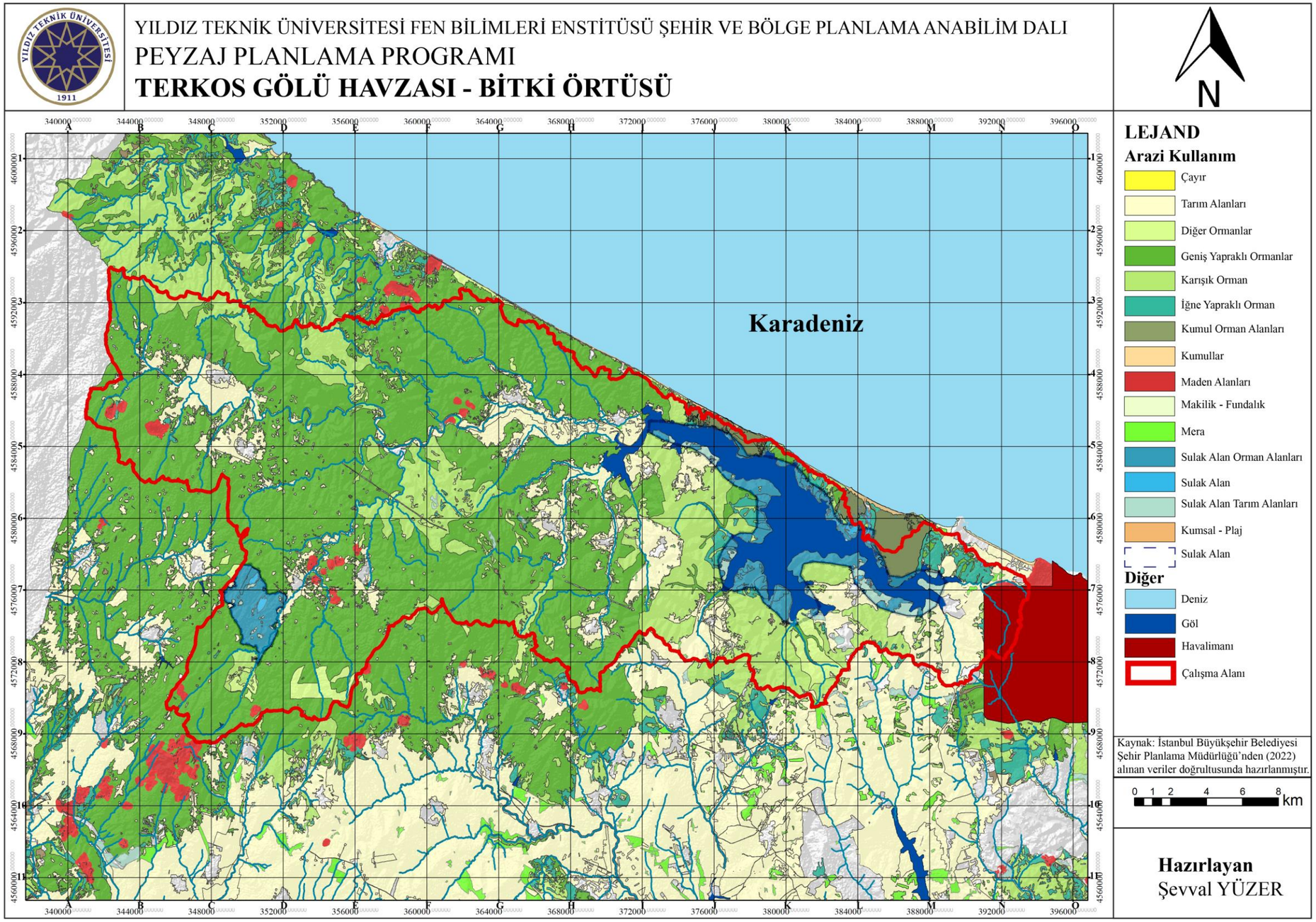
Aythya nyroca, Aquila pomarina, lxobrychus minutus, Ardeola ralloides Terkos Gölü Havzası'nda üreyen önemli su kuşlarındandır. Nesli tükenmekte olan *Haliaeetus albicilla* ve tehlike altında olan *Aquila clanga* bölgede az sayıda kışlayan türlerde yer almaktadır. Dünya ölçeğinde tehlike altında bulunan Sibirya kazı ve atkuyruklu kartal gibi türlerin göç yolunda yer alması sonucu [125] 10 binden fazla su kuşu barındıran göl, Doğal Hayatı Koruma Derneği tarafından Önemli Kuş Alanı statüsüne alınmıştır [151]. Havzada görülen belirli kuşlar aşağıda verilmiştir (Şekil 4.19).

Şekil 4. 19 Terkos Havzasındaki kuş türleri [152]

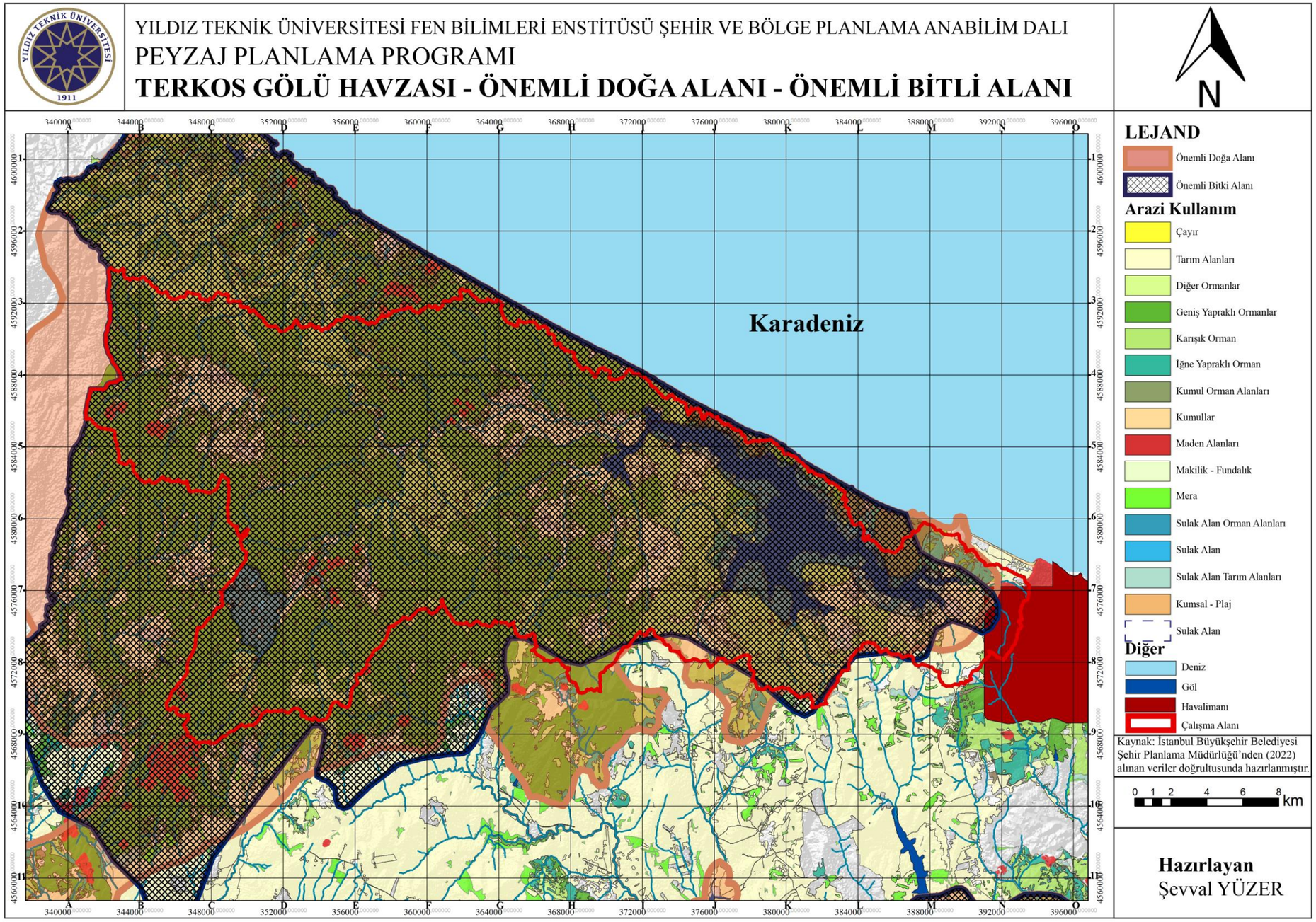
Gölde *Squalius cephalus, Tinca tinca, Cyprinus carpio, Scardinius erythrophthalmus, Proterorhinus sp., Chalcalburnus sp., Abramis brama, Gobius cobitis, Esox lucius* gibi balıklar barınmaktadır. Göl çevresinde memelerilerden *Myotis capaccinii, Rhinolophus euryale, Nannospalax leucodon, Spermophilus citellus* ve *Lutra lutra* görülmektedir [125] Amfibi ve sürüngen türlerinden ise Pelophilax ridibundus, Mauremys caspica, Pseudopus apodus ve Elaphe sauromates görülmektedir [150].

Ek olarak havzanın kuzeydoğusunda yer alan toplam 35.445 ha'lık alanda yaban hayatı hayvanlarının beslenme, barınma ve üremesi için uygun ortam sağlayan farklı ekosistemleri içeren Çilingöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahası bulunmaktadır. Koruma sahasında hedef tür karaca *(Capreolus capreolus)* ve kızıl geyik *(Cervus elaphus)* olarak belirlenmiştir [125].

Bern Sözleşmesine göre korunan havzadaki türlerin, her türlü kasıtlı yakalama, alıkoyma, kasıtlı öldürme şekilleri, üreme veya dinlenme yerlerine kasıtlı olarak zarar vermek, üreme, geliştirme ve kış uykusu dönemlerinde kasıtlı rahatsız etmek, yumurtaları kasıtlı tahrip etmek veya alıkoymak, türlerin canlı veya cansız elde tutulması veya ticareti yasaktır [153]. Ancak İstanbul Havalimanı'nın kuş göç yolları üzerinde olumsuz etkiye sebep olduğunu söylemek mümkündür. Fauna elemanlarına verdiği zarara yönelik veriye ulaşılamamıştır. Çalışmada, İstanbul Havalimanı'nına yönelik plan aşamasında öngörülen riskler ele alınmıştır.



Harita 4. 25 Terkos Gölü Havzası bitki örtüsü analizi



Harita 4. 26 Terkos Gölü Havzası önemli doğa alanı - önemli bitki alanı

4.9 Çevre Sorunları

Çalışmanın bu bölümünde Terkos Gölü Havzası'nda görülen doğal ve antropojen çevre sorunları açıklanmıştır.

4.9.1 Doğal Çevre Sorunları

Terkos Gölü Havzası'nda doğal çevre sorunları başlığı altında havzada problem yaratan erozyon ve taşkın sorunu ele alınmıştır.

4.9.1.1 Erozyon

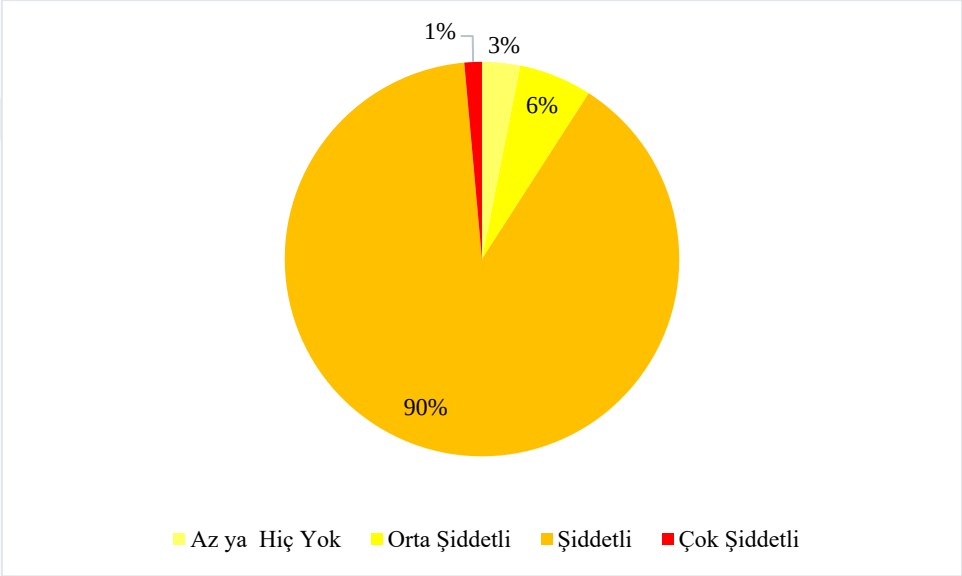
Erozyon, toprağın su ve rüzgar etkisiye aşınması sonucu yüzeysel akış ile taşınıp uzaklaşması olayıdır [118]. Toprak erozyonu; iklim, topoğrafya, bitki örtüsü ve toprak özelliklerine göre şekillenmekte ve etkilenmekte olup, bitki örtüsünde gerçekleşecek müdahaleler tahribata sebep olmaktadır [154]. Erozyon sonucu bitki örtüsü, toprak, su kaynakları, birçok doğal kaynak ve yerleşmeler zarar görmektedir. Erozyon, içme suyu havzalarında yüzeysel akışın olması ile içme suyu kaynağında siltasyona ve dolayısıyla su potansiyelinde düşüş yaşanarak su kirliliğinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sebeple koruma alanlarının belirlenmesinde erozyon sorunu ele alınmalıdır. Erozyon dereceleri Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4. 15 Erozyon derecelerinin sınıflandırılması [118]

Erozyon sınıfı	İsimlendirme	Kriter
1	Hafif erozyon	A horizonunun en fazla %25'i aşınmış
2	Orta erozyon	A horizonun %75'i aşınmış
3	Şiddetli erozyon	B horizonunun %50'sine yakın bölümü aşınmış
4	Çok şiddetli erozyon	B horiznonun %50-75'i ya da daha fazla oranı aşınmış

Örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası, eğimin yüksek olduğu ve erozyon şiddetinin fazla olduğu bir alandır. Havzanın %1'inde çok şiddetli erozyon

görülmekte olup bu alanlar 7H7I- 8H8I ve 7M7N- 8M8N koordinatlarında görülüp havza için en riskli alanların bir bölümünü oluşturmaktadır. %90'ının ise şiddetli erozyon riskini taşıması, su kaynağı için büyük risk taşımaktadır. %6 oranında orta şiddetli erozyon görülmektedir. Bu alanlar 7K7M- 8K8M ve 5I5J- 6I6J koordinatlarında görülür. Az ya da hiç erozyon sorununun olmadığı alanlar ise yalnızca %3 oranında görülmektedir. 4G4H- 5G5H ve 3B3C- 5B5C koordinatlarında yoğunlaşmaktadır (Harita 4.27). Havzada şiddeti erozyonun %90 oranında görülmesi, koruma alanlarının belirlenmesinde belirleyici olacaktır (Şekil 4.20).



Şekil 4. 20 Terkos Gölü Havzası erozyon şiddeti

Havzada eğim oranının yüksek olduğu bölümlerde orman örtüsünün yer alması, erozyonun önlenmesi için büyük potansiyel taşımaktadır. Yükseltinin ve eğimin fazla olduğu alanlarda orman örtüsünün tahrip edilmesi sonucu erozyon sorunun artış göstereceğini söylemek mümkündür. Bu alanlarda gerçekleştirilecek müdahaleler tüm havzayı doğrudan etkileyebilir.

4.9.1.2 Taşkın

Taşkın, havzada görülen bir diğer doğal çevre sorunudur. Taşkın riskinin olmasının yanı sıra havzanın ve akarsuların çevresinde yoğunlaşması ve yerleşmelerin bu alanlarda yer alması birçok probleme sebep olmaktadır.

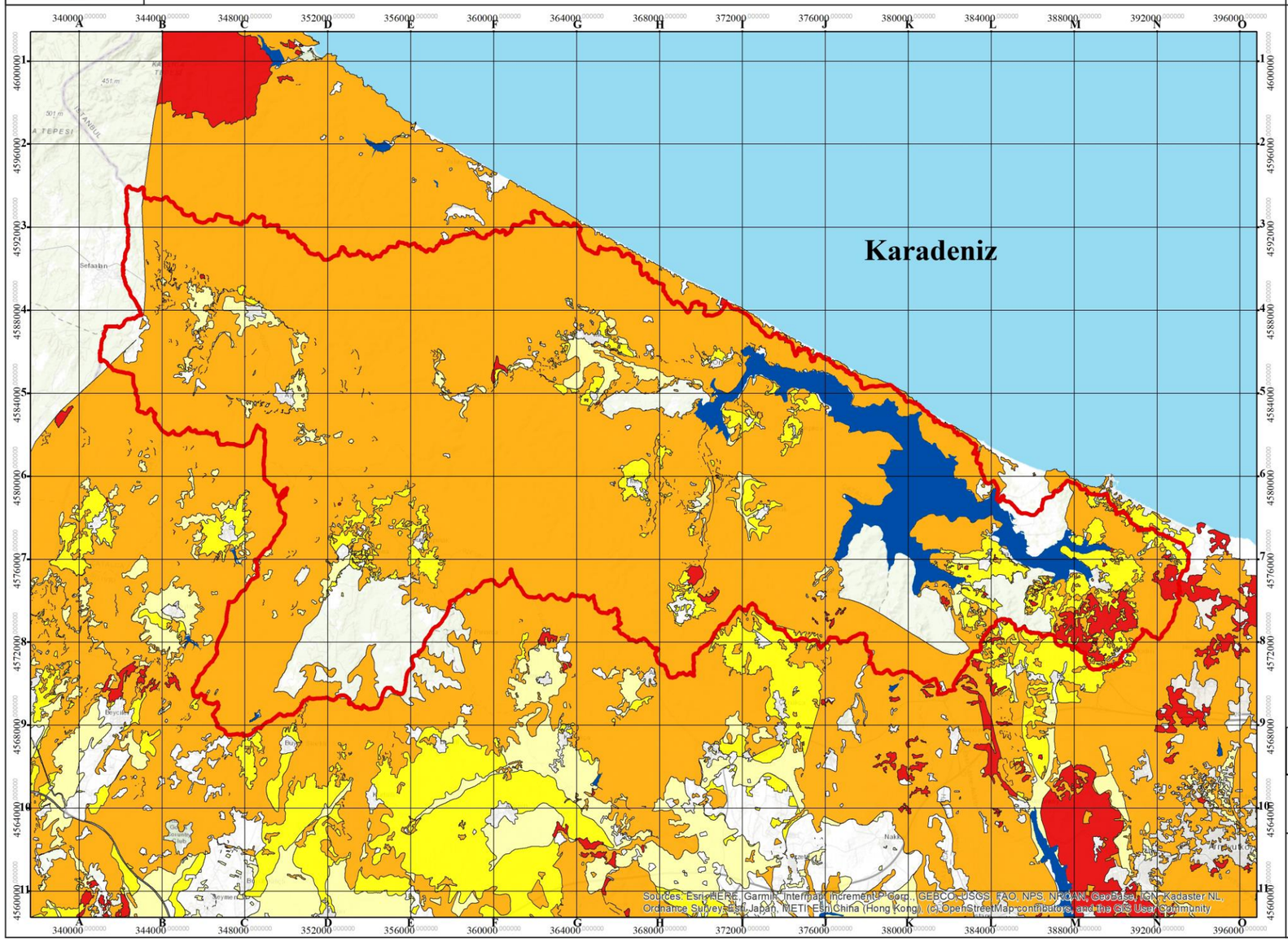
Taşkın riskinin yapay yüzeyler ve havzada yer alan canlıların zarar görmesine sebep olmakla birlikte içme suyu kaynağının kirlenmesi için tehdit oluşturmaktadır.

Taşkın riskli alanlar 4F4I – 5F5I koordinatlarında yoğun olarak görülmektedir (Harita 4.28).

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - EROZYON



N

LEJAND

Erozyon

- Az ya da Hiç Yok
- Orta Şiddetli
- Şiddetli
- Çok Şiddetli

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

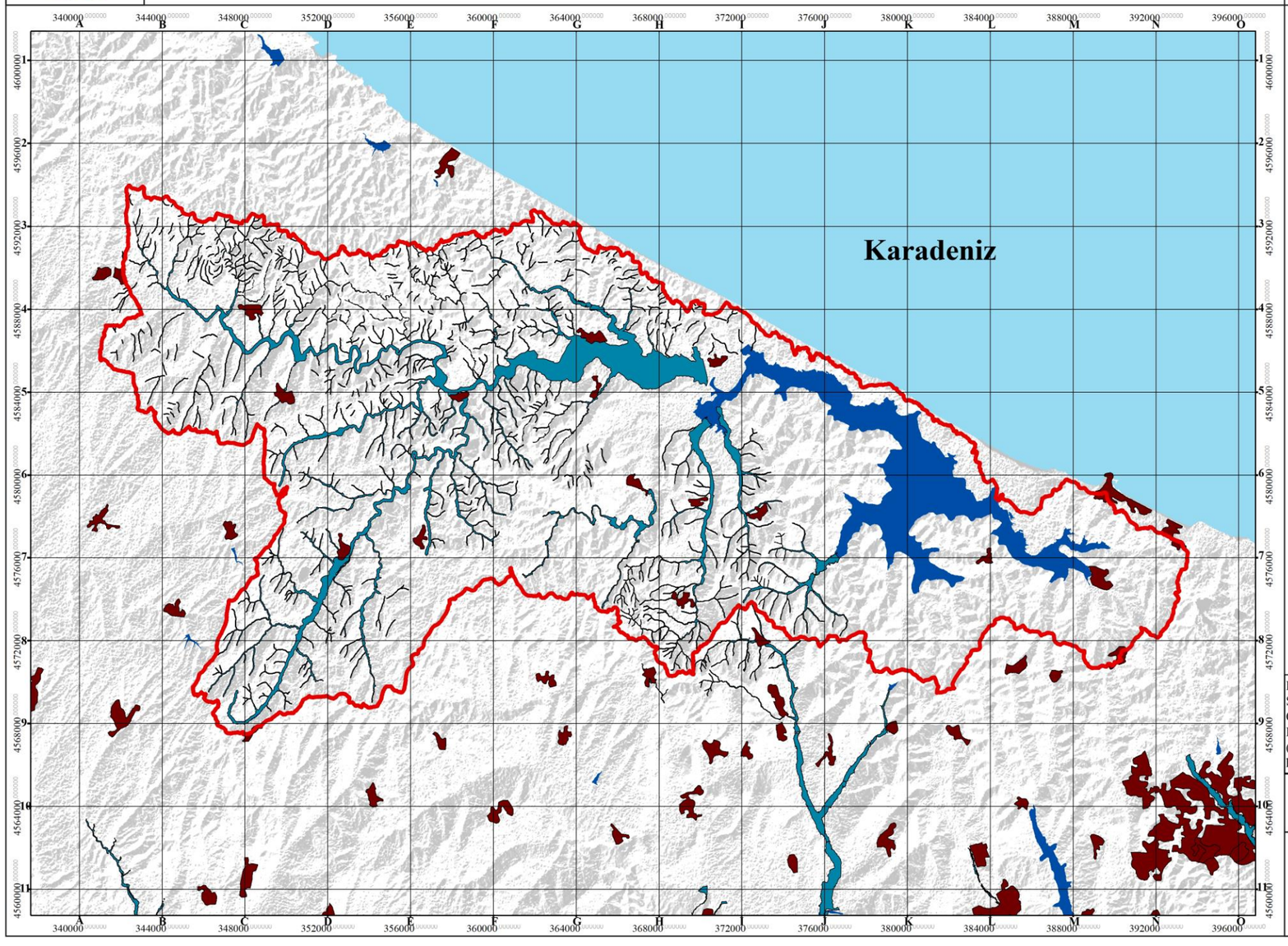
Şevval YÜZER

Harita 4. 27 Terkos Gölü Havzası erozyon analizi

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - AFETSELLİK



N

LEJAND

Taşkın

Taşkın Riskli Alanlar

Sınır

Yerleşmeler

Çalışma Alanı

Su Yüzeyi

Göl

Deniz

Kaynak: Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 4. 28 Terkos Gölü Havzası taşkın analizi

4.9.2 Antropojen Çevre Sorunları

Örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası'nda antropojen çevre sorunlarında su, toprak ve hava kirliliğine sebep olabilecek etmenler incelenmiştir. Bu bölümde ele alınan su kirliliği riskine sebep olabilecek mevcut ve riskli eylemler, koruma kuşaklarının belirlenmesinde önem taşıyacaktır. Havzada tarım, evsel kirleticiler, kumul hareketi, havalimanı ve planlanan projeler doğrultusunda nüfusun artma riski temel sorunları oluşturmaktadır. Kumul hareketi bitki örtüsü başlığında ele alınmıştır.

Terkos Gölü Havzası, İstanbul'da yer alan diğer havzalara göre daha az nüfus yoğunluğunun olduğu ve nüfus artış hızının az olduğu havzalardan biridir. Ancak ulaşım bağlantılarının güçlenmesi, havalimanı ve planlanan Kanal İstanbul Projesi ile çekim noktalarından biri haline gelmiştir. Bu durum sonucunda açık alanların artış göstermesi riskinin yanı sıra havzada yer alan Terkos Gölü'nün su kirliliğinin artması, orman ekosisteminin parçalanması, endemik türlerin zarar görme riski ve havza ekosisteminin zarar görme riskini de beraberinde getireceğini söylemek mümkündür. Havzada yer alan mevcut yerleşimlerin, İstanbul'un en temel su kaynaklarında biri olan Terkos Gölü Havzası'nı evsel kirlilik yükleri ile zarar verdiği durumda nüfusun artışı, havzada ve gölde geri dönülemez zararlara sebep olabilir.

2000 yılına ait havzada evsel kirlilik yükleri incelendiğinde BOI5, N ve P öne çıkmaktadır. BOI5 kirliliği yılda 494,1 ton, azot 65,9 ton ve fosfor 24,7 ton görülmektedir (Tablo 4.16) [118].

Tablo 4. 16 Terkos Havzası'nda evsel kirlilik yükleri [118]

2000 Yılı Nüfusu	**BOI5 (ton/yıl)**	**TOP-N (ton/yıl)**	**TOP-P (ton/yıl)**
22.562	494,1	65,9	24,7

Mutlak ve kısa mesafe koruma kuşağında yerleşmelerin varlığı, havzada yer alan yerleşmelerin altyapı sisteminin olmaması, derelerin yakınında ve alüvyon alanlarında yer seçmesi evsel kirlilik yüklerininin neredeyse tamamının göl suyuna karışmasına ve gölde kirlilik yaratmasına sebep olabilir. İçme suyu koruma kuşaklarının havzanın hassasiyetine göre belirlenmesinde, geçirimli alanlarda yer alan yerleşmeler belirleyici olacaktır.

Havzada antropojen çevre sorununa sebep olan problemlerden bir diğeri yapılaşma baskısıdır. 2006- 2012- 2018 yıllarına ait arazi kullanım değişimlerinde yapay yüzeylerde artış miktarı, havzanın ekolojik değerlerinin korunmasında büyük risk taşımaktadır. Tarım alanlarında da artış olması ve orman alanlarında azalış görülmesi havzada su kirliliğinin artmasına, orman ekosisteminin parçalanmasına ve erozyon riskinin artmasına sebep olabilir. 2006-2018 yılları arasında su miktarında görülen azalış, havzaya yönelik koruma çalışmalarının gerçekleştirilmesinde ihtiyaç olduğunu göstemektedir.

Mevcut içme suyu koruma kuşaklarında görülen arazi kullanım birçok riski barındırmaktadır. Mutlak ve kısa mesafe koruma alanında görülen yerleşmeler ve yapay yüzeylerin doğrudan su kaynağını etkilediğini söylemek mümkündür (Harita 4.29). Ulaşım bağlantılarının güçlenmesinin, havzayı çekim noktası haline getirdiğini söylemek mümkündür. Gerçekleştirilmesi planan Kanal İstanbul Projesi'nin yapım aşamasında yaşanacak ekolojik tahribatın yanı sıra, havzanın nüfusunda ve yapay alanlarında artış gözleneceğini söylemek mümkündür.

Mutlak ve kısa mesafe koruma alanında gerçekleştirilen tarım faaliyetleri de kirlilik yükünü artıran ve su kaynağını tehdit eden bir diğer unsurdur. Tarım uygulamalarında kullanılan pestisit ve ilaçların su kaynağında ötrofikasyon seviyesini artırması ile kullanılabilir su miktarında düşüşe sebep olma riski bulunmaktadır. Göl ve dere yakınlarında gerçekleştirilen tarım uygulamalarının erozyona sebep olmasının yanı sıra, suni gübre kullanımı gölde kirlilik yaratmaktadır [118].

Terkos Gölü'nün antropojen çevre sorunlarının değerlendirilmesinde İstanbul Havalimanı önem taşımaktadır. Ancak havalimanının sebep olduğu kirletici gazlarının göle ve havzaya etkisine yönelik verilere ulaşılamamıştır. Tez çalışmasında havalimanının etkilerini anlamaya yönelik projenin gerçekleşmeden önceki olası etkilerinin tespit edildiği çalışmalardan yararlanılmıştır.

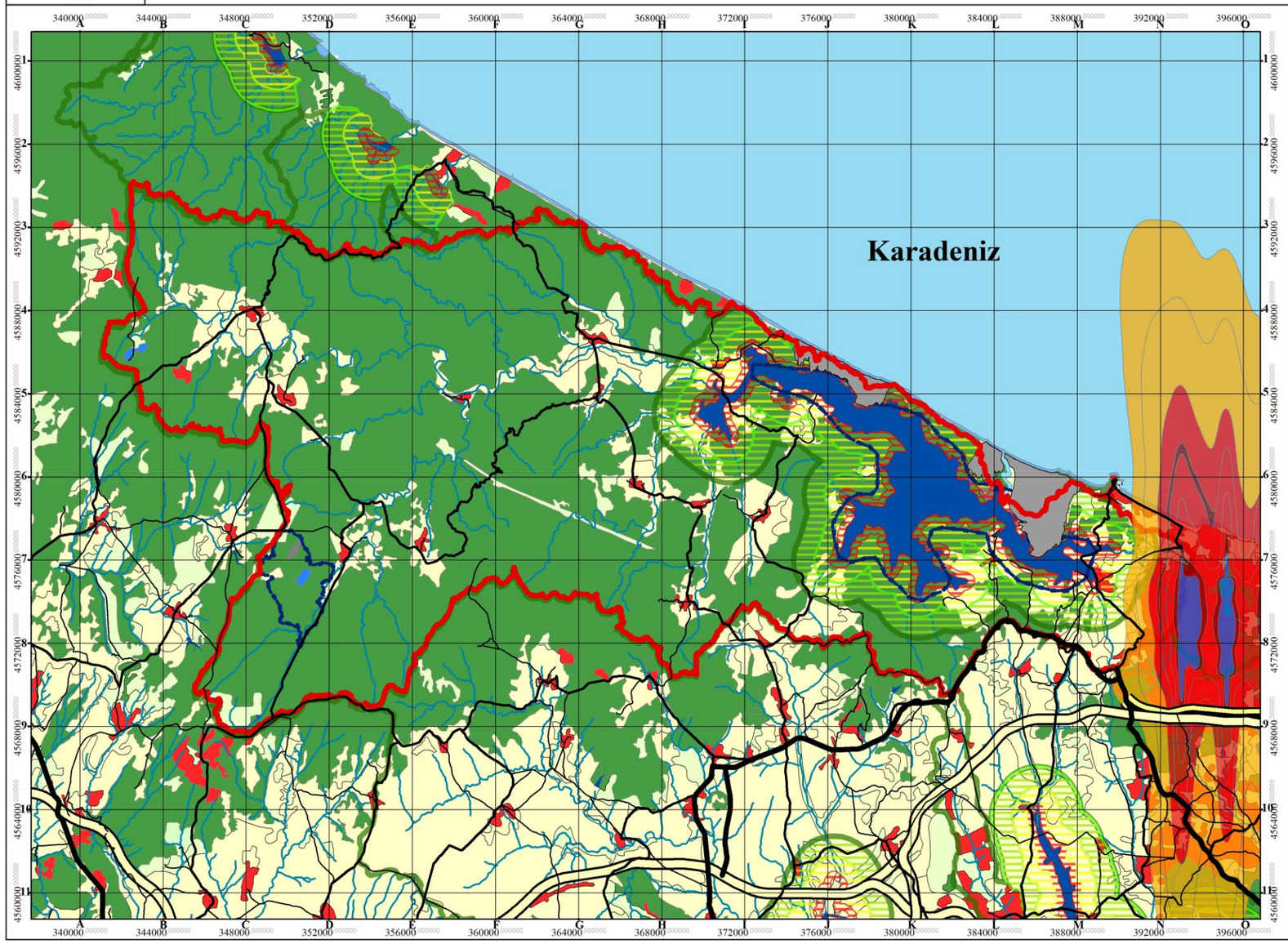
İstanbul Havalimanı'nın havzaya getireceği yapılaşma baskısı, Terkos Sulak alanını olumsuz yönde etkilemesi, inşaat faaliyetleri sonucu toz ve egzoz emisyonlarının gölü olumsuz etkilemesi, akarsu yataklarının zarar görmesi ile su miktarının azalışı ve kirlenmesi, havzanın korunarak kullanılmasına engel olacaktır. Çalışmanın hayvan varlığı bölümünde açıklanan kuş göç yollarına

havalimanının olumsuz etkileri ve bitki örtüsünde yaratacağı tahribat, habitat değişikliği, ormansızlaşma ve geri dönülemez ekolojik tahribata sebep olması mümkündür [155]. Gürültü kirliliği ise bir diğer çevre sorunudur. Havalimanının yaratacağı gürültü, 68-75 dB'e kadar çıkmaktadır (Harita 4.29).

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - ÇEVRE SORUNLARI



N

LEJAND

Arazi Kullanım
- Orman Alanları
- Tarım Alanları
- Yapay Yüzeyler
- Seyrek Bitki Örtüsü
- Plajlar ve Kum Tepeleri
- Kumul

Su Yüzeyi
- Göl
- Deniz
- Sulak Alan
- Akarsular

Sınır
- Çalışma Alanı

Gürültü Düzeyi Bandı (dB)
- 55 - 58
- 58 - 63
- 63 - 68
- 68 - 75

Ulaşım
- Birinci Derece Yol
- Otoyol
- İkinci Derece Yol
- Üçüncü Derece Yol
- Köy Yolu

İçme Suyu Koruma Kuşakları
- Mutlak Mesafe
- Kısa Mesafe
- Orta Mesafe
- Uzun Mesafe

Kaynak: Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

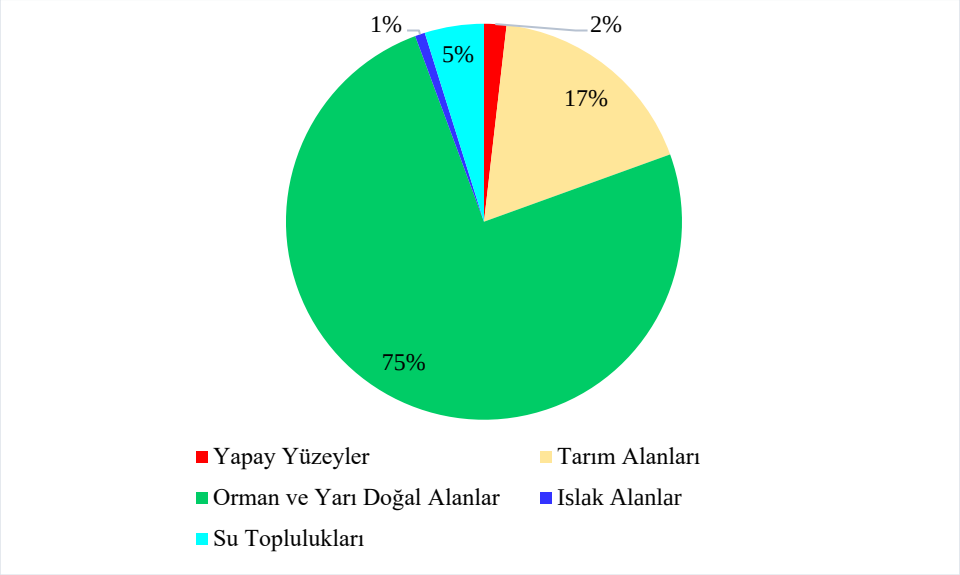
0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 4. 29 Terkos Gölü Havzası çevre sorunları analizi

4.10 Arazi Kullanım

Terkos Gölü Havzası'nda koruma-kullanma dengesinin sağlanması, içme su kaynağını koruma kuşaklarının belirlenmesi için önem taşıyan parametlerlerden biri de arazi kullanımdır. Orman alanları su ekonomisi açısından potansiyel sağlar. Ancak tarım alanlarının geçirimli alanlarda ve su kaynağına yakın alanlarda yer alması risk oluşturmaktadır (Harita 4.30). Havzada açık alan miktarının ve geçirimsiz alanların yerleşmeler ve sanayi kuruluşları ile artış göstermesi de bir diğer su kaynağını ve havza ekosistemini olumsuz etkileyen unsurlardandır.



Şekil 4. 21 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım dağılımı

Havzanın %75'i orman alanları ile kaplıdır. Su döngüsü ve su üretiminde Terkos Gölü için potansiyel oluşturmaktadır. Havzada eğimin yüksek, erozyonun şiddetli ve toprak yetersizliğinin bulunduğu alanların orman örtüsü ile kaplı olması birçok doğal afeti ve su kaynağının kirlenmesini önlemede önem taşımaktadır. 2006, 2012 ve 2018 yılları arazi kullanım dağılımlarında orman alanlarının azalış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.21 – Tablo 4.17).

Terkos Gölü Havzası'nın %17'sini tarım alanları kaplamaktadır (Harita 4.30). Tarım alanları oran olarak yüksek olmamasına rağmen havzaya büyük etki yaratmaktadır. Geçirimli alanlarda ve göl çevresine yakın alanlarda bulunması tarımsal kirliliklerin göl suyuna karışmasına ve ötrofikasyon seviyesinin yükselmesine neden olabilir. 2006 yılından 2018 yılına kadar tarım alanlarında 3 km^2'lik artış görülmektedir (Tablo 4.17).

Tablo 4. 17 Terkos Gölü Havzası yıllara göre arazi kullanım alanları (km^2)

Alan	2006	2012	2018
Yapay Yüzeyler	7,3	7	13,3
Tarım Alanları	126,5	129,3	129,1
Orman ve Yarı Doğal Alanlar	555,9	553,7	547,6
Islak Alanlar	1,5	5,9	5,9
Su Toplulukları	40	35,3	35,3

Havzada yapay yüzeylerin oranı %2'dir (Şekil 4.21). İstanbul'un gelişme trendi olan doğu-batı aksı, kuzeyde yer alan Terkos Gölü Havzası'nın yerleşme baskısının önüne geçmiştir. İstanbul'da yer alan içme suyu havzalarının en az yerleşme ve yapılaşma göstermiş havzası konumundadır.

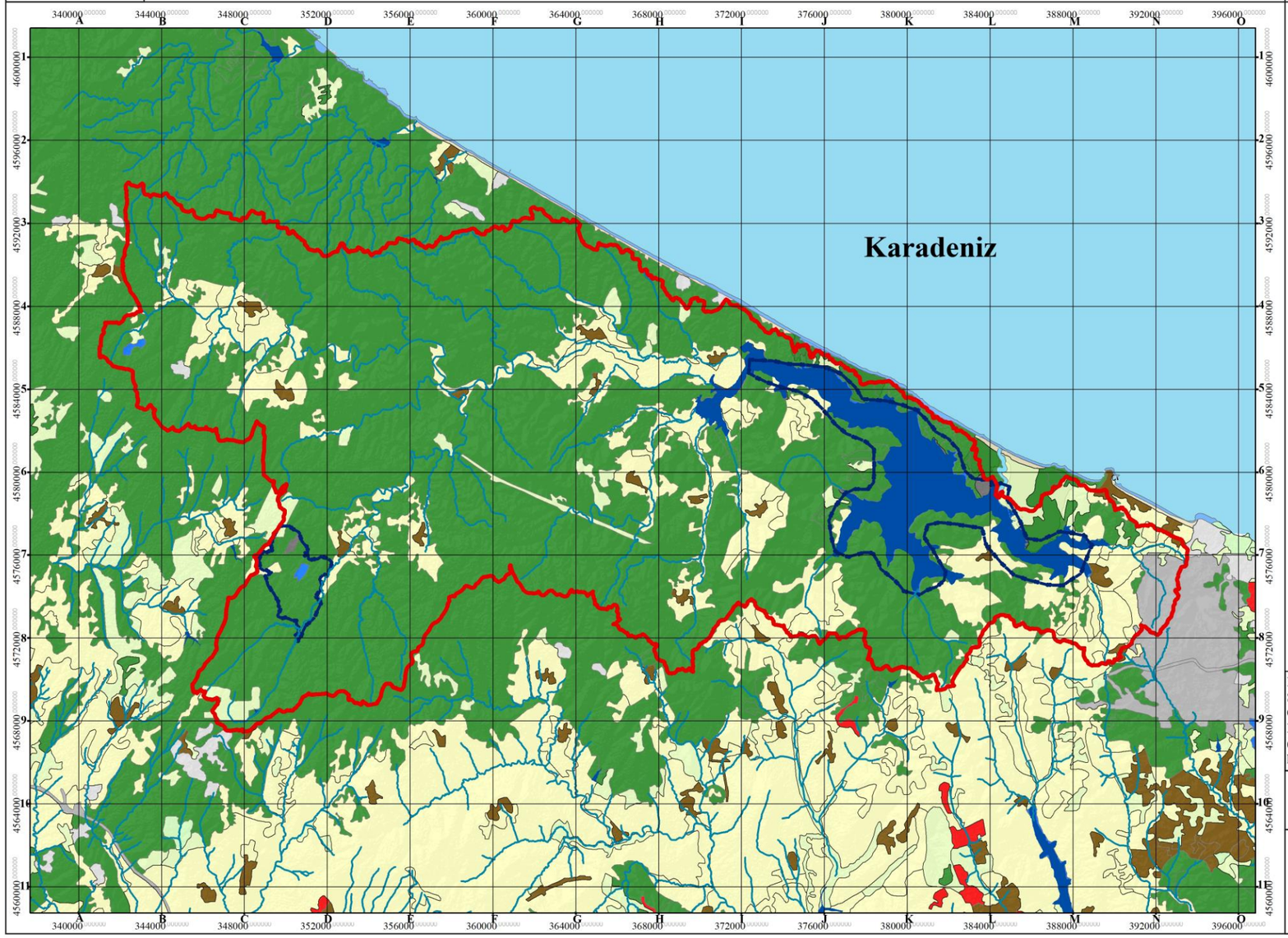
Ancak kuzeyde gerçekleştirilen ve planlanan mega projeler havza ekosistemi tehdit etmektedir. Ulaşım bağlantılarının güçlenmesi, İstanbul Havalimanı ve Kanal İstanbul projesi sonucu su miktarında düşüş ve kirlilik yaşanması ile birlikte havza ekosisteminin bozulması muhtemeldir. Mega projelerin Terkos Gölü'ne olası etkisi ilerleyen bölümlerde açıklanacaktır. Havzada görülen bir diğer risk ise hareketli ve stabilize edilmesi gereken kumul alanlarıdır. Terkos kumullar; yerleşmeler, su kaynağı ve tarım için risk taşımaktadır. Kumulun stabilize edilmesi ve göle dolmaması için biyolojik onarım teknikleri ile orman alanları oluşturulmuştur.

Terkos Gölü Havzası'nın %5'ini su toplulukları oluşturmaktadır. Ancak 2006-2018 yılları arasında havzadaki su topluluklarında 4,7 km^2'lik azalış görülmektedir. İstanbul'nu en temiz içme sularından olan Terkos Gölü'nün su hacminin korunması, kalitesinin artırılması önem taşımaktadır (Şekil 4.21 – Tablo 4.17).

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - 2018 YILI ARAZİ KULLANIMI



N

LEJAND

Arazi Kullanım

- Orman Alanları
- Tarım Alanları
- Yerleşmeler
- Sanayi ve Ticaret Alanları
- Havalimanı
- Maden Alanları
- Seyrek Bitki Örtüsü
- Plajlar ve Kum Tepeleri

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz
- Sulak Alan
- Akarsular

Sınır

- Çalışma Alanı

Kaynak: Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

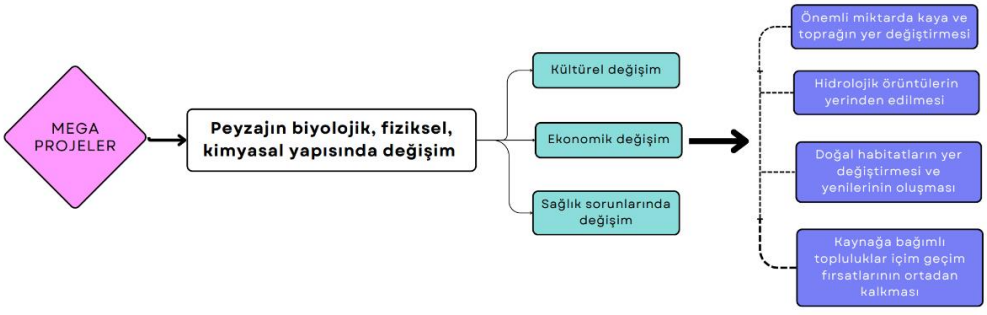
Harita 4. 30 Terkos Gölü Havzası arazi kullanım

4.11 Havzayı Etkileyen Projeler ve Planlama Kararları

Öneri modelde örnek olarak ele alınan Terkos Gölü Havzası, birçok mega proje tarafından etkilenmektedir. Doğrudan ve dolaylı Terkos Gölü Havzası'na yıkıcı etkiye sebep olabilecek mega projeler çalışmanın bu bölümünde açıklanmış ve havzanın koruma kullanma dengesinin sağlanmasında önemine vurgu yapılması önem taşımaktadır.

Milyonlarca insanı etkileme gücüne sahip büyük ölçekli, bir milyar dolar ya da daha fazlasına mal olan, geliştirilmesi ve inşaası uzun yıllar süren karmaşık girişimler, mega projeler olarak tanımlanmaktadır [156]. Mega projeler kentin bir bölümüne odaklanarak ekonomik kalkınmayı desteklemeyle birlikte kentsel dokuyu onarma çabalarını bir araya getirmektedir [157]. Projelerin etkisi şehrin silüetinin değişmesi ile sınırlı kalmaz. Kentsel dokuyu da doğrudan etkileyerek [158] makraformun şekillenmesinde büyük etkisi görülmektedir.

Mega projeler sınıflandırıldığında ise iki grupta incelemek mümkündür. Birinci grup kentte sembol teşkil edebilecek yapıları kapsarken ikinci grupta karmaşık içeriğe sahip karma konut alanları, hizmet endüstrileri, ortak tesisler ve ulaşım tesisleri yer almaktadır [159]. Projeler ekonomik kalkınmayı hedeflese de doğrudan ve dolaylı olarak yerinden edinmeyi de beraberinde getir. Neredeyse tamamında peyzajın biyolojik, jeolojik ve fiziksel özelliklerinin değişimi sonucunda tür kompozisyonunda uzun vadeli ekonomik, kültürel ve sağlık sonuçlarında olumsuz değişiklikler gerçekleşmektedir (Şekil 4.22) [160].

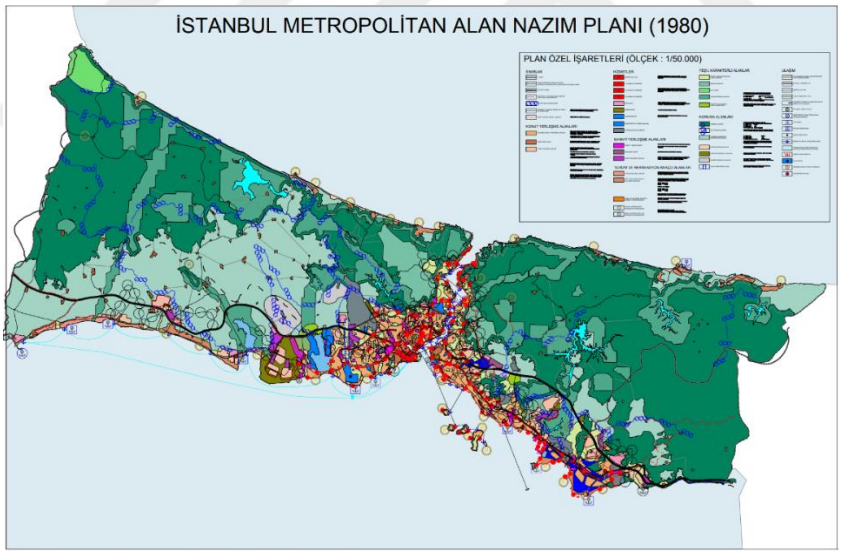


Şekil 4. 22 Mega projelerin peyzaja etkisi [160]

İstanbul'da makraformu etkileyen en önemli etmenlerden olan mega ölçekli ulaşım projeleri, üst ölçekli planlarla birlikte bütüncül planlama anlayışı ile oluşturulması gerekirken, planlardan bağımsız proje odaklı büyüme; kentin makraformunu,

gelişme aksını ve bir önceki planlarda alınan plan kararlarını doğrudan olumsuz yönde etkilemiştir. Gerçekleştirilen ve planlanan mega ölçekli projeler, kentsel gelişmenin kuzeye yönelmesine, birçok doğal kaynağın yok olmasına ve İstanbul'un geleceği için ekolojik yıkımın yaşanmasına neden olacaktır. Gerçekleşen ve planlanan mega projelerin kuzeyde yer alması Terkos Gölü Havzası için büyük bir tehlike yaratmaktadır. Çalışmada İstanbul'da gerçekleşen mega projelerden İstanbul Havalimanı ve Kanal İstanbul projeleri Terkos Gölü havzasına etkilerini anlamak için ele alınmıştır. Projelerin her birinin ekolojik, ekonomik ve kültürel etkisi büyüktür ancak yalnıza Terkos Gölü Havzası için olası etkileri ile sınırlandırılmış olup planlarla ortaya konulmuştur.

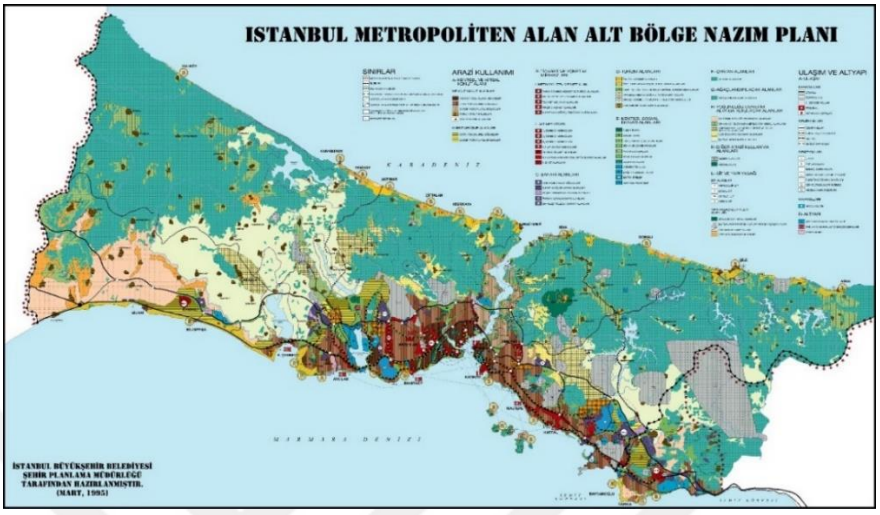
1980 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Nazım Planı (Harita 4.31), içme suyu havzalarını, içme suyu kaynaklarını koruma alanları olarak belirlemektedir. Havzaların planlama uygulamalarının kurum görüşleri ile yapılacağı kararı verilmiştir. "İstanbul'un içme suyu kaynaklarının her şeye rağmen korunması" hedefleri arasındadır [161].



Harita 4. 31 1980 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Nazım Planı [161]

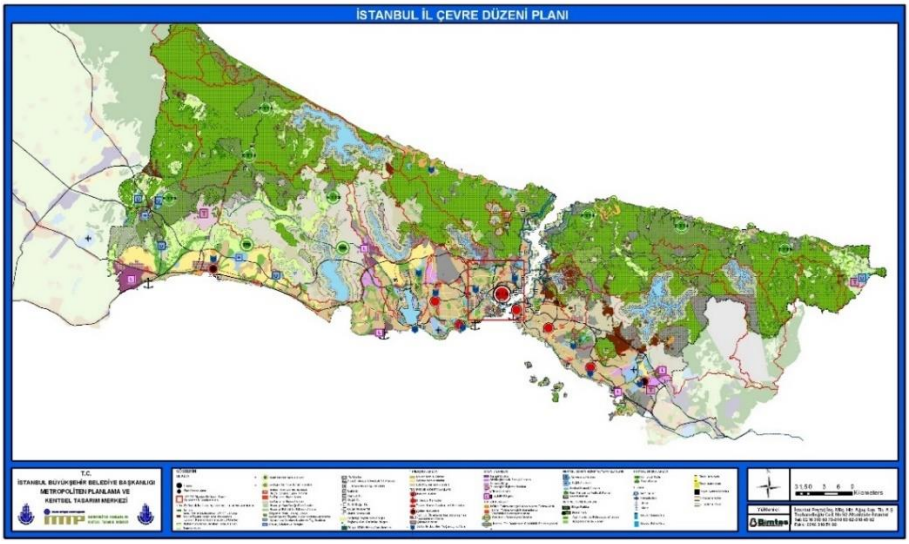
1995 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropoliten Alan Alt Bölge Nazım Planı'nda (Harita 4.32); içme suyu havzalarında mutlak ve kısa mesafe koruma kuşaklarında yapılaşmanın engelleneceğine, kısa mesafe yer alan yerleşme hükümlerinin havza yönetmelikleri ile belirleneceğine, orta ve uzun mesafe koruma kuşaklarında alt ölçekli plan kararları doğrultusunda yapılaşma hükümlerinin belirleneceğine karar verilmiştir [162]. Havzada mevcutta yapılaşmış alanlarla ilgili

bir hükmün bulunmaması önemli bir eksikliktir. Metropoliten Plan'ın, ana ilkeleri belirleyerek alt ölçekli planlara yönlendirici bir rol oynaması gerekirken, havzadaki sorunların yalnızca İSKİ Yönetmeliği'ne bırakılarak alt ölçekte çözülmesi mümkün değildir [80].



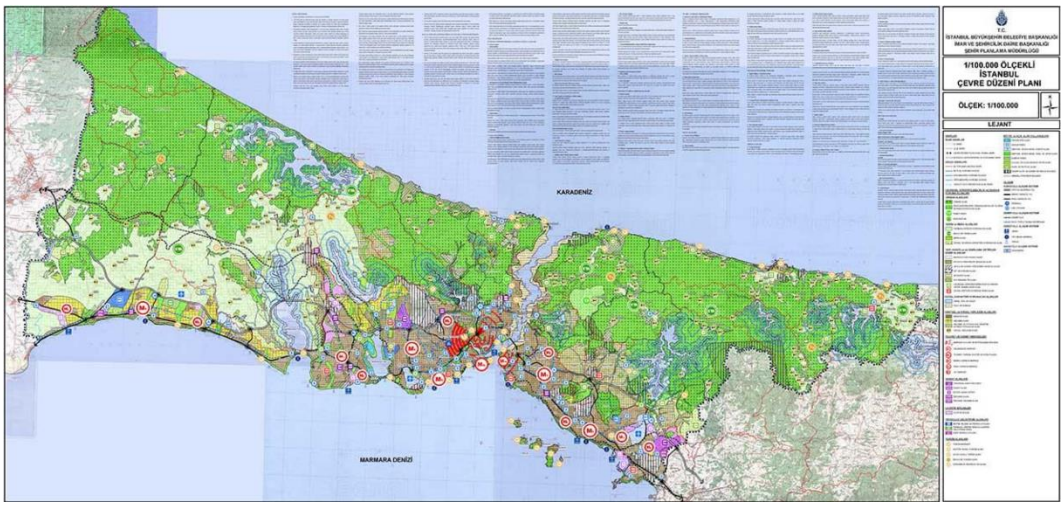
Harita 4. 32 1995 tarihli 1/50.000 ölçekli İstanbul Metopoliten Alan Alt Bölge Nazım Planı [162]

2006 tarihli 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı'nda (Harita 4.33); su havzalarını korumayı hedefleyen mekansal gelişmenin sağlanması, havzada yoğunluğu yüksek yapılaşmanın rehabilitasyonu, havzalara yönelik mevzuattaki boşlukların giderilerek planlama yetkilerinin netleşmesi, yapılaşmanın önlenmesini sağlayacak İSKİ Master Planı hazırlanmasına karar verilmiştir [163].



Harita 4. 33 2006 tarihli 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı [163]

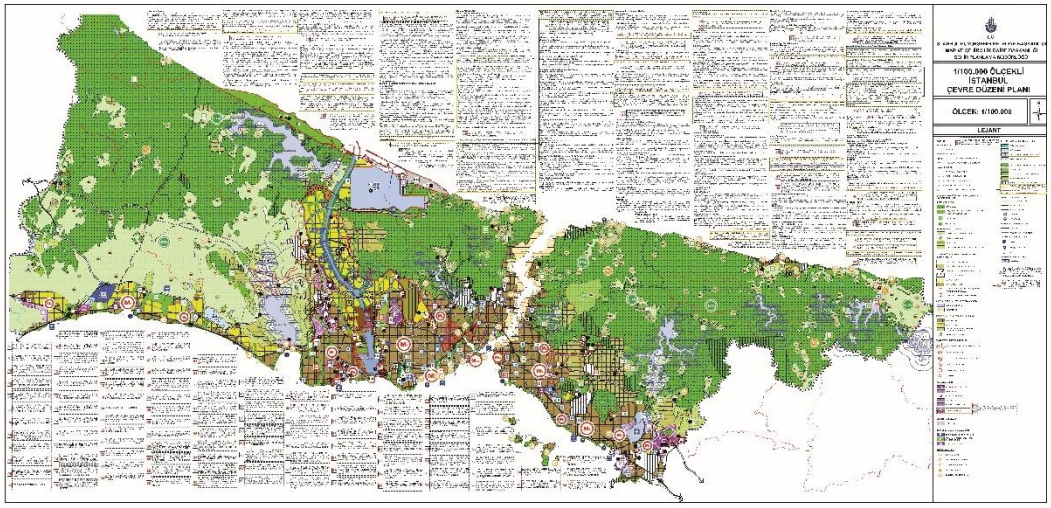
2009 tarihli 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı'nda (Harita 4.34); su havzalarında yer alan sanayi kuruluşlarının havza dışına çıkarılmasına karar verilmiş olup Terkos Gölü Havzası'nda yer alan sanayilerden gıda, ağaç, metal olmayan, metal, makine sektörlerinin Beylikdüzü OSB'ye desantralize edilmesi öngörülmüştür. Gölün kirlenmesine de sebep olan Terkos Gölü Havzası'ndaki tarım alanları ve yasadışı üretim yapılan gölün kuzeyinde gerçekleştirilen çeltik üretimi için de ekolojik tarım yapılması yönünde ibare plan raporunda yer almaktadır. Su havzalarına yönelik birçok önemli kararın yer aldığı planda "Havza Yönetim Modeli" oluşturulması, yerleşmelerin evsel kirlilik yüklerinin su kaynağını etkilememesi için önlemlerin alınması, orman alanlarında sedimantasyon sorunun çözülmesi için bitkilendirme çalışmaları ile su kaynaklarının beslenmesi, yeraltı su kaynaklarının değerlendirilmesi için projelerin geliştirilmesi ve tez çalışmasında gerçekleştirilen havzalara özgü koruma kuşaklarının belirlenmesi için çalışmalara başlanması ibarelerine yer verilmektedir. İstanbul'daki içme suyu havzalarının korunması ve ekolojik çeşitliliğin sağlanması için büyük önem taşıyan kararların aldığı 2009 İÇDP, gerçekleştirilen revizyonlar ve noktasal müdahaleler sonucu önceki planlarda alınan kararların tümünü yok sayarak İstanbul'un makraformunu kökten değiştirmiştir.



Harita 4. 34 2009 İstanbul Çevre Düzeni Planı [164]

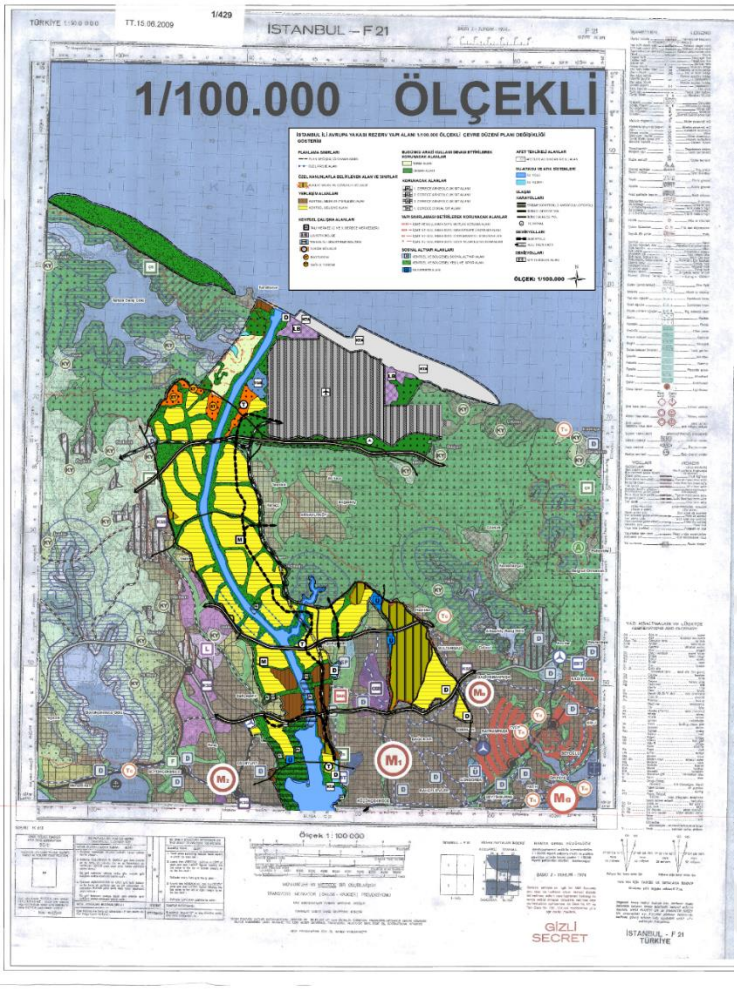
Terkos Gölü Havzası'nı ekolojik olarak olumsuz yönde etkileyen noktasal müdahalelerden biri İstanbul Havalimanı'dır. 2009 yılı İstanbul 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı; kentin kuzeydeki orman alanları, su havzaları ve tarım alanlarının korunmasını, İstanbul'un ihtiyaç duyduğu havalimanının ise kentin ana

gelişme dinamiği olan doğu - batı aksında kalarak DLH'nin görüşü ile Silivi Gazitepe'de öngörmüştür. Planda İstanbul'un kuzeyi koruma alanları olarak yeşil koridor; güneyi ise kentsel koridor olarak belirlenmiştir. Ancak 13 Ağustos 2012 tarihinde bakanlık kurulu tarafından havalimanın yeri İstanbul Çevre Düzeni Planında belirlenen konumun aksine, 2009 yılı İÇDP'nda orman alanları, tarım alanları, kıyı rehabilite alanlarının olduğu (Harita 4.34), kentin akciğerleri olan ve ekolojik çeşitliliğin yüksek olduğu kuzey ormanlarında ilan edilmiştir (Harita 4.35). 12 Haziran 2014 tarihinde Çevre Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü Oluru ile tarımsal niteliği korunacak alan, kıyı rehabilite alanı, jeolojik sakıncalı alan, orman alanı lejantlarından havaalanı lejantına alınarak planla yasallaştırılmıştır. Bu durum birçok tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Mega projelerden olan İstanbul Havalimanı, projenin ölçeği, alanın hassasiyetleri ve getireceği çekim merkezleri ile göz önünde bulundurulduğunda birçok ekosistemi yok etme, yerinden etme ve İstanbul'un makraformunu doğrudan ve dolaylı olarak etkileyerek bu zamana kadar gerçekleştirilen planlarda alınan kararları tümüyle yok etme gücüne sahiptir.



Harita 4. 35 2009 tarihli 1/100.00 ölçekli tadilatlı İstanbul Çevre Düzeni Planı [165]

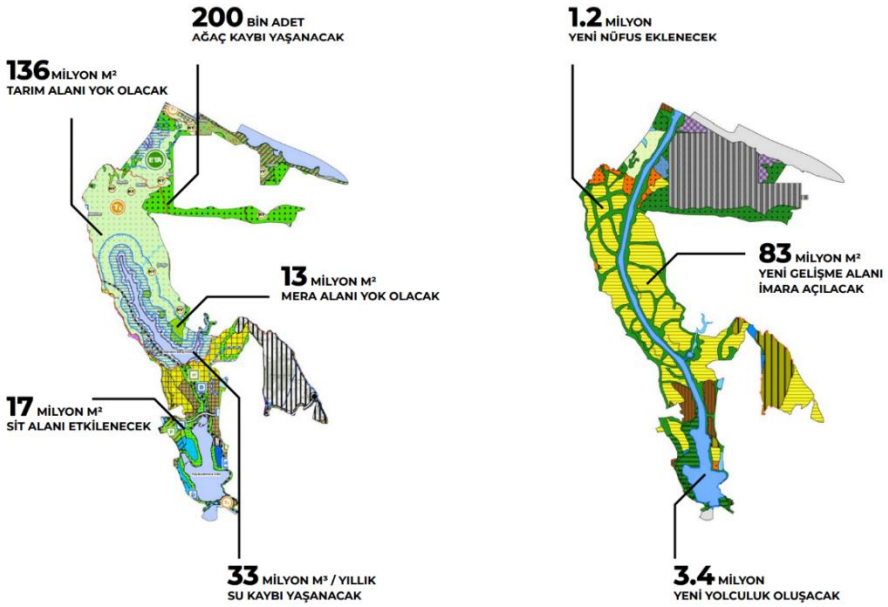
Yatırım kararlarının bir arada değerlendirililidiği, Kanal İstanbul ve İstanbul Havalimanı projelerini de kapsayan rezerv yapı alanlarını ve dolgu alanlarını kapsayan **1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Plan Değişikliği** 2019 yılında onaylanmıştır (Harita 4.36).



Harita 4. 36 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği [112]

Plan; örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası'nın mutlak, kısa, orta ve uzun mesafe koruma alanını ve gölün bir bölümünü kapsamaktadır. Kanal ile Terkos Gölü arasında 1750 metre olup aradaki alan kullanımı tarım ve orman alanları olarak belirlenmiştir. Kanalın inşaası sırasında göle ve havzaya yaratacağı kirlilik riski, ekosistem unsurlarının geri dönülemez zararlarının yanı sıra havza sınırında yer almayan Karadeniz kıyısında gerçekleşecek müdahale de gölü olumsuz yönde etkileyecektir. Kıyı ile etkileşimi olan havzada yapılaşma birçok riski beraberinde getirebilir. Planlanan gelişme alanları, Terkos Gölü Havzası'nın bu zamana kadar korunmasında önem taşıyan orman alanlarını yok etme, su kirliliğini ve hava kirliliğini artırma, sulak alan sınırında gerçekleşen uygulamalar sonucu endemik türlerin yok olma ve açık alanlarda artış sonucu yüzeysel akışın artma riskini getireceğinin söylemek mümkündür.

Kanal İstanbul projesinin olası etkilerinden birisi de tatlı su kaynaklarına olumsuz etkileridir. Sazlıdere Baraj Gölü'nün iptali ile birlikte Terkos Gölü Havzası'nda yer alan ve gölü besleyen derelerin kesintiye uğraması, yeraltı sularının tuzlu su etkisine girme riski olması havza için büyük tehlike taşımaktadır [166]. Kanal İstanbul projesinin gerçekleştirilmesi sonucunda biyoçeşitliliğin zengin olduğu Terkos Gölü Havzası yalnızca su miktarında azalma veya kirlenmeye değil, aynı zamanda ana karayla bağlantısının kesilerek yarımadanın bir adaya dönüştürülmesi sonucu yaban hayatının göç yolunun sonlandırılması riskini de içermektedir. Projenin hayata geçmesi sonrasında gerçekleşecek çekim alanı ve kentsel yayılma sonucunda yaban hayatının yok olma tehlikesi vardır [167]. Projenin gerçekleşmesi ile rezerv alanda ağaç kaybı, tarım alanı, mera alanı yok olacaktır. Ek olarak su kaybının yaşanması ve sit alanın etkilenmesi de söz konusudur [168] (Şekil 4.23).



Şekil 4. 23 Kanal İstanbul proje alanında 2009 ve 2020 yıllarına ilişkin Çevre Düzeni Planları [168]

İstanbul Havalimanı, Kuzey Marmara Otoyolu ve Kanal İstanbul Projelerinin İÇDP'ye işlenmesi sonucu havza ve Terkos Gölü'nün kalacağı yapılaşma baskısını görmek mümkündür. İstanbul'un gelişme yönü kuzeye yönelmiş ve bu durumdan çalışma alanı olan Terkos Gölü Havzası'nın da içerisinde barındığı endemik türlerin, yaban hayatının, orman ekosisteminin ve su varlığının olumsuz yönde etkilenme riski oluşmuştur.

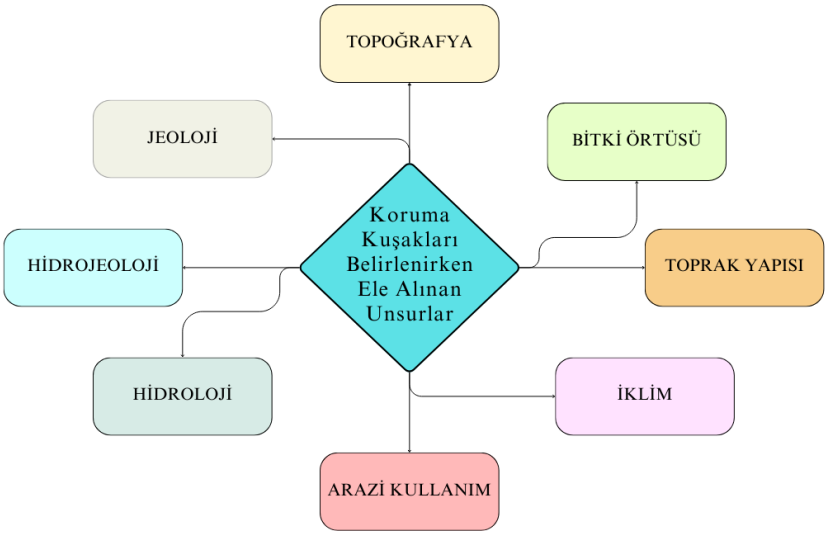
5
İÇME SUYU KORUMA ALANLARININ TERKOS GÖLÜ HAVZASINDA BELİRLENMESİ

İçme suyu koruma kuşaklarının belirlenmesinde havzaya özgü öğelerin kullanılması için seçilen örnek alanda doğal yapı elemanları ele alınmıştır. Terkos Gölü Havzası'nın, İstanbul'da yer alan diğer havzalara göre korunmuş olması gölün korunması için potansiyel taşımaktadır. Ancak yapılan gerçekleşen ve planlanan yeni mega projeler sonucu havza tehdit altındadır. Koruma amacı ile belirlenen koruma kuşaklarının havzada standart mesafelerle görülmesi yetersiz kalmaktadır.

Çalışmada yöntem arayışı sürecinde ilk olarak literatür taraması gerçekleştirilmiş ve ekosistem unsurlarının koruma alanlarını etkilemede rolüne yönelik kabuller açıklanmıştır. Koruma kuşaklarının belirlenmesi için uygulanacak uygunluk analizi ve alt faktörlerin belirlenmesinde Kuru ve Tezer'in çalışması [14] büyük katkı sağlamıştır. Bu çalışmada kullanılan alt faktörler ve puanlarında; su kaynaklarına yakınlık, akarsu kaynaklarına yakınlık ve erozyon parametreleri tez çalışmasında kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışmada ekosistem unsurları olan eğim, bitki örtüsü, jeoloji ve denizden yükseklik parametreleri de tez çalışmasında modelde kullanılan parametrelerdendir ancak çalışmada farklı değerlendirilmiştir. Diğer ülkelerin yaklaşımlarından ise Fransa'nın, hidrojeoloji ve hassasiyet-risk envanteri, İspanya'nın jeolojik unsurları, Hırvatistan'ın ekosistem-insan faaliyetleri analizi, Almanya'nın ise topoğrafya, toprak yapısı ve iklim parametreleri yönteme uyarlanmıştır.

5.1 Kabuller

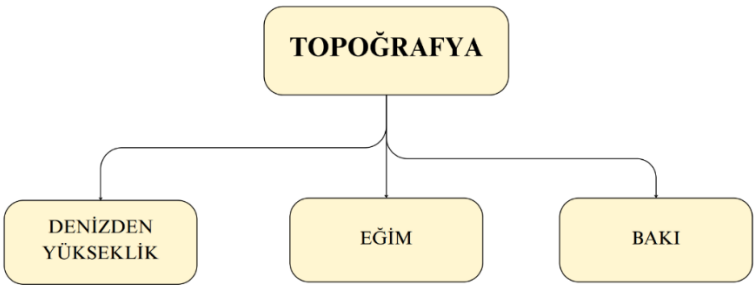
Terkos Gölü Havzası birbirinden farklı topoğrafik yapı, toprak yapısı, hidrolojik yapı, arazi kullanımı, jeolojik yapı ve riskleri barındırmaktadır. Bu doğrultuda havzaya özgü öğelerin dikkate koruma alanlarına dahil edilmesinde aşağıdaki parametreler ele alınmıştır (Şekil 5.1).



Şekil 5. 1 Öneri modelde içme suyu havzalarında koruma kuşaklarını belirlerken ele alınan unsurlar

5.1.1 Topoğrafya Etkisi

Koruma alanlarının belirlenmesinde topoğrafik unsurlarda denizden yükseklik, eğim ve bakı faktörleri ele alınmıştır (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2 Öneri modelde ele alınan topoğrafik unsurlar

Koruma alanlarının belirlenmesinde hassas olan, kirlilik riski ve gölün kirlenmesine sebep olabilecek parametreler belirlenmiştir. Denizden yüksekliğin artış gösterdiği alanlar çalışmada riskli olarak kabul edilmiştir. Yüksekliğin fazla olduğu alanlarda gerçekleşecek müdahaleler ve diğer parametlerin etkisi sonucu su kaynağının kirlenme tehlikesi oluşmakta olup yükseklik arttıkça alanların aldığı puanlar yüksek olacaktır. Yüksekliğin fazla olduğu alanların yüzeysel akış hızını artıracağı kabul edilmiştir.

Eğim modelde en önemli parametrelerden biridir. Havzalarda ise su kirliliği sorunu ve su kaynağının kullanılaması tehlikesini yaratan önemli bir unsurdur. Eğimin artış

gösterdiği ve değerin yüksek olduğu alanlar erozyon-siltasyon riskini de beraberinde getirdiği ve yüzeysel akışın hızlı olduğu kabul edilerek yüksek derecelerin olduğu alanlar en yüksek puanı almıştır. Eğimin düşük olduğu alanlarda risk azalış göstermektedir. Eğim derecesinin yüksek olduğu alanlarda 300 m'lik tampon bölgenin koruma gücü ile düşük olduğu alanlarda 300 m'lik tampon bölgenin koruyucu etkisi aynı değildir. En yüksek puan, eğimin yüksek olduğu alanlar, en düşük puan ise eğim derecesinin az olduğu alanlara verilmiştir.

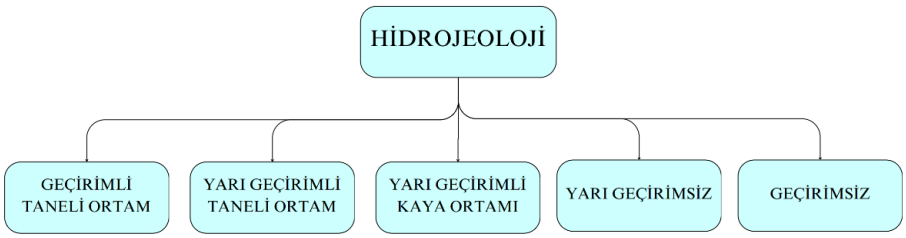
Bakı faktörü ise modelde su ekonomisi açısından değerlendirilmiştir. Su ekonomisi için potansiyel oluşturan bakılar düşük puanlı, buharlaşmanın yüksek olduğu toprağın su tutmasının az miktarda görüldüğü bakılar yüksek puan almıştır. Kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu bakıları su ekonomisi için potansiyel göstermiş ve düşük puan almıştır. Bu alanlarda toprağın su tutma miktarı yüksektir ve havza için önem taşımaktadır. Güney, güneydoğu, güneybatı ve batı yüksek puan almıştır.

5.1.2 Jeoloji Etkisi

Koruma alanlarının belirlenmesinde model önerisinde ele alınan bir diğer içme suyu havza ekosistem unsuru jeolojik yapıdır. Çalışmada, jeolojik formasyonların verilerine göre her havzaya özgü değerlendirme yapılması gerektiği belirtilmiştir. Güncel birikintiler, alüvyon alanları, kumul alanlar en riskli bölümü oluşturmaktadır. Bu alanlar havza için risk taşıyan ve diğer kirletici, su kaynağını tahrip etme riski olan elemanlarla bir araya geldiğinde havza için sorun teşkil edeceği kabul edilerek en yüksek puanlar verilmiştir. Diğer formasyonlar modelin uygulanmasında açıklanmıştır.

5.1.3 Hidrojeoloji Etkisi

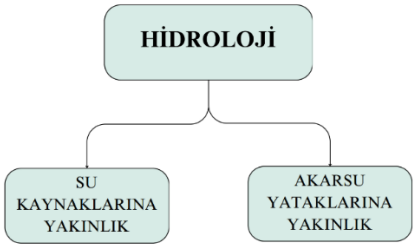
Öneri modelde koruma alanlarının belirlenmesinde en önemli olması gereken unsurlardan biri hidrojeolojidir (Şekil 5.3). Kirleticilerin su kaynağına ulaşmasında büyük etkiye sahip olan alanın hidrojeolojik yapısı; geçirimin en yüksek olduğu ortamlarda en yüksek puan, geçirimsiz alanlarda ise en düşük puanla değerlendirilmiştir. Geçirimli alanlar; suyun tutulması ve yüzeysel akışın önlenmesinde potansiyel sağlasa da, öneri modelde geçirimli alanlar üzerinde kirletici faaliyetlerin etkileri yeraltı suları sayesinde doğrudan kaynağa ulaşma riski taşıdığı için riskli olarak kabul edilmiş ve bu çerçevede modele dahil edimiştir.



Şekil 5. 3 Öneri modelde ele alınan hidrojeolojik yapı unsurları

5.1.4 Hidroloji Etkisi

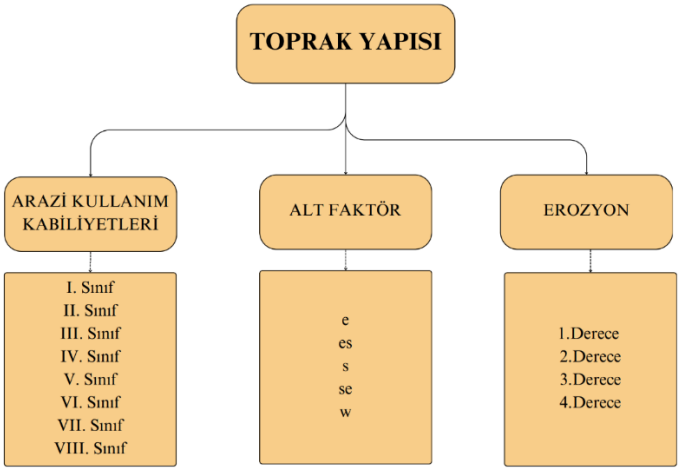
Koruma alanlarının belirlenmesinde en önemli etmenler su kaynaklarına yakınlık ve akarsu yataklarına yakınlık olarak çalışmada kabul edilmiştir (Şekil 5.4). Ancak modelde ülkemizde kullanılan yalnızca su kaynağına uzaklığa dayalı standart mesafelerin aksine akarsu yataklarına yakınlığı ve diğer elemanların su kaynağına etkisini de içermektedir. Çalışmada su kaynağına en yakın olan alanlar; su kaynağına riskin en yüksek olduğu, en uzak alanlar ise su kaynağına riskin en az olduğu alanlar olarak kabul edilmiş ve yakın alanlarda en yüksek puan, mesafe arttıkça ise düşük puan verilmiştir. Akarsu yataklarına da yakın olan alanlarda risk yüksek ve puan yüksek olarak çalışmada değerlendilmiştir. Akarsu yataklarından mesafe arttıkça risk düşük olarak değerlendilmiş ve düşük puan verilmiştir.



Şekil 5. 4 Öneri modelde ele alınan hidrolojik yapı unsurları

5.1.5 Toprak Yapısı Etkisi

Öneri modelde toprak yapısı parametrelerinden arazi kullanım kabiliyetleri, alt faktör ve erozyon değerleri kullanılmıştır (Şekil 5.5). Koruma alanlarının belirlenmesinde toprak yapısı büyük önem taşımaktadır. Havzada su potansiyeli, su kirliği konularında belirleyici rol oynamaktadır.



Şekil 5. 5 Öneri modelde ele alınan toprak yapısı unsurları

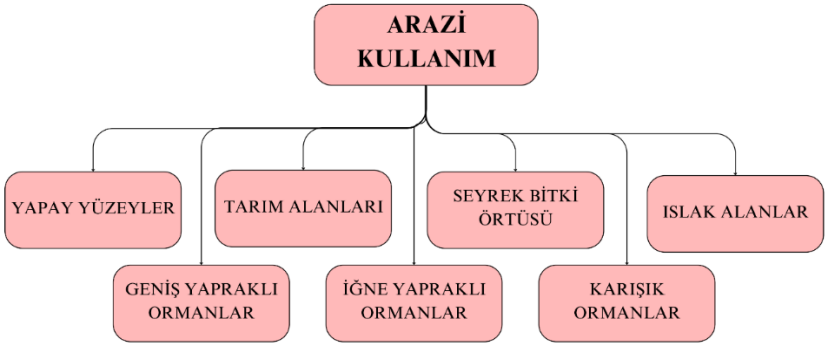
Toprak yapısı grubundan arazi kullanım kabiliyetleri de modelin oluşturulmasında ele alınan analizlerden biri olmuştur. Birçok etmeni içeren ve toprağın yapısı hakkında bilgi veren arazi kullanım kabiliyetlerinde I. sınıf olan araziler, modelde en az riskli olarak ele alınmış ve düşük puan verilmiştir. Bu alanlardan sınırlayıcıların az olması, eğim, erozyon, drenaj, taşkın riski olmaması etkili olmuştur. VIII. sınıf arazilere doğru riskle birlikte verilen puanlar da artış göstermektedir. Erozyon, toprağın taşlılığı, meyilli arazilerin olması ve birçok kısıtlayıcıların bulunduğu bu alanlarda havzanın su kalitesi ve su miktarı için olumsuz etki gösterdiği kabul edilerek modele dahil edilmiştir.

Erozyon en önemli parametlerden biridir ve havzalarda hayati önem taşımaktadır. Erozyon riskinin olduğu alanlar su kaynağını doğrudan ve dolaylı olumsuz etkilediği kabul edilmiş olup riskin en yüksek olduğu alanlar en yüksek puan, riskin düşük olduğu alanlar ise düşük puan almıştır.

Alt faktör analizi de bir diğer toprak yapısı grubunda değerlendirilen parametredir. E, es, s, se ve w değerleri puanlamada ele alınmıştır. Es (baskın olarak eğim-erozyon sorunu ile toprak yetersizliği), se (baskın olarak toprak yetersizliği ile eğim-erozyon sorunu) havzada en riskli alanlar olarak kabul edilmiştir. Bu alanların su kaynağına olumsuz etkisinin yüksek olacağı kabulü ile en yüksek puanı almıştır. E (eğim ve buna bağlı gelişen erozyon varlığı) ortalama üzerinde puan, s (toprak yetersizliği), w (drenaj koşullarında yetersizlik) ortalama puan ve risk içermeyen alanlar en düşük puanı almıştır.

5.1.6 Arazi Kullanım Etkisi

İçme suyu havzalarında koruma alanlarının belirlenmesi için önem taşıyan bir diğer önemli parametre olarak mevcut arazi kullanım olmuştur (Şekil 5.6).

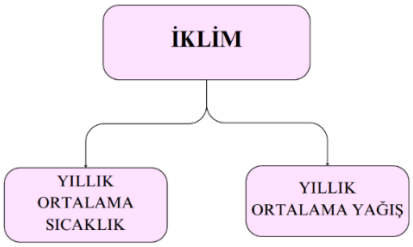


Şekil 5. 6 Öneri modelde ele alınan arazi kullanım

Arazi kullanım türlerine puanlar verilirken su kaynağını olumsuz etkileyecek riskli alanları belirleyebilmek için havza ekosistem ilişkisine yönelik kabuller belirlenmiştir. Havza ekosisteminde tarım alanları ve yapılaşmış alanlar su kaynağını ve havza ekosistemini olumsuz etkileme gücüne sahip olduğu için en yüksek puanlar verilerek en riskli alanlar olarak belirlenmiştir. Orman alanları ise erozyon eğim-erozyon kontrolü vb. birçok riski engellediği, toprağı tutma gücü, yağışa etkisi ve biyolojik çeşitlilik için katkıları sebebiyle en az puanı alarak havzada potansiyel taşıyan alanlar olarak belirlenmiştir. Diğer kullanımlar su kaynağının kirlenme riskine göre belirlenmiştir.

5.1.7 İklim Etkisi

Çalışmada modelde kullanılan bir diğer unsur iklimdir (Şekil 5.7).



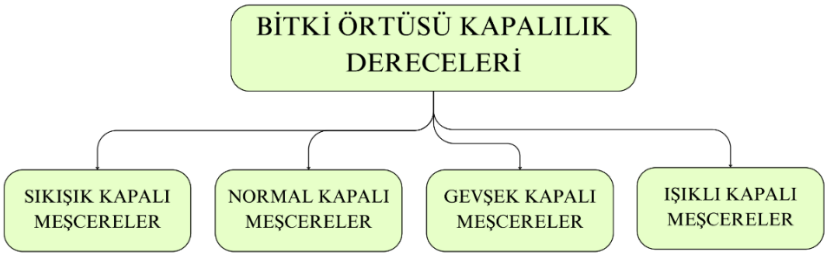
Şekil 5. 7 Öneri modelde ele alınan iklim unsurları

Yıllık ortalama sıcaklık ve ortalama yağış dağılımlarının mekansal verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Su ekonomisine olan etkisi modelde değerlendirilmiştir. Sıcaklığın yüksek olduğu alanlar havzada su miktarında diğer alanlara göre

olumsuz etki göstereceği kabul edilerek en yüksek puanı almıştır. Sıcaklığın düşük olduğu alanlar düşük puan almıştır. Yağışın yüksek olduğu alanlar taşkın riskini de barındırmaktadır. Ancak havzada koruma alanlarının belirlenmesinde su ekonomisine katkı sağlayacağı kabulü ile potansiyel olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda riskli ve müdahale için belirlenen alanların değerlendirilmesinde yağışın düşük olduğu alanlar yüksek puan olarak çalışmada kabul edilmiştir. Yağışın az ve sıcaklığın yüksek olduğu alanlarda, ağaçlandırma çalışmaları ile mikro iklim bölgeleri yaratılabilir. Bu alanlarda sıcaklığın düşmesi ve yağışın artması ile havzada kullanılacak su miktarında artış görülebilir.

5.1.8 Bitki Örtüsü Kapalılık Dereceleri Etkisi

Koruma alanlarının belirlenmesinde bitki örtüsü kapalılık dereceleri ele alınmıştır (Şekil 5.8). Ekosistem bir bütündür ve doğal denge içerisindedir. Her bir bileşen bu dengenin sağlanmasında ve sürekliliğinde önem taşır. Endemik türler, tesli tehlike altında olan türler, relikt bitkiler ve birçok tür de korunmalıdır. Ancak bu unsurların noktasal olarak belirlenmesi ve koruma alanlarında değerlendirilmesi uygulanamamıştır.



Şekil 5. 8 Öneri modelde ele alınan kapalılık dereceleri

Kapalılık derecelerde ise, sıkışık kapalı meşcereler en az puan almış ve ışıklı kapalı meşcere doğru puanlar artış göstermektedir. Işıklı kapalı meşcerelerde toprağın kuruması ve ölü örtünün rüzgarla savrulmasına olanak sağladığı için su kaynağına etkisi sıkışık kapalı meşcereye göre çalışmada olumsuz yönde kabul edilmiştir.

5.2 Yöntemin uygulanması

Belirlenen kabuller doğrultusunda koruma kuşaklarının belirlenmesinde kullanılacak model için örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası'na ait denizden yükseklik, eğim, bakı, jeolojik yapı, hidrojeoji, su kaynaklarına yakınlık, akarsu kaynaklarına yakınlık, erozyon, alt faktör, arazi kullanım kabiliyetleri, arazi

kullanım, yağış ve sıcaklık analizlerinden yararlanılmıştır. Kapalılık verisine ulaşılamadığı için Terkos Gölü örneğinde kullanılmamıştır. Su kaynağının kirlenme riskinin olduğu alanlar en yüksek puanı almıştır. Düşük puanlar ise su kaynağının kirlenmesinin en az olduğu alanları göstermektedir.

Çalışmada koruma alanları belirlenirken iki farklı yöntem kullanılmıştır. İlk olarak uygunluk analizi seçilerek toplam dört bölümde gerçekleşecek olan koruma alanlarının uygunluğu hesaplanmıştır (Tablo 5.1). Havzanın hassasiyetlerinin, kırılganlıklarının ve ekosistem öğelerinin belirlenmesi ve GIS ortamında işlenmesinin ardından uygunluk analizinde belirlenen puanlar ve Terkos Gölü Havzası'na ait özel koşullar belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada çalışma alanı olarak belirenen Terkos Gölü havzası koordinat sistemine uygun bir şekilde 30x30 metrelik karelere bölünmüş ve aşağıdaki tabloda verilen puanlar her katman için ayrı ayrı işlenmiştir.

Tablo 5. 1 İçme suyu koruma kuşaklarını belirlemede kullanılacak faktör, alt faktör, kriter ve puanlar

FAKTÖR	ALT FAKTÖR	KRİTER	PUAN
TOPOĞRAFYA	Denizden Yükseklik	0-200 m	1
		200-500 m	2
		501-1000 m	3
		1001-1500 m	5
		1501-2000 m	7
		2001-2500 m	9
		2500 üzeri	10
	Eğim (derece)	0-10	1
		10,1-20	2
		20,1-30	4
		30,1-40	6
		40,1-50	8
		50 üzeri	10
	Bakı	Güney	10
		Güneydoğu	10
		Güneybatı	10
		Batı	10
		Kuzeybatı	5
		Doğu	5
		Kuzeydoğu	5
		Kuzey	5
		Düz	5
JEOLOJİ	Jeolojik Formasyon (Her havzada alana göre değerlendirilir)	Alana özgü değerlendirilecek	
	Hidrojeoloji	Geçirimli Taneli Ortam	10
		Yarı Geçirimli Taneli Ortam	7
		Yarı Geçirimli Kaya Ortamı	7
		Yarı Geçirimsiz	4
		Geçirimsiz	1

Tablo 5. 1 İçme suyu koruma kuşaklarını belirlemede kullanılacak faktör, alt faktör, kriter ve puanlar (devamı)

FAKTÖR	ALT FAKTÖR	KRİTER	PUAN
TOPRAK YAPISI	Arazi Kullanım Kabiliyetleri	I. sınıf	1
		II. sınıf	1
		III. sınıf	1
		IV.sınıf	3
		V. sınıf	5
		VI. sınıf	7
		VII. sınıf	9
		VIII. sınıf	10
	Alt Faktör	e	7
		es	10
		s	4
		se	10
		w	4
	Erozyon	1. Derece	10
		2. Derece	7
		3. Derece	4
		4. Derece	1
ARAZİ KULLANIM	Mevcut Durum	Yapay Yüzeyler	10
		Tarım Alanları	10
		Geniş Yapraklı Ormanlar	1
		İğne Yapraklı Ormanlar	1
		Karışık Ormanlar	1
		Seyrek Bitki Örtüsü	4
		Islak Alanlar	4
BİTKİ ÖRTÜSÜ	Kapalılık Dereceleri	Sıkışık Kapalı Meşcereler	1
		Normal Kapalı Meşcereler	4
		Gevşek Kapalı Meşcereler	7
		Işıklı Kapalı Meşcereler	10
İKLİM	Yıllık Ortalama Sıcaklık	3,8-5 ºC	1
		5-10 ºC	4
		10-15 ºC	7
		15-20 ºC	10
	Yıllık Ortalama Yağış	0 - 500 mm	10
		500 - 1000 mm	7
		1000 - 1500 mm	5
		1500 - 2000 mm	2
		2000 mm üzeri	1

Tablo 5. 1 İçme suyu koruma kuşaklarını belirlemede kullanılacak faktör, alt faktör, kriter ve puanlar (devamı)

FAKTÖR	ALT FAKTÖR	KRİTER	PUAN
HİDROLOJİ	Su Kaynaklarına Yakınlık (metre)	250	10
		500	9
		1000	8
		1500	7
		2000	6
		2500	5
		3000	4
		3500	3
		4000	2
		4000+	1
	Akarsu Yataklarına Yakınlık (metre)	250	10
		500	9
		1000	8
		1500	7
		2000	6
		2500	5
		3000	4
		3500	3
		4000	2
		4000+	1

Tablo 5.1'de verilen puanların her katmana işlenmesi sonrası 1 puan alan kareler su kaynağının kirlenme riskinin en az olduğu ve iyileştirme faaliyetine en az ihtiyaç duyulan alanlar olarak belirlenmiştir. Bu alanların mevcut durumunun korunarak kullanılması ön görülmektedir. 10 puan ise havzanın ekosisteminde su miktarında azalma, su kirliliğini artıcı etki ve kirliliğin su kaynağına ulaşma riskinin en yüksek olduğu alanlar olarak belirlenmiştir. Puanların yüksek çıktığı alanlar, havzada riskli durumda olan alanlar olup mutlak- kısa mesafe koruma kuşağına alınmasına, kısıtlamalar getirilmesine ve iyileştirme çalışmalarının gerçekleştirilmesine ihtiyaç vardır.

Belirlenen parametreler sonrasında her faktörün koruma alanlarını belirlemede aynı katsayıya sahip olmaması gerektiğinden faktör ağırlıkları hesaplanmıştır. Faktör ağırlıklarının belirlenmesi için Saaty'nin geliştirmiş olduğu değerlendirme cetvelinden (Tablo 5.2) yararlanılarak Analitik Hiyerarşi Süreci gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5. 2 Saaty'nin değerlendirme cetveli [169]

Mutlak Bir Ölçeğin Yoğunluğu	Tanım	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	İki eylem amaca eşit katkıda bulununur.
3	Birinin diğeri göre orta düzeyde önemi	Deneyim ve yargı bir faaliyeti diğerine göre biraz tercih ettirir.
5	Başlıca veya güçlü öneme sahip	Deneyim ve yargı bir faaliyeti diğerine göre güçlü bir şekilde tercih ettirmektedir.
7	Çok güçlü öneme sahip	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı pratikte kanıtlanır.
9	Aşırı öneme sahip	Bir aktiviteyi diğerine tercih eden kanıtlar mümkün olan en yüksek düzeyde doğrulamaya sahiptir.
2,4,6,8	İki bitişik karar arasındaki ara değerler	

Tablo 5.2' de belirlenen değerler sonucu aşağıda Tablo 5.3'te verilen matris ve Analitik Hiyerarşi Sürecinde kullanılan aritmetik hesap ile faktör ağırlıkları belirlenmiştir. AHS, ikili karşılaştırmaları kullanarak, belirli bir özelliğe göre bir faktörün diğer faktöre ne kadar üstün olduğunu ölçmeye olanak sağlayan bir ölçüm teorisidir [29]. Çalışmada faktör ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan değerlendirme cetvelinde, faktörler "içme suyu havzalarında su kaynağı ve havza ekosistemi için risk olan faktörler" olarak değerlendirilerek oluşturulmuştur.

Tablo 5. 3 Çalışmada belirlenen faktör ağırlıkları

	Denizden Yükseklik	Eğim	Bakı	Jeoloji	Hidrojeoloji	Su kaynaklarına yakınlık	Akarsu yataklarına yakınlık	Arazi kullanım kabiliyetleri	Alt faktör	Erozyon	Arazi kullanım	Kapalılık	Sıcaklık	Yağış
Denizden Yükseklik	1	1/4	4	1/2	1/4	1/6	1/6	1/2	1/2	1/3	1/2	2	2	1/3
Eğim	4	1	8	3	1	1/3	1/3	3	3	2	3	7	7	2
Bakı	1/4	1/8	1	1/6	1/8	1/9	1/9	1/6	1/6	1/7	1/6	1/2	1/2	1/7
Jeoloji	2	1/3	6	1	1/3	1/5	1/5	1	1	1/2	1	4	4	1/2
Hidrojeoloji	4	1	8	3	1	1/3	1/3	3	3	2	3	7	7	2
Su kaynaklarına yakınlık	6	3	9	5	3	1	1	5	5	4	5	8	8	4
Akarsu yataklarına yakınlık	6	3	9	5	3	1	1	5	5	4	5	8	8	4
Arazi kullanım kabiliyetleri	2	1/3	6	1	1/3	1/5	1/5	1	1	1/2	1	4	4	1/2
Alt faktör	2	1/3	6	1	1/3	1/5	1/5	1	1	1/2	1	4	4	1/2
Erozyon	3	1/2	7	2	1/2	1/4	1/4	2	2	1	2	6	6	1
Arazi kullanım	2	1/3	6	1	1/3	1/5	1/5	1	1	1/2	1	4	4	1/2
Kapalılık	1/2	1/7	2	1/4	1/7	1/8	1/8	1/4	1/4	1/6	1/4	1	1	1/5
Sıcaklık	1/2	1/7	2	1/4	1/7	1/8	1/8	1/4	1/4	1/6	1/4	1	1	1/5
Yağış	3	1/2	7	2	1/2	1/4	1/4	2	2	1	2	5	5	1

Hesaplamanın açıklanmasında yarar vardır. İlk olarak tabloda her bir faktörün, içme suyu koruma alanını belirlemede birbirlerine üstünlüğü alınmıştır. Örnek vermek gerekirse; denizden yüksekliğin eğim, bakı, jeoloji, hidrojeoloji, su kaynaklarına yakınlık, akarsu kaynaklarına yakınlık, arazi kullanım kabiliyetleri, alt faktör,

erozyon, arazi kullanım, kapalılık, sıcaklık ve yağışa olan üstüğü belirlenmiştir. Bu aşamada Tablo 5.2'de verilen Saaty'nin değerlendirme cetvelinden yararlanılmıştır. Örneğin, denizden yüksekliğin eğime olan üstünlüğü 1/4 (eğim denizden yükseklikten başlıca- orta düzey arasında önemli) olarak verilmiştir. Bütün parametrelerin birbirine önemi belirlendikten sonra her bir faktör ağırlığı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. n, faktör sayısını temsil etmektedir.

Denizden yükseklik= $\sqrt[n]{}$ (1x (1/4) x 4 x (1/2) x (1/4) x (1/6) x (1/6) x (1/2) x (1/2) x (1/3) x (1/2) x 2 x 2 x (1/3)) = 0,54

Diğer parametreler için de aynı işlem gerçekleştirilmiştir. Eğim = 2,18, Bakı = 0,20, Jeoloji = 0,89, Hidrojeoloji = 2,18, Su kaynaklarına yakınlık = 4,04, Akarsu kaynaklarına yakınlık = 4,04, Arazi kullanım kabiliyetleri = 0,89, Alt faktör = 0,89, Erozyon = 1,45, Arazi kullanım = 0,89, Kapalılık = 0,29, Sıcaklık = 0,29 ve Yağış = 1,41 olarak hesaplanmıştır.

Her bir faktörün ağırlığını bulmak için bulunan değerler toplanmış ve her bir faktörün bu değer içindeki payı bulunmuştur. Değerlerin toplamı 20,25'dir. Denizen yüksekliğin faktör ağırlığına 0,54/20,25 = 0,027 olarak ulaşılmıştır. Diğer faktörler de aynı şekilde belirlenmiştir. Eğim = 0,108, Bakı = 0,010, Jeoloji = 0,044, Hidrojeoloji = 0,108, Su kaynaklarına yakınlık = 0,200, Akarsu kaynaklarına yakınlık = 0,200, Arazi kullanım kabiliyetleri = 0,044, Alt faktör = 0,044, Erozyon = 0,072, Arazi kullanım = 0,044, Kapalılık = 0,015, Sıcaklık = 0,015 ve Yağış = 0,070 olarak faktör ağırlıkları belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen aritmetik hesap sonrasında faktör ağırlıkları aşağıda verilmiştir (Tablo 5.4). Su kaynaklarına yakınlık ve akarsu kaynaklarına yakınlık faktör ağırlığı en yüksek kriter olarak belirlenmiştir. Bu faktörleri sırasıyla eğim-hidrojeoloji, erozyon, yağış, jeoloji-arazi kullanım kabiliyetleri-alt faktör-arazi kullanım, denizden yükseklik, kapalılık-sıcaklık ve bakı takip etmektedir.

Tablo 5. 4 Hesaplanan faktör ağırlıkları

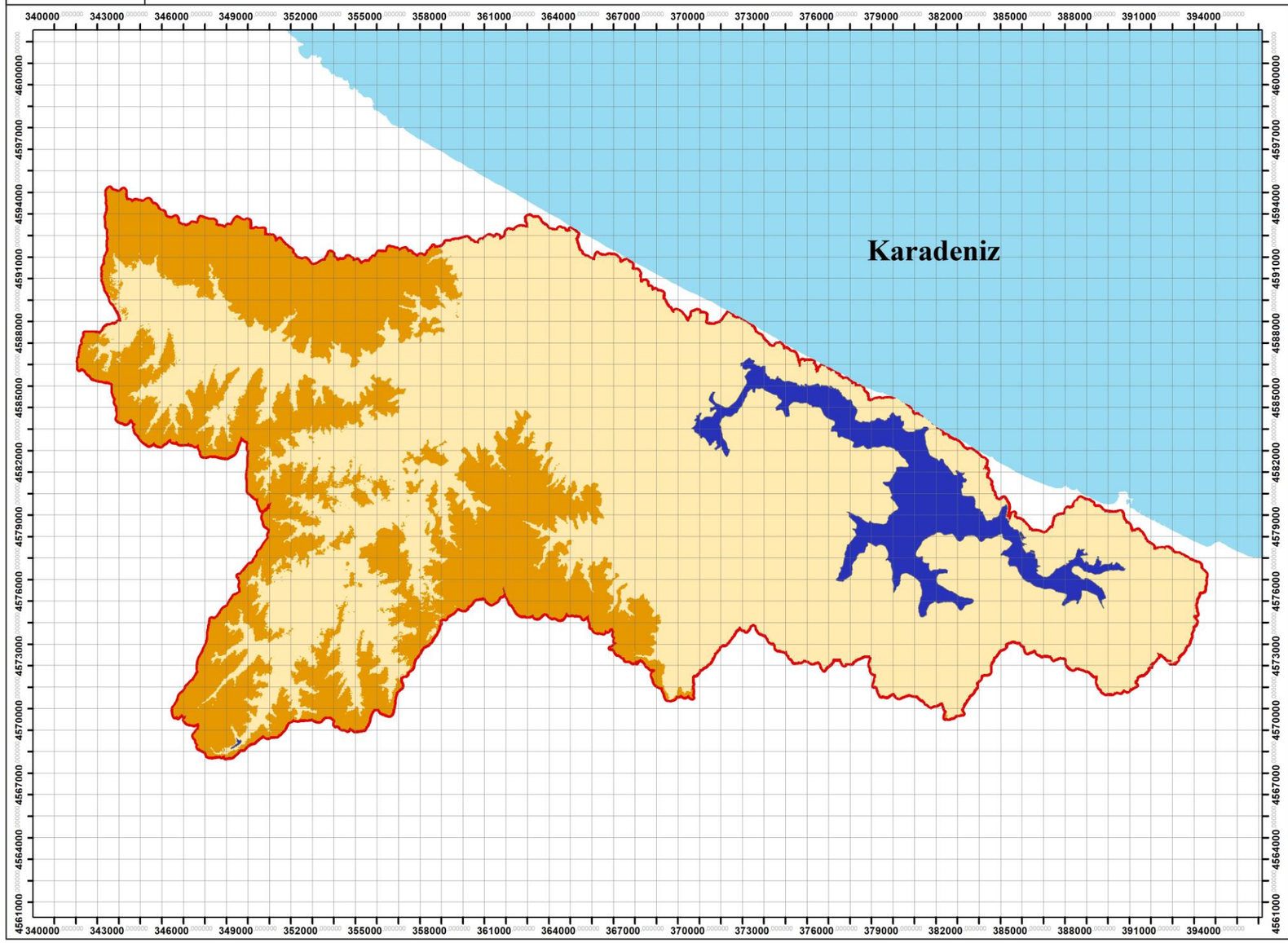
Alt faktör	Faktör Ağırlıkları
Denizden Yükseklik	0,027
Eğim	0,108
Bakı	0,010
Jeoloji	0,044
Hidrojeoloji	0,108
Su kaynaklarına yakınlık	0,200
Akarsu yataklarına yakınlık	0,200
Arazi kullanım kabiliyetleri	0,044
Alt faktör	0,044
Erozyon	0,072
Arazi kullanım	0,044
Kapalılık	0,015
Sıcaklık	0,015
Yağış	0,070

Uygunluk analizinde işlenen puanlar Harita 5.1, Harita 5.2, Harita 5.3, Harita 5.4, Harita 5.5, Harita 5.6, Harita 5.7, Harita 5.8, Harita 5.9, Harita 5.10, Harita 5.11, Harita 5.12 ve Harita 5.13'de verilmiştir.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - DENİZDEN YÜKSEKLİĞİN PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Denizden Yüksekliğin Puan Dağılımı

1

2

Sınır

Havza Sınırı

Su Varlığı

Terkos Gölü

Deniz

Kaynak: USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

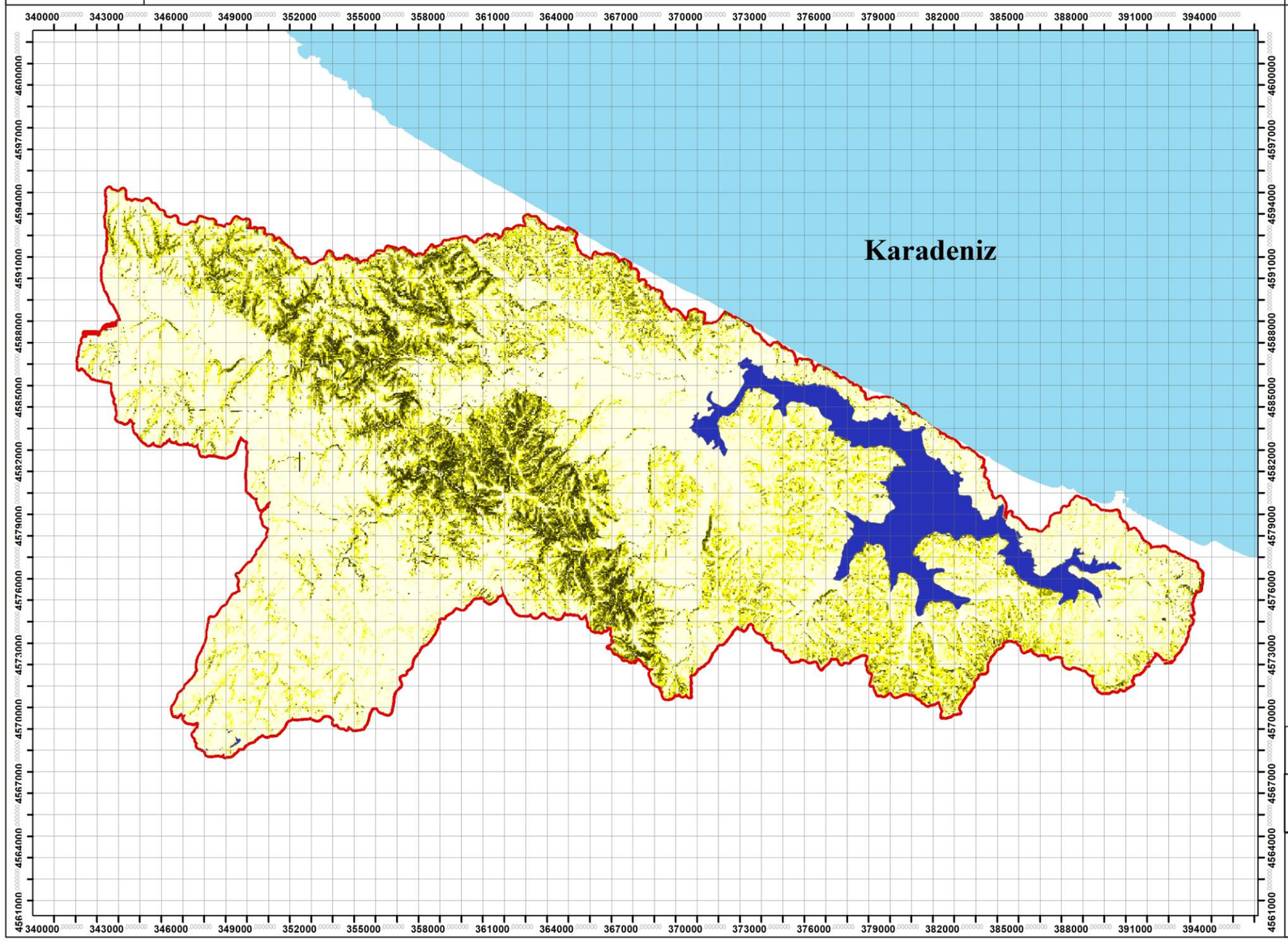
Şevval YÜZER

Harita 5. 1 Oluşturulan yöntem doğrultusunda denizden yükseklik analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - EĞİM DERECESİNİN PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Eğim Derecesinin Puan Dağılımı

- 1
- 2
- 4
- 6
- 8
- 10

Sınır

- Havza Sınırı

Su Varlığı

- Terkos Gölü
- Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

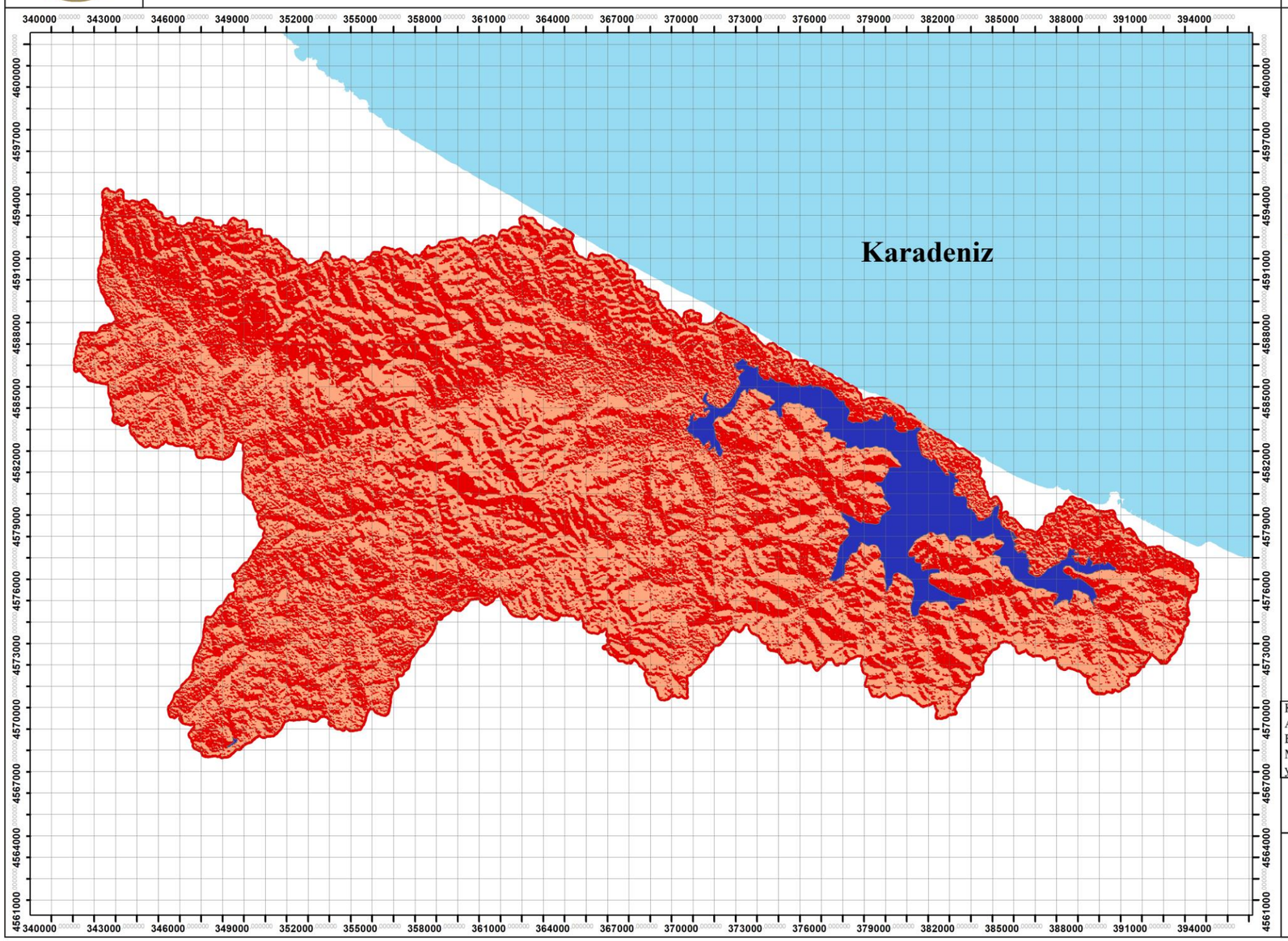
Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 2 Oluşturulan yöntem doğrultusunda eğim analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - BAKI PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Bakı Puan Dağılımı

5

10

Sınır

Havza Sınırı

Su Varlığı

Terkos Gölü

Deniz

Kaynak: USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

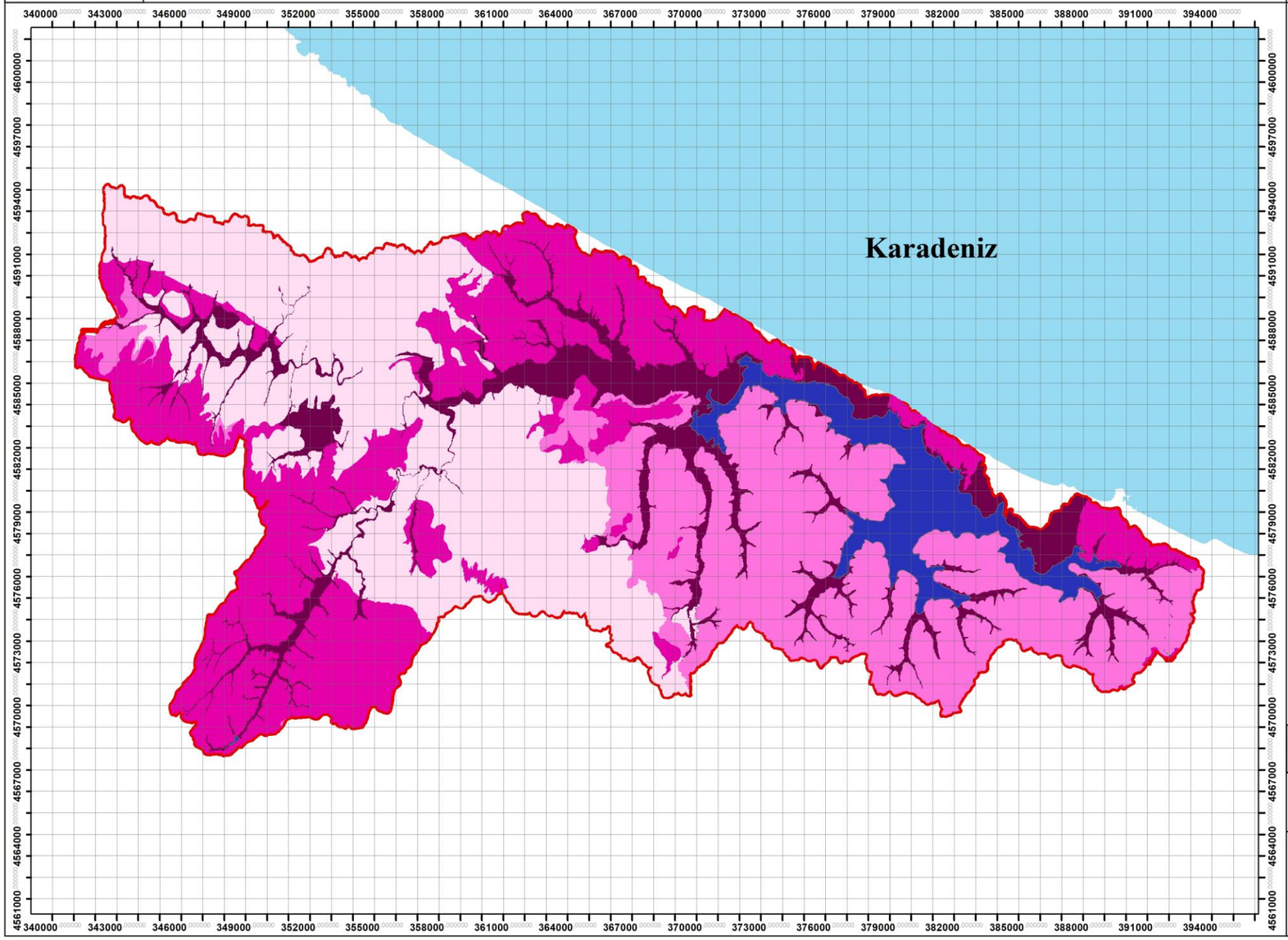
Şevval YÜZER

Harita 5. 3 Oluşturulan yöntem doğrultusunda bakı analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - JEOLOJİK YAPI PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Jeolojik Yapı Puan Dağılımı

1

4

7

10

Sınır

Havza Sınırı

Su Varlığı

Terkos Gölü

Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

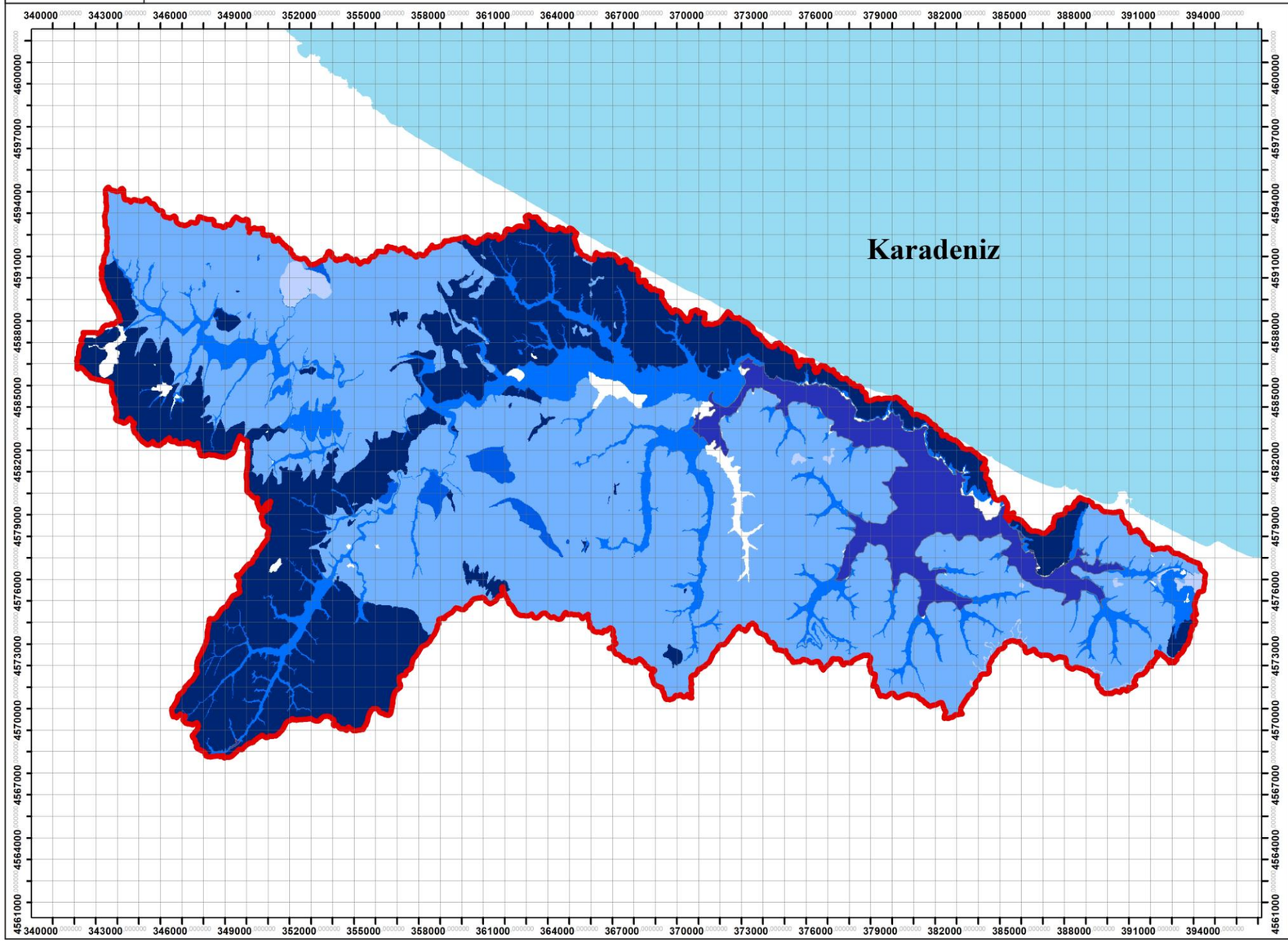
Şevval YÜZER

Harita 5. 4 Oluşturulan yöntem doğrultusunda jeolojik yapı analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - HİDROJEOLOJİK YAPI PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Hidrojeolojik Yapı Puan Dağılımı

- 1
- 4
- 7
- 10

Sınır

- Havza Sınırı

Su Varlığı

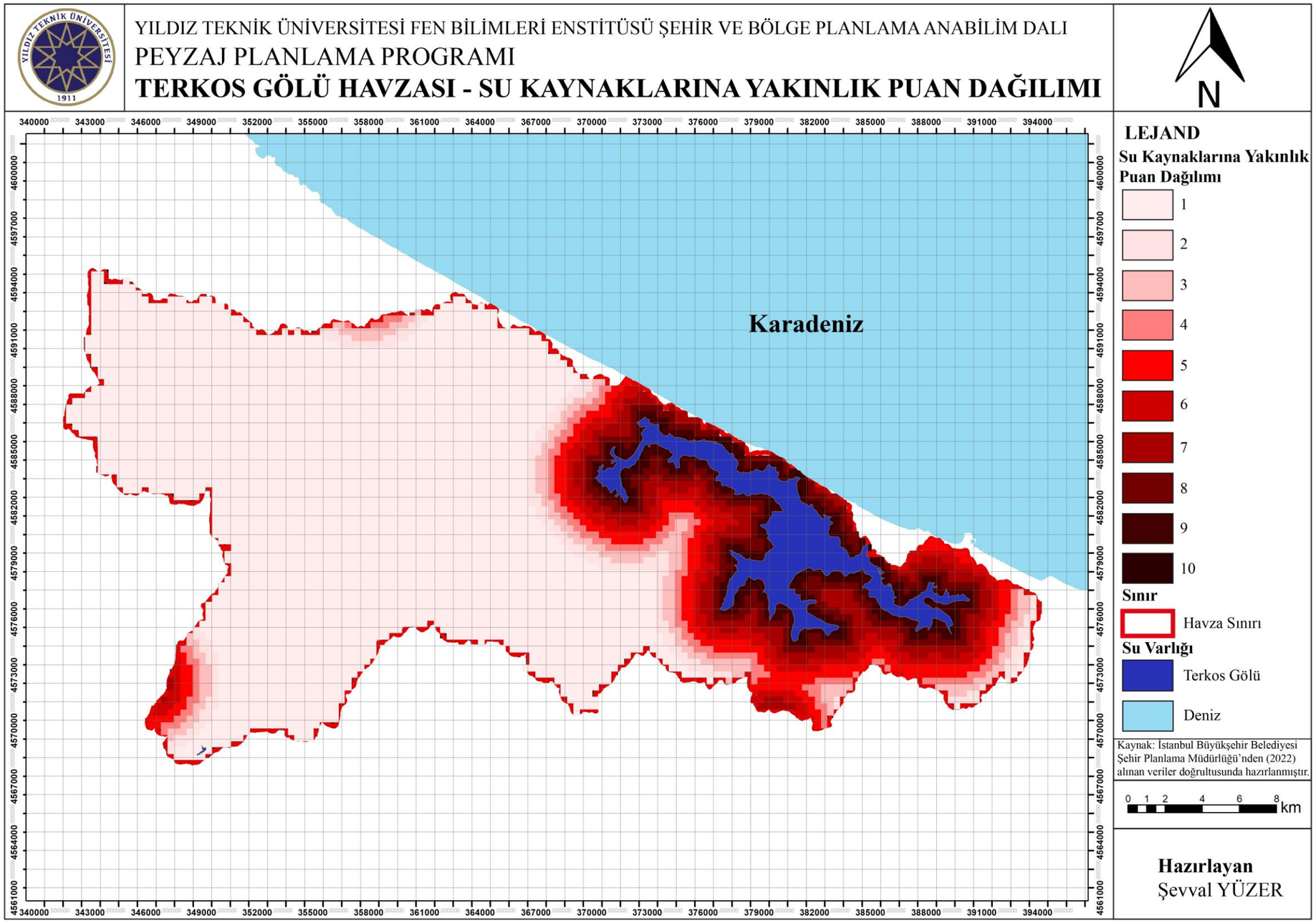
- Terkos Gölü
- Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 5 Oluşturulan yöntem doğrultusunda hidrojeolojik yapı analizinin puan dağılımı

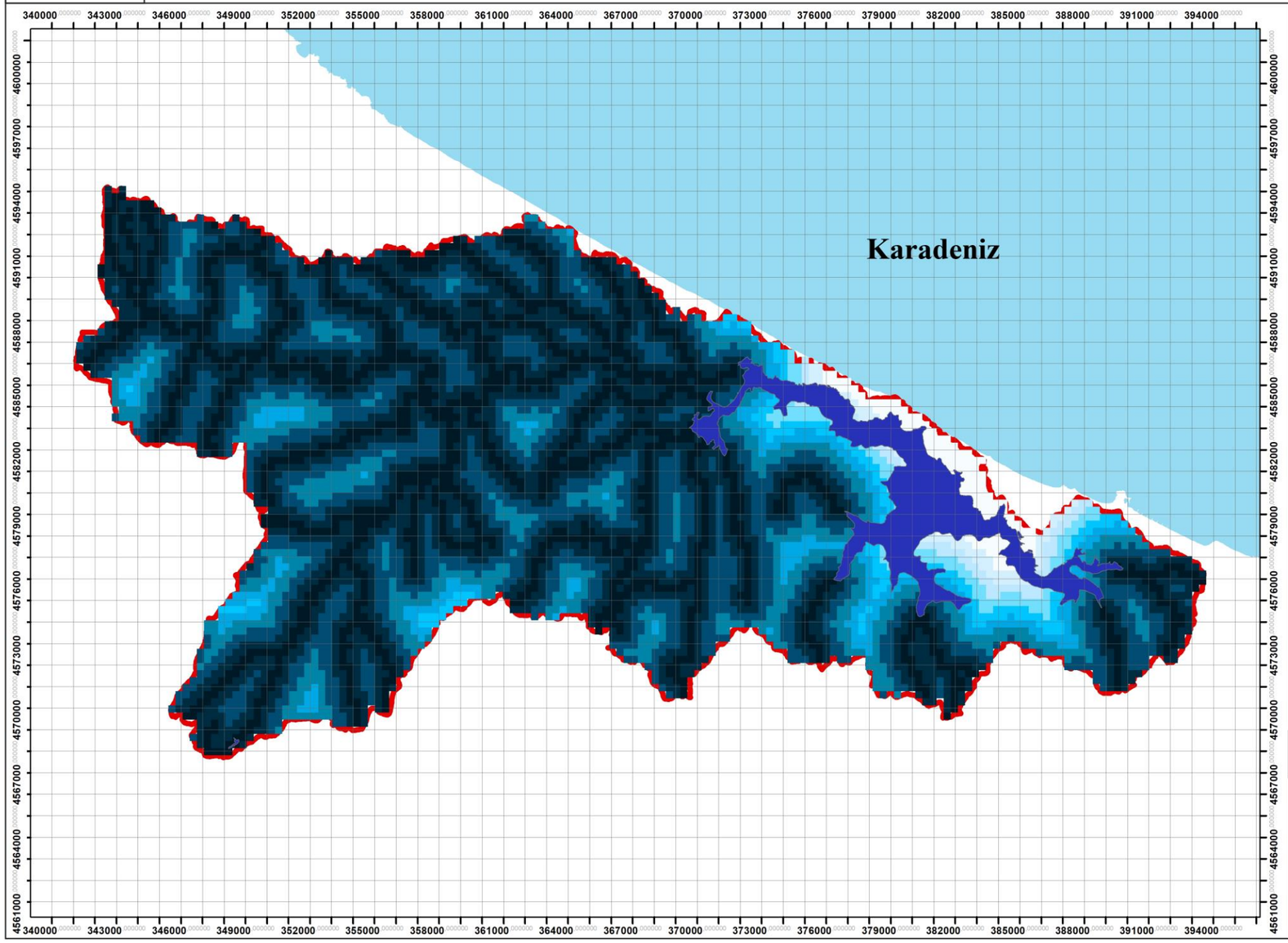


Harita 5. 6 Oluşturulan yöntem doğrultusunda su kaynaklarına yakınlık analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - AKARSU KAYNAKLARINA YAKINLIK PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Akarsu Kaynaklarına Yakınlık Puan Dağılımı

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Sınır

Havza Sınırı

Su Varlığı

Terkos Gölü

Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

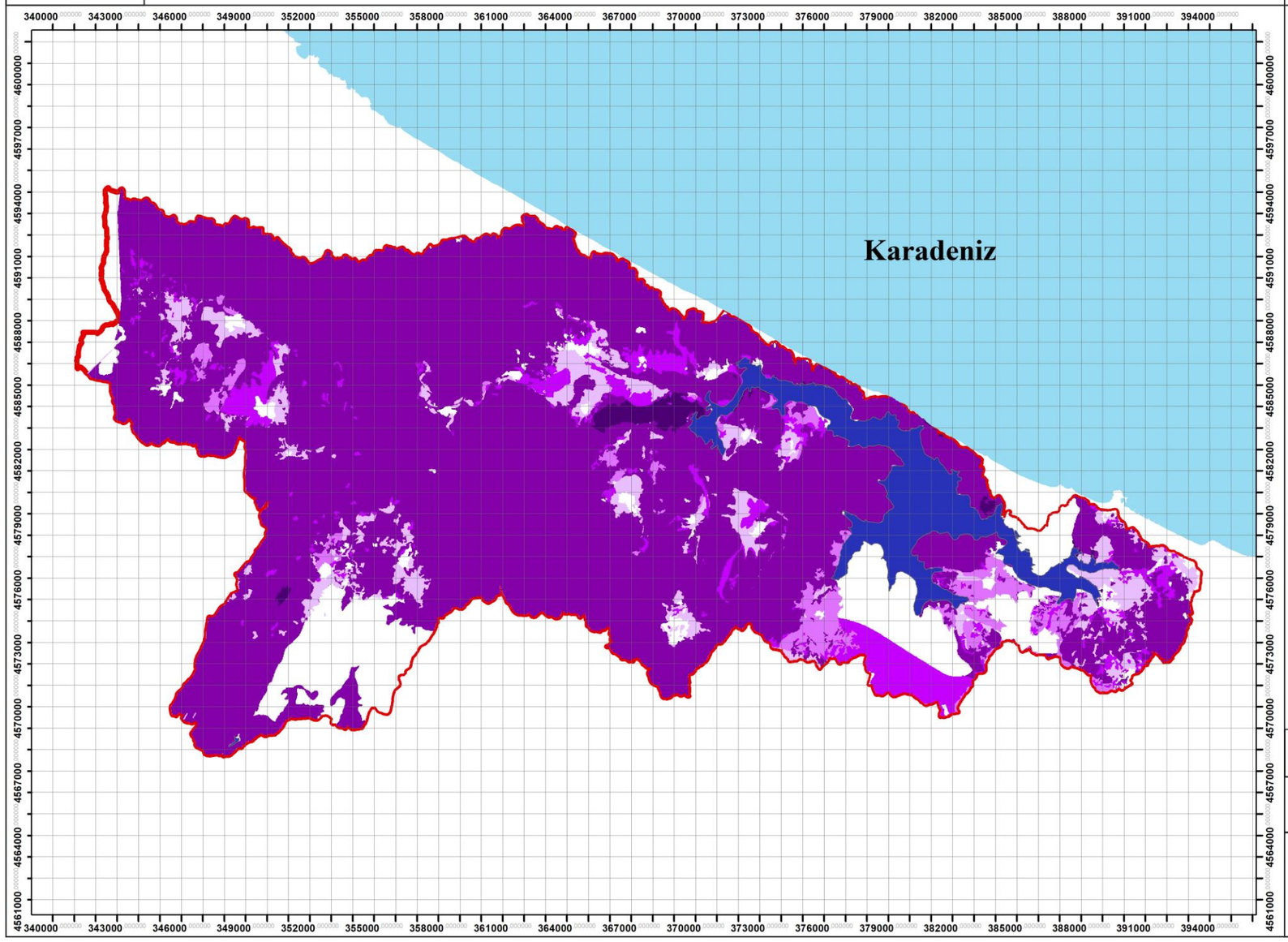
Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 7 Oluşturulan yöntem doğrultusunda akarsu kaynaklarına yakınlık analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - ARAZİ KULLANIM KABİLİYETİ PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Arazi Kullanım Kabiliyeti Puan Dağılımı

- 1
- 3
- 7
- 9
- 10

Sınır

- Havza Sınırı

Su Varlığı

- Terkos Gölü
- Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

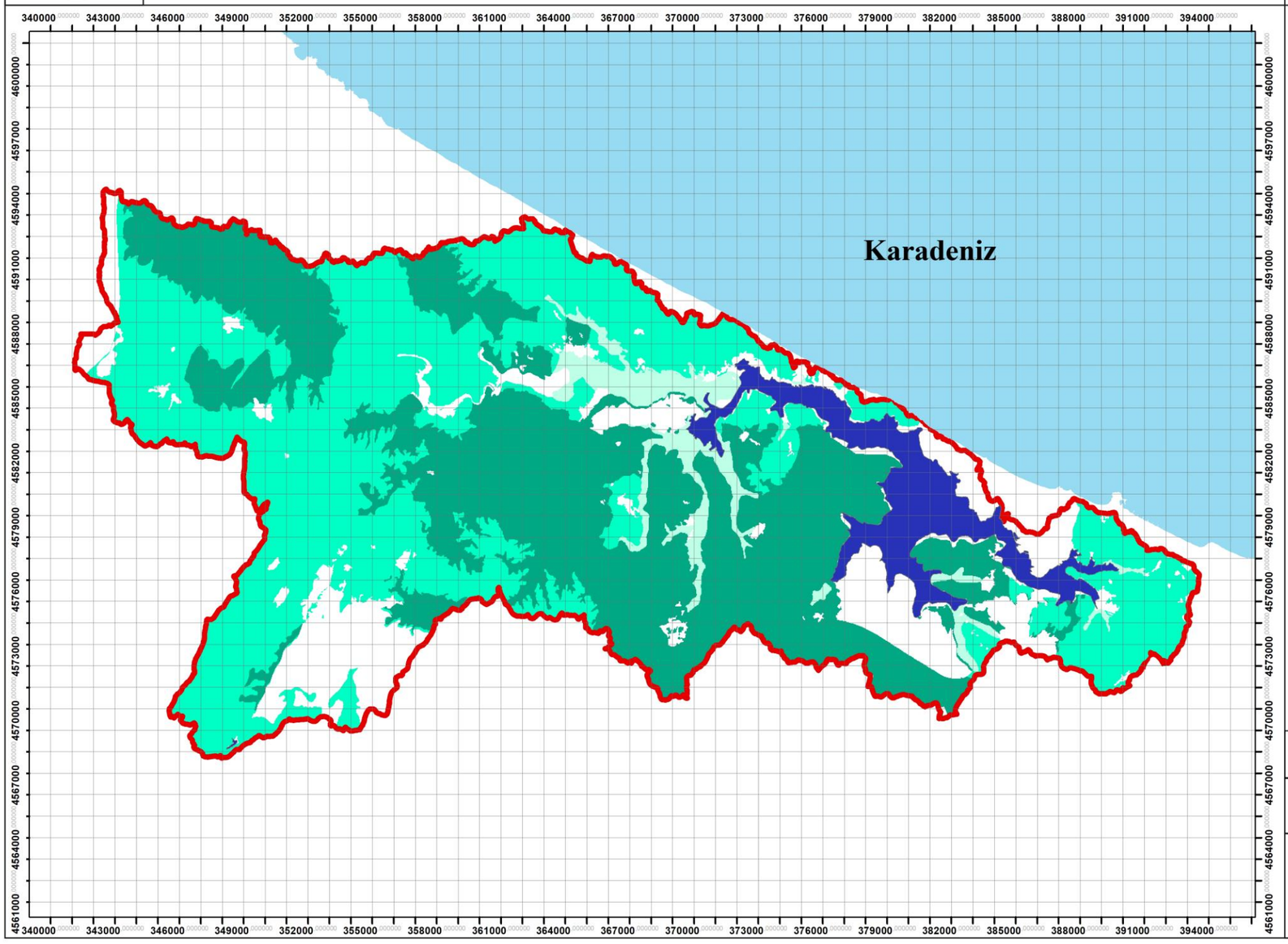
Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 8 Oluşturulan yöntem doğrultusunda arazi kullanım kabiliyetleri analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - ALT FAKTÖR PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Alt Faktör Puan Dağılımı

- 4
- 7
- 10

Sınır

- Havza Sınırı

Su Varlığı

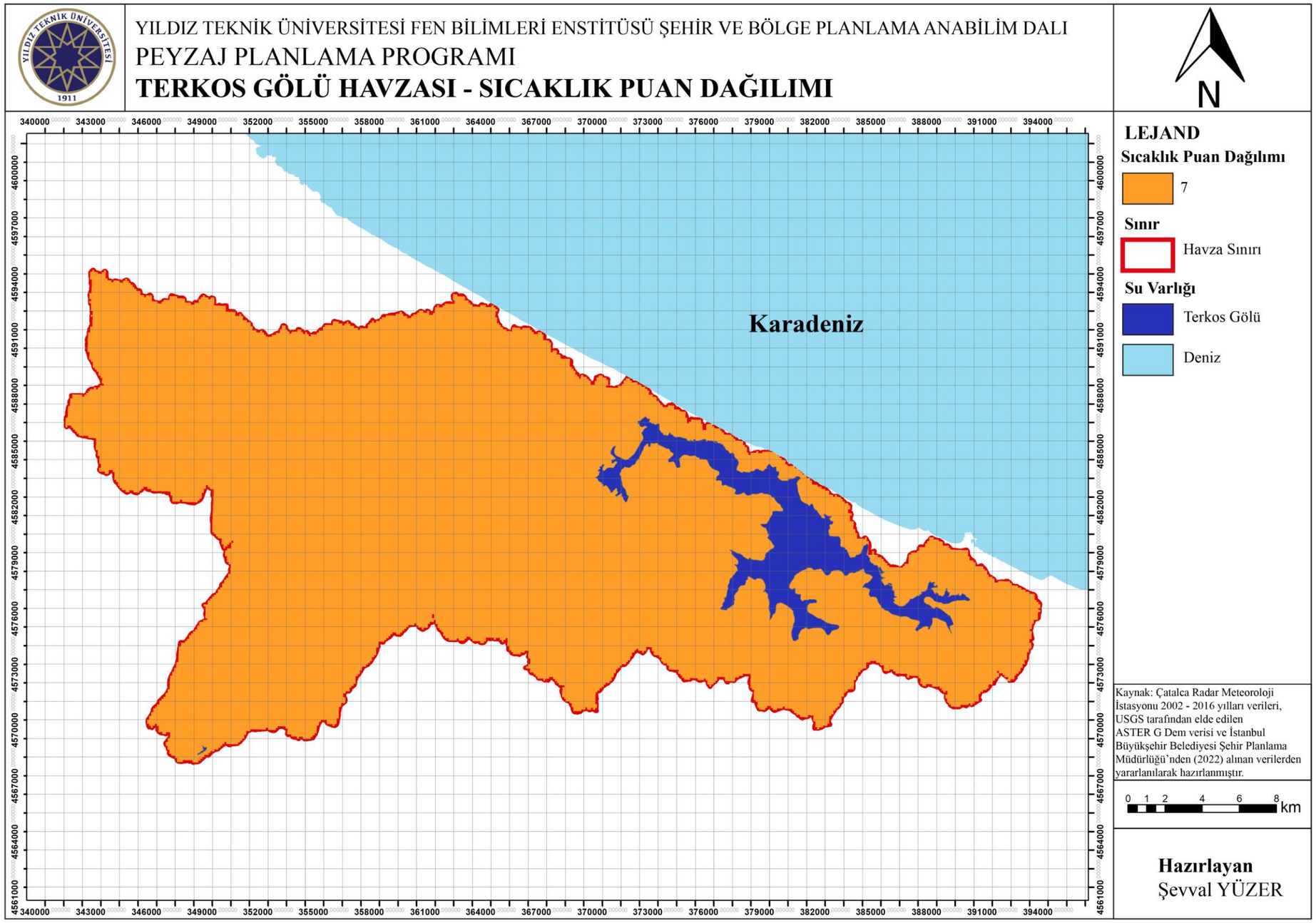
- Terkos Gölü
- Deniz

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

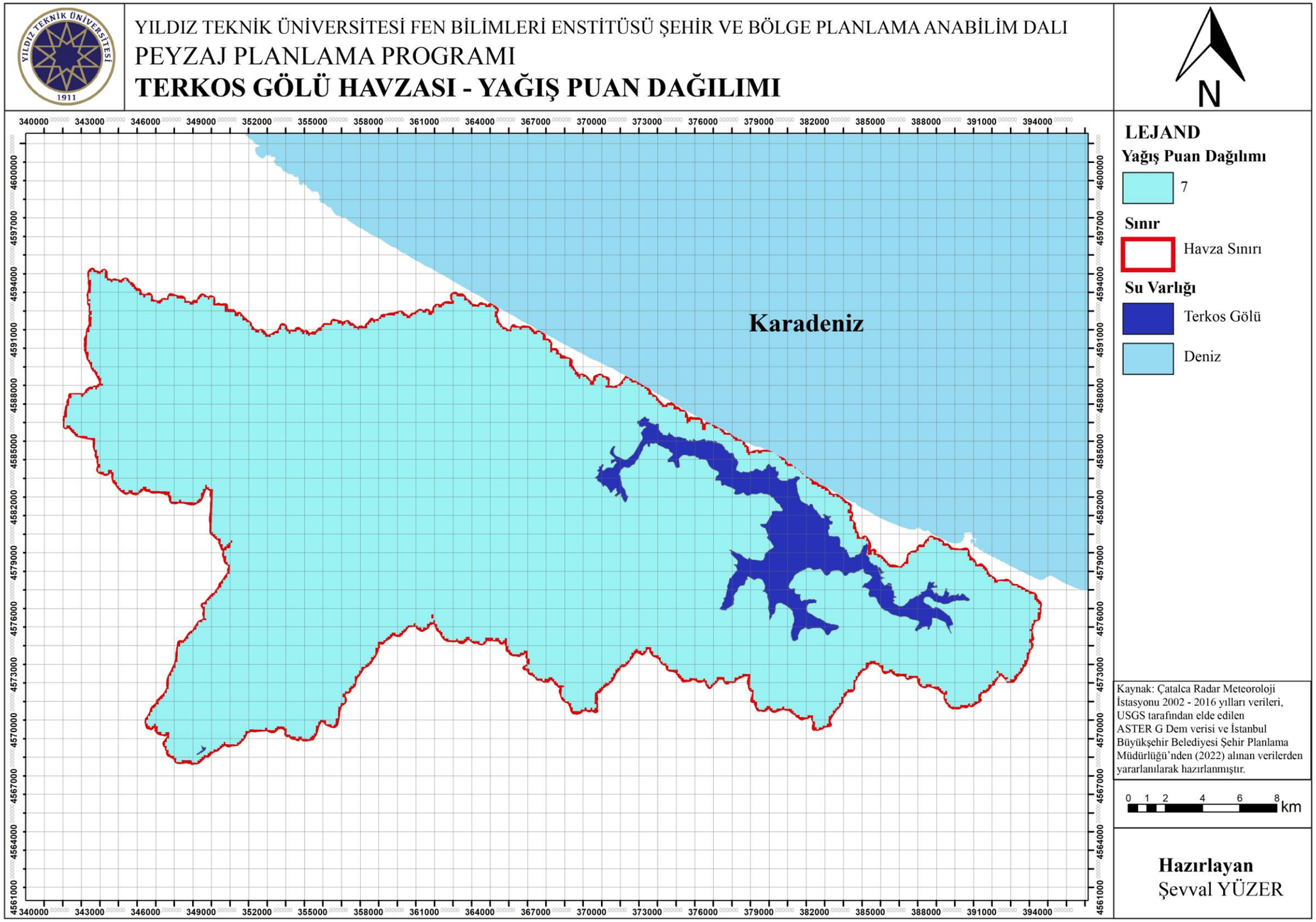
0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

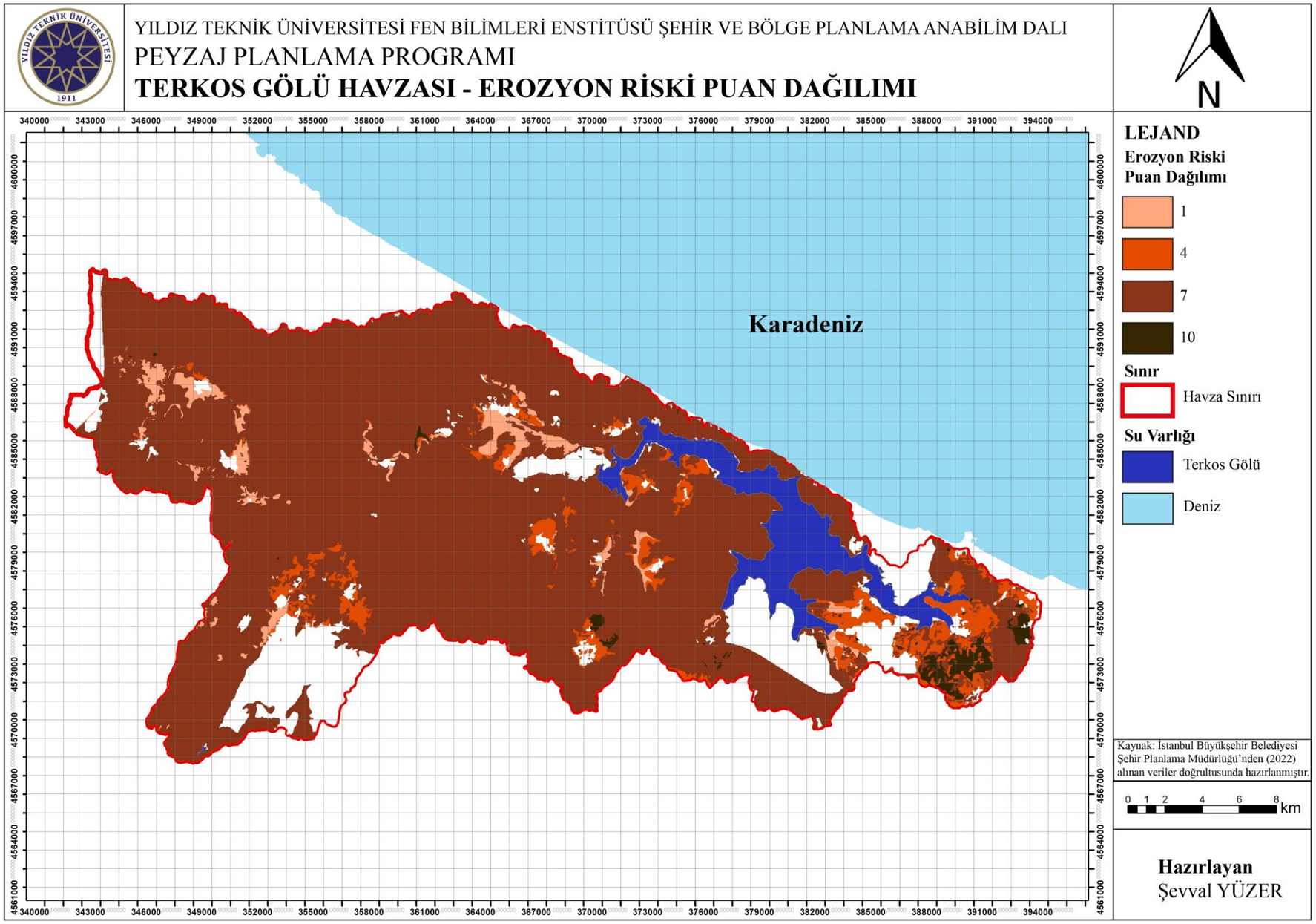
Harita 5. 9 Oluşturulan yöntem doğrultusunda alt faktör analizinin puan dağılımı



Harita 5. 10 Oluşturulan yöntem doğrultusunda sıcaklık analizinin puan dağılımı



Harita 5. 11 Oluşturulan yöntem doğrultusunda yağış analizinin puan dağılımı

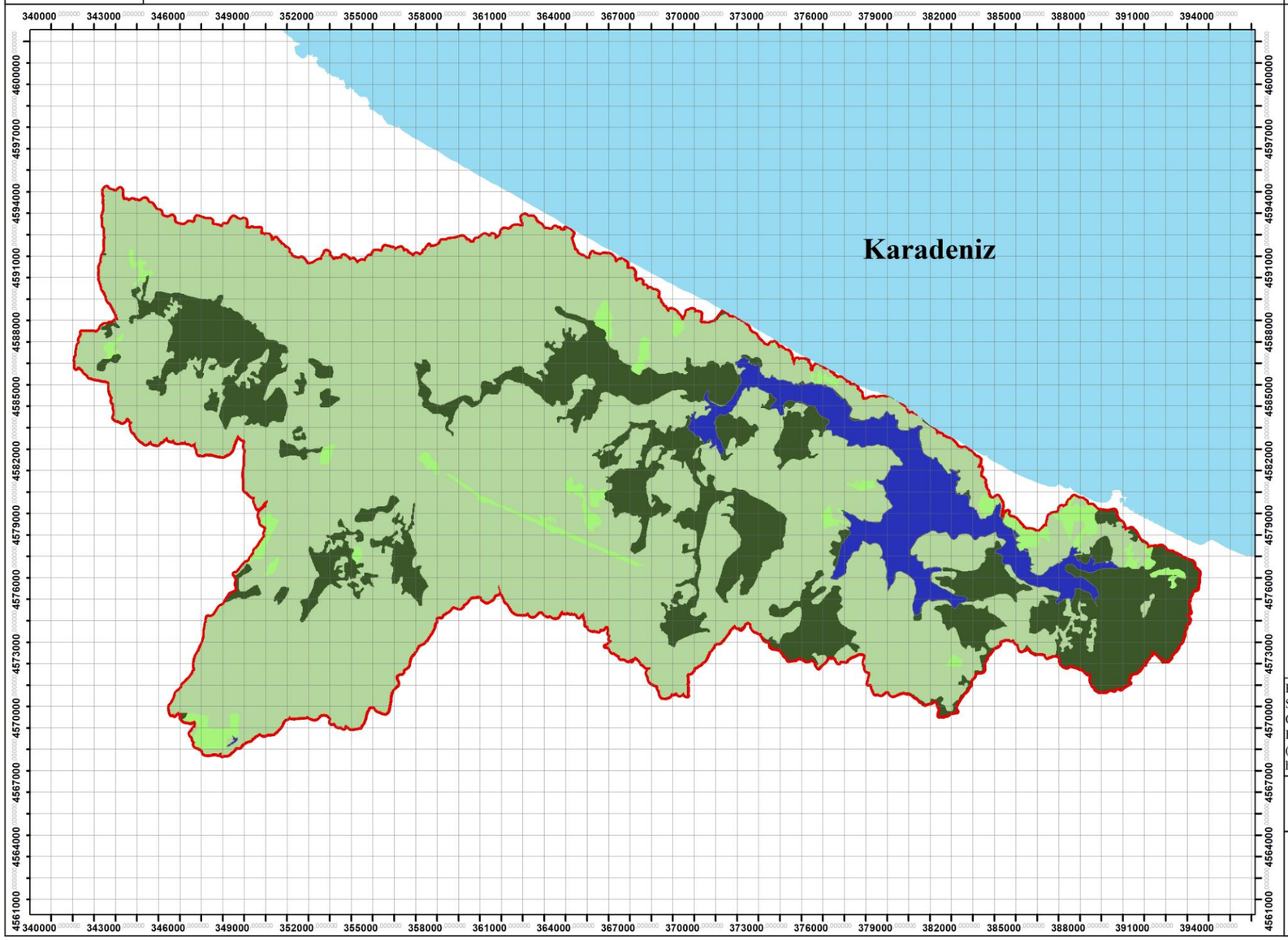


Harita 5. 12 Oluşturulan yöntem doğrultusunda erozyon riski analizinin puan dağılımı

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - ARAZİ KULLANIM PUAN DAĞILIMI



N

LEJAND

Arazi Kullanım Puan Dağılımı

1

4

10

Sınır

Havza Sınırı

Su Varlığı

Terkos Gölü

Deniz

Kaynak: Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan

Şevval YÜZER

Harita 5. 13 Oluşturulan yöntem doğrultusunda arazi kullanım analizinin puan dağılımı

Belirlenen kabuller doğrultusunda uygunluk analizi çalışması gerçekleştirilmiş olan çalışmada, analitik hiyerarşi sonucunda belirlenen faktör ağırlıkları ile alanların ulaştığı toplam puanlar işlenmiştir. 30x30 metrelik karelaja bölünenen havzada; **eş yükselti** tabloda belirlenen puanlar doğrultusunda 1 ve 2 puan almıştır. **Eğim** derecesinin içme suyu havza koruma kuşaklarında uygunluk puanlar alanda farklılaşmıştır. Yükseltinin ve orman örtüsünün bulunduğu eğim derecesi yüksek alanlar 10 puan almıştır. **Bakı** faktörü uygunluk analizi sonucu 5 ve 10 puan olmak üzere iki farklı puan almıştır. Uygunluk analizinde **jeolojik** yapının her havzaya göre değerlendirilmesi belirtilmiştir. Terkos Gölü Havzası'nda alüvyon, kumul, yamaç molozu, Ağaçlı Üyesi– ocak, güncel birikintiler ve 10 puan alarak kirlilik riskinin en yüksek olduğu alanlar olarak değerlendirilmiştir. Kıraç Üyesi ve Koyunbaba formasyonu 7, Ceylan formasyonu, Ağaçlı üyesi ve Çantaköy tüf üyesi 4 puan olarak modele işlenmiştir. Istranca birliğinin olduğu diğer formasyonlar ise 1 puan almıştır. **Hidrojeoloji** faktörünün, uygunluk analizinde geçirimli alanlar 10, yarı geçirimli alanlar 7, yarı geçirimsiz alanlar 4 ve geçirimsiz alanlar 1 puan almıştır. **Su kaynaklarına yakınlık** ve **akarsu kaynaklarına yakınlık** analizleri kaynağa en yakın alanlarda 10, en uzak alanlarda 1 puan olarak modele işlenmiştir. **Arazi kullanım kabiliyetleri** uygunluk analizinde; I, II, III. sınıf topraklarda 1, IV. sınıf topraklarda 3, VI. sınıf topraklarda 7, VII. sınıf topraklarda 9, VIII. sınıf topraklarda 10 puan almıştır. **Toprak alt faktör** analizinde es ve se faktörü 10, e faktörü 7, s ve w faktörü ise 4 puan almıştır. Modelde oluşturan yağış ve sıcaklığın puanlama sonucu havzada farklılaşmadığı görülmüştür. **Sıcaklık** ve **yağış** analizlerinin tüm havzada 7 puan aldığı görülmektedir. **Erozyon** analizi ise uygunluk analizinde erozyon riskinin birinci derece olduğu alanlarda 10, ikinci derece alanlarda 7, üçüncü derece alanlarda 4 ve dördüncü derece alanlarda 1 puan almıştır. Arazi kullanım ise orman alanları 1, seyrek bitki örtüsünün olduğu alanlar 4 ve yapılaşmış alanlar 10 puan olarak modele işlenmiştir. Ancak havzanın belirli alanlarında verilerin eksik olması, katmanlamada karşılaşılan bir problem olmuştur. Koruma alanlarının belirlenebilmesi için bu alanlar çevresi ile öznel bir değerlendirme yapılarak ortalama değerler verilerek sürece işlenmiştir.

Uygunluk analizi ve analitik hiyerarşi süreci sonrası ağırlıklı katmanlama ile her bir karelajın toplam puanları hesaplanmıştır. Toplanan puanların koruma alanlarında sınıflandırılması için ArcGIS uygulaması ile 'Natural breaks (Jenks)''ten

yararlanılmıştır. Jenks doğal kırılma yöntemi; değerlerin farklı sınıflara göre en iyi şekilde düzenlenmesine yarayan veri sınıflandırma yöntemidir [170]. Toplam dört bölümde koruma alanları sınıflandırılmıştır (Harita 5.14).

Koruma alanları birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü olarak dört bölüme ayrılmıştır. Birinci koruma alanı 53,60 km^2, ikinci koruma alanı 214,23 km^2, üçüncü koruma alanı 236,62 km^2 ve dördüncü koruma alanı 187,37 km^2 alana sahiptir (Tablo 5.5).

Tablo 5. 5 Oluşturulan model sonucu Terkos Gölü Havzası'nın koruma alanlarının alansal dağılımı

Öneri Koruma Alanları	**Alan (km^2)**
Birinci koruma alanı	53,60
İkinci koruma alanı	214,23
Üçüncü koruma alanı	236,62
Dördüncü koruma alanı	187,37

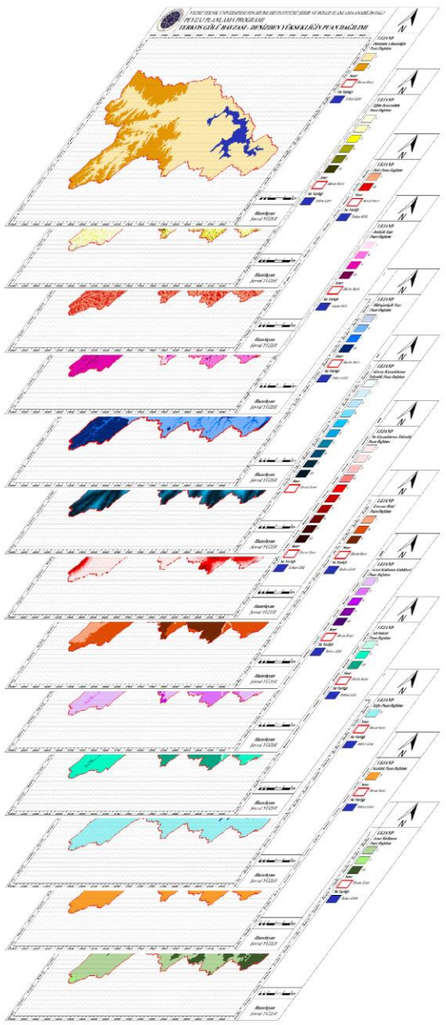
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

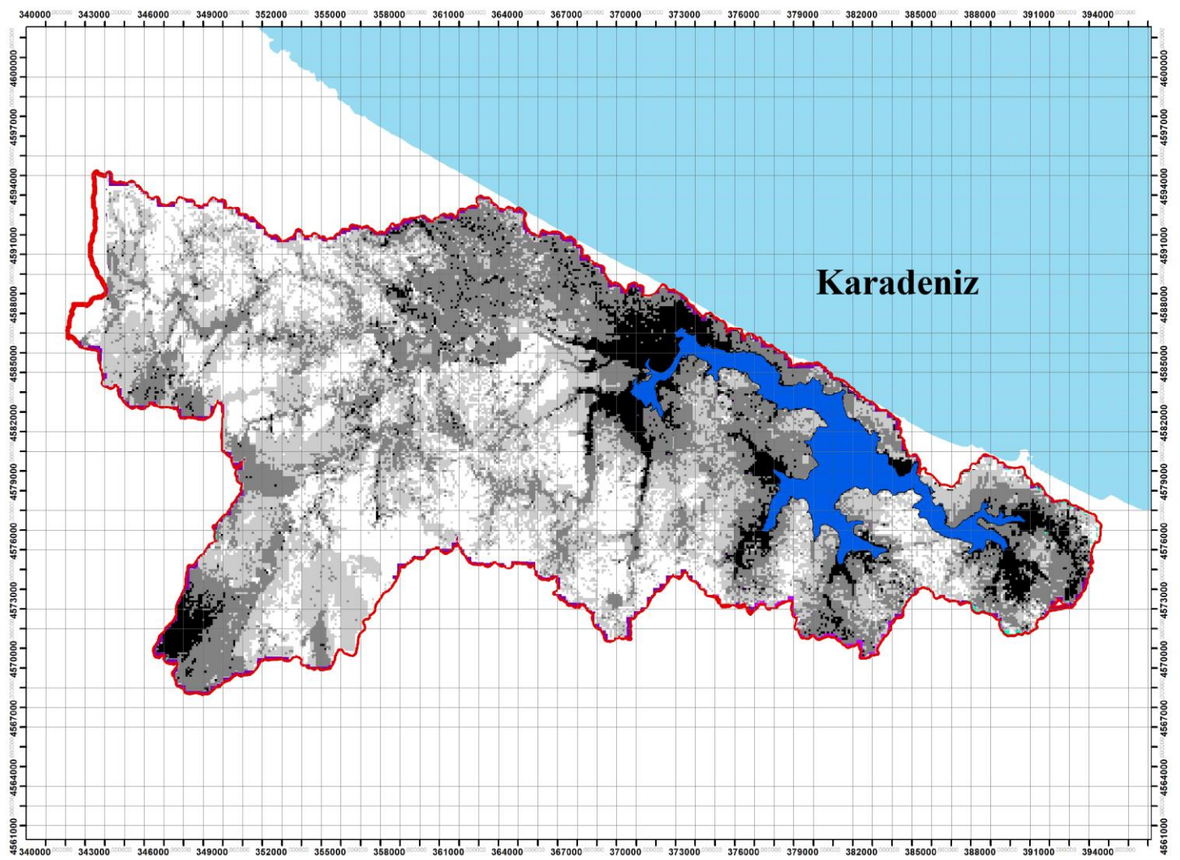
TERKOS GÖLÜ HAVZASI - PUANLAMA SONUCU BELİRLENEN KORUMA ALANLARI

N

UYGUNLUK ANALİZİ VE AHS İLE KATMANLAMA



AĞRILIKLI KAPLAMA VE JENKS KIRILIMI İLE KORUMA ALANLARININ DÖRT BÖLÜMDE SINIFLANDIRILMASI



LEJAND

Öneri Model Sonucu Belirlenen Koruma Alanları

- Birinci Koruma Alanı
- İkinci Koruma Alanı
- Üçüncü Koruma Alanı
- Dördüncü Koruma Alanı

Su Yüzeyi

- Göl
- Deniz

Sınır

- Havza Sınırı

Kaynak: Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002 - 2016 yılları verileri, USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi, Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 14 Terkos Gölü Havzası puanlama sonucu belirlenen koruma alanları

Yukarıda verilen tabloda yer almayan ancak havzaların kendine özgü doğal karakterinin ve biyolojik çeşitliliğin korunması için gereken parametreler de bulunmaktadır. Endemik türler, nesli tükenme tehlikesinde olan türler, kırmızı listede yer alan flora ve fauna elemanları koruma alanlarının belirlenmesinde ele alınmalı ancak bu verilerin mekansal dağılımına ulaşılamadığından puan cevteline dahil edilmemiştir.

Her havzanın kendine özgü yapısı, ekosisteminde barındırdığı riskleri ve biyolojik zenginliği bulunmaktadır. Yalnızca belirlenen puanlar yeterli olmayacağı için koruma alanları belirlenmeden havzaya yönelik envanterin oluşturulması önem taşımaktadır.

Terkos Gölü Havzası için oluşturulan envanter sonucu uygunluk analizinde belirlenen parametrelerin yanı sıra özel koşullar altında göle yakın ve kıyı çizgisinde değişim görülen göle yakın **Karadeniz sahili,** havza sınırına girmeyen **kumul** ve **kumul orman alanları**, endemik türlerinin varlığının yanı sıra ıslak alan vejetasyonunu barındıran **sulak alan** sınırları koruma alanlarına dahil edilmiştir (Harita 5.15).

Bu kapsamda Terkos Gölü havzası için endemik türlerin yer aldığı ve fauna elemanları için de önem taşıyan sulak alan ekosistemi birinci koruma alanına dahil edilmiştir. Bir türün korunması için, yaşam alanının korunmasının önemli olduğu kabul edilmiştir. Islak alan vejetasyonuna da sahip olan Terkos Sulak Alanı'nda, yapılaşmış alan varlığı ve tarım faaliyetleri su kaynağını ve sulak alan ekosistemini tehdit etmektedir.

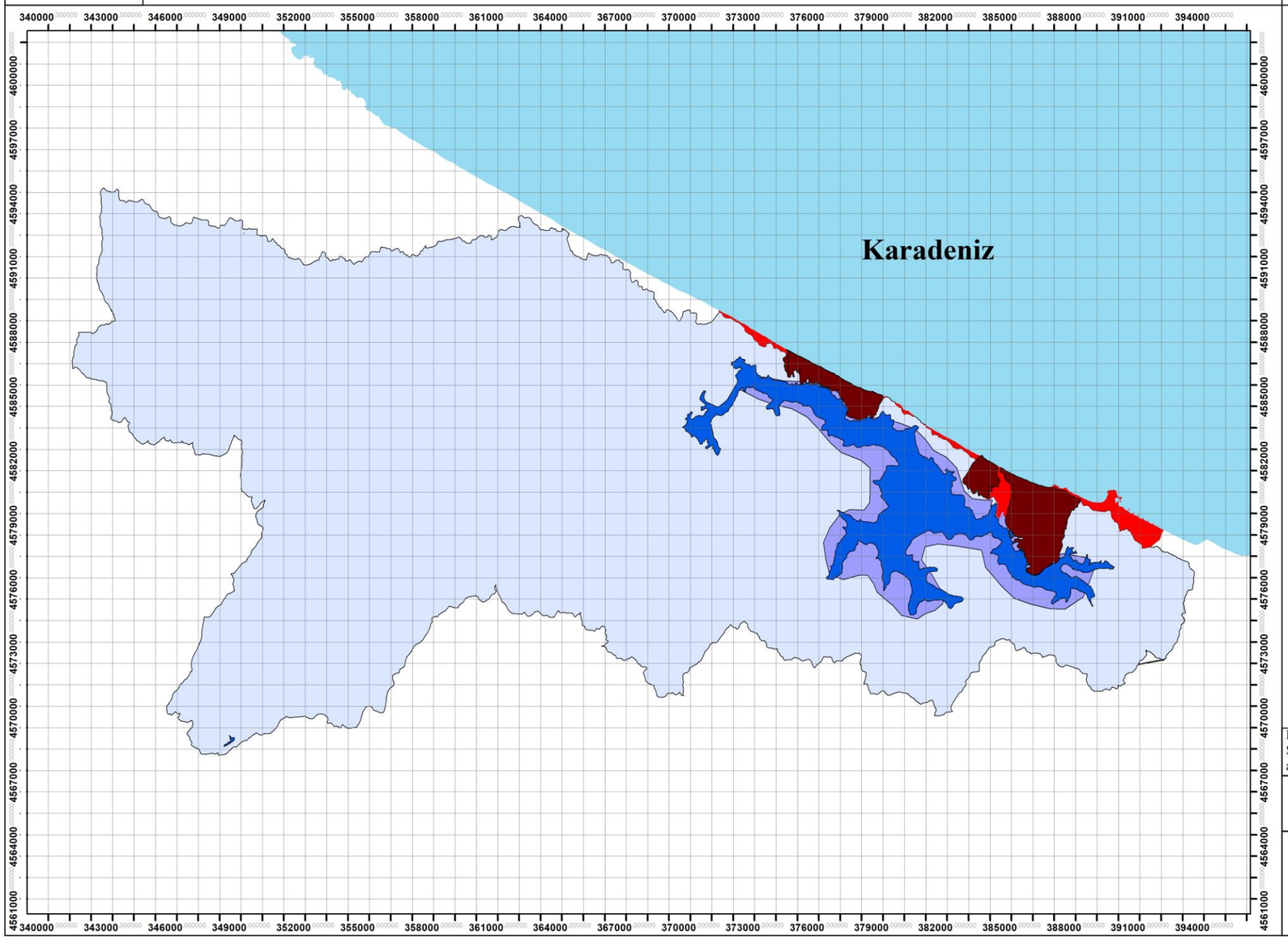
İçme suyu havza sınırında yer almamasına rağmen kıyı, göl ekosistemi için risk taşıyan ekosistemlerdendir. Yıllara göre kıyıda aşınmanın gerçekleşmesi ve göl – kıyı arasında mesafenin 250 metre olması, gölün korunmasında göle yakın Karadeniz kıyısının birinci koruma alanında ele alınmasına sebep olmuştur.

Bir diğer ele alınan özel koşul ise göl için en büyük risklerden biri olan kumul alanlarıdır. Çalışmanın bir önceki bölümünde açıklandığı gibi bu kumul alanlar hareketli ve stabilize edilmesi gereken kumul alanlarıdır. Kumul alanlarında ve kumul orman alanlarında gerçekleşecek bir müdahele doğrudan gölü ve havza ekosistemini etkileyeceği için kumul alanlarının bir bölümü havza sınırında yer almasa da koruma sınırlarında birinci olarak ele alınmıştır.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI - ÖZEL KOŞULLAR



N

LEJAND

Koruma Alanlarında Ele Alınan Özel Koşullar

- Göle yakın kıyı alanı
- Kumul - Kumul Orman Alanları
- Sulak Alan

Sınır

- Havza

Su Varlığı

- Terkos Gölü
- Deniz

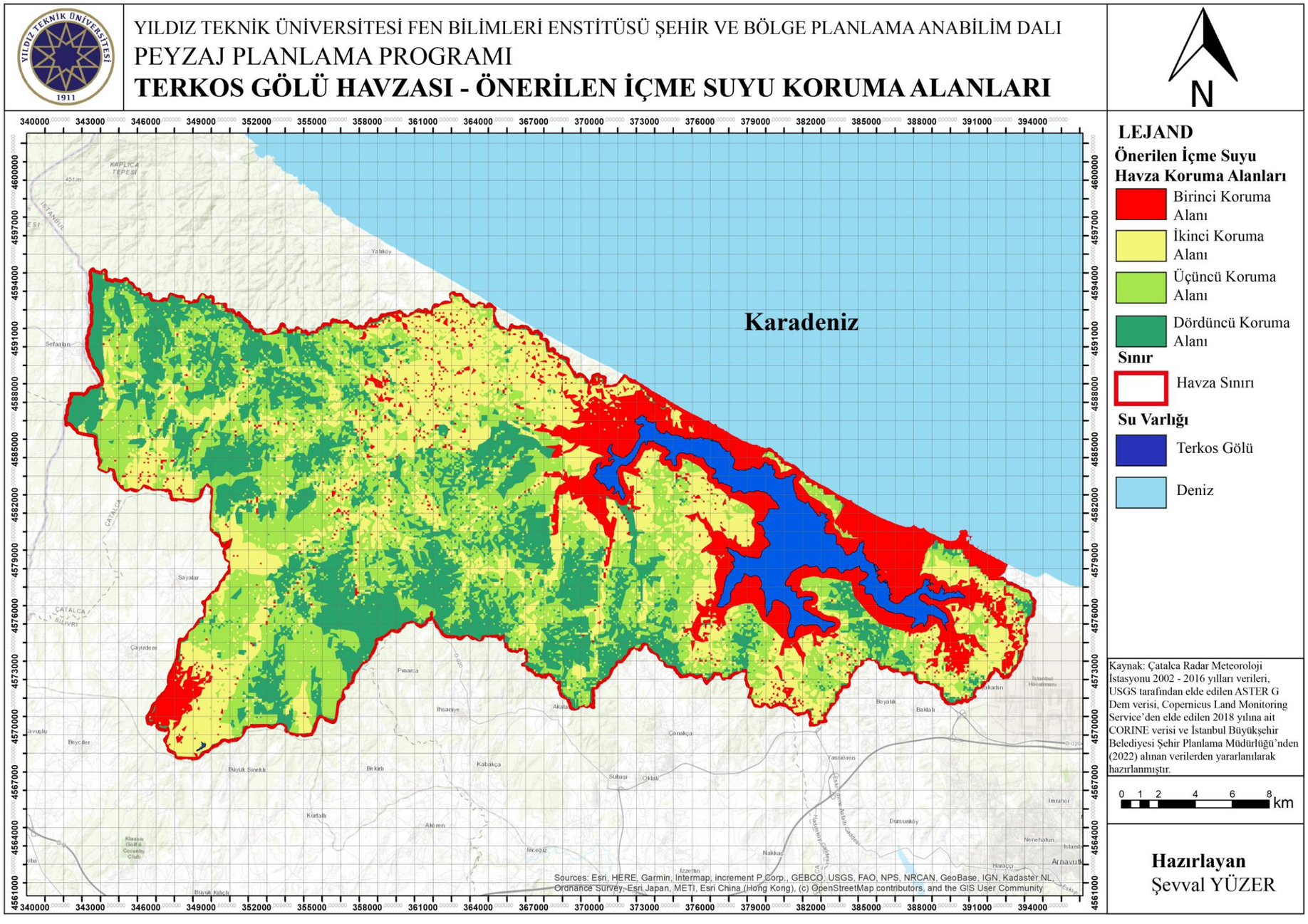
Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır.

0 1 2 4 6 8 km

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 5. 15 Terkos Gölü Havzası özel koşullar

Terkos Gölü Havzası'nda koruma alanlarının belirlenmesine yönelik puanlama sonucu oluşturulan koruma alanlarına ek olarak havzaya özgü koşullar koruma sınırlarına dahil edilmiştir. Karadeniz sahilinin göle yakın bölümü, Terkos sulak alanı, kumul alanı ve kumul orman alanının birinci koruma alanına dahil edilmesi sonucu nihai kuşaklar belirlenmiştir (Harita 5.16). Koruma alanlarının havzaya özgü değerlendirilmesinden sonra mevcut yaklaşımlarda bulunan 300 m'lik koruma alanının her havzada minimum değer olarak belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda 300 metrelik koruma alanı da birinci koruma alanlarına dahil edilmiştir. Koruma alanları ArcGIS yazılımında oluşturulduktan sonra *"smooth polygon"* aracında 100 metre tolerans değeri ile sınırlar yumuşatılmıştır.



Harita 5. 16 Terkos Gölü Havzası önerilen içme suyu koruma alanları

6
SONUÇ

Nüfus artışı, sanayileşme, kontrolsüz tarım faaliyetlerinin gerçekleşmesi, ekonomik kaygılarla gerçekleşen bölge planlama anlayışı ile doğal kaynakların tahribatı zaman içerisinde artış göstermiştir. Planlamanın; ekolojik temelli ülke planları, bölge planları ve bölgeleri oluşturan havzaların fiziksel, biyolojik ve ekolojik özellikleri doğrultusunda analizi ve bulgularına dayalı kararların fiziki mekana yansıması sonucu birbirleri ile ilişkisini ortaya koyması ve Nazım İmar Planları ve Uygulama İmar Planları'na altlık sağlaması gerekmektedir [171]. Ancak ekonomik kaygılarla oluşturulan ve coğrafi mekan planlamasının doğru kurgulanmaması sonucu yapılan bölge planları; doğal çevrenin tahrip olmasına, çevre sorunlarının artmasına ve doğal kaynakların tükenmesine sebep olmaktadır.

Küresel iklim değişikliği, su kaynağına ihtiyacın artması ve gelecek projeksiyonlar sonucu içme suyunun ve içme suyu havzalarının değeri gün geçtikçe artış göstermekte olup bu alanların korunarak kullanılması yaşamsal bir öneme sahip olmuştur. Tüm canlılar için hayati öneme sahip ve eşsiz bir doğal kaynak olan tatlı su tahribatının artışı, korunarak kullanılması için planlama faaliyetlerinin değişimine ihtiyaç olduğunu göstermiştir. Bu durum içme ve kullanma suyu temini için yaşamsal öneme sahip olan ve kente temiz su sağlamada önem taşıyan içme suyu havzalarının, korunarak kullanılmasına yönelik uygulamaların artışına sebep olmuştur. Küçükçekmece Havzası'nın içme suyu havza statüsünden çıkarılması, uyguladığımız sistemin değişimine ihtiyacın olduğunu göstermektedir. Havzaların korunarak kullanılmasında katkı sağlayacağı düşünülen değişimlerden biri koruma alanlarının her havzaya özgü olmasıdır. Koruma kuşakları; havzada uygulanacak arazi kullanım kararlarını kısıtlaması ve önlemlere yer vermesi ile havzada gerçekleşecek uygulamalara altlık teşkil etmesi ile önem taşımaktadır.

Ülkemizde içme suyu koruma kuşaklarına ve havzalara yönelik yönetmelikler yıllar içerisinde değişmiş olsa da koruma kuşaklarının mesafesine yönelik yöntemde değişimin görülmediğini söylemek mümkündür. 2020 yılından itibaren havzaya özgü koruma planları ve koruma alanlarına yönelik pratik ve uygulamalar gündeme gelmeye başlamış olmasına rağmen belirli mesafeler ve faktörler için uygulamada

değişim ve farklılık görülmemiştir. Ancak havzaya özgü gerçekleşen planlar ve özel hükümler, su kaynağının korunmasına yönelik atılmış önemli bir adımdır.

İçme suyu havzalarında; planlama ve yoğunluklar yönetmeliklerle belirlenmekte olup Terkos Gölü Havzası'nda orta ve uzun mesafe koruma kuşağında ortalama yoğunluk İSKİ Yönetmeliği doğrultusunda belirlenmektedir. Yalnızca standart mesafelerle belirlenen koruma alanlarına göre nüfus yoğunluklarının belirlenmesi, hassas alana sahip olan alanların zarar görmesine ve planlama faaliyetlerinin koruma işlevini gerçekleşmesinin önünde engel olduğunu söylemek mümkündür. Havzanın Arnavutköy'un merkezin orta mesafede koruma alanı kişi/ha yoğunluğu 40, uzun mesafede 80; kırsalda orta mesafede 20, uzun mesafede 25; Çatalca merkezde orta mesafede 40, uzun mesafede 60; kırsalda orta mesafede 20, uzun mesafede 25; Silivri'de ise orta mesafede 20 ve uzun mesafede yoğunluk 25 kişi/ha olarak belirlenmiştir (Tablo 6.1) [121].

Tablo 6. 1 Terkos Gölü Havzası İmar Planları hazırlanırken uyulacak yoğunluklar [121]

Havza	**Belediye**		**Orta Mesafeli Koruma Alanı Ortalama Yoğunluk (Kişi/ha)**	**Uzun Mesafeli Koruma Alanı Ortalama Yoğunluk (Kişi/ha)**
Terkos	Arnavutköy	Merkez	40	80
		Kırsal	20	25
	Çatalca	Merkez	40	60
		Kırsal	20	25
	Silivri		20	25

Yoğunlukların strandart mesafelere göre uygulanan koruma alanları doğrultusunda orta ve uzun mesafelere aktarılması, birbirinden farklı özelliklere sahip olan havzaların korunmasının önünde engel teşkil etmektedir. Havzalarda planlama faaliyetlerinin gerçekleşmesinde önem gösteren koruma alanlarının standart kuş uçuşu mesafelerle belirlenmesi, planlamanın koruma hedefine ulaşmasının önünde engeldir. Bu kapsamda, havzaların korunarak kullanılması için planlama faaliyetlerinin havzaya özgü değerler ve havzanın ekolojik yapısının göz önünde bulundurularak planlamaya altlık teşkil etmesine ihtiyaç vardır.

İçme suyu havzalarının korunarak kullanılması için havzaya özgü değerlerin kullanılarak koruma kuşaklarının belirlenmesinde alternatif bir yöntem sunmayı hedefleyen çalışmada ilk olarak havzanın ekolojik yapısını oluşturan unsurlar ve

birbirleri ile ilişkilerinden yola çıkılmıştır. Havzada yer alan abiyotik ve biyotik unsurların su kaynağına etkisini ortaya koymak için ekosistem öğeleri ele alınmıştır. Bir sonraki aşamada diğer ülkelerin içme suyu koruma alanlarını belirlemede kullandığı parametreler araştırılmış olup oluşturulacak modele katkı sunacak yaklaşımlar araştırılmıştır. Ülke örneklerinde içme suyu kuşak sayısı ve uygulamada kullanılan parametrelerle sınırlandırılmıştır. ABD, Almanya, İspanya, Fransa'da, Hırvatistan ve Türkiye örnekleri incelendiğinde birçok farklı parametrenin koruma alanlarını belirmeye dahil edildiği görülmüştür. Fransa'nın uyguladığı yaklaşımda; hidrojeolojik çalışmalar, hassasiyet-risk envanteri ve potansiyel kirlilik noktaları [88], İspanya'da jeolojik yapı, hidrojeolojik yapı koruma alanlarının mesafesini belirlemede ele alınmıştır [86]. Almanya ve Hırvatistan ise yöntemin belirlenmesinde ihtiyaç duyulan parametrelerde, yararlanılan örneklerdendir. Almanya'da fizyografik, klimatik, edafik, akuatik unsurların ve koruma alanlarının belirleyici olması önemli bir örnektir [85]. Hırvatistan ise hidrojeolojik, jeolojik, hidrolojik araştırmaları ele alması, insan faaliyetlerinin doğal ekosistemini sürece entegre etmesi ile önemli bir diğer çalışmadır [87].

Geçmiş dönemde yapılan çalışmalar ve ülke örneklerinden yola çıkarak uyguladığımız sisteme yönelik öneri için ilk olarak havzanın ekolojik hassasiyetinin ve karakterinin belirlenmesi için havzaya yönelik envanter çalışması gerçekleştirilmiştir. Koruma kuşaklarının belirlenmesine yönelik yöntem önerisi için örnek alan olarak seçilen Terkos Gölü Havzası; İstanbul için hayati öneme sahiptir. İstanbul'da yer alan diğer havzalara göre yapılaşmış alan miktarının daha az olması ve İstanbul'un akciğerlerini oluşturan kuzey ormanlarının olduğu yerde yer alması havzanın su miktarı ve su kalitesi için potansiyel taşısa da gerçekleşen ve plananan mega projeler, göl kenarında ve geçirimli alanlarda konumlanan yapılaşmış alanlar, tarım faaliyetleri ve mevcut planlarla çekim noktası haline gelmesi ile havza ekosistemi tehlike altındadır. Aynı zamanda havzada ekosistem unsurlarının çeşitliliği, koruma alanlarının belirlenmesine yönelik ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Havzada mevcut uygulanan koruma kuşaklarının, havzada gerçekleşen müdahaleler için yetersiz kaldığını söylemek mümkündür. Bu kapsamda havzaya özgü koruma kuşaklarının belirlenmesi için oluşturulan yöntem,

havzanın hassas alanları ve ekosistem unsurlarına göre şekillendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Gerçekleştirilen analizler ve oluşturulan yöntemde ele alınan parametreler sonucunda Terkos Gölü Havzası'nda koruma alanlarını şekillendiren unsurlar ve havzanın ekosistemine yönelik riskler aşağıdakiler olmuştur.

- 5-360 m arasında değişim gösteren topoğrafik yapı
- %20'den yüksek olan eğim derecesinin havzanın %28'ini oluşturması
- Havzanın Karadeniz ile etkileşim içinde olması
- %15 oranında alüvyon alanların varlığı
- Yeraltı suyunun depolanmasında önem taşıyan ancak kirlilik yüklerinin su kaynağına ulaşmasına sebep olabilecek %28 oranında geçirimli taneli ortamların olması
- Akarsulara ve su kaynaklarına yakında konumlanan tarım ve yapılaşmış alanlar
- %82 oranında havzada yer alan IIV. sınıf arızalı toprakların yer alması
- %92 oranında eğim-erozyon riskinin yer aldığı toprak yapısı
- 13 endemik türün ve 73 tehlike altındaki taksonun bulunması
- %90 oranında şiddetli, %1 oranında çok şiddetli erozyonun havzada görülmesi
- 2006-2018 yılları arasında yapay yüzeylerin 6 km^2, tarım alanlarının 2,6 km^2 artması ve orman alanlarının 8,3 km^2 azalış göstermesinin yanı sıra gerçekleşen ve planlanan projeler sonucu yapay yüzeylerin artış gösterme riski

Gerçekleştirilen analizler ve havzanın ekolojik özelliklerinin belirlenmesinden sonra eş yükselti, eğim, bakı, jeoloji, hidrojeoloji, hidroloji, toprak yapısı, arazi kullanım ve bitki örtüsü unsurları ele alınarak uygunluk analizi ve analitik hiyerarşi sürecini içeren alternatif bir model oluşturulmuştur. Ülke örneklerinden, literatür taramasından ve uzman görüşlerinden yararlanılarak oluşturulan puanlama sonucu Jenks kırılımı ile dört bölümde koruma kuşaklarının belirlenmesi ile özel koşullar dahil edilerek birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü koruma alanları oluşturulmuştur.

Tezde oluşturulan model sonucu koruma alanlarının sınırları ve alan büyüklükleri ile, mevcut Terkos Gölü Havzası'na yönelik koruma alanlarının sınırlarında büyük

farklılık görülmektedir (Harita 6.1). Koruma alanlarına göl alanı dahil edilmemiştir. Mevcut koruma alanında 30,61 km^2 olan mutlak koruma alanı, öneri sonrası 85,86 km^2'ye çıkmıştır. Bu alanlar su kaynağını ve havza ekosistemini olumsuz yönde etkileyecek faaliyetlere yönelik en hassas alanları kapsamaktadır. **Birinci koruma alanların** belirli bir bölümü su kaynağını kirletici faaliyetleri de içerisinde barındırmaktadır. Belirlenen alanlara yönelik rehabilitasyon, revejetasyon çalışmalarının gerçekleştirilerek, su kaynağını tehdit eden faaliyetlerin yasaklanması ve azaltılması önem taşımaktadır. Tarım faaliyetlerinde kısıtlama, ekolojik tarım faaliyetlerine dönüş, ağaçlandırma çalışmaları, altyapısı bulunmayan yerleşmelerin desantralizasyonun su kaynağının korunması için elzem olduğunu söylemek mümkündür. Birinci koruma alanlarında gelen alanlarda yapılaşmamaya izin verilmemesi ve bu alanların su kaynağı için hassas olan alanlar olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Kısa mesafe koruma alanının mevcut alanı 54,30 km^2, öneri sonrası ise ikinci koruma alanı 194,69 km^2 olmuştur. Yalnızca 700 metrelik koruma kuşağının, havzada koruma çalışmalarında etkin olmayacağını söylemek mümkündür. **İkinci koruma alanı;** birinci koruma alanına göre daha az riskin olduğu alanlardır ancak bu alanların da su ve havza ekosistemini olumsuz yönde etkileme gücüne sahip olduğu söylemek mümkündür. İkinci koruma alanında yer alan tarım alanları ve yapay yüzeylere yönelik düzenlemeye ve değişime ihtiyaç vardır. Bu alanlarda yapılaşmaya ve tarım faaliyetlerine izin verilmemesi gerekmekte olup tarım alanlarında ekolojik tarıma geçiş, mevcut konut alanlarında altyapısı olmayan yerlerde altyapının güçlendirilmesi ve su kaynağını tehdit eden alanların desatntrilizasyonu sağlanması gerekmekte olup su kalitesnini ve su miktarının artması için ağaçlandırma çalışmalarının gerçekleştirilmesi havza ekosistemi için önem taşımaktadır. **Üçüncü koruma alanı**; mevcut yaklaşımda 1000 m olarak belirlenen koruma kuşağından oldukça değişmiştir. 53,36 km^2 olan orta mesafe koruma alanı, 224,00 km^2'ye çıkmıştır. Bu alanlar; geçirimli alanlarda, erozyon riskinin yüksek olduğu, eğimin yüksek olduğu ve denizden yükseltinin arttığı alanlarda görülmüştür. Yöntem sonrası belirlenen üçüncü koruma alanı; su kaynağına uzak alanlarda görülmesine rağmen, kaynağı doğrudan etkileyecek unsurlara sahiptir. Üçüncü koruma alanında orman alanlarının yoğun olarak görülmesi potansiyel taşımasına rağmen, hassas ekosistem unsurlarının varlığı, orman alanında gerçekleşecek müdahalelerin doğrudan kaynağı etkilemesine sebep olacaktır. Orman alanlarının korunması, su kaynağını tehdit eden yapılaşmış

alanların havza dışına çıkarılması veya iyileştirilmesi önem taşımaktadır. Uzun mesafe koruma alanı ise 553,55 km^2'den 187,26 km^2'ye düşmüş olup havzanın korunmasında en az çalışmanın gerçekleştirilmesine sebep olan **dördüncü koruma alanı** olarak belirlenmiştir. Bu alanların azalmasının sebebi, önlemlerin ve kısıtlamaların ihtiyaç duyulduğu birinci, ikinci ve üçüncü koruma alanlarının artış göstermesidir. Ek olarak oluşturulan yöntem sonrası ve havzaya özgü özel koşulların dahil edilmesi, mevcut havza sınırının koruma alanlarına yansıması sonucun sınırın tartışılmasının da önünü açabilir. Özel koşullar sonrası havza sınırının dışında kalan 13,24 km2'lik alan birinci koruma alanına eklenmiştir. Bu alanlar; kumul alanının ve göle yakın Karadeniz sahilini kapsamaktadır. Koruma kuşakları belirlenirken havza sınırı ile alanın tamamının sınırlı kalması, bu alanların korunmasının önünde bir engeldir. Gölün kuzey ve kuzeydoğusunda havza sınırının sonlanması sonucu koruma zonları havza sınırı ile sınırlandırılmıştır. Ancak göl için hayati öneme sahip olan kumul alanı ve kıyı ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda bu alanların koruma sınırlarında ele alınması büyük önem taşımaktadır. Bu alanlar su kaynağına yakın olmasına rağmen havza sınırında yer almadığı için koruma çalışmalarına dahil edilmemesi, koruma kuşaklarının belirlenmesinde havza sınırının yeterli olup olmayacağını ve sınırın belirlenmesi tartışmalarını gerektirmektedir.

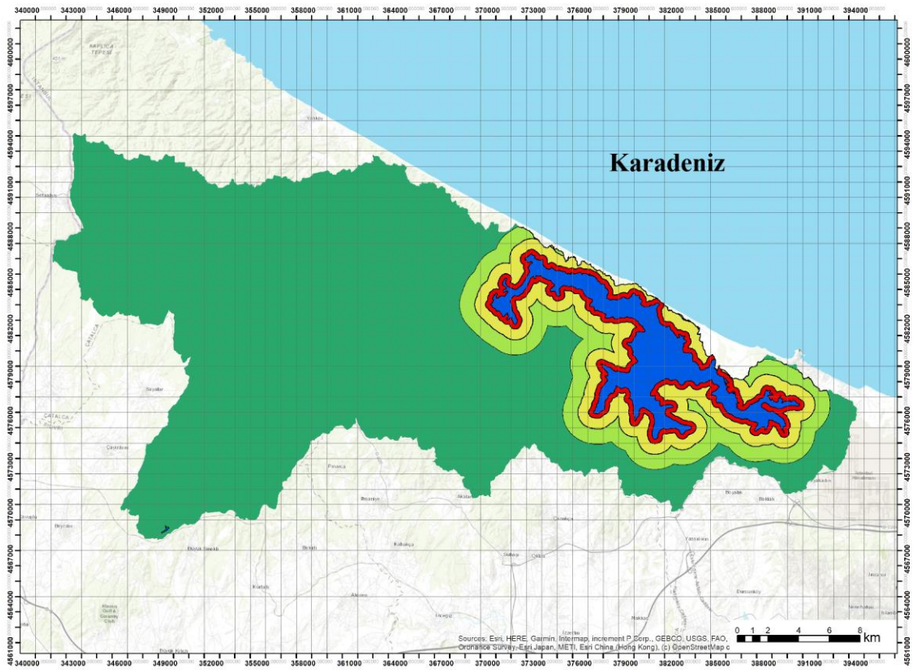
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

TERKOS GÖLÜ HAVZASI -KORUMA ALANLARI DEĞERLENDİRMESİ

N

Mevcut Koruma Kuşakları



LEJAND

Mevcut İçme Suyu Havza Koruma Alanları

- Mutlak Mesafe Koruma Alanı
- Kısa Mesafe Koruma Alanı
- Orta Mesafe Koruma Alanı
- Uzun Mesafe Koruma Alanı

Sınır

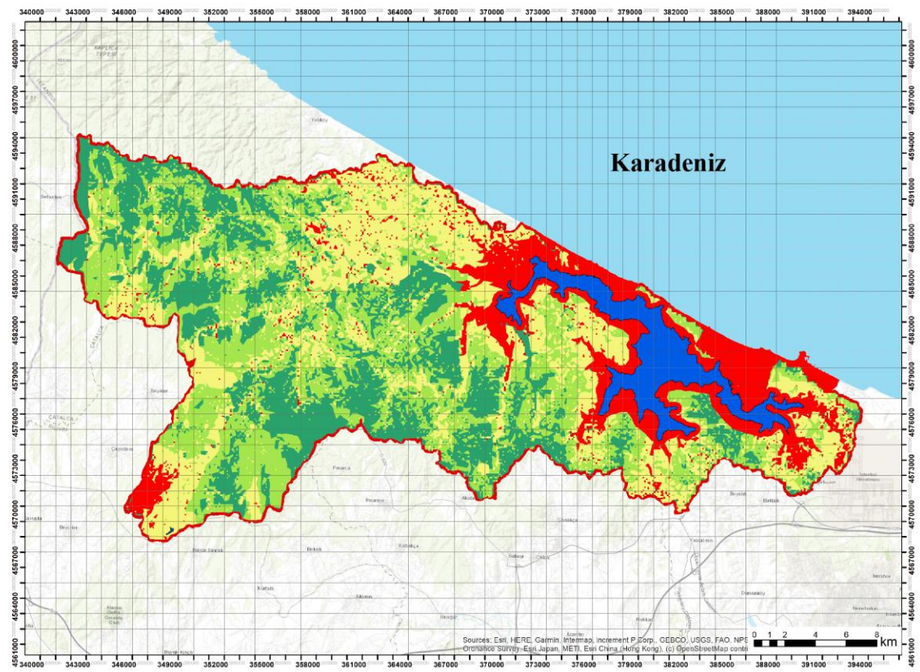
- Havza Sınırı

Su Varlığı

- Terkos Gölü
- Deniz

Mevcut Koruma Alanları	Alan (km²)
Mutlak	30,61
Kısa	54,30
Orta	53,36
Uzun	553,55

Öneri Koruma Alanları



LEJAND

Önerilen İçme Suyu Havza Koruma Alanları

- Birinci Koruma Alanı
- İkinci Koruma Alanı
- Üçüncü Koruma Alanı
- Dördüncü Koruma Alanı

Sınır

- Havza Sınırı

Su Varlığı

- Terkos Gölü
- Deniz

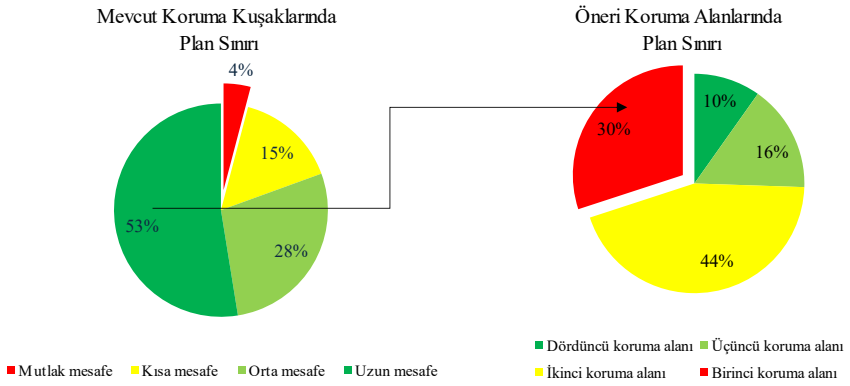
Öneri Koruma Alanları	Alan (km²)
Birinci koruma alanı	99,10
İkinci koruma alanı	194,69
Üçüncü koruma alanı	224,00
Dördüncü koruma alanı	187,26

Kaynak: Çatalca Radar Meteoroloji İstasyonu 2002 - 2016 yılları verileri, USGS tarafından elde edilen ASTER G Dem verisi, Copernicus Land Monitoring Service'den elde edilen 2018 yılına ait CORINE verisi ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Şevval YÜZER

Harita 6. 1 Mevcut - Öneri Terkos Gölü Havzası koruma alanları

Oluşturulan yöntem sonrası belirlenen koruma alanlarının planlamaya altlık vermesi durumunda Terkos Gölü Havzası için önem taşıyan Kanal İstanbul projesinin de yer aldığı *"İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği"* [172] ele alınmıştır. Plan, Terkos Gölü Havzası sınırı ile sınırlandırılmıştır. İlk olarak plan, mevcut koruma kuşakları ile değerlendirildiğinde mutlak mesafe koruma alanında 1,22 km^2, kısa mesafede 4,56 km^2, orta mesafede 8,33 km^2 ve uzun mesafede 15,62 km^2 alan kapladığı görülmektedir. Ancak öneri model sonrası koruma alanlarında plan sınırında büyük bir değişim görülmektedir. Orta ve uzun mesafe koruma alanında kalan bölümler, öneri sonrası birinci ve ikinci koruma alanlarına dönüşmüş ve bu alanlarına yönelik kısıtmaların, önlemlerin ve iyileştirme çalışmalarının ihtiyaç olduğu görülmüştür. Plan sınırında birinci koruma alanı 8,62 km^2, ikinci koruma alanı 13,52 km^2, üçüncü koruma alanı 4,68 km^2 ve dördüncü koruma alanı 2,91 km^2 alan büyüklüğüne sahip olmuştur. Çalışmada belirlenen özel koşulların (sulak alan, kumul alan ve su kaynağından itibaren 300 metrelik tampon bölge) eklenmesi ile ise koruma alanları havza sınırlarında birinci koruma alanında 8,93 km^2, ikinci koruma alanı 13,21 km^2, üçüncü koruma alanı 4,68 km^2 ve dördüncü koruma alanı 2,91 km^2'ye ulaşmıştır (Harita 6.2). Planın yalnızca %4 oranında mutlak koruma alanında yer alması ve %53 oranında uzun mesafede yer alması göz önünde bulundurulduğunda havzaya ve göle verdiği hasarın az olduğu söylenebilir. Ancak ekosistem unsurlarının değerlendirilmesi ve içme suyu koruma alanlarının havzaya özgü belirlenmesi sonrası planlama sürecine dahil edilmesi ile birinci koruma alanı plan sınırında %30'a ulaşmıştır. İkinci koruma alanı ise %44 olmuştur (Şekil 6.1). Bu durum sonucu uyguladığımız standart koruma alanları yaklaşımının, havzaya ve su kaynağına daha fazla hasar veren planlara izin verdiğini söylemek mümkündür.



Şekil 6. 1 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planında Terkos Gölü Havzası koruma kuşakları dağılımı

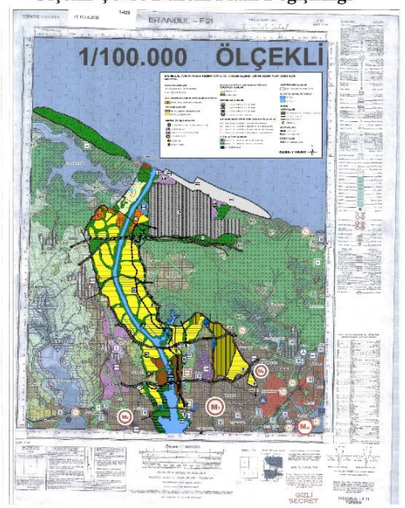
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANABİLİM DALI

PEYZAJ PLANLAMA PROGRAMI

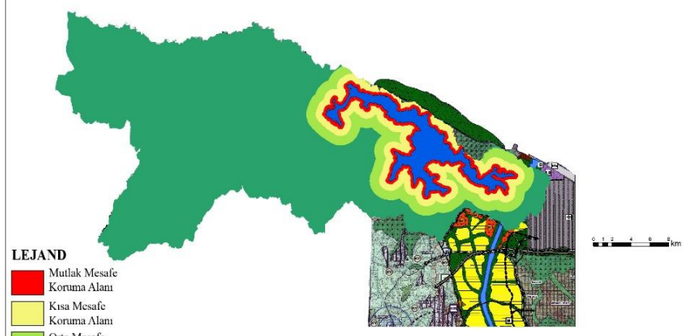
TERKOS GÖLÜ HAVZASI - İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde Koruma Alanları

N

İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği

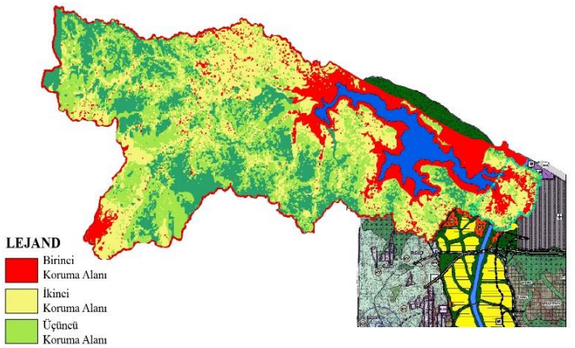


İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000
Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde
MEVCUT KORUMA KUŞAKLARI



LEJAND
- Mutlak Mesafe Koruma Alanı
- Kısa Mesafe Koruma Alanı
- Orta Mesafe Koruma Alanı
- Uzun Mesafe Koruma Alanı
- Göl

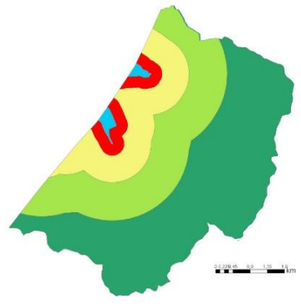
İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000
Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde
ÖNERİ KORUMA KUŞAKLARI



LEJAND
- Birinci Koruma Alanı
- İkinci Koruma Alanı
- Üçüncü Koruma Alanı
- Dördüncü Koruma Alanı
- Göl

İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde TERKOS GÖLÜ HAVZA SINIRI

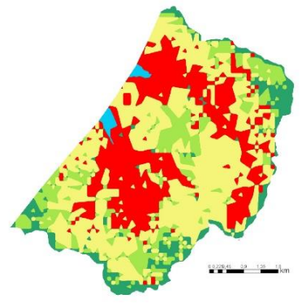
İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000
Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde
TERKOS GÖLÜ HAVZA SINIRINDA MEVCUT KORUMA KUŞAKLARI



LEJAND
- Mutlak Mesafe Koruma Kuşağı
- Kısa Mesafe Koruma Kuşağı
- Orta Mesafe Koruma Kuşağı
- Uzun Mesafe Koruma Kuşağı
- Göl

MUTLAK MESAFE 1,22 km²
KISA MESAFE 4,56 km²
ORTA MESAFE 8,33 km²
UZUN MESAFE 15,62 km²

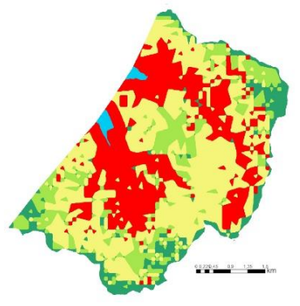
İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000
Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde
TERKOS GÖLÜ HAVZA SINIRINDA ÖNERİ KORUMA ALANLARI



LEJAND
- Birinci Koruma Alanı
- İkinci Koruma Alanı
- Üçüncü Koruma Alanı
- Dördüncü Koruma Alanı
- Göl

BİRİNCİ KORUMA ALANI 8,62 km²
İKİNCİ KORUMA ALANI 13,52 km²
ÜÇÜNCÜ KORUMA ALANI 4,68 km²
DÖRDÜNCÜ KORUMA ALANI 2,91 km²

İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000
Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde
TERKOS GÖLÜ HAVZA SINIRINDA ÖZEL KOŞULLAR SONRASI KORUMA ALANLARI



LEJAND
- Birinci Koruma Alanı
- İkinci Koruma Alanı
- Üçüncü Koruma Alanı
- Dördüncü Koruma Alanı
- Göl

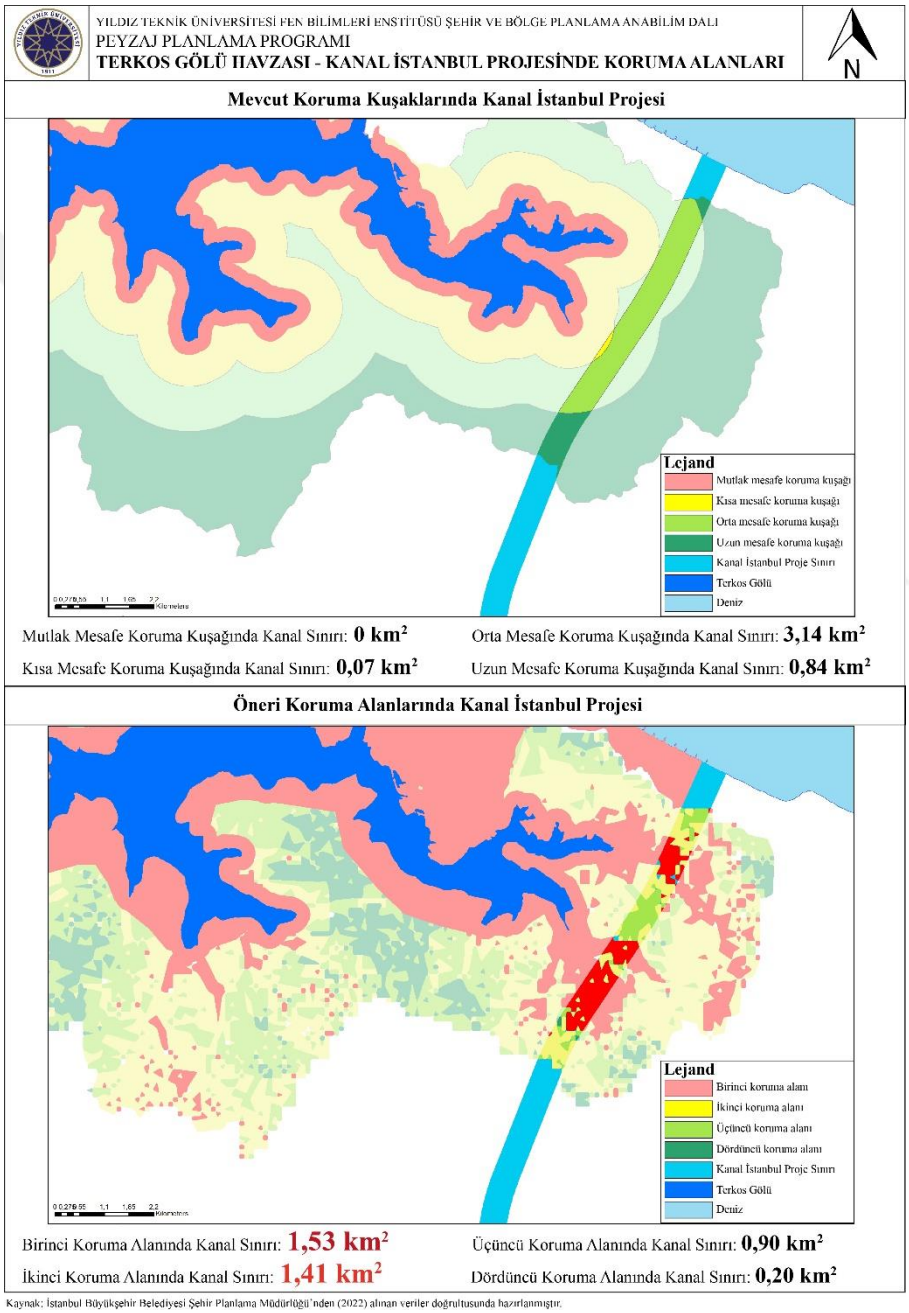
BİRİNCİ KORUMA ALANI 8,93 km²
İKİNCİ KORUMA ALANI 13,21 km²
ÜÇÜNCÜ KORUMA ALANI 4,68 km²
DÖRDÜNCÜ KORUMA ALANI 2,91 km²

Kaynak: İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği F21 Plan Paftası (23.12.2019 tarihinde onaylanan) ve
İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü'nden (2022) alınan veriler doğrultusunda hazırlanmıştır. Plan, koordinat sistemine uygun hale getirilmiş olup alan hesaplamasında ve sınırlarda değişim görülebilir.

Hazırlayan:
Şevval YÜZER

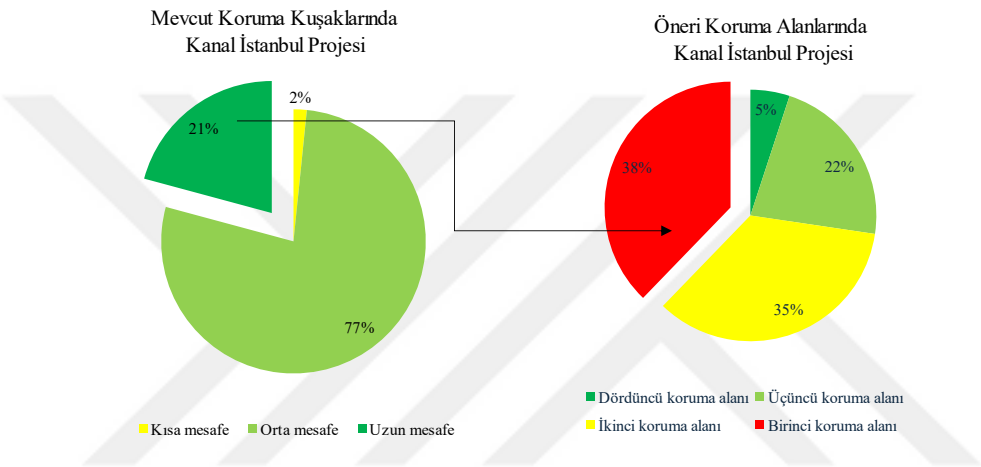
Harita 6. 2 İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği'nde koruma alanlarının değerlendirilmesi

Kanal İstanbul Projesi ele alındığında ise koruma alanlarının mevcut ve öneri ile oldukça farklılaşmış olduğu görülmüştür. Mevcut koruma alanlarında kanal projesi mutlak koruma alanını kapsamamasına rağmen öneri sonrası bu alan 1,53 km^2'ye denk gelmiştir. Kısa mesafe yalnızca 0,07 iken, öneri sonrası 1,41 km^2, orta mesafe 3,14 km^2 iken 0,90 km^2 ve uzun mesafe 0,84 km^2'ye denk gelirken öneri sonrası bu alanalar birinci ikinci ve üçüncü koruma alanlarına dönüşerek 0,20 km^2'ye düşmüştür (Harita 6.3).



Harita 6. 3 Kanal İstanbul Projesinde koruma alanları

Kanal İstanbul'un, mevcut koruma alan sınırlarının yüzdesel dağılımı, uyguladığımız sisteme yönelik sorunların vurgulanmasına olanak sağlamaktadır. Proje sınırının %21 oranında uzun mesafede ve %77 oranında orta mesafede yer aldığı görülmektedir. Mevcutta mutlak mesafeyi kaplamayan proje sınırı, öneri yöntem sonrası **%38 oranında birinci koruma alanına** dönüşmüş olup bu alan, havza için en hassas ve korunma-iyileştirme faaliyetlerininin en ihtiyaç duyulduğu bölüme denk gelmektedir. %2 oranında kısa mesafedeki alan ise %35 oranında ikinci koruma alanına denk gelmiştir. %21 oranında uzun mesafede yer alan proje yalnızca %5 oranında dördüncü koruma alanını kapsamıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6. 2 Koruma alanlarında Kanal İstanbul Projesi

Gerçekleştirilen analizler ve mevcut-öneri koruma alanlarının değerlendirilmesi sonucu, Kanal İstanbul'un düşünülenin aksine kaynağa daha zarar veren bir proje olduğunu söylemek mümkündür. Sonuç olarak su temini için vazgeçilmez ekosistem birimleri olan havzaların planlamaya altlık teşkil eden koruma kuşaklarının belirlenmesinde, kaynağı korumak için ekosistem unsurlarının planlamaya dahil edilmesi hayati önem taşımaktadır.

Oluşturulan yöntem ve özel koşulların havza koruma kuşaklarına dahil edilmesi sonucu havzada koruma-kullanma dengesinin sağlanacağı ve ekosistem unsurlarının korunacağı öngörülmektedir. Ancak oluşturulan yönteme yönelik bir takım güçlükler bulunmaktadır. Bu güçlükler aşağıda verilmiştir.

- İstatistiki bölge sınırlara yönelik verilerin doğal sınırlara uyumlu hale getirilmesi
- Doğal çevre yapısının tespitine yönelik verilerin eksikliği

- Belirlenen koruma alanlarının parçacıl olması ve sınırların belirlenmesinde, iyileştirilmesinde ve müdahalelerin gerçekleşmesinde yaşanabilecek zorluklar
- Koruma alanlarının artış göstermesi sonucu önlemlerin ve iyileştirme çalışmalarının artış göstermesi

Ek olarak çalışmada nesnel bir değerlendirme gerçekleşse de bir takım öznel yargılar yer almaktadır. Uzman görüşlerinden ve literatürden yararlanılmasına rağmen, puanlama sistemi, AHS ve özel koşullarda belirli öznelliğin yer alması yönü ile çalışma eleştirilebilir. Ancak havza ve ekosistem odaklı yöntemin, ekip çalışması ve birçok farklı disiplinin uzmanları ile çalıştırılacağı düşünüldüğünde belirlenen yöntem geliştirilmeye açıktır. Çalışmada temel yargı, koruma kuşaklarının değişmesinde var olan ihtiyaçtır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda;

- İçme suyu havzalarında koruma kuşakları; yalnızca su kaynağını korumak için değil havza ekosistemini korumaya yönelik de kurgulanmalıdır. Havzada yer alan endemik türler, vejetasyon türleri, koruma altına alınan fauna elemanları, havzaya özgü özel koşullar dikkate alınmalıdır.
- İçme suyu havzalarının korunması için yalnızca havza sınırları yeterli olmayabilir. Koruma çalışmalarının gerçekleşmesinde; havzanın ekolojik yapısı, unsurları ve baskıları tanımlanarak özel koşullar göz önünde bulundurularak koruma alanları belirlenmelidir. Gerektiğinde koruma alanları havza sınırları dışına çıkabilmelidir.
- Koruma alanlarının belirlenmesi ile belirli faaliyetlerin kısıtlanmasına ve düzenlenmesine ihtiyaç vardır.
- Hassas ekosisteme sahip olan, yaşamsal öneme sahip içme suyu havzalarının bütüncül planlama sisteminde değerlendirilmesi gerekmektedir.
- İçme suyu havzalarını korumaya yönelik mevzuattaki çelişkiler giderilmeli ve yasal boşluklar ortadan kaldırılmalıdır.
- Havzaların korunmasına yönelik gerçekleştirilecek çalışmaların yürütüldüğü ekipte, ekoloji tabanlı farklı disiplinlerden uzmanlar yer almalıdır.

- Her havza birbirinden farklı karakteristik özellik gösterdiği için her birine yönelik özel havza planları, koruma sınırları, hükümleri, nüfus büyüklüklerin belirlenmesi ve onarım çalışmaları gerçekleştirilmelidir.
- Doğal kaynakların korunarak kullanılması için uluslararası antlaşmaların getirdiği hükümler uygulanmalı ve uluslarası hukuka uygun politikalar geliştirilerek uygulanmalıdır.

Koruma çalışmalarının, onarım çalışmalarından daha kolay ve uygulanabilir olduğunu söylemek mümkündür.

KAYNAKÇA

[1] M. A. Abu-Zeid, «Water and sustainable development: the vision for world water, life and the environment,» Water policy, cilt 1, no. 1, pp. 9-19, 1998.

[2] N. J. Marobhe, G. Renman ve G. Jacks, «The study of water supply and traditional water purification knowledge in selected rural villages in Tanzania,» Tribes and Tribals, no. 1, pp. 111-120, 2007.

[3] National Geographic, https://education.nationalgeographic.org/resource/earths-fresh-water/, 11.01.2024.

[4] B. Pamay, Kentsel peyzaj planlaması, İstanbul : İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 1978.

[5] J. W. Hornbeck ve W. T. Swank, «Watershed ecosystem analysis as a basis for multiple-use management of eastern forests,» Ecological Applications, cilt 2, no. 3, pp. 238-247, 1992.

[6] G. Wang, S. Mang, H. Cai, S. Liu, Z. Zhang, L. Wang ve J. L.Innes, «Integrated watershed management: evolution, development and emerging trends,» Journal of Forestry Research, cilt 27, p. 967–994, 2016.

[7] I. W. Heathcote, Integrated watershed management principles and practice, 2. dü., John Wiley and Sons, 2009.

[8] T. O. Randhir, Watershed management, Londra: IWA Publishing, 2007.

[9] M. Walcher ve H. Bormann, «On the transferability of the concept of drinking water protection zones from EU to Latin American countries,» Water Resources Management, cilt 29, p. 1803–1822, 2015.

[10] S. Siauve ve N. Amorsi, «Protection of the whole catchments providing drinking water,» International Office for Water, 2015a.

[11] E. Baylan, «Terkos gölü örneğinde doğal ve kültürel çevrenin korunması ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma,» Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.

[12] Ö. Davaslıgil, «Terkos gölünün su kalitesinin değerlendirilmesi için önyaklaşım,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.

[13] S. Ö. Yılmaz, «Su havzalarında koruma kullanma kriterlerinin saptanması; Terkos Gölü örneği,» Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.

[14] A. Kuru ve A. Tezer, «İçme suyu havzası koruma sınırlarının belirlenmesine yeni yöntem önerisi: Kırklarelibarajı içme suyu havzası örneği,» Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt 35, no. 1, pp. 519-536, 2020.

[15] M. D. Özügül, «Ekolojik Planlamada Kullanılabilecek Analitik Bir Model Önerisi,» Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004.

[16] İ. Albayrak, «Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul - Ömerli Havzası örneğinde uygulanabilirliği,» Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012.

[17] A. Hızal, Y. Serengil ve M. Özcan, «Ekosistem tabanlı havza planlama metodolojisi ve havza çalışmalarında yapılan yanlış uygulamalar,» TMMOB II. Su Politikalari Kongresi, 2008.

[18] I. L. McHarg, Design with Nature, American Museum of Natural History, 1969.

[19] J. Malczewski, «GIS-based land-use suitability analysis: a critical,» Progress in Planning, cilt 62, no. 1, p. 3–65, 2004.

[20] M. G. Collins, F. R. Steiner ve M. J. Rushman, «Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements,» Environmental management, cilt 28, pp. 611-621, 2001.

[21] L. D. Hopkins, «Methods for generating land suitability maps: a comparative evaluation,» Journal of the American institute of planners, cilt 43, no. 4, pp. 386-400, 1977.

[22] F. Steiner, L. McSherry ve J. Cohen, «Land suitability analysis for the upper Gila River watershed,» Landscape and Urban Planning, cilt 50, no. 4, pp. 199-214, 2000.

[23] W. Miller, M. G. Collins, F. R. Steiner ve E. Cook, «An approach for greenway suitability analysis,» Landscape and Urban planning, cilt 42, no. 2-4, pp. 91-105, 1998.

[24] B. Feizizadeh ve T. Blaschke, «Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: A multi-criteria evaluation approach using GIS,» Journal of Environmental Planning and Management, cilt 56, no. 1, pp. 1-23, 2013.

[25] J. M. Pereira ve L. Duckstein, «A multiple criteria decision-making approach to GIS-based land suitability evaluation,» International journal of geographical Information science, cilt 7, no. 5, pp. 407-424, 1993.

[26] R. Store ve J. Kangas, «Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling,» Landscape and Urban Planning, cilt 55, no. 2, pp. 79-93, 2001.

[27] J. Marull, J. Pino, J. M. Mallarach ve M. J. Cordobilla, «A Land Suitability Index for Strategic Environmental Assessment,» Landscape and Urban Planning, cilt 81, no. 3, p. 200–212, 2007.

[28] G. Çetinkaya ve O. Uzun, Peyzaj Planlama, İstanbul: Birsen Yayınevi, 2014.

[29] T. L. Saaty, «Decision making with the analytic hierarchy process,» International journal of services sciences, cilt 1, no. 1, pp. 83-98, 2008.

[30] G. P. Panagopoulos, G. D. Bathrellos, H. D. Skilodimou ve F. A. Martsouka, «Mapping Urban Water Demands Using Multi-Criteria Analysis and GIS,» Water Resources Management, cilt 26, pp. 1347-1363, 2012.

[31] T. E. Ayaşlıgil, «Optimal Peyzaj Uygunluk Analizi Yöntemi: Anamur İlçesi Örneği,» Megaron, cilt 15, no. 2, pp. 232-342, 2020.

[32] HGM, «T.C Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü,» https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232, 09.01.2024.

[33] USGS, https://lpdaac.usgs.gov/products/astgtmv003/, 11.01.2024.

[34] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Şehir Planlama Müdürlüğü, ArcGIS verileri, İstanbul, 2022.

[35] Copernicus Land Monitoring Service, 2006. https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc-2006, 08.01.2024.

[36] Copernicus Land Monitoring Service, 2012. https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc-2012, 09.01.2024.

[37] Copernicus Land Monitoring Service, 2018. https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018, 09.01.2024.

[38] W. Xiao-Jun, Z. Jian-Yun, A. Elmahdi, H. Rui-Min ve Z. Li-Ru, «Water demand forecasting under changing environment: a system dynamics approach,» IAHS-AISH Publication, no. 347, pp. 259-266, 2011.

[39] P. Shi, S. Zhou, H. Xiao, J. Qiu, A. Li, Q. Zhou, Y. Pan ve H. Hollert, «Toxicological and chemical insights into representative source and drinking water in eastern China,» Environmental Pollution, cilt 233, pp. 35-44, Şubat 2018.

[40] A. A. Ibrahim ve R. J. Patrick, «Source water protection planning and management in metropolitan Canada: a preliminary assessment,» Water, cilt 9, no. 7, p. 497, 2017.

[41] S. L. Postel ve J. Barton H. Thompson, «Watershed protection: Capturing the benefits of nature's water supply services,» Natural Resources Forum, cilt 29, no. 2, p. 98–108, 2005.

[42] Ş. Yüzer ve M. Var, «İçme Suyu Havzalarındaki Ekosistem Öğelerinin Koruma Kuşaklarını Belirlenmesinde Önemi,» Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, t.y..

[43] O. Uzunsoy ve E. Görcelioğlu, Havza Islahında Temel İlke ve Uygulamalar, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1985.

[44] N. Balcı, Havza Amenajmanı Ders Kitabı, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 1985.

[45] L. Suri, «İçme Suyu Havzalarında Planlama ve Yönetim Ömerli İçme Suyu Havzası Örneği,» Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.

[46] K. N. Brooks, P. F. Ffolliott ve J. A. Magner, Hydrology and the Management of Watersheds, 4. dü., John Wiley & Sons, 2012.

[47] EPA, «Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters,» United States Environmental Protection Agency, Washington DC, 2008.

[48] Resmi Gazete, «İçme - Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik,» 28 Ekim 2017. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/10/20171028-8.htm, 09.01.2024.

[49] N. Çepel, Orman Ekolojisi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1995.

[50] R. S. d. Groot, M. A. Wilson ve R. M. Boumans, «A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services,» Ecological economics, cilt 41, no. 3, p. 393–408, 2002.

[51] J. E. Flotemersch, S. G. Leibowitz, R. A. Hill, J. L. Stoddard, M. C. Thoms ve R. E. Tharme, «A Watershed Integrity Definition and Assessment Approach to Support Strategic Management of Watersheds,» River Research and Applications, cilt 32, no. 7, pp. 1654-1671, 2016.

[52] J. Salzman, B. H. Thompson ve G. C. Daily, «Protecting Ecosystem Services: Science, Economics and Law,» Stanford Enviromental Law Journal, no. 20, pp. 309-332, 2001.

[53] L. A. Teclaff, «Evolution of the River Basin Concept in National and International Water Law,» Natural Resources Journal, cilt 36, pp. 359-391, 1996.

[54] E. P. Odum ve G. W. Barrett, Ekolojinin Temel İlkeleri, 5. dü., Ankara: Palme Yayıncılık, 2016.

[55] G. Likens, «Some applications of the ecosystem approach to environmental problems and resource management,» Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes, 1992, pp. 16-30.

[56] M. Var, Kaynak Analizi II basılmamış ders notları, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, 2022.

[57] M. Var, Türkiye'nin doğal bitki örtüsü basılmamış ders notları, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, 2021.

[58] U. F. Küçükali, «Havza tanımı ve doğal kaynak yönetimi,» Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

[59] N. Çepel, Peyzaj Ekolojisi Ders Kitabı, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları , 1988.

[60] A. Nelson ve K. M. Chomitz, «The Forest-Hydrology-Poverty Nexus in Central America: An Heuristic Analysis,» Environment, Development and Sustainability, cilt 9, pp. 369-385, 2007.

[61] D. J. Wilson ve R. Droste, «Design Considerations for Watershed Management Decision Support Systems,» Water Quality Research Journal, cilt 35, no. 2, pp. 163-188, 2000.

[62] M. C. García-Aguirre, R. Álvarez ve F. Aceves, «Geology and Geomorphology in Landscape Ecological Analysis for Forest Conservation and Hazard and Risk Assessment, Illustrated with Mexican Case Histories,» Earth Sciences, I. A. Dar, Dü., 2012, pp. 583-598.

[63] A. S. Alsharhan ve Z. E. Rizk, Water Resources and Integrated Management of the United Arab Emirates, 3. dü., V. P. Singh, Dü., Springer Nature, 2020.

[64] J. E. Schoonover ve J. F. Crim, «An Introduction to Soil Concepts and the Role of Soils in Watershed Management,» Journal of Contemporary Water Research & Education, cilt 154, no. 1, pp. 21-47, 2015.

[65] W. J. Gburek ve A. N. Sharpley, «Hydrologic Controls on Phosphorus Loss from Upland Agricultural Watersheds,» Journal of Environmental Quality, cilt 27, no. 2, pp. 267-277, 1998.

[66] M. Kantarcı, Toprak İlmi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2000.

[67] R. L. Fredriksen ve R. D. Harr, Soil, Vegetation, and Watershed Management of the Douglas-fir Region, Oregon: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, 1979.

[68] G. Tüzün, «Havza Planlama ve Yönetiminde Yeni Yöntem Arayışı,» Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

[69] J. V. S. Murty, Watershed Management, 2. dü., New Age International (P) Limited, 1998.

[70] Y. Xinxiao, Z. Xuexia, L. Jianlao, Z. Manliang ve X. Yuanyuan, «Effects of vegetation cover and precipitation on the process of sediment produced by erosion in a small watershed of loess region,» Acta Ecologica Sinica, cilt 26, no. 1, pp. 1-8, 2006.

[71] B. Aylward, «Land-Use, Hydrological Function and Economic Valuation,» Forests, Water and People in the Humid Tropics, M. Bonell ve L. A. Bruijnzeel, Dü, Cambridge University Press, 2004.

[72] G. E. Likens ve M. B. Davis, «Post-Glacial History of Mirror Lake and Its Watershed In New Hampshire U. S. A.: An Initial Report,» Verhandlungen Internationale Vereinigung Limnologie, cilt 19, no. 2, pp. 982-993, 1975.

[73] P. E. O'sullivan, «The ecosystem-watershed concept in the environmental sciences—a review,» International Journal of Environmental Studies, cilt 13, no. 4, pp. 273-281, 1979.

[74] A. C. Özdemir, «İstanbul'da İçme Suyu Havzalarında Arazi Kullanımların Su Kalitesine Olan Etkisinin Değerlendirilmesi,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

[75] IUFRO World Series, Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report, cilt 38, I. F. Creed ve M. v. Noordwijk, Dü, Vienna: International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), 2018.

[76] H. Döşer, «İstanbul'daki İçme Suyu Havzalarında Kentleşme Hareketleri ve Yanlış Arazi Kullanış Biçimlerinden Kaynaklanan Ekolojik Bozulmalar,» Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1990.

[77] L. Bruynzeel, Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state-of-knowledge review, Amsterdam: Unesco International Hydrological Programme, 1990.

[78] M. Var, Biyolojik onarım teknikleri basılmamış ders notları, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, 2022.

[79] M. D. Lee, «Watershed Protection Challenges in Rapidly Urbanizing Regions: The Case of Tegucigalpa, Honduras,» Water International, cilt 25, no. 2, pp. 214-221, 2000.

[80] A. Şanlısoy, «İstanbul'daki Su Toplama Havzalarında Yaşanan Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002.

[81] EPA, «Source Water Assessments,» https://www.epa.gov/sourcewaterprotection/source-water-assessments, 04.03.2024.

[82] EPA, «Delineate the Source Water Protection Area,» https://www.epa.gov/sourcewaterprotection/delineate-source-water-protection-area, 04.03.2024.

[83] A. E. Köse, «İçme Suyu Havzalarının Korunmasına Yönelik Diğer Ülke Mevzuatları ile Ülkemiz Mevzuatının Karşılaştırılması ve Öneriler Geliştirilmesi,» Uzmanlık tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 2015.

[84] H. Sayın, «İstanbul'da Ulaşımın Su Havzaları Üzerine Etkilerinin Mevzuat ve Uygulamalar Açısından İncelenmesi,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2018.

[85] G. Hartmann, «Almanya'daki içme suyu kaynaklarının korunması,» Su Havzalarını Koruma Stratejileri Uluslararası Sempozyumu, İstanbul, 1991.

[86] S. Siauve ve N. Amorsi, «Protection des aires d'alimentation des captages en eau potable. Etude de pratiques en Europe Partie II : Annexes,» Office International de I'Eau, 2015b.

[87] Ministarstvo Regionalnog Razvoja, Šumarstva I Vodnoga Gospodarstva, «O uvjetima a za utvrdivanje zona sanitarne zastetite Izvorista,» 2011. https://faolex.fao.org/docs/pdf/cro138294.pdf, 09.01.2024.

[88] OPECST, «Office Parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques tome II - Annexes,» 2003.

[89] Resmi Gazete, «İçme-Kullanma Suyu Havzası Koruma Planı Hazırlanmasına Dair Usul ve Esaslar Tebliği,» 20 Şubat 2019. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/02/20190220-6.htm, 09.01.2024.

[90] Resmi Gazete, «İçme- Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,» 10 Mart 2020. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/03/20200310-1.htm, 09.01.2024.

[91] T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, «Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı,» 2019. https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/%C4%B0%C3%87ME%20SUYU%20KORUMA%20PLANLARI%2028.12.2022/Elmal%C4%B1%201-2%20Baraj%C4%B1%20Havza%20Koruma%20Plan%C4%B1.pdf, 09.01.2024.

[92] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, «Büyükçekmece Baraj Gölü Havza Koruma Planı,» 2019. https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/%C4%B0%C3%87ME%20SUYU%20KORUMA%20PLANLARI%2028.12.2022/B%C3%BCy%C3%B

Ck%C3%A7ekmece%20Baraj%20G%C3%B6l%C3%BC%20%C3%96zel%20H%C3%BCk%C3%BCmleri.pdf, 08.01.2024.

[93] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, «Melen Baraj Gölü Özel Hükümleri,» https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/%C4%B0%C3%87ME%20SUYU%20KORUMA%20PLANLARI%2028.12.2022/Melen%20Baraj%C4%B1%20Havzas%C4%B1%20%C3%96zel%20H%C3%BCk%C3%BCmleri.pdf, 09.01.2024.

[94] T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/278/Omerli-Baraji-Havzasi-Taslak-Koruma-Plani-Aski-Ilan-Sureci-Baslamistir, 09.01.2024.

[95] İSKİ, «Ömerli Baraj Gölü Havzası Koruma Planı,» 2023. https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/%C3%96merli%20Baraj%20G%C3%B6l%C3%BC%20Havzas%C4%B1%20Koruma%20Plan%20Tasla%C4%9F%C4%B1.PDF, 09.01.2024.

[96] B. Sivakumar, «Water crisis: from conflict to cooperation—an overview,» Hydrological Sciences Journal, cilt 56, no. 4, pp. 531-552, 2011.

[97] B. Darkot ve M. Tuncel, Marmara Bölgesi Coğrafyası, İstanbul: İ.Ü, Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 1981.

[98] G. Yalçın, «Terkos Havzası,» Önemli doğa alanları kitabı, Ankara, Doğa Derneği, 2006, pp. 120-123.

[99] T. C. Rakıcı, «Kıyı alanlarının yönetimi ve morfolojik değerlendirme: Terkos kıyı alanı örneği,» Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.

[100] L. I. Bendell ve P. C. Wan, «Application of aerial photography in combination with GIS for coastal management at small spatial scales: a case study of shellfish aquaculture,» Journal of Coastal Conservation, cilt 15, pp. 417-431, 2011.

[101] A. G. Samaras ve C. G. Koutitas, «The impact of watershed management on coastal morphology: A case study using an integrated approach and numerical modeling,» Geomorphology, cilt 211, pp. 52-63, 2014.

[102] D. Maktav, F. Sunar ve S. Kabdasli, «Monitoring coastal erosion at the Black Sea coasts in Turkey using satellite data: A case study at the Lake Terkos, North-west Istanbul,» International Journal of Remote Sensing, cilt 23, no. 19, pp. 4115-4124, 2002.

[103] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetim ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı Deprem ve Zemin İyileştirme Müdürlüğü, «İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji Özellikleri,» İstanbul, 2005.

[104] İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, «İstanbul il alanının jeolojisi,» İstanbul, 2011.

[105] İ. Atalay, «Türkiye sahil kumullarında başarılı tespit ve ağaçlandırma çalışmalarından resimli örnekler,» İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, cilt 31, no. 1, pp. 11-27, 1981.

[106] A. Yiğit, «Deprem etkisi altındaki gömülü sürekli boru hatları,» Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.

[107] E. Demirbağ, C. Rangin, X. L. Pichon ve A. C. Şengör, «Investigation of the tectonics of the Main Marmara Fault by means of deep-towed seismic data,» Tectonophysics, cilt 361, no. 1-2, pp. 1-19, 2003.

[108] H. Kato, K. Katoh, A. Barka ve İ. Kuşçu, «Alpha track measurements for faults in northern Turkey,» Bulletin of the Geological Survey of Japan, cilt 41, no. 3, pp. 99-114, 1990.

[109] A. M. C. Şengör ve N. Canitez, «The North Anatolian Fault,» Alpine-Mediterranean Geodynamics, cilt 7, pp. 205-216, 1982.

[110] TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, «Türkiye Deprem Tehlike Haritası,» https://www.jmo.org.tr/genel/jeoloji_harita.php?kod=9004, 09.01.2024.

[111] A. Davraz ve Ö. Ünver, «İnegöl Havzası (Bursa) Hidrojeolojisi ve Yeraltısularının Kalite Değerlendirilmesi,» Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt 18, no. 2, pp. 7-21, 2014.

[112] T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü, «İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği,» https://mpgm.csb.gov.tr/istanbul-ili-avrupa-yakasi-rezerv-yapi-alani-1-100.000-olcekli-cevre-duzeni-plani-degisikligi-i-98680, 25.12.2023.

[113] H. İ. Gül, «Terkos su şirketi,» Doktora tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2009.

[114] H. S. Akatay, «Terkos su pompa istasyonu rölöve, restitüsyon, restorasyon,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.

[115] İ. Yurdakul, «Z Dergisi,» https://www.zdergisi.istanbul/makale/istanbula-icme-suyu-temini-terkos-suyu-102, 09.01.2024.

[116] M. Özuluğ, «Durusu (Terkos) Gölü Havzası balıkları ve bunlardan Turna Balığı (Esox lucius L., 1758) nın biyolojisi üzerine araştırmalar,» Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2003.

[117] D. Ekinci ve M. Bayrak, «Türkiye lagünlerinin mekansal kullanımı ve sorunları,» Coğrafya'da Yeni Yaklaşımlar, pp. 285-309, 2015.

[118] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, «İstanbul Büyükşehir Alanı ve Çevresinde Tarım Sektörü Araştırması,» İstanbul, 2008.

[119] H. İ. Türkoğlu, «Terkos Gölüne gelen aylık debinin çeşitli metodlarla tahmini,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.

[120] İSKİ, «2022 Faaliyet Raporu,» İSKİ, İstanbul, 2022.

[121] İSKİ Genel Müdürlüğü, «İSKİ İçmesuyu Havzaları Yönetmeliği,» 2011. https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/Mevzuat%20ve%20Y%C3%B6netmelikler/ISKI-ICMESUYU-HAVZALARI-YONETMELIGI-29092017.pdf, 09.01.2024.

[122] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, «İstanbul Avrupa Yakası Su Havzaları Teknik Tespit Raporu,» İstanbul, 2014.

[123] B. Yılmaz, «Terkos Gölü'ne dökülen derelerde mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik düzeylerinin saptanması,» Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.

[124] S. Kurt, «The geographical analysis of the changes occurring in Terkos Lake (Istanbul) and its surroundings,» Journal of Academic Social Science Studies, no. 34, pp. 333-344, 2015.

[125] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, «1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı Revizyonu ve 1/25.000 Ölçekli Nazım İmar Planına Altlık Oluşturacak Analiz Çalışmaları Doğal Alanlar Analiz Raporu».

[126] W. Chesworth, Dü., Encyclopedia of soil science, Springer Science & Business Media, 2008.

[127] Ü. Kuyumcuoğlu, «Terkos Gölü Doğu Çevresinde Fiziksel Çevre Kirlenmesi,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1991.

[128] S. Pagiu, W. Utomo, D. Suprayogo ve W. Nugroho, «Subsoiling and Incorporation of Boiler Ash for Restoration of Degraded Red Yellow Podzolic for Sugarcane Plantation at Sulawesi, Indonesia,» International Journal of Soil Science, cilt 11, no. 4, pp. 123-129, 2016.

[129] O. Dengiz ve İ. Ekberli, «Bazı vertisol alt grup topraklarının fizikokimyasal ve ısısal özelliklerinin incelenmesi,» Akademik Ziraat Dergisi, cilt 6, no. 1, pp. 45-52, 2017.

[130] T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, «Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı,» https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf, 09.01.2024.

[131] N. Aygün, «Terkos Gölü ve çevresindeki yerleşim alanlarının içme suyu üzerindeki etkileri,» Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1994.

[132] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, «Kanal İstanbul Projesi Nihai Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu,» Ankara, 2020.

[133] C. Şenol, «İstanbul'un içme suyu havzalarının ekolojik sorunları,» III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, 2012.

[134] Y. Akman ve O. Ketenoglu, «The climate and vegetation of Turkey,» Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, cilt 89, pp. 123-134, 1986.

[135] N. Özhatay, A. Byfield ve S. Atay, Türkiye'nin 122 önemli bitki alanı, İstanbul : WWF Türkiye, 2005.

[136] E. Özatay, A. Çırpıcı ve A. Byfield, «Terkos-Kasatura kıyıları,» Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı, İstanbul, Doğal Hayatı Koruma Vakfı, 2005, pp. 49-50.

[137] M. L. Martínez, N. P. Psuty ve R. A. Lubke, «A perspective on coastal dunes,» Coastal Dunes Ecology and Conservation, cilt 171, M. L. Martínez ve N. P. Psuty, Dü, Berlin, Springer Berlin Heidelberg, 2004, pp. 3-10.

[138] P. A. Hesp, «Ecological processes and plant adaptations on coastal dunes,» Journal of Arid Environments, cilt 21, no. 2, pp. 165-191, 1991.

[139] İ. Atay, «Türkiye sahil kumullarında başarılı tesbit ve ağaçlandırma çalışmalarından resimli örnekler,» İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, cilt 31, no. 1, 1981.

[140] Ö. Saraçoğlu ve H. F. Bozkuş, «Terkos kumulunun fıstık ve sahil çamlarıyla yapılan ağaçlandırılmasında kumul tesbit yöntemlerinin başarısı,» İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Derneği, cilt 46, no. 2, pp. 59-70, 1996.

[141] Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, «Türkiye'de Kıyı Kumulları ve Kumul Tesbit Çalışmaları Raporu,» Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı.

[142] İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Çatalca Orman İşletmesi, «Durusu kumul tespit ve ağaçlandırma çalışması,» İstanbul, 2003.

[143] S. Pehlivan, «Durusu kumul ağaçlandırmasında ağaç kütlesinde depolanan karbon miktarının farklı modeller ile tahmini,» Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.

[144] T. Ertek, «Kıyı kumulları oluşumları, gelişimleri, yayılışları ve Türkiye'den bazı problemli kumul sahaları,» 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 2011.

[145] S. Avcı, «Kıyı Alanlarının Kullanımında Beşerî Faktörler,» Yasal Bilimsel Boyutlarıyla Kıyı, İstanbul, Jeomorfoloji Derneği, 2017, pp. 117-146.

[146] E. Baylan ve N. Karadeniz, «Terkos Gölü (İstanbul) örneğinde doğal ve kültürel çevrenin korunması ve geliştirilmesi üzerine bir araştırma,» Journal of Agricultural Sciences, cilt 12, no. 2, pp. 151-161, 2006.

[147] Z. Arslangündoğdu, «İstanbul-Belgrad Ormanı'nın ornitofaunası üzerinde araştırmalar,» Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

[148] G. Yalçın, Y. Lise, U. Zeydanlı, S. Kalem ve Ö. E. Can, İstanbul–Terkos koruma alanı önerisi, cilt 32, Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF Türkiye), 2002.

[149] L. Turan, Ankara-Esenboğa Havaalanı Yaban Hayatı ve Kuşla Mücadele Haritalama Çalışması, 2009.

[150] E. Azizoğlu, «İstanbul Terkos (Durusu) Gölünün ornitolojik potansiyeli ve kullanım alanlarının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi,» Doktora tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, 2018.

[151] WWF-Türkiye, «Ya Kanal ya İstanbul Kanal İstanbul projesinin ekolojik, sosyal ve ekonomik değerlendirmesi,» İstanbul, 2018.

[152] A. Keydal, İstanbul'un kent makraformunu ve planlamasını etkileyen mega projelerin ekolojik çeşitliliğe etkisi: Terkos Havza alanı, İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Lisansüstü Programlar Enstitüsü, 2021.

[153] «Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Doğal Yaşama Ortamlarının Korunması Sözleşmesi,» https://inhak.adalet.gov.tr/Resimler/Dokuman/2712020133742104_tur.pdf, 09.01.2024.

[154] O. Yamanlar, «Türkiye şartlarına uygun yeni bir erozyon klasifikasyonu,» İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, cilt 12, no. 1, pp. 53-66, 1962.

[155] TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, «İstanbul Çevre Durum Raporu,» İstanbul, 2016.

[156] B. Flyvbjerg, «What you should know about megaprojects and why: An overview,» Project management journal, cilt 45, no. 2, pp. 6-19, 2014.

[157] L. Bornstein, «Mega-projects, city-building and community benefits,» City, Culture and Society, cilt 1, no. 4, pp. 199-206, 2010.

[158] U. Lehrer, «The spectacularization of the building process: Berlin, Potsdamer Platz,» Genre: Forms of Discourse and Culture, cilt 36, no. 3-4, pp. 383-404, 2003.

[159] F. D. Orueta ve S. S. Fainstein, «The new mega-projects: Genesis and impacts,» International journal of urban and regional research, cilt 32, no. 4, pp. 759-767, 2008.

[160] P. K. Gellert ve B. D. Lynch, «Mega-projects as displacements,» International Social Science Journal, cilt 55, no. 175, pp. 15-25, 2003.

[161] T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Planlama ve İmar Genel Müdürlüğü Metropoliten Daire Başkanlığı Büyük İstanbul Nazım Plan Bürosu Başkanlığı, «1980– İstanbul Metropoliten Alan Nazım Planı,» https://sehirplanlama.ibb.istanbul/ust-olcekli-planlar/, 25.12.2023.

[162] T.C. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, «1/50.000 ölçekli İstanbul Metropoliten Alan Alt Bölge Nazım Plan Raporu,» İstanbul, 1995.

[163] İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı, «2006– 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı,» https://sehirplanlama.ibb.istanbul/ust-olcekli-planlar/, 10.12.2023.

[164] https://vizyon2050.istanbul/haberdetay-1-7-istanbul_metropoliten_alan_plan_surecleri, 27.01.2024.

[165] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, «2009 – 1/100.000 ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planı,» https://sehirplanlama.ibb.istanbul/ust-olcekli-planlar/, 25.12.2023.

[166] S. E. Çakırgöz ve A. Karataş, «Kanal İstanbul'un tatlı su kaynaklarına etkisi,» 2. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi, İstanbul, 2021.

[167] E. C. Baba, «The risks of mega urban projects creating a dystopia: Canal Istanbul,» City and Environment Interactions, cilt 6, 2020.

[168] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, «Kanal İstanbul Çalıştay Raporu,» İstanbul, 2020.

[169] T. L. Saaty, «How to make a decision: the analytic hierarchy process,» European journal of operational research, cilt 48, no. 1, pp. 9-26, 1990.

[170] J. Chen, S. Yang, H. Li, B. Zhang ve J. Lv, «Research on Geographical Environment Unit Division Based on the Method of Natural Breaks (Jenks),» The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, cilt 40, pp. 47-50, 2013.

[171] S. Atabay ve M. Var, Kaynak Analizi II ve Peyzaj Planlama II basılmamış ders notları, İstanbul: YTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2022.

[172] Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, «23.12.2019 tarihli İstanbul İli Avrupa Yakası Rezerv Yapı Alanı 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Değişikliği F21 Plan Paftası,» https://mpgm.csb.gov.tr/istanbul-ili-avrupa-yakasi-rezerv-yapi-alani-1-100.000-olcekli-cevre-duzeni-plani-degisikligi-i-98680, 20.01.2024.

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

Makaleler

1. Ş. Yüzer ve M. Var, «İçme Suyu Havzalarındaki Ekosistem Öğelerinin Koruma Kuşaklarını Belirlenmesinde Önemi,» Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, t.y..