



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Neslihan AÇIKGÖZ

AKÇAY HAVZASI AŞAĞI ÇIĞIRININ (ANTALYA/FİNİKE) KURAKLIK ÖZELLİĞİ VE
SU HASADI YAPILABİLECEK POTANSİYEL ALANLARIN BELİRLENMESİ

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2023



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Neslihan AÇIKGÖZ

AKÇAY HAVZASI AŞAĞI ÇIĞIRININ (ANTALYA/FİNİKE) KURAKLIK ÖZELLİĞİ VE
SU HASADI YAPILABİLECEK POTANSİYEL ALANLARIN BELİRLENMESİ

Danışman

Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ

Coğrafya Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2023

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Neslihan AÇIKGÖZ' ün bu çalışması, jürimiz tarafından Coğrafya Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Tuncer Demir

(İmza)

Üye (Danışman): Doç. Dr. Ebru Akköprü

(İmza)

Üye: Doç. Dr. Mehmet Fatih Döker

(İmza)

Tez Başlığı: Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Antalya- Finike) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi.

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi:

Mezuniyet Tarihi:

(İmza)

Müdür

Unvan, isim

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Antalya-Finike) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

(İmza)

Neslihan AÇIKGÖZ



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU



12 / 01/ 2023

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Neslihan AÇIKGÖZ
Öğrenci Numarası	202052064008
Anabilim Dalı	Coğrafya
Programı	Tezli Yüksek Lisans
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ
Yüksek Lisans Tez Başlığı	Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Antalya- Finike) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	1982721055
Rapor Tarihi	12.01.2023
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: % 14 Alıntılar dahil: % 19
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 141 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: (X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylarım. () Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelerle sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.	
Gerekçe:	
Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.	
Doç. Dr. Ebru AKKÖPRÜ İmza	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iii
TABLolar LİSTESİ	v
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
ÖNSÖZ	xi
GİRİŞ	1
A. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları.....	5
B.Araştırmanın Amacı ve Önemi	8
C.Araştırmada Kullanılan Materyal Yöntem ve Teknikler	8
D.Araştırma Soruları.....	12
E.Araştırma Konusu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar	12

BİRİNCİ BÖLÜM AKÇAY HAVZASI AŞAĞI ÇIĞIRININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

1.1.Jeolojik Yapı ve Litolojik Özellikler	21
1.2.Jeomorfolojik Özellikler	26
1.3.İklim Özellikleri.....	32
1.3.1. Sıcaklık Özellikleri	33
1.3.2. Nem ve Yağış Özellikleri	37
1.3.3. Basınç ve Rüzgâr Özellikleri	41
1.3.4. Bulutluluk	43
1.4.Hidrografya Özellikleri.....	44
1.5.Toprak Özellikleri.....	48
1.6.Bitki Örtüsü Özellikleri	53
1.6.1. Arazi Kullanımı	53

İKİNCİ BÖLÜM

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KURAKLIK VE SU HASADI

2.1. İklim, Küresel İklim Değişikliği ve Neden Olduğu Doğal Afetler.....	56
2.2. Kuraklık, Kuraklık Tipleri ve Kuraklık İndisleri.....	64
2.2.1. Kuraklık ve Kuraklık Tipleri	64
2.2.2. Kuraklık Tipleri:	68
2.2.3. Kuraklık İndisleri.....	70
2.2.3.1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ).....	72
2.3. Su Kaynakları ve Su Yönetimi	73
2.3.1. Su Kaynakları	73
2.3.2. Su Yönetimi	74
2.4. Su Hasadı ve Su Hasadı (Yağmur Suyu Toplama) Sistemleri.....	77
2.4.1. Su Hasadı	77
2.4.2. Su Hasadı (Yağmur Suyu Toplama) Sistemleri.....	79

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA SAHASININ STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİNE GÖRE KURAKLIK ANALİZİ VE SU HASADI YAPILABİLECEK POTANSİYEL ALANLARIN BELİRLENMESİ

3.1. Akçay Havzası Aşağı Çığırının Standartlaştırılmış Yağış İndisine Göre Kuraklık Analizi.....	86
3.2. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılacak Alanları Belirleme Analizi	92
3.2.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)	92
3.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	92
3.2.3. Ağırlıklı Çakıştırma Analizi	97
3.2.4. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilir Potansiyel Alanlar:	111
3.2.5. Arazi Gözlemleri.....	113
SONUÇ	127
KAYNAKÇA.....	129
Ö Z G E Ç M İ Ş	141

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kenya'nın Kuzeydoğusunda Yaşanan Kuraklık Sonucunda Canlıların Yaşam Koşullarına Uyum Sağlayamaması	2
Şekil 1.1 Beydağları, Susuzdağ ve Kasaba Formasyonlarının Özellikleri	25
Şekil 1.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yılları Arası Yıllık Sıcaklık Ortalamaları.	34
Şekil 1.3 2015-2021 Yılları Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Sıcaklık Ortalamaları.	35
Şekil 1.4 2015-2021 Yılı Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Nem Grafiği.	38
Şekil 1.5 Finike Meteoroloji İstasyonu Ortalama Sıcaklık ve Toplam Yağış Ortalama Grafiği.	39
Şekil 1.6 Rubinstein Yöntemi ile Yapılan Finike Hâkim Rüzgâr Yönü Diyagramı.	43
Şekil 1.7 Aylık Bulutlu Günler Sayısının Ortalama Değerler Grafiği (1970-2020).	44
Şekil 2.1 11 Ağustos 2021 Tarihli Bozkurt/Kastamonu Sel Felaketi.....	61
Şekil 2.2 2021 Yılı Orman Yangınları Dağılışı.....	62
Şekil 2.3 08.08.2021 Tarihli Manavgat Orman Yangını Sonrasına Ait Görsel.....	62
Şekil 2.4 22.05.2021 Tarihli Manavgat Orman Yangını	62
Şekil 2.5 2019 Yılı Ordu'da Dolu Vurması.....	63
Şekil 2.6 Ordu'da Bağ ve Bahçelere Vuran Dolu Görüntüsü.....	63
Şekil 2.7 Tuz Gölünün Kuraklık Nedeniyle Küçülmesi.....	64
Şekil 2.8 Türkiye'de Su Kullanımına Ait Görüntü.....	66
Şekil 2.9 Tuz Gölünden Tarım İçin Tarlalara Su Çekilmesi Sonucunda Ekolojik Dengenin Bozulması	68
Şekil 2.10 Kuraklığın Olası Etkileri ve Sıralaması	69
Şekil 2. 11 Bitkisel Üretim İçin Su Hasadı.....	78
Şekil 2.12 Çatı Sistemi ile Su Tutma Sistemi.....	80
Şekil 2.13 Yağmur Suyu Toplama Sisteminin Üç Temel Bileşeni: (1) Toplama, (2) Dağıtım Sistemi, (3) Depolama Rezervuarı.....	80
Şekil 2.14 Çatı Yüzeyinden Su Hasadı.....	81
Şekil 2.15 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Teraslar.....	81
Şekil 2.16 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Negarim.....	82
Şekil 2.17 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Teraslama, Negarim ve Yarı Dairesel Hilal Seddeleri	82
Şekil 2.18 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Zai Çukurları ve Yarım Ay	82

Şekil 2.19 Yağmur Suyu Hasadı, Küçük Gölet	83
Şekil 2.20 Makro Havza Su Hasadı.....	84
Şekil 2.21 Yağmur Suyu Hasadında Görülen Aşamalar: Havza, Akış, Depolama ve Hedef ..	84
Şekil 2.22 Taşkın Suyu Hasadı.....	85
Şekil 3.1 Finike Meteoroloji İstasyonu 1973-2021 Yılları Arasında Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yıllık Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği. 87	
Şekil 3.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 2005-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Kış Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği.	89
Şekil 3.3 Finike Meteoroloji İstasyonu 1985- 2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yaz Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği.	90
Şekil 3.4 Kriterlerin Doldurulmamış Karşılaştırma Anketi	94
Şekil 3.5 Uzmanlarca Doldurulmuş Olan Anketin Geometrik Ortalamasının Alınmış Hali. ...	95
Şekil 3.6 Kriter Ağırlıkları.....	96
Şekil 3.7 Finike Ovası Google Earth Görüntüsü.	115
Şekil 3.8 Finike Ovası	115
Şekil 3.9 Boldağ'da Su Hasadı Sisteminin Görüldüğü Google Earth Görüntüsü.	116
Şekil 3.10 Asarönü Mevkii Su Hasadı İçin Kurulmuş Su Havuzları.	118
Şekil 3.11 Boğaz Mahallesi Su Hasadı Yapılmış Alanlar.	119
Şekil 3.12 Yanız Mahallesi Su Hasadı Amaçlı Yapılmış Su Havuzları.	122
Şekil 3.13 Yalnız Mahallesi Su Hasadı Sistemlerinin Kurulduğu Alanlar.....	122
Şekil 3.14 Yeşilköy Mahallesi Su Tutma Havuzları.	125
Şekil 3.15 Yeşilköy Mahallesi Su Hasadı.	125
Şekil 3.16 Yazır Mahallesi Su Tutma Sistemleri.	125
Şekil 3.17 Arif Mahallesi	126

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Kuraklık İndisi Değerleri 0,80'den ve 0,65'ten Küçük Olan İstasyonların Türkiye Coğrafi Bölgelerine Göre Dağılışı.....	3
Tablo 2. Geometrik Ortalaması Alınmış Kriter Tablosu.....	10
Tablo 3. Kriter Ağırlıkları Tablosu.....	11
Tablo 4. Çalışmada Uygulanan AHP ve Uygunluk Analizi Adımlarının Tablosu	12
Tablo 1.1 Finike Meteoroloji İst. 2015-2021 Yılları Aylık-Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri.	34
Tablo 1.2 Finike Meteoroloji İst. 2015-2021 Yılları Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	35
Tablo 1.3 Finike Meteoroloji İst. 2015-2021 Yılları Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri. ..	37
Tablo 1.4 2015-2021 Yılları Arası Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Tablosu.	37
Tablo 1.5 Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış Değerleri.	38
Tablo 1.6 2015-2021 Yılları Aylara Göre Toplam Yağış Ortalamaları.	39
Tablo 1.7 Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Ortalama Aktüel Basınç Değerleri.	42
Tablo 1.8 Finike Meteoroloji İst.Aylık Hâkim Rüzgâr Yönü ve Tüm Esme Sayısına Oranı. .	43
Tablo 1.9 Akçay ve Çatallar İstasyonu Debi Verileri.	47
Tablo 1.10 Akçay Havzası Genel Su Potansiyeli Tablosu.	47
Tablo 2.1 Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kayıplar.....	59
Tablo 2.2 Türkiye'de Su Kullanımına Ait Tablo Verileri.....	65
Tablo 2.3 Standartlaştırılmış Yağış İndisi Sınıflandırma Tablosu.	73
Tablo 3.1 SYİ Metoduna Göre İndis Değerleri ve Sınıflandırma Tablosu.	87
Tablo 3.2 Finike Meteoroloji İst. 1973-2021 Yılları Arasında Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yıllık Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu.....	88
Tablo 3.3 Finike Meteoroloji İst. 2005-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Kış Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu.	89
Tablo 3.4 Finike Meteoroloji İst. 1985-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yaz Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu.....	91
Tablo 3.5 AHP Analizi için Kullanılan Kriterler.	93
Tablo 3.6 Saaty'nin Ölçek Açıklama Tablosu.....	95
Tablo 3.7 Ağırlıklı Çakıştırma Yönteminde Kullanılan Kriterlerin Alternatifleri ve Ağırlık Dereceleri.....	98
Tablo 3.8 Su Hasadı Yapılacak Alanların % Cinsinden Kapladığı Hektar Alan Tablosu.	111

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 3.1 Sahilkent Bölgesinden Su Hasadı Yapılabilir Potansiyel Alan Görüntüsü.	114
Fotoğraf 3.2 Sahilkent Sera Alanları.	114
Fotoğraf 3.3 Finike Merkez, Akçay Nehri.	114
Fotoğraf 3.4 Finike Merkez, Akçay'ın Akdeniz'e Döküldüğü Yer.	115
Fotoğraf 3.5 Boldağ'dan Bir Görüntü.	116
Fotoğraf 3.6 Yeşilyurt Bağcılık Faaliyetlerinin Görüldüğü Bir Fotoğraf.	117
Fotoğraf 3.7 Yeşilyurt'tan Su Hasat Edilebilecek Alan Görüntüsü.	118
Fotoğraf 3.8 Boğaz Mahallesi Su Hasat Edilebilir Potansiyel Alan Görüntüsü.....	119
Fotoğraf 3.9 Gökçeyaka Mahallesi Su Havuzları.....	120
Fotoğraf 3.10 Gökçeyaka Mahallesi Su Havuzu.	121
Fotoğraf 3.11 Yalnız Mahallesinden Tocak Dağı Antiklinalinin Görüldüğü Fotoğraf.....	122
Fotoğraf 3.12 Yalnız Mahallesi Su Hasadı Potansiyel Alanlarının Seralarla Kaplandığı Görüntü.....	123
Fotoğraf 3.13 Yazır Köyü Su Hasat Edilebilir Alanlar.	124
Fotoğraf 3.14 Yeşilköy, Kuvvetli Derecede Su Hasat Edilebilir Alanlardan Bir Görüntü. ...	124
Fotoğraf 3.15 Yazır Köyü Su Hasat Edilebilir Alanlar ve Yeşilköy Antiklinali.....	124

HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. Akçay Havzası Aşağı Çığır Lokasyon Haritası.....	7
Harita 1.1. Akçay Havzası Aşağı Çığır Jeoloji Haritası.....	22
Harita 1.2 Akçay Havzası Aşağı Çığır Topografya Haritası.....	27
Harita 1.3 Akçay Havzası Aşağı Çığır Fiziki Haritası.....	28
Harita 1.4 Akçay Havzası Aşağı Çığır Eğim Haritası.....	30
Harita 1.5 Akçay Havzası Aşağı Çığır Bakı Haritası.....	31
Harita 1.6 Akçay Havzası Aşağı Çığır Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası.....	36
Harita 1.7 Akçay Havzası Aşağı Çığır Yıllık Toplam Yağış Ortalama Dağılışı Haritası.....	40
Harita 1.8 Akçay Havzası Aşağı Çığır Hidrografya Haritası.....	46
Harita 1.9 Akçay Havzası Aşağı Çığır Toprak Haritası.....	51
Harita 1.10 Akçay Havzası Aşağı Çığır Toprak Unsur Boyutu ve Derinliği Haritası.....	52
Harita 1.11 Akçay Havzası Aşağı Çığır Vejetasyon Haritası.....	54
Harita 1.12 Akçay Havzası Aşağı Çığır Arazi Kullanım Haritası.....	55
Harita 3.1 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Yağış Dağılışı Haritası.....	100
Harita 3.2 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Eğim Haritası.....	102
Harita 3.3 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Akarsu Mesafe Haritası.....	104
Harita 3.4 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Jeoloji Haritası.....	106
Harita 3.5 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Sıcaklık Dağılışı Haritası.....	108
Harita 3.6 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Arazi Kullanım Haritası.....	110
Harita 3.7 Akçay Havzası Aşağı Çığır Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlar Haritası.....	112

KISALTMALAR LİSTESİ

°C:	Santigrat Derece
AB:	Avrupa Birliği
AHP:	Analitik Hiyerarşi Prosesi
BGİ:	Bagnouls- Gaussen İndisi
BMİDÇS:	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
C:	Sakin Hava
Cb:	Kümülonimbus
CI:	Tutarlılık Oranı İndisi
CLC:	Corine Arazi Örtüsü
Cm:	Santimetre
cP:	Continental Polar
cT:	Continental Tropikal
ÇKKV:	Çok Kriterli Karar Verme
DSİ:	Devlet Su İşleri
FAO:	Tarım ve Gıda Örgütü
GSYİH:	Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
HGM:	Harita Genel Müdürlüğü
IPCC:	Hükûmetler arası İklim Değişikliği Paneli
M:	Metre
MGM:	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Mm:	Milimetre
MTA:	Maden Tetkik ve Arama
NDVI:	Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi
NNE:	Kuzey Kuzeydoğu
NNW:	Kuzey kuzeybatı
NNY:	Normal Yağışın Yüzdesi
PDSİ:	Palmer Kuraklık Şiddet İndisi
RI:	Rassal İndis
SSW:	Güney Güneybatı
SYİ:	Standartlaştırılmış Yağış İndisi
WMO:	Dünya Meteoroloji Örgütü
YAI:	Yağış Anomali İndisi

ÖZET

Akçay havzası aşağı çığırı (Finike/ Antalya) kuraklık özelliği ve su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi konulu yüksek lisans tez çalışmasında iklim, küresel iklim değişikliği, iklim değişikliğinin neden olduğu afetler ve kuraklık üzerinde detaylı bir çalışma yapılmıştır. Bir bölgenin kuraklık özelliğinin belirlenmesinde yardımcı olan bazı kuraklık indisleri üzerinde durulmuş ve en yaygın olarak kullanılan standartlaştırılmış yağış indisi ile çalışma alanı olarak belirlenen “Akçay havzası aşağı çığırının” kuraklık özelliği tespit edilmiştir. Daha sonra çalışma konusunun ikinci adımı olan su yönetimi, su kaynakları ve su hasadı sistemlerine değinilmiştir. Bu sistemlerin kurulması noktasında en fazla verimin nereden elde edilmesinin hesaplanmasında çeşitli yöntemler ve araçlara başvurulmuştur. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Ayrıca mekânsal analizin yapılması için araç olarak kullanılan coğrafi bilgi sistemleri, su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi noktasında çalışmanın tamamlanmasına yardımcı olmuştur. Öncelikli olarak AHP yönteminin kullanılması noktasında alanın coğrafi ve meteorolojik özellikleri de gözetilerek 6 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler: Arazi kullanımı, akarsu mesafe durumu, jeoloji, eğim, yağış miktarı ve sıcaklık olmuştur. Kriter ağırlıkları analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile hesaplanarak, en fazla önemi yağış kriterinin aldığı daha sonra sırasıyla eğim, akarsu mesafe, jeoloji, sıcaklık ve arazi kullanımının aldığı görülmüştür. Bu kriterlerin her biri için coğrafi bilgi sistemleri aracılığıyla sınıflandırılmış haritalar oluşturulmuş ve ağırlıklı çakıştırma analizi yapılmıştır. Çalışmanın geneline bakılacak olursa, inceleme alanının su hasadı yapmak için %23 oranında kuvvetli derecede uygun alanın olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra orta derecede uygun, düşük derecede uygun ve hiç uygun olmayan alanlar da mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, kuraklık, yağmur suyu hasadı, ahp, cbs

SUMMARY

DROUGHT CHARACTERISTICS OF THE AKÇAY BASIN DOWN CAPACITY (FİNİKE/ ANTALYA) AND DETERMINATION OF WATER HARVEST POTENTIAL AREAS

A detailed study was carried out on climate, global climate change, disasters caused by climate change and drought in the master's thesis study on the drought feature of the Akçay basin downstream (Finike/Antalya) and the determination of potential areas where water can be harvested. Some drought indices that help in determining the drought characteristics of a region are emphasized and the most commonly used standardized precipitation index and the drought characteristics of the "Akçay basin downstream", which is determined as the study area, have been determined. Then, the second step of the study, water management, water resources and water harvesting systems are mentioned. At the point of establishing these systems, various methods and tools have been used to calculate where to get the most efficiency. Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used. This method is one of the multi-criteria decision making methods. In addition, geographic information systems, which are used as a tool for spatial analysis, have helped to complete the study at the point of identifying potential areas where water harvesting can be done. First of all, 6 criteria were determined by considering the geographical and meteorological characteristics of the area at the point of using the AHP method. These criteria were: land use, river distance status, geology, slope, precipitation amount and temperature. By calculating the criteria weights with the analytical hierarchy process method, it was seen that the precipitation criterion took the most importance, followed by slope, river distance, geology, temperature and land use, respectively. For each of these criteria, classified maps were created through geographic information systems and weighted overlap analysis was performed. Looking at the overall study, it has been determined that the study area is strongly suitable for water harvesting at a rate of 23%. In addition, there are moderately suitable, lowly suitable and completely unsuitable areas.

Keywords: Climate change, drought, rainwater harvesting, ahp, cbs

ÖNSÖZ

Akçay havzası aşağı çığırının (Finike/Antalya) kuraklık özelliği ve su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi konulu yüksek lisans tez çalışmasında öncelikli olarak iklim, iklim değişikliği ve neden olabileceği afetlerden bahsedilmiştir. Kuraklık afetinin üzerinde daha hassas bir şekilde durulmuştur ve belirlenen çalışma alanının standartlaştırılmış yağış indisine göre kuraklık analizi yapılmıştır.

Daha sonra su hasadı yapılabilecek sistemlerin nereye yapılmasının veya yapılmamasının mümkün olduğu potansiyel alanların belirlenmesi için çok kriterli karar verme metodlarından biri olan analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile kriterler belirlenerek karşılaştırmalı matris oluşturulmuştur. Bu matris uzmanlar tarafından doldurularak görüşleri alınmıştır. Elde edilen değerler ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Ağırlıklar sonucunda öncelik vektörüne ulaşılmıştır.

Uygulanan yöntem sonucunda ise verilerin mekânsal analizinin yapılması için coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanarak ArcGIS programı üzerinden kriter haritalarının yeniden sınıflandırmaları yapılarak, ağırlıklı çakıştırma analizi yapılmış ve Akçay havzası aşağı çığırının su hasadı yapılabilecek potansiyel alanları belirlenmiştir.

Çalışmam boyunca bilgi birikiminden, tecrübelerinden ve tavsiyelerinden yararlandığım, kuşkusuz en büyük desteği aldığım danışmanım Doç. Dr. Ebru Akköprü'ye ve yardımlarını asla esirgemeyen Doç. Dr. Mehmet Fatih Döker'e, Araştırma Görevlisi Emirhan Berberoğlu'na, Seçkin Çakmak'a ve çalışmam sırasında anket için görüşlerini aldığım Prof. Dr. Tuncer Demir'e, Prof. Dr. Cemali Sarı'ya, Dr. Öğr. Üyesi Doğukan Doğu Yavaşlı'ya, Dr. Öğr. Üyesi Öznur Akgiş İlhan'a ve diğer tüm hocalarıma teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Yaşamımın en kıymetli hazinesi olan, varlıklarıyla beni güçlendiren ve gururlandıran ailem, bu günlere gelmemi sağlayan ve eğitimime en büyük desteği veren canım annem Hülya Açıkgöz, canım babam Hasan Açıkgöz ve kıymetli kardeşlerim Orhan ve Oğuzhan Açıkgöz'e sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalışmam sırasında yanımda olan, ellerinden gelen tüm desteği sağlayan canım arkadaşlarım Şuranur Özdemir, Sadettin Sakınç ve Ecem Yüksekülkü'ye çokça teşekkür ederim.

Neslihan AÇIKGÖZ

Antalya, 2023

GİRİŞ

Dünya'nın son yıllardaki en büyük problemlerinden olan küresel iklim değişikliği birçok noktada yaşamı etkilemektedir. İnsan doğaya bağımlı olarak yaşamını sürdürmektedir. Özellikle sanayi devrimi sonrasında insan kaynaklı faaliyetlerin artması ve endüstriyelleşme ile atmosfere salınan sera gazlarının, hava kirleticisi parametrelerin oranının artmasıyla Dünya daha da fazla ısınmaya başlamıştır ve her geçen gün sıcaklık artışı devam etmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından hazırlanan bir rapora göre, sıcaklıklar beklenenden çok daha hızlı artmıştır. İnsan kaynaklı ısınmanın 2010-2019 yılları arasında 1850-1900 dönemine göre 1°C'den fazla arttığı belirlenmiştir (IPCC, 2021:44). Artışın temel kaynağı olarak ise sera gazı emisyonları işaret edilmektedir. Raporda, farklı sıcaklık artışlarına ve sıcaklığın 1,5 °C, 2 °C, 3 °C ve 4 °C artması durumunda ortaya çıkabilecek olası durumlara göre formüle edilmiş dört farklı senaryo yer almaktadır. Ortalama sıcaklığın 1,5°C artması durumunda 2070 yılına kadar yaklaşık 3 milyar insan yüksek hava sıcaklıkları ile yaşamak zorunda kalacak ve şehirlerde yaşayan 350 milyondan fazla insanın artan kuraklık nedeniyle su ve gıda sıkıntısı yaşayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca iklim değişikliği nedenli transgresyon ve regresyon hareketleri ile kıyıdaki şehirlerin ciddi şekilde etkileneceğini düşünülmektedir. Küresel ekonominin ise 2050'ye kadar %10 oranında değer kaybedeceği tahmin edilmektedir. Ortalama sıcaklığın 2°C arttığı takdirde dünya nüfusunun yaklaşık %37'sinin en az beş yılda bir şiddetli sıcaklık dalgalarına maruz kaldığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra neredeyse 180 milyon kişinin daha açlıkla mücadele edeceği ve şehirlerde yaşayan 410 milyondan fazla insanın şiddetli kuraklıklar nedeniyle su kıtlığı yaşayacağı düşünülmektedir. Her yıl 300 milyondan fazla insanın deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak sel baskınlarına maruz kalacağı ifade edilmektedir. Dünya'nın gayri safi yurtiçi hasılasının (GSYİH) her yıl %11 oranında azalacağı tahmin edilmektedir. Ortalama sıcaklık 3°C yükselirse, yalnızca Avrupa'da yılda yaklaşık 96.000 kişi aşırı sıcak ve nemden öleceği öngörülmektedir. Dünyadaki tarım alanları %5-20 oranında azalma göstereceği ve su stresine maruz kalan insan sayısının yaklaşık iki katına çıkacağı düşünülmektedir. Barselona ve Kaliforniya gibi kıyı şehirleri yaklaşık %35-50 oranında kayıp vermekte ve küresel GSYİH her yıl %18 oranında küçülmektedir. Ortalama sıcaklığın 4°C yükselmesi ile Dünya'da aşırı sıcaklık ve nem meydana gelecektir. Bu nedenle hayatını kaybeden insan sayısının da 1,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2021:21; Özdemir Daşcıoğlu, 2021:4).

Tarım arazilerinin neredeyse %10- 30 oranında azalacağı, su kıtlığının daha da şiddetli meydana geleceği, kıyıda bulunan birçok büyükşehirlerin ve adaların sular altında kalacağı ve küresel gelir ortalamasının yalnızca artan sıcaklıklar nedeniyle yüzde 23 oranında azalacağı tahmin edilerek, Dünya'nın 4°C'lik bir sıcaklık artışına uyum sağlamasının imkânsız olacağı düşünülmektedir (IPCC, 2021:21; Özdemir Daşcıoğlu, 2021:2). Bu artışın sonucunda yine canlı yaşamı etkilenmektedir. Yağış miktarı değişmektedir, buna bağlı olarak biyocoğrafya değişmektedir, o bölgede üretilen tarım ürünlerini, insanların yeme-içme kültürü ve yerleşim tipleri gibi birçok olguyu doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. İklim sürekli değişmekte ve Anadolu'da küresel iklim değişikliği etkilerini sıcak hava dalgaları, ani yağışlar sonrasında oluşan sellerdeki artış, su kaynaklarının azalması, kuraklık ve tarımda verimliliğin düşmesi, beraberinde gıda yetersizliği, kıtlık gibi sonuçlarla kendini göstermektedir (Turan, 2018:63). Bu olumsuzlukların önem derecesine göre sıralaması mümkün değildir fakat canlı yaşamını ve çevreyi bütünüyle etkileyecek olan doğal afetlerden birinin kuraklık olduğu gayet net bir şekilde görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Kenya'nın Kuzeydoğusunda Yaşanan Kuraklık Sonucunda Canlıların Yaşam Koşullarına Uyum Sağlayamaması (<https://bianet.org/> Erişim Tarihi: 14.12.2021).

Dünya'da 1,4 milyar km³ toplam su miktarı bulunmaktadır. Bu suların büyük bir miktarı (%97,5) denizlerde ve okyanuslarda tuzlu su olarak, geri kalan küçük bir miktar (%2,5) ise göllerde ve nehirlerde tatlı su olarak mevcuttur (Korkmaz vd., 2018: 52). Yerkürenin yapısı ve canlıların yaşamlarını devam ettirebilmesi için suyun kıymeti büyüktür. Kuraklık, yağışların uzunca yıllar boyunca gözlemlenen oranından daha da az yeryüzüne düşmesi olarak bilinmektedir. Mevcut su kaynakları, su ihtiyacını karşılayamaz durumda olduğunda kuraklık ortaya çıkmaktadır. İklim kayıtları bazen kuraklığın yalnızca bir mevsim sürüp, az bir alanı etkilediğini, bazı durumlarda ise uzunca yıllar devam edebileceğini ve çok geniş alanları etkileyebileceğini göstermektedir (Turan, 2018: 64).

İnsanlığın her geçen gün suya duyduğu ihtiyaçla, su kaynakları arasındaki fark büyük oranda açılmaktadır. İmalatta, sağlıkta, tarımda, tüketimde ve temizlikte olduğu gibi birçok alanda su kullanılmaktadır. Su ihtiyacı sürekli artmakta ve kaynaklar sürekli azalmaktadır. Yağışların azalmasına bağlı olarak yüzey sularının azalmasının yanı sıra yer altı sularının azalması, göllerin kuruması ve akarsuların denize ulaşmadan kaybolması ciddi oranda su kıtlığı konusunda tehlike arz etmektedir. Mevcut su kaynaklarının kirlenmesi dolayısıyla sağlıklı su kaynağı eksikliği sonucunda doğacak hastalıklar, dolaylı yoldan canlıları tehdit etmektedir. Kuraklık yavaş gelişen fakat etkisi çok büyük olan bir doğal afettir. Su kaynakları ve yağışların, Dünya'nın her yerine eşit oranda dağılmamış olduğu ve suyun bir döngü halinde olduğu bilinmektedir. Türkiye'de yarı kurak/ yarı nemli iklim bölgesinde yer almakta ve herhangi bir kuraklık afeti yaşanacak olursa her bölge farklı boyutlarda etkilenecek potansiyele sahiptir (Tablo 1) (Türkeş, 2012a: 24).

Tablo 1. Kuraklık İndisi Değerleri 0,80'den ve 0,65'ten Küçük Olan İstasyonların Türkiye Coğrafi Bölgelerine Göre Dağılışı (Türkeş, 2012a: 24).

Coğrafi Bölge	Kİ < 0.80		Kİ < 0.65	
(İstasyon Sayısı)	Sayısı	%'si	Sayısı	%'si
Karadeniz (15)	7	46,7	4	26,6
Marmara (15)	8	53,3	1	6,7
Ege (11)	7	63,6	1	9,1
Akdeniz (15)	8	53,3	6	40
Güneydoğu Anadolu (8)	8	100	5	62,5
İç Anadolu (12)	10	83,3	9	75
Doğu Anadolu (14)	5	35,7	5	35,7
Türkiye (90)	53	58,9	31	34,4

Türkiye'nin nüfusu 2017'de 81 milyon civarındaydı ve yıllık su miktarı kişi başı 1.383 m³'tü. 2023 yılında ise nüfusun 87 milyon olacağı kabul edilmekte ve yıllık su miktarı kişi başı 1.287 m³ olacağı öngörülmektedir. 2050 yılında ise yıllık kişi başına düşen su miktarı 1.069 m³, 2070 yılında da 1.040 m³ olacağı düşünülmektedir. Kişi başına düşen su miktarı yılda 1.000 m³ 'ün altında olan ülkelerin su noksanlığı yaşayan ülke konumunda olduğu önemsenirse orta kuşakta bulunan, üç tarafı denizlerle çevrili, dört mevsimi yaşayan Türkiye'de gelecekte su kıtlığı yaşayabilecek ülkeler arasında bulunmaktadır (Korkmaz, vd., 2018: 49). Bunun için toplumun tamamının kuraklığa karşı bilinçlenmesi, önlem alması ve çözüm üretmesi kaçınılmazdır. Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi kapsamında, "Çölleşme ile kuraklığın etkilerinin azaltılması konusuna önem ve öncelik verilecek ülkeler kuraklık riski bulunan ülkelerdir, şartlara göre gereken kaynakları temin etmelidir. Bunun için, sürdürülebilir kalkınma planları ya da politikaları çerçevesinde öncelikler ve stratejiler geliştirmelidir" anlayışı vurgulanmış ve benimsenmiştir (TC. Dışişleri Bakanlığı, Erişim Tarihi: 19.11.2021).

Bu anlayışla birlikte 5 Ekim 2016 itibariyle Paris Anlaşması, küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 taraf anlaşmayı onaylamış ve 4 Kasım 2016 itibariyle yürürlüğe girmiştir. Türkiye ise Paris Anlaşması'nı New York'ta 22 Nisan 2016'da 175 ülkenin temsilcileriyle bir araya gelerek imzalamıştır (www.iklim.csb.gov.tr/, Erişim Tarihi: 04.01.2022). Anlaşma, sürdürülebilir kalkınma ve yoksulluğun olmaması bağlamında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) uygulamasını geliştirmeyi amaçlamaktadır. Anlaşmanın uzun yıllık hedefi; küresel ortalama sıcaklık artışının sanayileşme öncesi döneme göre 2°C altında tutulması; ek olarak ise bu artışın 1,5°C'nin altında tutulmasına yönelik küresel çabaların sürdürülmesi şeklindedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı uyum durumunun ve iklim direncinin artırılması; düşük sera gazı emisyonlu kalkınmanın temin edilmesi ve bunlar gerçekleştirilirken, gıda üretiminin zarar görmemesi diğer bir temel hedef olarak belirtilmektedir. Son olarak, düşük emisyonlu ve iklim dirençli kalkınma yolunda finans akışının istikrarlı hale getirilmesi hedefler arasında yerini almaktadır (www.iklim.csb.gov.tr/, Erişim Tarihi: 04.01.2022). Ayrıca Türkiye'de bulunan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, son zamanlarda iklim değişikliği konusunun ciddiyetinden ve öneminden kaynaklı olarak iklim değişikliği çalışmaların yürütüldüğü bakanlık haline gelmiştir ve ismi “Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı” olarak değişmiştir.

28894 sayılı 8/5/2014 tarihinde yayınlanan Resmî Gazete'de “İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği” gereğince küçük ve büyükşehir belediyeleri, su kayıplarını belirli oranlarda düşürmek durumundadırlar. 2023 yılına kadar en fazla %30, 2028 yılına kadar ise en fazla %25 seviyesine; diğer belediyeler su kayıplarını 2023 yılına kadar en fazla %35, 2028 yılına kadar en fazla %30, 2033 yılına kadar ise en fazla %25 seviyesine indirmekle sorumludurlar (TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, Erişim Tarihi: 19.11.2021).

Sağlıklı ve zengin kaynaklı yaşamak için mecburen yaşanan veya yaşanacak olan problemlere ya önlem alınmalı ya da uyum sağlanmalıdır. Kriz yaşanmadan önlem alınırsa karşılaşılabilecek felaketleri geciktirmek veya şiddetini azaltmak konusunda canlı yaşamına fayda sağlayacaktır. Bunun için aşırı yağışlar sonucunda yüzeyde meydana gelen sellenme esnasında gerek akışa geçecek olan yağmur suyunu uygun alanlarda hasat etmek veya çatılarda akışa geçen yağmur suyunu hasat etmek mümkündür. Yağmur suyunu depolamanın çeşitli yöntemleri bulunmaktadır.

Evsel atık sularına gri su denilmektedir (Üstün ve Tırpancı, 2015: 119). Hasat edilen gri su gri suları dönüştürmek, kullanım için sağlıklı su elde edilmesini ve tasarruf edilmesini sağlar. Aynı zamanda mevcut kaynakların korunmasına neden olur.

Su hasadı yöntemleri, suyun yetersiz olduğu kurak bölgelerde, yağmur sularını depolayarak su probleminin ve kuraklığın etkilerini minimuma indirmenin yanı sıra, toprak ve su koruma bakımından da fayda sağlamaktadır (Kuzucu, 2019: 577). Yağış olmayan veya çok az olan kurak ve yarı kurak bölgelerde yeryüzüne düşen ani yağış ile boşa gidecek olan yağmur sularının yerinde depolanması veya biriktirilmesi işlemi “*su hasadı*” olarak nitelendirilir (Oweis, vd., 2001:3; Kuzucu 2013:6). Su hasadı tekniklerinde, havzanın yukarı çıkışındaki toprak yüzeyi geçirimsiz hale getirilerek, topografik yapının ve yerleşim yerlerinin uygunluğu çerçevesinde üst düzey yüzey akışı sağlanır. Yağmur suyu havzanın aşağı çıkışında daha küçük bölgelere yönlendirilir ve daha sonra toprakta veya küçük bir gölette tutulur. Son olarak da o bölgenin su ihtiyacını giderir. 4500 yıl önceki Akdeniz medeniyetleri zamanından bu zamana kadar kullanılan su hasadı sistemleri 40–50 yıldan beri Dünya’nın birçok bölgesinde yıllık yağışı 50–80 mm olan çok kurak alanlarda ve kullanılmaktadır (Köksal, 2000; Kuzucu 2019:577).

Su hasadı uygulamalarında maksimum verimi almak için uygun alanlar, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yöntemleri ile belirlenmektedir. Daha büyük oranda su tasarrufu elde edilerek, birçok alanda kullanım sağlanır ve kuraklık şiddetini azaltmaya veya afeti geciktirmeye olumlu yönde etkisinin olması hedeflenmektedir.

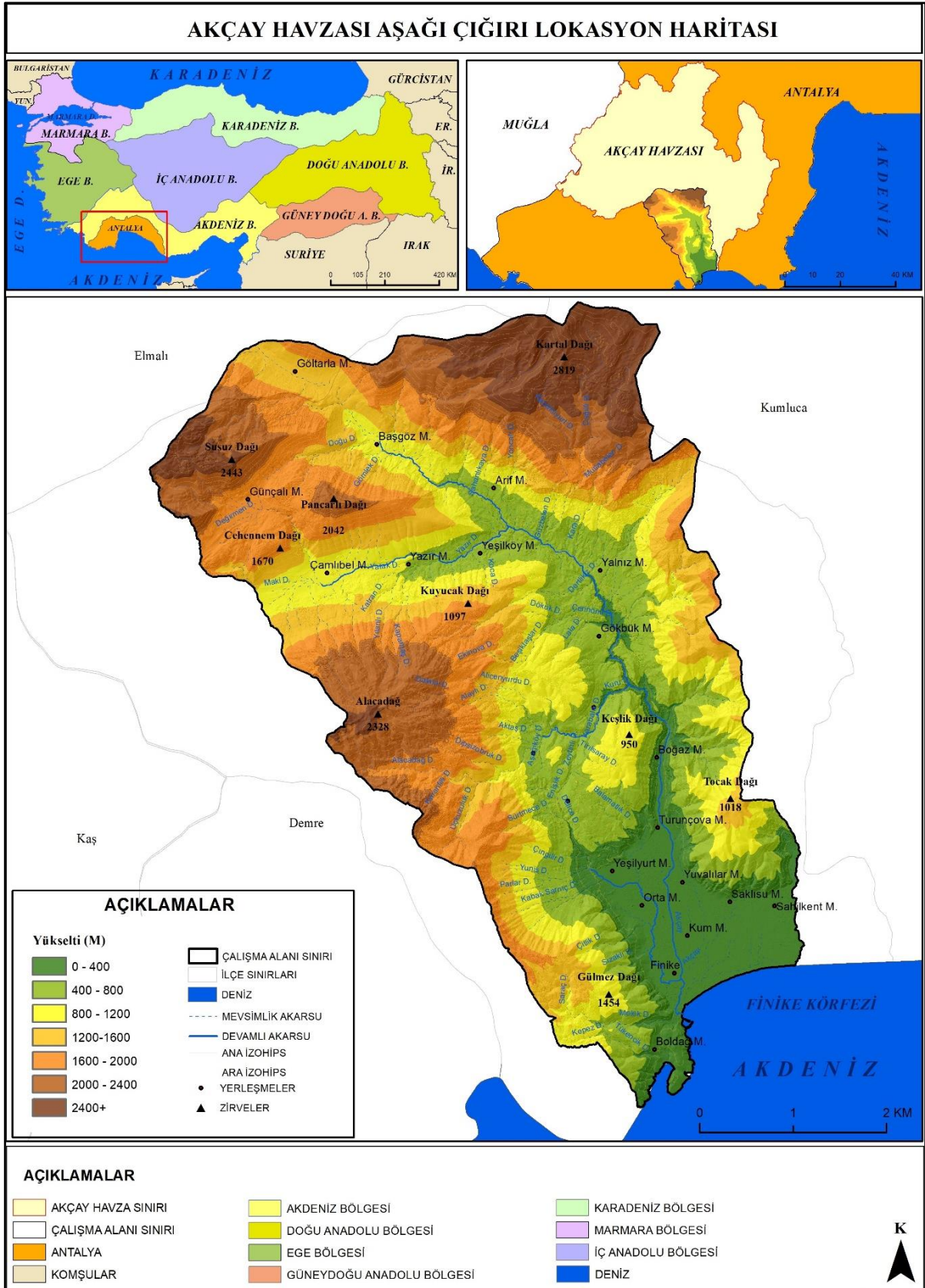
A. Araştırma Alanının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası olan Akçay havzası aşağı çıkışı, idari olarak Antalya ili sınırları içerisinde 36°18' kuzey enlemi ve 30°09' doğu boylamında yer alan Finike ilçesinde bulunmaktadır. Havza, il merkezinin 83 km batısında yer almaktadır. Akçay havzası aşağı çıkışının doğusunda Kumluca, batısında Demre ve Kaş, kuzeyinde Elmalı ilçeleri, güneyinde ise Akdeniz yer almaktadır (Harita 1). Finike’nin Başgöz Köyü’nden doğan Akçay, Yazır Köyü’nden bir kol ile beslendikten sonra Tocak Dağından gelen çayı da kapıp, kendi bünyesine alarak akmaktadır. Akçay, uzunluğu 33 km’dir ve ilçenin en önemli, büyük akarsuyu olarak bilinmektedir. Akçay Çayı doğduğu köyün de adını aldığı Başgöz Çayı olarak da tanınmaktadır ve Turunçova çevresinde bulunan Tekke Pınarlarının da dahil olmasıyla genişleyen bir çaydır. Finike Ovası’ndan geçerek, Akdeniz’e ulaşarak Finike Ovasında geniş bir yatağa sahip olur. Ova bu sayede bünyesinde çakıllı ve kumlu bir alüvyal dolgu bulundurmaktadır (TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019:7).

Çalışma alanının belirlenmesi noktasında ise Batı Akdeniz Bölümü'nün Akdeniz Bölgesinde en fazla yağış alan bölüm olmasından dolayı bu bölümde bir alanın incelenmesine karar verilmiştir. Batı Akdeniz'de bulunan Alakır ve Akçay akarsularının hem akış özellikleri hem de akış gösterdikleri alanda yerleşim ve tarım alanlarının bulunması dolayısıyla su hasadı gibi önemli bir konunun bu alanda çalışılmasının daha etkili ve doğru olacağı düşünülmüştür. Çalışma alanının "Akçay havzasının aşağı çığır" olarak sınırlandırılmasının nedeni ise aşağı çığırının Finike ilçe sınırları içerisinde kalmasıdır. Bu durum ile araştırmanın daha spesifik ve detaylı olması amaçlanmıştır. Böylece daha hassas verilerin üretileceği kanısına varılmıştır.

İnceleme alanı belirlenerek konu başlığı "Akçay Havzası Aşağı Çığırının Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi" olmuştur.





Harita 1. Akçay Havzası Aşağı Çığırı Lokasyon Haritası.

B. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Küresel iklim değişikliği günümüz ve geleceğin ciddi problemleri haline gelmekte ve tahmin edildiğinden daha hızlı bir şekilde etkilerini göstermektedir. Küresel iklim değişimi ile meydana gelen sıcak hava dalgaları, atmosferde meydana gelen ısınma, doğal afetlerden olan kuraklığı da tetiklemektedir. İklim değişikliği sonucunda Dünya'da ani yağışlarda artış beklenmektedir. Sellere sebep olabilecek miktarlardaki yağışların, taşkın yaşanmadan depolanması ve daha sonra yağışsız geçen dönemlerde ister evsel ihtiyaçlarda arıtılarak kullanılması ister tarımda kullanımı iklim değişikliği nedenli kuraklıkla mücadelede alınabilecek önlemlerin başında gelmektedir.

Çalışmada da öncelikli hedef, literatüre hâkim olmak açısından küresel iklim değişikliği, kuraklık ve su hasadı konularından bahsetmektir. Finike'de bulunan Akçay havzası aşağı çığırı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Standartlaştırılmış yağış indisi yöntemi kullanılarak bölgenin kuraklık özelliğinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Kuraklık özelliğinin de tespit edilmesinin ardından AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi ve mekansal uygunluk analizleri ile birlikte bölgede su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Hasat edilecek su için potansiyel uygunluk alanların araştırılmasındaki amaç, nereden veya hangi alandan maksimum seviyede su hasat edilebileceğini tespit etmektir. Verim alınamayacak bölgeye kurmanın veya verim alınsa bile kullanılmayacak alana su hasat sisteminin kurulmasının bir anlamı olmadığı açıktır. Su hasadı sistemlerinin kurulduğu alanın önemli olması kadar, kullanılabilecek alanlara da yakın olması büyük önem arz etmektedir. Bu sistemin ülke genelinde daha sonra dünya genelinde yaygınlaşması ile küresel iklim değişiminden etkilenmeyi daha minimum seviyeye indirerek, dönüşümün öneminin farkındalığına ulaşılması diğer büyük hedeflerden bir tanesidir.

Genel anlamda çalışmanın amacı küresel iklim değişikliği sonucunda meydana gelecek kuraklığın farkındalığına ulaşmak, iklim değişimine uyum sağlamak veya önlemler almaktır. Ayrıca henüz çok gecikmeden çözüm önerileri üretmek, aynı zamanda üretilen çözüm önerilerinin uygunluğunu tespit etmek, işin uzmanları tarafından su hasadı sisteminin doğru yerlere kurulmasına yardımcı olmaktır.

C. Araştırmada Kullanılan Materyal Yöntem ve Teknikler

Araştırmada kullanılacak yöntemlerin belirlenmesinde öncelikli olarak literatürde çalışılmış benzer araştırmalarda “hangi yöntem ve teknikler uygulanmış, nasıl bulgulara erişilmiş, sonuç ne olmuş” sorularına cevap aranmıştır.

Bu konular araştırılırken Akçay havzasının aşağı çıkırında bulunan meteoroloji verileri ve DSİ verileri kullanılmıştır. İhtiyaç duyulan verilerin temin edilmesi noktasında Finike Meteoroloji İstasyonunun uzun yıllık meteoroloji bülteni, yağış, sıcaklık, basınç ve rüzgâr gibi parametrelerin aylık, yıllık, ortalama verileri elde edilmiştir. DSİ 13. Bölge Müdürlüğünden Akçay’ın debi özellikleri ve havzanın genel su potansiyeli üzerine veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler ile “MS Excel programı” üzerinden meteorolojik verilerin tablo ve grafikleri oluşturulmuştur.

HGM (Harita Genel Müdürlüğü)’den elde edilen 1/25.000’lik haritalar ile “ArcGIS 10.5 Desktop programı” üzerinden çalışma alanının yeri ve sınırlarını gösteren lokasyon haritası yapılmıştır. Aynı programın ArcMap arayüzü kullanılarak inceleme alanının sayısal yükselti modeli üzerinden yer şekilleri ve yükselti basamakları haritası üretilmiş 3D analiz yöntemleri kullanılarak, eğim haritası ve bakı haritaları üretilmiştir. İnceleme alanının akarsuları topografya haritası üzerinden sayısallaştırılarak hidrografya haritası yapılmıştır. Toprak ve arazi kullanım verileri CLC (CORINE Land Cover)’den indirilerek toprak ve arazi kullanım haritaları; NDVI verileri ile vejetasyon haritası, iklimi hakkında bilgi veren sıcaklık dağılışı haritası için Lapse rate formülü (Demircan vd., 2014) ile Kriging analiz yöntemi, yağış dağılışı haritası için Schreiber formülü (Işık vd., 2018: 391) ile Kriging analiz yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur. Bu haritalar çalışma alanı olan Akçay havzasının aşağı çıkırının coğrafi özelliklerini bilmemiz açısından oluşturulmuş temel haritalardır.

Akçay havzası aşağı çıkırının kuraklık özelliğini belirlemek amacıyla standartlaştırılmış yağış indisi yöntemini kullanmak tercih edilmiştir. Herhangi bir bölgenin kuraklık özelliğinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın indisin Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) olduğu bilinmektedir (Türkeş, 2012a: 15). Mckee vd., (1993)’nin geliştirdiği yöntemde yağış miktarı sayısal bir değere dönüştürülerek SYİ değeri hesaplanmaktadır (Arslan vd., 2016: 190). Bu hesaplama yapılırken aşağıdaki formül kullanılmaktadır.

$$SYI = \frac{X_i - X_{ort}}{\sigma}$$

Burada; X_i , belli bir dönem için toplam yağış miktarını (mm),

X_{ort} , aynı dönem için ortalama toplam yağış miktarını (mm),

σ ise standart sapmayı temsil etmektedir.

Standartlaştırılmış yağış indisi değerleri farklı zaman dilimleri (1, 3, 6, 9, 12, 48 aylık yağış verileri gibi) için hesaplanabilirler. Fakat yağış verileri 12 ay ve daha kısa zaman dilimlerinde normal dağılıma uymayabilirler. Bu nedenle çalışılan konuda 48 aylık dilimi

dikkate alınmıştır ve her bir veri seti Gamma fonksiyonuna (karmaşık sayıları genelleme) uydurulmuştur. Standart yağış indisi değerlerinin doğru olarak hesaplanabilmesi için en az 30 yıllık verilerin gerekli olduğu belirlenmiştir (Mckee vd., 1993: 18; Arslan vd., 2016: 191).

Akçay havzası aşağı çığırı kuraklık analizi yapılırken 51 yıllık veri (1970-2021) kullanılmış ve hesaplamalar “SPI SL 6.exe” programı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen değerler “MS Excel” programı ile grafik haline getirilmiştir.

İnceleme alanındaki su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla analitik hiyerarşi prosesi (AHP) analizinin kullanılması tercih edilmiştir. Konu ile ilgili yapılmış önceki çalışmalar incelendiğinde de yer uygunluk analizi çalışmalarının çoğunda Thomas Saaty’nin geliştirdiği Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tekniğinin kullanıldığı tespit edilmiştir (Güler ve Yomralıoğlu, 2017; Uyan, 2017; Gürkan vd., 2021; Ödeker ve Bayar, 2021; Akıncı vd., 2015; Ertunç ve Çay, 2020; Akıncı vd., 2012; Yalçın ve Yüce, 2018; Saaty, 1990a; Saaty, 1990b).

Öncelikli olarak bu teknik ile mevcut çalışmaya 6 kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler; “eğim, arazi kullanımı, jeoloji, akarsu mesafe, yağış miktarı ve sıcaklıktır.” Kriterlerin 15 adet karşılaştırmalı anketi oluşturulmuş ve 10 uzman görüşten, Thomas Saaty’nin 1 ve 9 ölçeğinde önem derecesine göre anketi doldurmaları istenmiştir. Doldurulan anketin geometrik ortalamaları alınmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Geometrik Ortalaması Alınmış Kriter Tablosu

Kriterler																			
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Akarsu Mesafe	
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eğim	
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji	
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık	
Arazi Kullanımı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı	
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Eğim	
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji	
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık	
Akarsu Mesafe	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı	
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jeoloji	
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık	
Eğim	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı	
Jeoloji	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sıcaklık	
Jeoloji	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı	
Sıcaklık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yağış Miktarı	

Çalışmanın ağırlık ve tutarlılık hesaplamalarında “Super Decisions” programı kullanılmıştır. Ağırlıkların hesaplanmasından sonra çalışmanın tutarlılık oranı hesaplanmıştır. Tutarlılık hesaplaması sonrasında sonuç 0.10’dan küçük değer çıkarsa geçerli ve doğru bir anket olduğu anlaşılmaktadır (Saaty, 1977; Ammarapala vd., 2018: 33). İnceleme alanına yönelik yapılan çalışmanın tutarlılık oranı 0.09 şeklinde hesaplanmıştır ve geçerli olduğu tespit edilmiştir. Tutarlılık formülü aşağıdaki gibidir.

$$\text{Tutarlılık Oranı}(CR) = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi} \left(CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \right)}{\text{Rassalılık Göstergesi} (RI)}$$

Tutarlılık oranı, tutarlılık oranının (CI) rassal indis değerine (RI) bölünmesiyle hesaplanır. Rassal indis (RI) değeri 1’den 9’a ölçeklendirilmiş rastlantısal ters matris ile yapılmaktadır (Saaty, 1980; Alkay, 2014: 141; Ammarapala vd., 2018: 33). Matris geneline bakıldığında her satırı için, sütunlardaki kriterler, toplam sütun ağırlığına bölünmüş ve normalize edilmiştir. Oluşturulan bu matrisin her satırının ortalaması alınarak ağırlıklara göre öncelikler vektörü oluşturulmuştur. Öncelikler matrisinde her satır toplamı öncelikler vektörüne bölünerek “λmax” değerine ulaşılmıştır. Formülde bulunan “n” değeri kriter sayısına karşılık gelirken, rastgele değer indeksi kriter sayısına göre oluşturulmaktadır (Ödeker ve Bakar, 2021: 128).

Anketin kriter ağırlıkları tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Kriter Ağırlıkları Tablosu

Kriter Ağırlıkları	
1. Yağış Miktarı	0.45
2. Eğim	0.18
3. Akarsu Mesafe	0.17
4. Jeoloji	0.10
5. Sıcaklık	0.06
6. Arazi Kullanımı	0.04

Elde edilen kriter ağırlıkları, ArcGis 10.5 Desktop programı, ArcMap arayüzü kullanılarak inceleme alanına ait üretilmiş haritaların (jeoloji, sıcaklık, yağış, eğim, arazi kullanım ve akarsu mesafe) yeniden sınıflandırılması işleminde kullanılmıştır. “Reclassify” edilmiş haritalar daha sonra da “Weighted Overlay” analizi ile çakıştırılarak uygun potansiyel alanların mekânsal analizinin yapılması kısmına yardımcı olmuştur. AHP analizi için izlenen tüm adımlar sırasıyla tablo 4’teki gibidir.

Tablo 4. Çalışmada Uygulanan AHP ve Uygunluk Analizi Adımlarının Tablosu

Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi					
Kriterler					
1. Eğim	2. Arazi Kullanımı	3. Jeoloji	4. Akarsu Mesafe	5. Yağış Miktarı	6. Sıcaklık
Alternatifler					
1.1. Tam Düzlük	2.1. Tarım Alanı	3.1. Alüvyon	4.1. 0-50m	5.1. 741-1000mm	6.1. 6-10 °C
1.2. Dalgalı Düzlük	2.2. Bağ ve Meyvelik Alan	3.2. Kilitaşı	4.2. 50-100m	5.2. 1000-1250mm	6.2. 10-12 °C
1.3. Az Eğimli Yamaç	2.3. Yerleşim Alanı	3.3. Konglomera, Kum ve Kilitaşı	4.3. 100-200m	5.3. 1250-1500mm	6.3. 12-14 °C
1.4. Eğimli ve Dik Yamaç	2.4. Çayır ve Meralık Alan	3.4. Kireçtaşı	4.4. 200-300m	5.4. 1500-1750mm	6.4. 14-16 °C
1.5. Çok Dik Yamaç	2.5. Ormanlık Alan	3.5. Talus	4.5. 300m ve üzeri	5.5. 1750mm ve üzeri	6.5. 16 °C ve üzeri
<pre> graph TD A[1. İkili karşılaştırma anketinin oluşturulması, uzman görüş tarafından doldurulması, hesaplamalarının yapılması] --> B[2. Analitik hiyerarşi süreci ve kriter ağırlıklarının hesaplanması] B --> C[3. CBS ile yeniden sınıflandırma (Reclassify) ve Çakıştırma analizi (Weighted Overlay)] C --> D[4. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlar Haritası] </pre>					
1. İkili karşılaştırma anketinin oluşturulması, uzman görüş tarafından doldurulması, hesaplamalarının yapılması					
2. Analitik hiyerarşi süreci ve kriter ağırlıklarının hesaplanması					
3. CBS ile yeniden sınıflandırma (Reclassify) ve Çakıştırma analizi (Weighted Overlay)					
4. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlar Haritası					

C. Araştırma Soruları

Araştırma amacına uygun olarak çalışma soruları/problemleri belirlenmiştir. Bunlar:

- Akçay havzası aşağı çığırının kuraklık durumu nedir?
- Akçay havzası aşağı çığırında kuraklığa karşı üretilebilecek çözüm önerileri nelerdir?
- Akçay havzası aşağı çığır su hasadı için uygun bir alan mıdır?
- Akçay havzası aşağı çığırında hangi alanlarda su hasadı yapılabilir?
- Coğrafi bilgi sistemleri, su hasadı yöntemi için kullanılabilir mi?
- Hasat edilen yağmur suyu Akçay havzası aşağı çığırında ne amaçla ve nerelerde kullanılabilir?
- Hasat edilen yağmur suyundan elde edilecek su tasarrufunun kuraklığa ne gibi faydaları olacaktır?

D. Araştırma Konusu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Küresel iklim değişikliği, kuraklık ve su hasadı konuları kapsam genişliği nedeniyle birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu nedenle aşağıda ayrı başlıklar altında ulusal literatürden önemli birkaç kaynak vurgulanmıştır. Tezin tamamında ise diğer ulusal ve uluslararası literatür bilgileri faydalanılarak, atıflar şeklinde gösterilmiştir.

E.1. Küresel İklim Değişikliği Çalışmaları

Doğan ve Tüzer (2011), “Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri” adlı çalışmada iklim değişikliği ve küresel ısınma, büyük çevre problemlerinin başında geldiğinden bahsedilmektedir. Zamanla tarım arazileri, temiz su kaynakları, orman, deniz seviyesi değişiklikleri, enerji kaynakları, biyoçeşitlilik ve insan sağlığı üzerinde küresel ve bölgesel anlamda büyük problemlerin olacağı bilgisini vermişlerdir.

Bu konuda birçok çalışması mevcuttur fakat en önemlilerinden biri 2008 yılında yayınladığı yayındır. Türkeş (2008), “İklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler” adlı çalışmasında iklim değişikliğinin hem doğal nedenlerden kaynaklandığına hem de insan kaynaklı olduğuna ayrı ayrı önem vermiştir. Sera gazı emisyonlarının bugünkü seviyesinde sürmesi ve daha da artmasıyla 21. yüzyıl boyunca 20. yüzyılda izlenenden daha büyük seviyelerde değişikliğe neden olacağını savunmuştur. Antropojen faaliyetler sonucunda meydana gelen ısınma ve iklim değişikliği nedenli deniz seviyesi değişimleri yaşanacağını belirtmiştir. Sera gazı birikimleri belirli bir düzeyde durdurulsa bile, iklim süreçleri ve geri beslemeleri ile bağlantılı zaman ölçeklerinin çok değişik ve uzun olması dolayısıyla, etkilerin yüzyıllarca sürebileceğine dikkat çekerek iklim riskini önlemeye yönelik önemli çalışmaların vakit kaybedilmeden yapılması gerektiğinden bahsetmektedir.

Öztürk (2002), “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri” adlı çalışmasında Dünya’nın dengesinin çeşitli nedenlerle bozulduğuna ve buna büyük oranda etkili olan faktörün insanlar olduğu görüşündedir. İnsanların, önlemsiz bir şekilde çeşitli faaliyetlerini sürdürmesi durumunda, iklimdeki deformasyonların artarak, sonucu olumsuz olabilecek, küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin yaşanacağını belirtmektedir. Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili ve karmaşık iklim yapısı içindedir. Farklı iklim tipleri görülür. Özellikle belirgin şekilde yaşanacak herhangi bir iklim değişikliğinden büyük oranda etkilenecek ülkelerden birisidir. Karışık bir topografyaya sahip olması nedeniyle, Türkiye’nin her bir bölgesinin, iklim değişikliğinden çeşitli biçimde ve değişik boyutlarda etkileneceğini savunmaktadır.

Birçok çalışması ile bu alandaki sayılı isimlerden olan Kadioğlu’nun (2008a), “Günümüzden 2100 Yılına İklim Değişimi” adlı çalışmasında 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar olan süre içinde küresel ortalama hava sıcaklığı 0,3 – 0,6 °C arttığından ve 1860 yılından 1996 yılına kadar kayıtlara geçen en sıcak dört yıl ise 1990 yılından sonra olup, en sıcak yıldan itibaren sırasıyla 1990, 1991, 1994 ve 1995 yılları olduğunu, bu nedenle de 1990’lı yılların en sıcak 10 yıl olduğunu savunmuş ve 1998’de 1961-1990 ortalamasından

0,57°C daha sıcak olduğunu belirtmiştir. Araştırmalarına göre ise, gelecek 40 yıl içindeki her 10 yılda 0,1°C'den daha fazla miktarda küresel ısınmanın kuvvetlenerek devam edeceğini savunmaktadır. Böylece, “Küresel düşün ve yerel hareket et” prensibine uygun olarak, küresel iklim değişiminin önlenmesinde katkıda bulunulması gerektiğini de belirtmektedir.

Köle ve Yiğitbaşıoğlu (2013), “Küresel İklim Değişikliğinin Ankara İli Ana Su Kaynaklarına Olası Etkisi” adlı çalışmasında iklim değişikliği ve küresel ısınma kavramlarının, sanayi devrimden bugüne Dünya’nın en mühim problemlerinden biri olduğuna ve bu doğrultuda yapılan çalışmalar, atmosferik sera gazı konsantrasyonlarının 1850’den bugüne özellikle de CO² konsantrasyonun %30, ortalama sıcaklık değerinin ise 1906’dan bugüne 0,74 °C artmış olduğunu belirtmektedir. İklim sistemine yapılan insan kökenli faaliyetler sonucu su kaynakları miktar ve dağılımının ne şekilde değişeceği, içinde olunan dönemin en büyük sorunları arasında olduğuna da vurgu yapmıştır.

Akın (2006), “Küresel Isınma Nedenleri ve Sonuçları” adlı çalışmasında geçmişteki buzul devirleri ve buzullararası dönemlerde yeryüzünde önemli iklim ve çevre değişimleri görülmüş olduğunu belirtmiştir. Bunların sonucunda birçok bitki ve hayvan türünün yok olduğunu veya ortaya çıktığını belirterek, canlılardaki önemli değişimler ve yeni türlerin hep olağanüstü çevre koşullarında meydana geldiğine vurgu yapmıştır. Ancak küresel ısınmanın etkileri, buzul ve buzullararası dönemdekilerden çok farklı ve şiddetli olacağı; sürekli sel, erozyon, heyelan, orman yangını, çölleşme felaketleri ile canlı yaşamına olanak vermeyecek kadar değişmiş ve kirlenmiş bir çevre ortaya çıkacağını belirtmiştir. Bu duruma göre küresel ısınmanın yakın gelecekte büyük doğal felaketlere neden olacağının öneminden de bahsetmiştir.

Yadvinder Malhi vd., (2020), “Climate Change and Ecosystems: Threats, Opportunities and Solutions” “İklim Değişikliği ve Ekosistemler: Tehditler, Fırsatlar ve Çözümler” adlı çalışmada 21. yüzyılın başlarında yaşanan hızlı antropojenik iklim değişikliği, biyosferin sağlığı ve işleyişi ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. İklim değişikliğinin artan okyanus asitlenmesi ve atmosferik karbondioksit konsantrasyonları gibi diğer ilişkili değişikliklerle birleştiğinde, ortalama koşullarda ve iklim değişkenliğinde meydana gelen değişiklikler yoluyla ekosistemleri etkilediğini savunmuştur. Bu iklim etkilerinin ekolojik dinamiklerini anlamaya, hassas ve dirençli sıcak noktaları belirlemeye ve iklim değişikliğine karşı biyosfer direncine yardımcı olabilecek yönetim müdahalelerini belirlemeye ihtiyaç olduğu fikrini savunmuştur.

Jemma Gornal vd., (2010) “Implications Of Climate Change For Agricultural Productivity In The Early Twenty-First Century” “21. Yüzyılın Başlarında Tarımsal Üretkenlik İçin İklim Değişikliğinin Etkileri” adlı çalışmada iklim değişikliğinin küresel ölçekte tarımsal

retkenliği potansiyel olarak etkileyebileceği belirtilmekte ve kilit belirsizliğe sahip alanları göstermek için iklim modeli gruplarından meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık projeksiyonlarını sunmakta olduğunu açıklamaktadır. İlim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin tarımsal bir perspektiften en iyi nasıl ölçüleceği konusunda eksikliğin olduğunu ve yapılacak farklı ölçümlerin gelecekteki risklere ilişkin çok farklı izlenimler vereceğini açıklamaktadır.

E.2. Kuraklık alışmaları

Kadıoğlu (2008), “Günümüzden 2100 Yılına İlim Değişimi” adlı çalışmasında Türkiye’de yaşanacak kuraklık şiddetinin yakın zamanda çok fazla hissedebileceğini belirtmiştir. Suyun artan önemi dikkate alınarak, gelecekte su yönetimine, kuraklık planlarına, suyun dönüştürülerek yeniden kullanımıyla ilgili plan ve projelerin geliştirilmesi, sulama tekniklerinin iyileştirilmesi çalışmalarının yoğunluk kazanması gerektiğini savunmaktadır. Akdeniz havzası genelindeki su kaynaklarıyla ilgili bölgesel değişiklikleri belirlemek üzere, bölgesel çalışmalara gereksinim olduğunu açıklamıştır.

şahin ve Kurnaz (2014), “Küresel İlim Değişikliği ve Kuraklık” adlı çalışmasında kuraklığın ortaya çıkmasında yağış miktarı kadar sıcaklıkların, havadaki bağlı nemde azalmanın, yüksek rzgrların, yağışların zamanlamasının ve niteliğinin, örneğin ürünlerin ekim zamanı yağıp yağmamasının, yağış hızının ve sresinin de etkisinin olduğundan bahsederek, kuraklığın; kalıcı bir iklim özelliği olan çoraklığın tersine geçici bir normalden sapma hali olduğunu belirtmişlerdir. Kuraklık, geçici bir durumu ifade etmekle birlikte, birkaç gün veya haftadan uzun sürmeyen sıcak dalgalarından farklı olarak yıllarca sürebileceğine ve sıcak dalgalarıyla birlikte seyrettiğinde etki şiddetinin artacağına vurgu yapılmıştır.

Türkeş (2007), “Türkiye’nin Kuraklığa, lleşmeye Eğilimi ve İlim Değişikliği Açısından Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında kuraklık; hidrolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve meteorolojik kuraklık gibi bir ayırıştırma yapılmadan, bütünüyle kuraklık durumunun ciddiyle ele alınması gerektiğini belirtmiştir.

Yetmen (2013), “Van Gölü Havzasının Kuraklık Analizi” adlı çalışmasında kuraklığı geçmişten bugüne insan ve diğer canlıların su kaynaklarına olan bağlılığı nedeniyle toplum ve ekosistemler üzerinde birçok yönüyle diğer doğal afetlerden ayırdığını belirtmiştir. Çok kısa sürede gelişen ve ciddi tahribatlara yol açan jeolojik veya hidrometeorolojik karakterli afetlere oranla kuraklığın daha uzun bir zaman dilimine yayılacağını belirtmektedir. İlim bilimciler için de kuraklığın frekansını, süresini, şiddetini ve etki alanını hesaplamak için daha etkin araçlar geliştirmesi gerektiğini savunmuştur.

Partigöç ve Soğancı (2019), “Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonucu: Kuraklık” adlı çalışmasında küresel iklim değişikliğinin sebep olduğu önemli olaylardan birinin de kuraklık olduğundan ve tekrar edebilen, bir veya birden çok mevsime yayılan, azalan yağışlar ve artan sıcaklıklar nedeniyle oluşan ve su varlığına bağlı olarak tüm doğal kaynakları etkileyen doğal afet türü olarak tanımlanmaktadır. Ancak küresel iklim değişikliğine bağlı olarak dünya üzerinde aşırı artan sıcaklık ve azalan yağışlar kuraklığın sürekliliğini ve olası olumsuz etkilerini arttırmakta olduğunu belirtmiştir.

Alexis Berg ve Justin Sheffield, (2018), “Climate Change and Drought: The Soil Moisture Perspective” “İklim Değişikliği ve Kuraklık: Toprak Nemi Perspektifi” adlı çalışmada küresel ısınma altında, kuraklığın ekosistemler üzerindeki etkilerin göstergesi olan toprak nemi eksikliklerine odaklanılmıştır. Toprak neminin; su, enerji ve karbon döngüleri arasındaki karmaşık etkileşimlerini yansıtan, kara yüzeyinin önemli bir durum değişkeni olduğunun üzerinde durulmuştur. Arazi üzerinde önemli ölçüde artan kuraklık koşullarının, iklim değişikliği ve etkileri hakkındaki kamuoyu tartışmasının göze çarpan bir unsuru olduğu belirtilmiştir. Kuraklık projeksiyonlarına ilişkin literatürün gözden geçirilmesi, bu tür beklentilerin, son gözlemlere veya yüzey ikliminin iklim modeli projeksiyonlarına uygulanan basit, çevrimdışı kuraklık ölçütlerine veya buluşsal yöntemlere dayanan değerlendirmeler olduğunu açıklamıştır.

Francisco Nunes Correia vd., (2012), “Reliability in Regional Drought Studies” “Bölgesel Kuraklık Çalışmalarında Güvenilirlik” adlı çalışmada kuraklıkların bölgesel olaylar olduğunu ve yağışsız alan terimleriyle analiz edilmesi gerektiğini savunmuştur. Kuraklıklar da uzun süreli olaylardır ve bu gerçek dikkate alınmalıdır düşüncesiyle kuraklık sonuçlarının yıkıcı olabileceğini, ancak sel, deprem ve siklonlar gibi diğer büyük doğal afetlerde olduğu gibi asla kısa sürelerde meydana gelmeyeceğini belirtmiştir. Diğer doğal afetlerin aksine, kuraklıkları tanımlamak ve karakterize etmenin zor olduğunu, yalnızca hidrometeorolojik koşullara ve su mevcudiyetine değil, aynı zamanda belirli bir bölgedeki çok özel ihtiyaç ve su taleplerine de bağlı olduğunu savunmuştur.

Ashok K. Mishra ve Vijay P. Singh (2010), “A Review Of Drought Concepts” “Kuraklık Kavramlarının Gözden Geçirilmesi” adlı çalışmada su talebindeki artış ve yaşanan iklim değişikliği nedeniyle, son yıllarda küresel kuraklık senaryolarına daha fazla odaklanıldığına değinilmiştir. Doğal bir tehlike olan kuraklığın, çoklu klimatolojik ve hidrolojik parametrelerle karakterize edilebileceğini savunmuştur. Kuraklıkların etkilerini hafifletmek için önlemler geliştirilirse bu iki parametre grubu arasındaki ilişkilerin iyi anlaşılması gerektiğini belirtmektedir.

E.3. Su Hasadı Çalışmaları

Su hasadı konusu bilimsel çerçevede Türkiye’de henüz çok yakın dönemde araştırılmaya başlanmıştır. Ancak dünyada bu konu üzerinde çok fazla çalışma yapılmış ve farklı yöntem önerilerinde bulunulmuştur. Bu nedenle bu bölümde uluslararası literatür çalışmaları daha fazla vurgulanmıştır.

Pamuk Mengü ve Akkuzu (2008), “Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri” aslı çalışmasında su hasadı sistemlerinde, yüzey akış ya da su toplama alanlarının çatı, avlu, meydanlar ve caddeler olduğunu belirtmiştir. Ayrıca küçük toprak yüzeyleri ve mevsimlik akışları besleyen büyük havzaların da su tutma sistemleri olarak belirtildiğini açıklamaktadır. Su tutma ortamının ise yeraltında su depolama ve toprak yüzeyinde su depolama olarak ikiye ayrıldığından söz etmektedir. Toprak yüzeyinde depolama ortamı olarak tank, havuz ve rezervuar kullanılırken, yeraltında depolama için sediment, toprak ve sarnıç kullanıldığına vurgu yapmıştır.

Saleh H. Al-Seekh ve Ayed G. Mohammad (2009) “The Effect of Water Harvesting Techniques on Runoff, Sedimentation, and Soil Properties” “Su Hasadı Tekniklerinin Akış, Sedimentasyon ve Toprak Özelliklerine Etkisi” adlı çalışmada farklı su hasadı tekniklerinin etkisi altındaki yüzeysel akış ve çökelme, toprak nem içeriği ve özelliklerin hidrolojik süreçleri ele alınmıştır. Su toplama yapılarının kullanılması toprak ve suyun korunması, yüksek akış yoğunluğunun olumsuz etkisinin azaltılması ve ardından yağıştan kaynaklanan toprak nemi depolamasının artırılması için etkili bir yöntem olduğundan bahsedilmektedir. Vadi ve taş teraslardaki Jessour sistemleri, toprak nemi depolanmasını arttırmak konusunda, doğal bitki örtüsü için büyüme mevsimini uzatma konusunda ve meyve ağaçlarının yetiştirilmesi konusunda gereken ek sulama miktarını azaltmada etkili olacağını savunmuştur.

Oweis vd. (1999), “Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency in Dry Areas” “Kuru Alanlarda Geliştirilmiş Su Kullanım Verimliliği için Su Hasadı ve Ek Sulama” adlı çalışmada su hasadı yağışın yoğunlaşması süreci olarak tanımlanır. Fazla yağış alan bölgeden gelen akışın toplanarak, su sıkıntısı yaşanan alanlarda kullanılabileceğinden bahsedilmektedir. Bu sürecin genelde mayıs ayında doğal veya yapay olarak meydana geldiğine değinerek, su hasadının genellikle yıllık ortalama yağış miktarı en az olan bölgelerde, kış mevsimi yağışlarında 100 mm ve yaz mevsimi yağışlarında 250 mm altında olan yerler için kullanılmakta olduğuna vurgu yapılmaktadır. Yağışın fazla olduğu zaman toplanan su, ya doğrudan bitişik bir tarım alanına ya da depolama tesisinde tutularak evsel kullanım ve ek sulama alanlarında kullanılabileceğinden bahsedilmiştir.

Şanlısoy (2002), “İstanbul’daki Su Toplama Havzalarında Yaşanan Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri” adlı çalışmada su depolama havzaları, kapladıkları yeşil ve ormanlık alanlar ile şehir ekolojisi açısından hayati önem taşıyan alanlar olduğunu savunmuştur. Bu alanlar yağış oluşumu, toprağa ulaşan yağış, su miktarı ve kalitesi, yüzeysel akış, toprağın su depolama potansiyeli ve taban suyu seviyesi noktasında etkilidir. Havzalarda açık alanlarda bulunan su, üst toprak doyana kadar alt toprağa ulaşmaz. Orman alanlarında ise milyonlarca yaprağa sahip yüksek ağaçlar bulunmakta ve bunların derin kökleri ile hidrolojik dolaşımında, su bilançosunda çok yönlü etkiler bulunmaktadır. Su toplama havzalarının kullanımına ilişkin özel planlamanın doğal ekosistem ve kent ekosistemi arasında var olan dengenin korunması gerektiğini belirtmiştir.

Tekeli (2009), “Su toplama Havzalarının Yağış- Akım İlişkilerinde, Yüzey Akışa Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi ve Farklı Yöntemlerin Örnek Havzalarda Uygulanması” adlı çalışmada diğer doğal kaynaklarda olduğu gibi kişi başına düşen su potansiyelinin sabit kalması gerektiğini savunmuştur. Artan çevre kirliliği, ekonomik bir değer olan su ile ilgili çalışmalarda yeni teknoloji ve yöntemlerin geliştirilmesi gerektiğini belirterek, tutumlu bir şekilde su kullanımına özen gösterilmesini gerektiğine vurgu yapmıştır. Toprak ve su kaynaklarının devamlı olarak üretken kalacak halde geliştirilmesi, çevreye zarar vermeden kullanılması ve korunması gerektiğine değinmiştir. Su kaynakları mekânsal ve zamansal olarak azalıp artmakta, bu değişimler hem düzensiz yağış hem de su kaynaklarının yanlış yönetimi gibi insan faktörlerinden de kaynaklanmakta olduğunu ve su toplama havzalarının bu konuda faydalı olacağını savunmuştur.

Yetik ve Şen (2020), “Su Hasadı Sistemlerinin Önemi ve Teknikleri” adlı çalışmada su hasadı, yağmur suyunu yapısal önlemlerle toplayan ve depolayan, evsel ve / veya tarımsal üretim amacıyla kullanım için düzenleyen ve kullanan mini ölçekli bir su kaynakları tekniği olduğundan ve literatürde yöntemin farklı tanımları mevcut olduğundan bahsedilmiştir. “Yararlı kullanım için havzalardan doğal yağış toplama işlemi”, “Yağıştan oluşan yüzey akışlarının çeşitli amaçlarla toplanması ve kullanılması”, “Yağışın akış yoluyla konsantre edilmesi ve yararlı kullanım için depolanması süreci” şeklinde de tanımlanabilmektedir. Çiftçilere, üreticilere ve yatırımcılara doğrudan fayda sağlamakta ve içinde bulunduğumuz küresel ısınma sorunlarıyla beraber önemi artmakta olan çevre sağlığı (toprak erozyonunu ve çölleşmeyi kontrol etmek, ekosistemleri desteklemek, sel riskini azaltmak) konusuna doğrudan katkısının bulunduğu belirtilmiştir.

Ward vd. (2021), “Using AHP and Spatial Analysis to Determine Water Surface Storage Suitability in Cambodia” “Kamboçya'da Su Yüzeyi Depolama Uygunluğunu Belirlemek için AHP ve Mekânsal Analizin Kullanılması” adlı çalışmada ise uygun su toplama sahalarının çeşitli uzmanlıkların bir araya getirilmesi ve hidrolojik saha koşullarının değerlendirilmesi ile belirlenebileceği hedeflenilmektedir. Konunun uzmanları tarafından, temel mühendislik kriterleri arasında ikili karşılaştırmalar yapılmış ve kriterler belirlenmiş: Toprak drenajı, jeolojik gözeneklilik, yağış, arazi örtüsü ve eğim. Daha sonra karşılaştırmalara dayalı olarak model ağırlıkları hesaplanmıştır. Model ağırlıklarını kullanarak, bir su hasadı uygunluk modeli, Kamboçya arazisinin %19'unun yüksek uygunluğa sahip olduğunu ve arazinin yaklaşık %13'ünün en uygun uygunluğa sahip olduğunu açıklamıştır. Bu su toplama modelinin, su toplama rezervuarları için uygun alanların belirlenmesine yardımcı olduğunu ve iklim direncini artırmak için gelecekteki su altyapısı projelerine rehberlik ettiğini belirtmiştir.

Abdel Rahman Al Shabeeb, (2016), “The Use of AHP within GIS in Selecting Potential Sites for Water Harvesting Sites in the Azraq Basin-Jordan” “Azrak Havzası-Ürdün'de Su Hasat Yerleri için Potansiyel Yerlerin Seçiminde CBS İçinde AHP Kullanımı” adlı çalışmada su hasadı için potansiyel alanların belirlenmesi, kurak ve yarı kurak alanlarda su mevcudiyetinin ve arazi verimliliğinin en üst düzeye çıkarılmasına yönelik önemli bir adım olduğu açıklanmaktadır. Ürdün'ün Azraq havzasında CBS tekniklerini kullanarak su hasadı için en uygun alanları seçmek amaçlanmıştır. Azraq havzası, büyük miktarlarda akış içeren ani sellerle karakterize edilmektedir. Bu araştırmadaki seçim kriterleri, kapsamlı bir literatür taramasına dayalı olarak belirlenen altı parametreye dayanmıştır. Bunlar: yağış, eğim, toprak kil içeriği, lineament yoğunluğu, jeoloji ve drenaj yoğunluğudur. Daha sonra beş uzmandan her bir kriterin önemini değerlendirmeleri istenilmiştir. Uzmanlar kriterleri ikili karşılaştırma yöntemi kullanarak değerlendirmiş ve uzman anketlerinin ortalamaları alınmıştır. Çalışmanın tutarlılığının ölçülmesi noktasında tutarlılık hesaplanmış ve geçerli bir çalışma olduğu kanısına varılmıştır. Daha sonra her bir kriter için nihai ağırlık hesaplanmış ve son olarak ağırlıklı doğrusal kombinasyon (WLC) yöntemi izlenerek bir su hasadı uygunluk haritası oluşturulmuştur.

W.M. Jabr ve F.A. El-Awar (2005), “Gis And Analytic Hierarchy Process For Siting Water Harvesting Reservoirs” “Su Toplama Rezervuarlarının Konumlandırılması İçin GIS ve Analitik Hiyerarşi Süreci” adlı çalışmada, tarım potansiyelini geliştirmek için düşük ve düzensiz yağışlarla karakterize edilen 300 km²'lik bir Irsal-Lübnan bölgesinde su toplama rezervuarlarının konumlandırılması için bir yöntem geliştirilmiş. Uzman görüşlerinden yararlanarak 6 kriter belirlenmiş ve bunların karşılaştırmalı matrisleri oluşturulmuş.

Bu kriterler: Topografya, toprak, su bütçesi, ekili alan, hidrojeoloji ve arazi örtüsüdür. Rezervuar Uygunluk İndeksi cinsinden ifade edilen uygunlukları belirlemek için kullanılan yöntem ise AHP'dir. Ağırlıklı çakıştırma sonucunda uygunluk analizine ulaşıldığı belirtilmiştir.

Alaa M. Al-Abadi vd., (2017) "A GIS-Based Integrated Fuzzy Logic and Analytic Hierarchy Process Model for Assessing Water-Harvesting Zones in Northeastern Maysan Governorate, Iraq" "Kuzeydoğu Maysan Valiliği, Irak'ta Su Hasat Bölgelerinin Değerlendirilmesi İçin CBS Tabanlı Bütünleşik Bulanık Mantık ve Analitik Hiyerarşi Proses Modeli" çalışmasında su hasadı için potansiyel alanlarının belirlenmesinin, kurak bölgelerde verimli su kaynakları yönetimi için çok önemli olduğuna dikkat çekilmiştir. Buna karşılık, bu makale, kurak olan Güney Irak'ta su hasadı yapıları inşa etmek için uygun alanları tanımlama konusunda analitik hiyerarşi sürecini (AHP) ve birleştiren coğrafi bilgi sistemi tabanlı bir modeli öneren çalışma olduğuna değinilmiştir. Bir literatür incelemesine ve mevcut verilere dayanarak, modeli geliştirmek için beş etkili faktör seçilmiştir: Hidrolojik toprak grubu, arazi örtüsü, yüzey akış derinliği, eğim ve aralıklı bir nehre olan mesafe. Faktörleri standardize etmek için karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve ağırlıkları türetmek için AHP kullanılmıştır. Arazi uygunluğu için toplam puan ve AHP'den türetilen kriter ağırlıklarının çarpımlarının doğrusal toplamından elde edildiği belirtilmiştir. Elde edilen su hasadı uygunluk seviyeleri uygun olmayan, zayıf, orta, iyi ve mükemmel olmak üzere beş farklı sınıfa ayrılmıştır. Çalışma alanında su hasadı için, alanın %18'i uygunsuz veya zayıf, %26 orta derecede uygun olduğu ve %56 iyi veya mükemmel olduğu ortaya koyulmuştur.

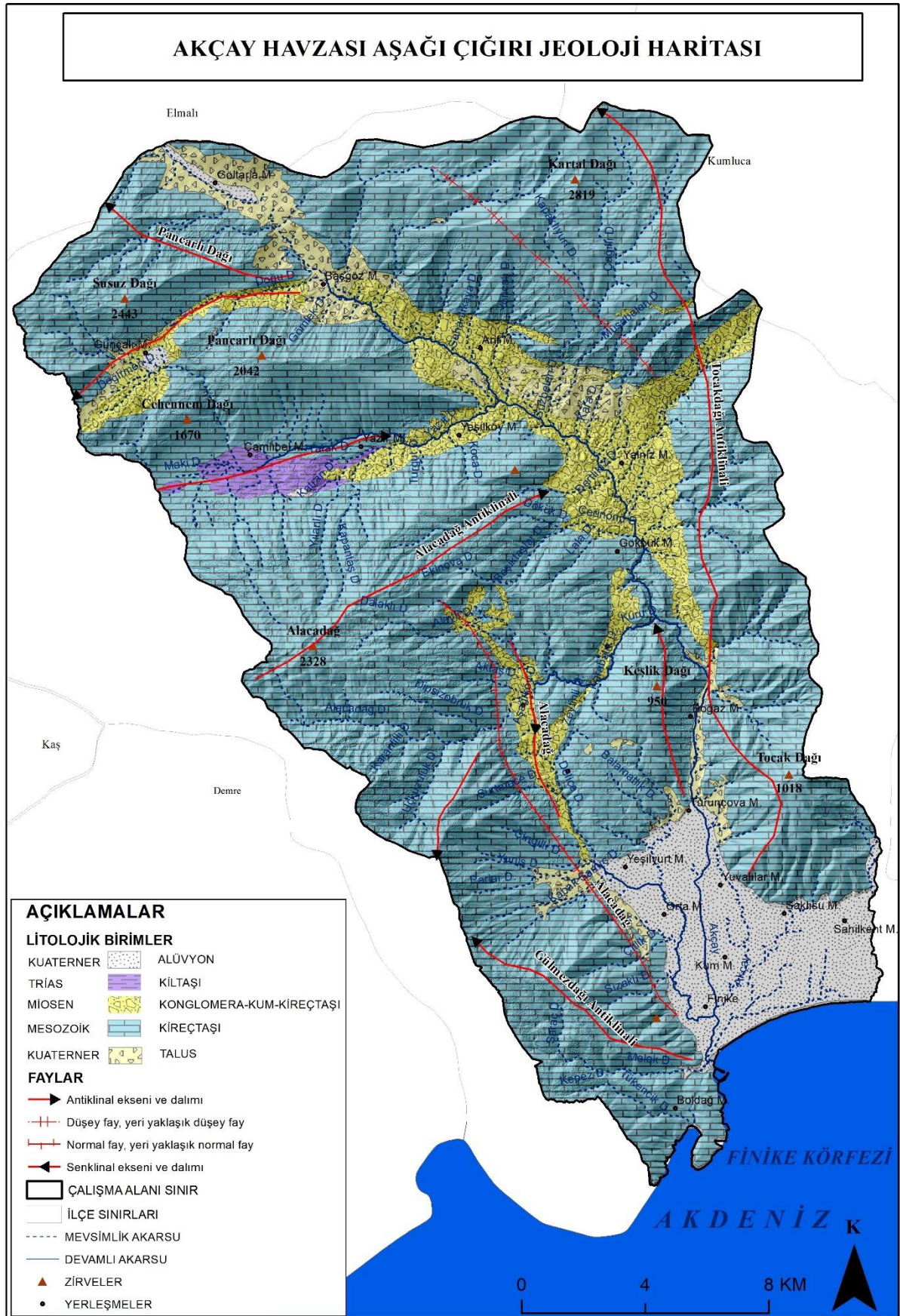
BİRİNCİ BÖLÜM

AKÇAY HAVZASI AŞAĞI ÇIĞIRININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

Kuraklık ve su hasadı incelemeleri hem fiziki coğrafya hemde beşerî coğrafya konuları içerisinde bulunur. Ancak çalışma üzerinde kullanılan yöntem olan Analitik hiyerarşi prosesi analizine tabi tutulan parametreler sebebiyle jeoloji ve litoloji, jeomorfoloji, iklim, bakı, hidroğrafya, toprak ve bitki örtüsü gibi fiziki coğrafya konularına değinilmesi gerekmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmada fiziki coğrafya özellikleri daha detaylı olarak anlatılmıştır.

1.1. Jeolojik Yapı ve Litolojik Özellikler

Çalışma alanının bulunduğu Akçay havzası aşağı çığırında, Gülmez Dağı, Keşlik Dağı, Yeşilköy, Pancarlı Dağı antiklinalleri ve Alacadağ senklinali bulunmaktadır. Tocak Dağı antiklinalinin batısında düşey atımlı fay, Alacadağ senklinalinin batısında ise normal fay bulunmaktadır. Mesozoik yaşlı kireçtaşı çalışma alanının büyük bir kısmını kaplarken, Akçay'ın kuzeyden güneye doğru akışla birlikte getirdiği malzemeler, Finike ovasında Kuvaterner yaşlı alüvyon sahaları oluşturmaktadır. Çalışma alanının kuzeydoğusunda ise kum ve çakılların şiddetli basınç sırasında birleşmesiyle oluşan Miyosen yaşlı konglomeralar, yer yer de Kuvaterner yaşlı taluslar görülmektedir. Kuzey batısında ise küçük bir alanda, Trias yaşlı kireç taşlarının bulunduğu tespit edilmiştir (Harita 1.1).



Harita 1.1. Akçay Havzası Aşağı Çığırı Jeolojî Haritası.

Çalışma alanının bulunduğu bölgede Beydağları otoktonu bulunmaktadır. Araştırma sahasında bulunan Beydağları formasyonunu, Jura- Kretase yaşlı platform kireçtaşlarından oluşmaktadır. Burdigaliyen-Langiyen yaşlı Kasaba formasyonunu ve geç Lütésiyen-Priyaboniyen yaşlı Nummulites’li kireçtaşlarından oluşan Susuzdağ formasyonunu bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 1.1) (MTA, 2010: 5).

Beydağları Formasyonu (Üst Kretase)

Beydağları formasyonunda Geç- Kretase yaşlı karbonatlı kayaçlar hakimdir. Aşınma yüzeyi açık gri, gri, kırılma yüzeyi bej, açık gri, krem, açık kahve renkli kireçtaşlarından oluşan orta- kalın tabakalı, bir saha söz konusudur. Sahada dolomit ve dolomitik kireçtaşı içeren, çatlaklı yapıya sahip karbonatlar bulunmaktadır. Bazı mevkilerde yersel olarak erime boşlukları bulunmakta ve karstlaşma yoğun olarak görülmektedir. Birçok dolin ve düden gelişiminin bulunması da karstlaşmanın olduğunun bir başka kanıtıdır. Bölge de bulunan Beydağları formasyonu mikrofauna açısından zengin konumdadır. Yoğun olarak bazı düzeyler miliolidli olmakla birlikte, kısım kısım da gastropod, lamelli, mercan, alg gibi çeşitli makro fosil izleri görülmektedir. Beydağları formasyonun üst kesiminde Geç Senoniyen yaşlı Globotruncana’lı mikritler bulunmaktadır (MTA, 2010: 5). Teke yarımadasında oldukça geniş alanlara yayılmış olan Beydağları formasyonunun yaşı Liyas-Üst Kretase arasında değiştiği bilinmektedir (Aksoy ve Aksarı, 2008: 46). Toçak Dağ alanındaki Bey dağlarında güneye doğru yönelen bir çıkıntı mevcuttur. Bu çıkıntı, kütle bakımından ve Eosen kalkerlerinin bol miktardaki yapı payları yönünden, Kasaba formasyonunun batısındaki dağları hatırlatır (Colin, 1984: 21).

Susuzdağ Formasyonu (Eosen)

Beydağları formasyonu üzerinde uyumsuz olarak bulunan Susuzdağ formasyonu, üstten Miyosen kayaları tarafından uyumsuz örtülü olarak bulunmaktadır. Aşınma yüzeyi gri, açık gri, kırılma yüzeyi bej renkli kireçtaşlarından oluşmakta ve kalın-orta tabakalıdır. Sahada dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşları yer yer görülmektedir. Çokça nummulit ve alveolin ile tanınan bir saha yapısına sahiptir. Yoğun çatlaklı ve yersel erime boşluklarının olduğu bir formasyondur (MTA, 2010: 6).

Susuzdağı formasyonunun doğusunda yer yer ofiyolit serileri görülmektedir. Aynı zamanda Susuzdağ formasyonu sığ karbonat şelf ortamında çökelmiş olarak bulunmaktadır. Fakat mevcut olan bu ortam doğuya doğru derin şelf-resif önü ortamı haline gelmiştir (MTA, 2010: 6).

Kasaba Formasyonu (Miyosen)

Kasaba formasyonu Şenel vd., (1981) tarafından Salır formasyonu olarak adlandırılırken daha sonra Iğdır vd., (1972) tarafından Kasaba formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyon ismini Kaş'ın 15 km kuzeydoğusundaki Kasaba köyünden almıştır (Hayward, 1982: 86). Kasaba formasyonu, kiltası, kumtaşı, konglomera ve silttaşı aralanması ile oluşmuştur. Konglomeralar, yuvarlak çakıllı, iyi boylanmış ve yoğun tane desteklidir. Bazen belirsiz tabakalı, bazen de kalın tabakalı olabilir. Çok kökenli (polijenik) karaktere sahiptir ve genelde içeriğinde Antalya naplarına ait çakıllar barındırır. Kumtaşı, kiltası ve silttaşları, gri, yeşilimsi gri renkli, yersel olarak kavkı yığılımlı ve bitki kırıntılıdır. İnce-orta-kalın tabakalıdır. Antalya naplarının bindirmeleri altında seyrek kireçtaşı blokları içerir. Alt ilişkisi aşıl açıdan uyumsuz olarak tespit edilen Kasaba formasyonu doğuda Antalya napları tarafından tektonik örtülü özelliğe sahip olmakla birlikte en fazla 750 m kalınlık göstermektedir (MTA, 2010:8).

Kasaba formasyonu batıda ve kuzeydoğuda sığ ortamlara çökelmiş konumda ve yoğun yelpaze materyallerinin söz konusu olduğu duyarsız şelf-yamaç alanlarında bulunmaktadır (MTA, 2010: 9). Üst Kretaseye ait ve çok yaygın bir halde bulunan ve kısmen de Eosene ait olan kalkerler, bu dağlık bölgeyi meydana getirirler. Çoğunlukla masif arazidir. Kalkerler kuzey ve doğuya doğru fliş nevinden kütlelerin altına kayar. Kasaba formasyonunun Kuzey kenarında ve merkez bölümünde, fasiyes bakımından farklı özellikli Miosen sedimanları bulunmaktadır. Kasaba düzlüğünü örtmüş ve kenar bölgeleri kaplamış olan Pliosen ile Pleistosen moloz sedimanları bulunmaktadır (Colin, 1984: 22).

SENZOYİK										KAYA TÜRÜ	KAYA TÜRÜ ÖZELLİKLERİ	FOSİLLER								
ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (m)														
TERSIYER	MYOSEN	BURDİGALİYEN	ALT	ÜST	Kasaba (Tmka)	750 m		Alüvyon, Plaj çökelleri, gevşek ve/veya tutturulmuş Yamaç molozları ve birikintili konileri vb.	—UYUMSUZLUK— Antalya naplarına ait bloklar Beydağları otoktonuna ait bloklar Kalın tabakalı konglomera, inco-orta-kalın tabakalı kumtaşı, silttaşı/kıtaşı vb.	Catapsydrax cf. dissimilis Praeorbulina transsionia Globorotaka cf. obesa Globaquadrina dehaensis										
											EÖSEN	ÜST LUTESİYEN	SUSUZDAĞ (Tss)	100 m	—UYUMSUZLUK— İnce-orta-kalın tabakalı, kalkerit ara seviyeli, inco-orta tabakalı, gri, yeşilimsi gri renkli kiretaşları İnce-orta tabakalı kili kiretaşları Orta-kalın tabakalı zılgı kiretaşları —UYUMSUZLUK— Orta-kalın tabakalı, bej, krem, açık kahve renkli Nummulites li kiretaşları —UYUMSUZLUK— İnce-orta tabakalı, Globotruncana'lı kiretaşları	Globotruncana cf. alpinus Globotruncana cf. alpinus Megastoma infundibula Megastoma irregularis Megastomoides dehaensis Aspilina exponens Nummulites cf. alpinus Chapmanina gassnerensis				
																	Beydağları (Ko)	400 m	Orta-kalın tabakalı, yer yer masif, bej, krem, kırı beyaz, açık gri renkli, yer yer rudist yama resilli neritik kiretaşları; yer yer dolomitik kiretaşı ve dolomit seviyeli	Orbitoides medius Siderulites calathapoides Proceramus Rudist Dicyclina pavonia Pseudosinuella richeli Salspingoporella sp. Thurmatoporella sp.

Şekil 1.1 Beydağları, Susuzdağ ve Kasaba Formasyonlarının Özellikleri (MTA, 2010:7).

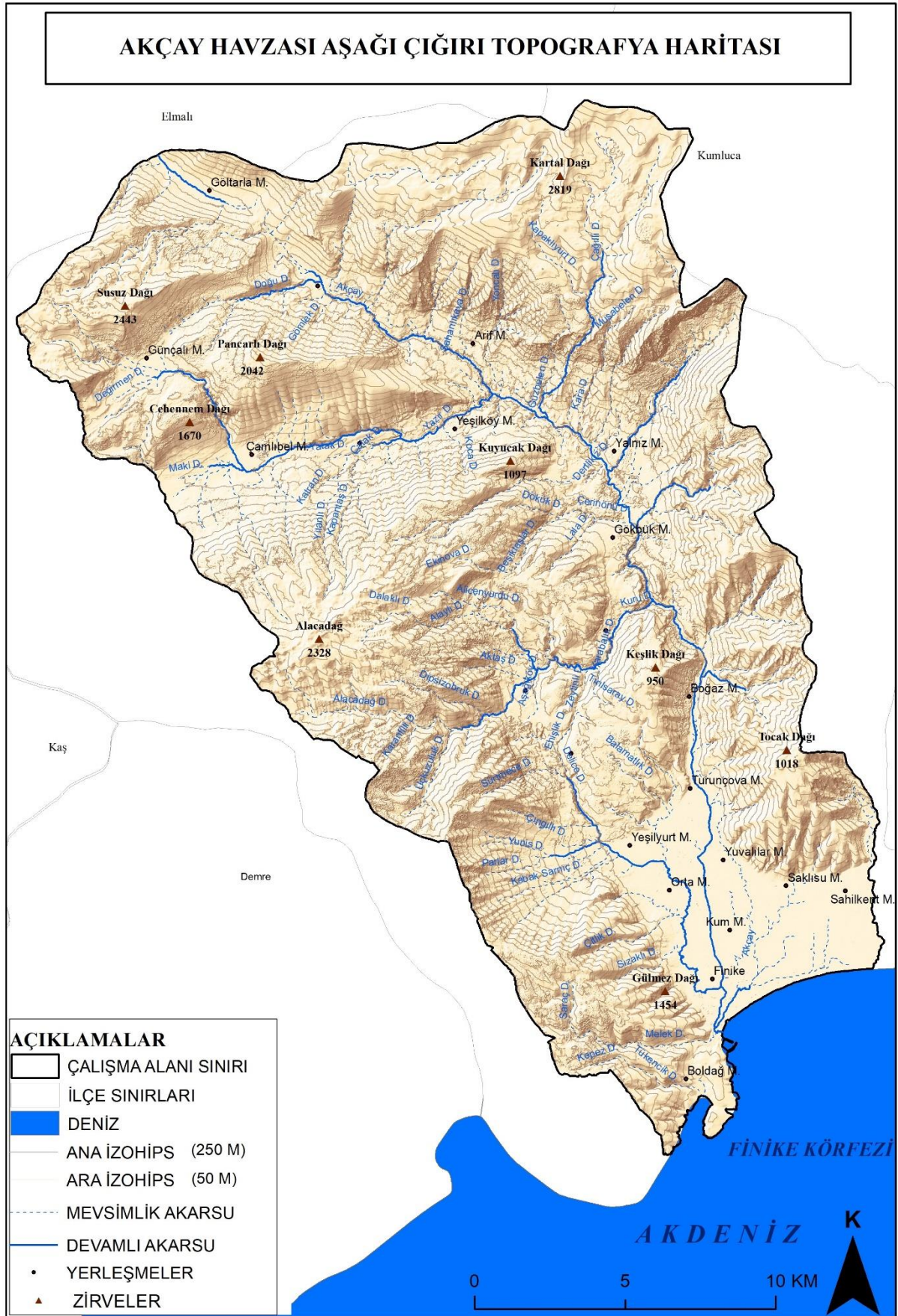
1.2. Jeomorfolojik Özellikler

Türkiye, yakın mesafeler arasında bile değişiklikler gösteren morfolojik bir yapıya sahiptir. Çalışma alanı, bulunduğu konum itibariyle Batı Anadolu gerilme neotektonik bölgesi içerisinde bulunmaktadır.

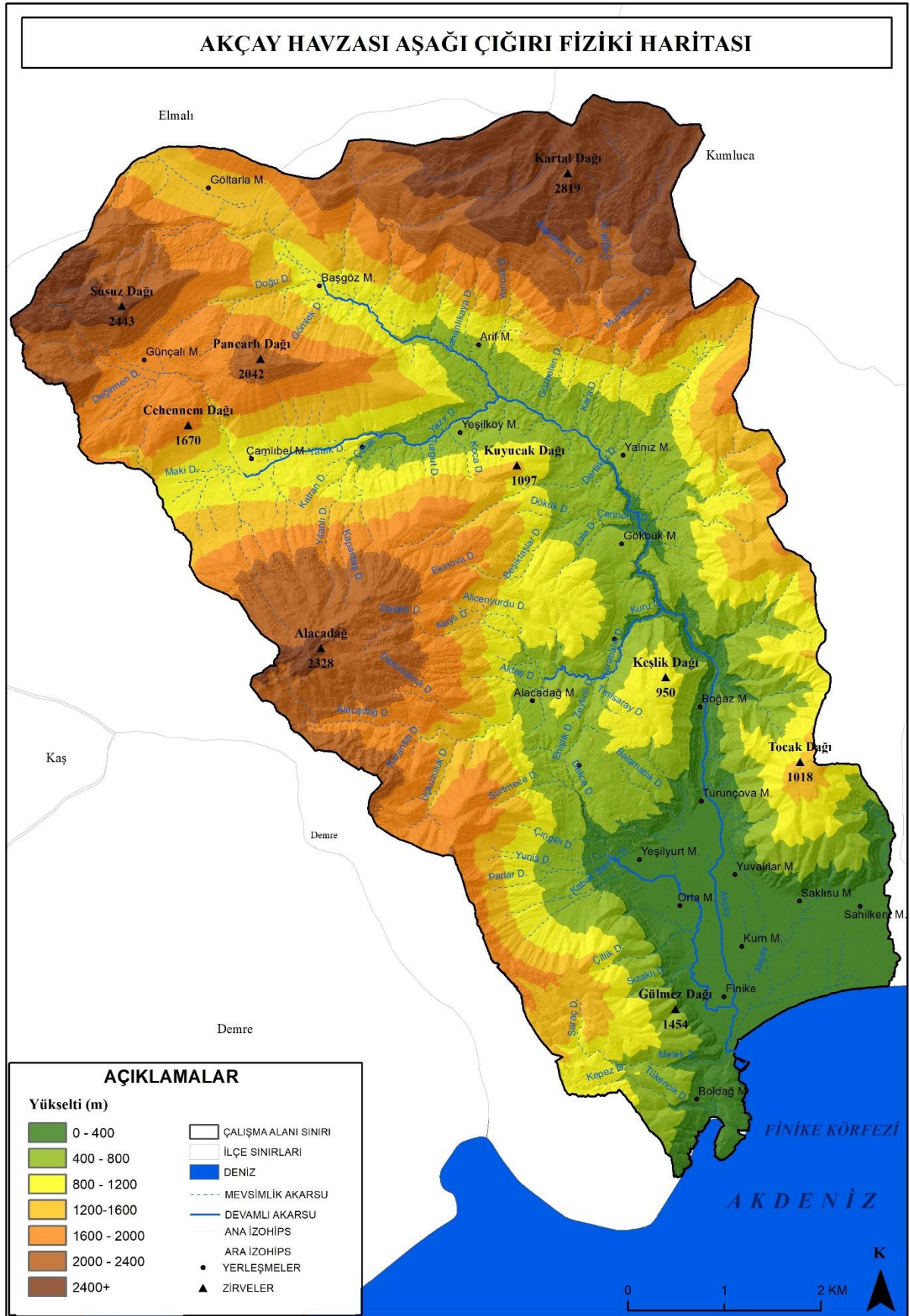
Türkiye'nin güneybatısında bulunan Finike ovası, Teke yarımadasının güneydoğusunda bulunmaktadır. Antalya körfezi batısında bulunan Finike Ovası, Bey Dağları ile Tahtalı Dağlarının güneyde sona eren eteklerinden itibaren geniş bir alan kaplamakla birlikte akdeniz kıyısından itibaren dik ve yüksek kıyılara sahiptir. Doğu kısmı Kumluca ovası, batısı ise Turunçova olarak bilinmektedir. Finike ovasının büyüklüğü yaklaşık 120 km²'dir. Ovanın kuzey-güney yönünde genişliği 5-7 km, doğu-batı yönünde uzunluğu ise 15 km'dir. Finike ovasının, tektonik yönden aktif bir alanda bulunması neticesiyle çevresinde yüksek kütleler bulunmaktadır (Öner ve Vardar, 2018: 2). Ovanın kuzey ve kuzeybatı kısmını saran dağ kuşakları bölgenin jeolojisinden kaynaklı olarak daha keskin yamaç özelliği taşırken, kuzeydoğu ve doğu bölümü ise daha yaygın görünümlü bir rölyef olarak kendini göstermektedir (Öner, 1996: 134).

Ovanın doğusu ve kuzeydoğusu ofiyolitli seriye ait kayalardan, batı ve kuzeyindeki kütleler ise genel olarak karbonatlı kayalardan oluşmaktadır. Bey Dağlarından kaynağını alan Alakır ve Akçay, taşıdıkları alüvyonlarla birlikte güneyi Akdeniz ile sınırlanan, kıyı ovası özelliği taşıyan Finike ovasını şekillendirmişlerdir (Öner ve Vardar, 2018: 2).

Antalya'nın Finike ilçesi sınırları içerisinde yer alan Akçay havzası aşağı çıkırı yerşekilleri çeşitliliği açısından zengin bir morfolojiye sahiptir. İnceleme alanının batısında Alacadağ (2328 m), Cehennem Dağı (1670 m), Susuz Dağı (2443 m) ve Pancarlı Dağı (2042 m); doğusunda Tocak Dağı (1018 m), Keşlik Dağı (950 m) ve Kuyucak Dağı (1097 m); kuzeyinde Kartal Dağı (2819 m); güneyinde ise Gülmez Dağı (1454 m) yer almaktadır (Harita 1.2 ve Harita 1.3). Bu dağlar eosen-kretase yaşlı olup Batı Torosların silsilesi şeklindedir ve Bey Dağları (600-3000m'yi aşar) olarak da bilinmektedir (Karakuş, 2014: 15).



Harita 1.2 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Topografya Haritası.



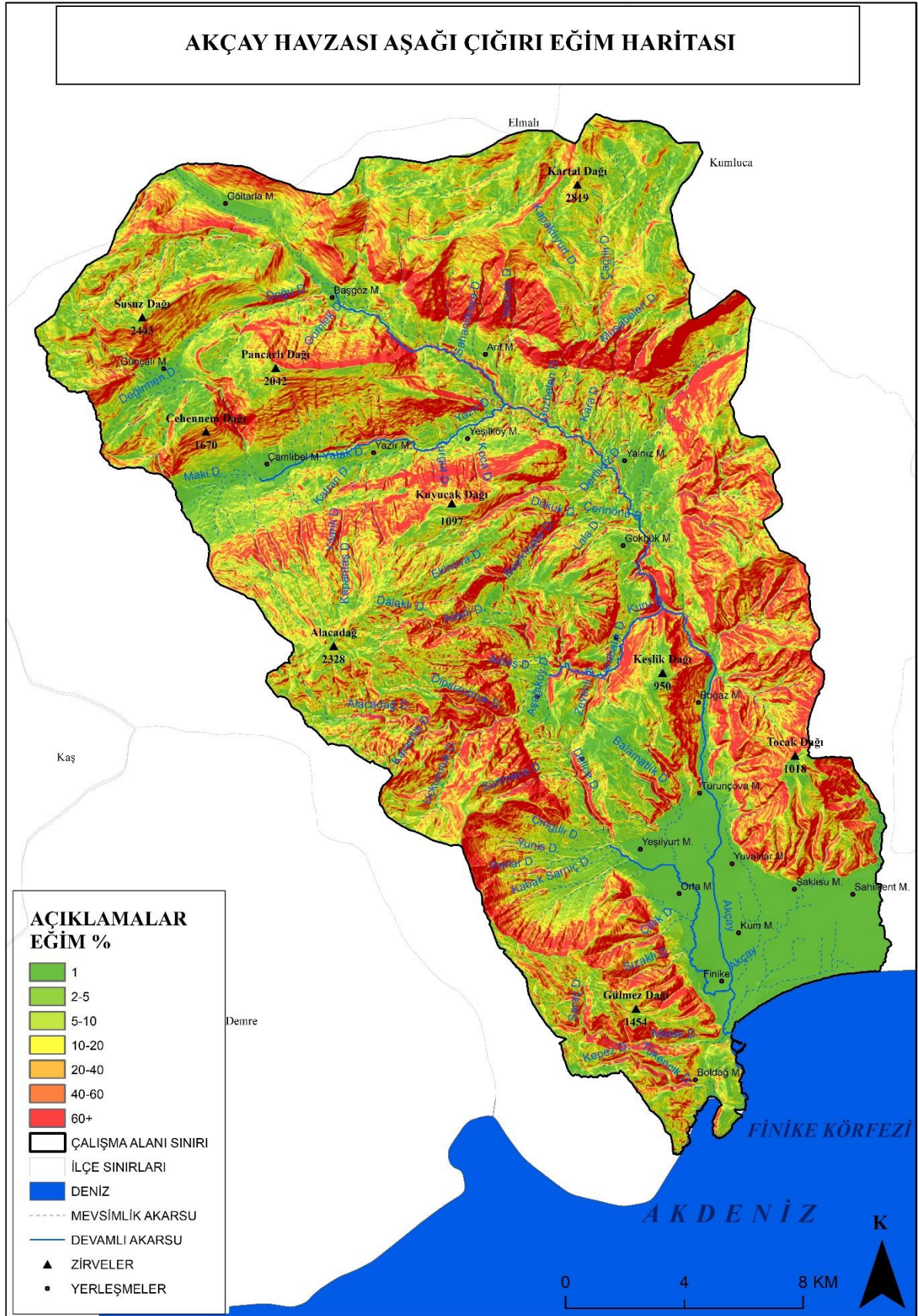
Harita 1.3 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Fiziki Haritası.

Finike ovasının büyük çoğunluğu yakın döneme kadar akarsuların taşkınları veya kuzey kesimlerinde karstik- tektonik kökenli kaynaklar sebebiyle bataklık görünümüne sahiptir. Bu nedenle bölgede tarımla ilgilenen insanlar bu işler için ovanın nispeten daha yüksek kesimlerini tercih etmişlerdir. Eski Avlan Gölü'nün hemen güneyinden itibaren Akçay'ın su bölüm çizgisi yer almaktadır (Öner, 1996: 138). Elmalı ovasının batı kısmında bulunan Akdağ'dan kaynağını alan dereler, Avlan Gölü'nün çevresindeki düdenler vasıtasıyla yer altı sularına dahil olurlar. Daha sonra Avlan belinin aşağı kısımlarında, Finike'nin Başgöz Köyü'nden tekrar yüzeylenerek Akçay deresini oluştururlar (TC. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019: 7) (Şekil 1.4). Karstik topografyaya sahip alanlarda yukarıda açıklandığı gibi eksürjans ve resürjans kaynaklara sıkça rastlanır.

Finike ovası batısındaki başka bir akarsu da Karasu çayıdır. Karasu çayı kaynağını Alacadağ güneyinden almakta ve Keşlik Dağı doğusundaki tektonik kökenli vadide akmaktadır. Gülmez Dağının Plio-Kuaterner yaşlı etek dolguları içerisine gömülerek küçük yan derelerle ovaya ulaşarak birikinti konisi oluşturmuştur. Bu alanda yapılan araştırmalarla Karasu çayı yatağı düzenlenmiş ve taşkın önleyici bent görevini almıştır (Öner, 1996: 138).

Akçay havzası aşağı çığırının eğim özellikleri incelendiğinde; Finike ovasının bulunduğu alüvyal düzlük %0-10 eğim aralığına sahiptir. Bu özelliği dolayısıyla inceleme alanındaki yerleşmelerin birçoğu Finike ovasına kurulmuştur. İlçenin çevresinde dağlık alanlar bulunmaktadır. %10 ve üstü eğimli alanlar çalışma alanının %66'sını oluşturmaktadır. Sebebi ise Toroslar'ın uzantısı olan Bey Dağları'nın ilçe sınırlarından geçmesidir. Bu durum yerleşim desenini direkt olarak etkilemektedir. İlçede yer alan kır yerleşmeleri ise eğimin %20-40 aralığında dalgalı düzlüğe sahip olduğu, vadi tabanlarında bulunmaktadır (Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, 2020:10)(Harita 1.4).

Çalışma alanının bulunduğu Finike'de yükseklik ve eğim analizleri ile elde edilen bakı haritasına göre dağların doğu, güneydoğu, güney ve güneybatı yamaçları yoğun olarak bakı etkisi altındadır. Akçay vadisinin doğusunda genel anlamda kuzey, kuzeybatı, güneydoğu, doğu ve yer yer de kuzeydoğu bakı etkisi görülürken, batısında ise güneybatı, güneydoğu, güneybatı, batı ve doğu bakı etkisi görülmektedir (Harita 1.5).



Harita 1.4 Akçay Havzası Aşağı Çığır Eğim Haritası.

1.3. İklim Özellikleri

İklim, Dünya’da herhangi bir yer üzerinde uzunca yıllar boyu takip edilen hava olaylarının ortalama değerleri olmakla birlikte yaşanan hava olaylarının frekanslarının ve zamanla ortaya çıkan değişken ekstrem değerlerinin birleşimi olarak da tanımlanmaktadır (Türkeş, 2010: 54). Yeryüzünde birçok şeyin neredeyse tamamı üzerinde rol oynayan faktördür iklim. Coğrafi ortamın şekillenmesi ve değişime uğraması üzerinde; canlıların yaşam koşullarında ve insanların ekonomik kalkınmalarında, kıyafet seçiminde, yiyecek kültürlerinde ve barınma ortamlarının seçilmesinde oldukça etkilidir.

Çalışma alanı, bulunduğu konum itibarıyla Akdeniz ikliminin görüldüğü Finike ilçesi sınırları içinde bulunmaktadır. Akdeniz iklimi, hava şartları bakımından haziran, temmuz, ağustos yaz mevsimleri sıcak ve kurak; aralık, ocak, şubat kış mevsimleri ılık ve yağışlı; bahar aylarında ise her iki mevsimin de (yaz-kış) bünyesinde barındırdığı kararsız hava koşullarının görüldüğü bir iklimdir (Türkeş, 2010: 53).

Akdeniz iklimi bir geçiş güzergahı özelliği taşımaktadır. Kış mevsiminde batıdan gelen hava akımlarının etkisi altındayken, yaz mevsiminde subtropikal antisiklonların etkisi altındadır (Gönençgil, 2018: 253). Akdeniz ikliminde haziran- eylül ayları arası kurak dönem, ekim- mayıs ayları arası ise nemli dönem olarak bilinir. Ekim- mayıs aylarında atmosferik performans fazlasıyla güçlüdür. Fas’ın batısında, Atlas Okyanus’ta bulunan Kanarya Adaları üzerinden güneye doğru kayan Azor Yüksek Basınç çekirdeği, Avrupa üzerinde bulunan alçak basınç merkezi Sicilya Körfezi üzerinden Akdeniz havzasına doğru ilerler. Alçak basınç merkezinin değişmesiyle Türkiye üzerindeki etkileri Antalya Bölümü’nden itibaren görülmeye başlar. Bu durum ekim- şubat arasındaki yağışlı dönem süresince devam eder. Bu dönemde cephesel yağışların miktarı kurak döneme göre fazladır. İlkbahar da, Atlantik Antisiklonu; Grönland, İzlanda ve Kuzey Afrika üzerindeki yüksek basınçla birleşir veya yer değiştirme olayı yaşanır. Depresyonlar Akdeniz’e ulaşmadan önce yağışlarını Avrupa üzerinde kısmen bıraktıkları için, Antalya Bölümü ilkbahar mevsiminde, kış mevsimindeki kadar yoğun yağış almaz. Bu olay sonucunda Akdeniz, Avrupa üzerinden gelen soğuk hava kütlelerinin ve depresyonların etkisine maruz kalır (Yiğitbaşıoğlu H., 2000: 110). Bunun yanı sıra Dünyadaki iklim tiplerini belirlemek için çeşitli iklim sınıflandırmaları geliştirilmiştir. Fakat mevcut çalışmada en yaygın olarak kullanılan Köppen-Geiger iklim sınıflandırması ve Thornthwaite iklim sınıflandırması incelenmiştir.

Köppen iklim sınıflandırması, yağışın yıllara göre dağılımına, yağış ve sıcaklık ile doğal bitki örtüsü arasındaki ilişkiye ve aylık, yıllık sıcaklık ve yağış miktarına dayanmaktadır (Öztürk vd., 2017: 20; Erhat, 2014; Türkeş, 2010).

Köppen-Geiger, iklim tiplerinin açıklanmasında harf yöntemini kullanmış ve iklimleri 5 ana tip içerisindeki 29 alt kategoriye almıştır (Öztürk vd., 2017: 20; Peel vd., 2007). İlk harfler ana iklim tiplerini açıklar (A, B, C, D, E) ve bu temel iklim tipleri belirlenirken 4 tanesinde sıcaklık, 1 tanesinde ise yağış koşulları dikkate alınır. Alt tiplerdeki ikinci harfler (S, W, s, w, f) yağış durumunu, üçüncü harfler (h, k, a, b, c, d) ise sıcaklık durumunu açıklar (Öztürk vd., 2017: 20; Erhat, 2014). Yağış koşullarının dikkate alındığı iklim tipine ait alt kategorilerin belirlenmesinde ise, kuraklık eşik değerinden faydalanılır (Öztürk vd., 2017: 20). Finike, Köppen iklim sınıflandırmasına göre Csa, kışları ılık; yazları çok sıcak ve kurak iklime (Akdeniz iklimi) sahiptir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016: 13).

C.Warren Thornthwaite'ın geliştirdiği Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre ise iklim tipinin belirlenmesi için aylık ortalama sıcaklık, yağış ve evapotranspirasyon değerlerinden faydalanılarak, toprakta yıl içinde birikmiş su, birikmiş suyun aylık değişimi, yıllık gerçek evapotranspirasyon değeri, su noksanı ve su fazlası ile akış ve nemlilik değerlerine ulaşılır. Thornthwaite iklim sınıflandırmasının yağış etkinlik indeksine göre Batı Akdeniz nemli-çok nemli iklim sınıfına girmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016:16). Spesifik olarak Finike ilçesi incelenecek olursa Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre yarı nemli, 4.derece mezotermal ve su kıtlığı yaz mevsiminde çok kuvvetlidir. Yanı sıra yaz buharlaşma oranı %51,1 olan değerlere sahiptir (<https://www.mgm.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 16.08.2022).

1.3.1. Sıcaklık Özellikleri

Sıcaklık bir bölgenin iklim özelliklerini belirleyen ve yaşamı doğrudan etkileyen temel meteorolojik faktörlerden bir tanesidir. Güneş ışınlarının geliş açısı, hava kütleleri, karasallık-denizellik ve orografik özellikler sıcaklık eğilimlerinin şekillenmesi üzerinde oldukça etkilidir. Atmosferin ısınması direkt olarak solar enerjiden gelen ışınlar sayesinde yüzeyden atmosfere geçen ısı enerjisidir. Atmosfer de yeryüzünden yansıyan ışınlarla ısındığı için atmosferin alt katmanları üst katmanlarına göre daha sıcaktır (Gönençgil, 2018: 225).

Çalışma alanı olan Finike'nin ortalama güneşlenme süresi 8 saat, 20 dakikadır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Erişim Tarihi: 24.02.2022). Güney de Akdeniz, kuzey de Bey Dağları ile çevrili olan Finike, yükseklerle çıkıldıkça sıcaklığın azalmasından kaynaklı yer yer belirgin derecede sıcaklık farklarının da ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Finike Meteoroloji İstasyonunun 2015-2021 yılları arasındaki sıcaklık değerlerine bakıldığında 2015 yılında ortalama yıllık sıcaklık 19,7 derece; 2016 yılında 20,2 derece; 2017 yılında 19,9 derece; 2018 yılında 21 derece; 2019 yılında 20,4 derece; 2020 yılında 20,8 derece ve 2021 yılında ise 20,8 derece ortalama sıcaklık değerleri saptanmıştır (Tablo 1.1) (Şekil 1.2).

Tablo 1.1 Finike Meteoroloji İstasyonunun 2015-2021 Yılları Aylık ve Yıllık Ortalama Sıcaklık Değerleri.

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)													
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ortalama
2015	11	11,9	14,1	16	22	24,7	28,6	29,6	26,5	22,5	17,5	13	19,7
2016	10,6	14,5	15,3	18,9	21	27	29,7	29,1	25,9	22,4	17,1	10,9	20,2
2017	10	11,9	14,5	17,5	21,1	26,3	30,4	29,1	26,5	21,3	16,3	14	19,9
2018	12,4	14,1	16,1	19,6	24,2	26,2	29,6	29,6	27,4	22,5	18,2	13,2	21
2019	11,1	12,9	14,5	16,7	21,8	26,4	29	30,1	26,7	23,5	18,8	13,8	20,4
2020	12	12,8	15,2	17,7	22,4	24,6	29,8	30,1	28,7	23,6	18,5	15	20,8
2021	13,4	13,8	14,2	17,5	22,8	25,6	30,8	31,5	26,3	22	18,6	13,3	20,8



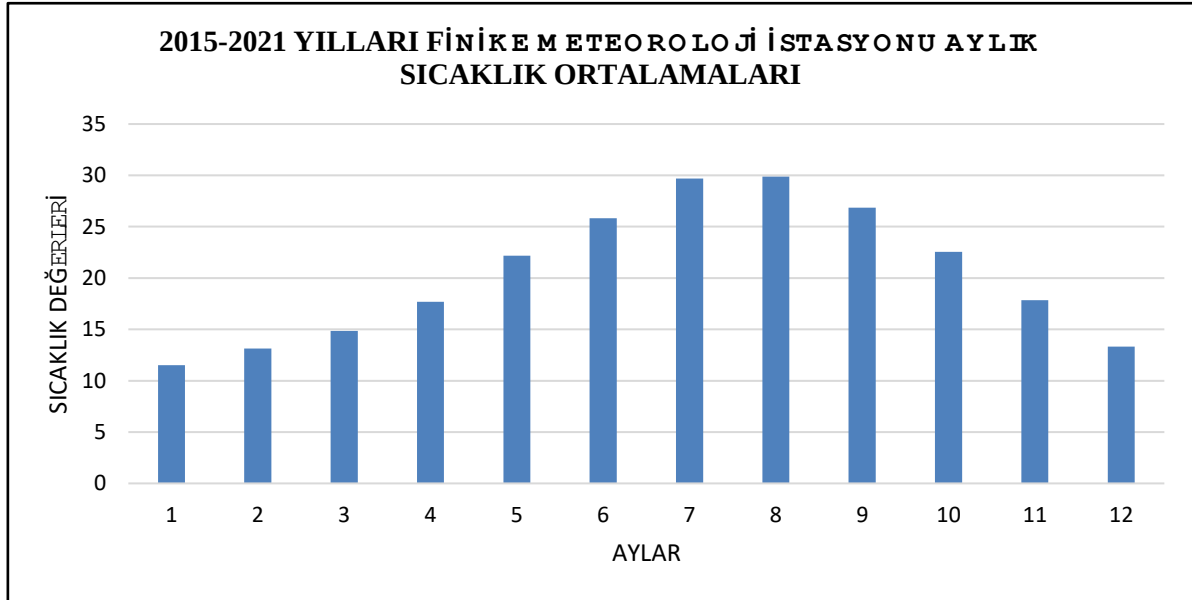
Şekil 1.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yılları Arası Yıllık Sıcaklık Ortalamaları.

Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 yılları arasındaki aylık ortalama sıcaklık değerlerine bakılacak olursa ocak ayı için ortalama sıcaklık 11,5 derece; şubat ayı için 13,1 derece; mart ayı için 14,8 derece; nisan ayı için 17,7 derece; mayıs ayı için 22,1 derece; haziran ayı için 25,8 derece; temmuz ayı için 29,7 derece; ağustos ayı için 29,8 derece; eylül ayı için 26,8; ekim ayı için 22,5 derece; kasım ayı için 17,8 derece; aralık ayı için 13,3 derece sıcaklık gözlemlenmiştir (Tablo 1.2) (Şekil 1.3).

Finike Meteoroloji İstasyonu ortalama sıcaklık verilerine göre kış mevsimleri 11-13 derece civarlarında, ilkbahar mevsimleri 15-22 derece civarlarında, yaz mevsimleri 26- 30 derece civarlarında, sonbahar mevsimleri 18-27 derece civarlarında ve yedi yıllık ortalama sıcaklık değerleri ise 19,2 derece civarlarında görülmektedir.

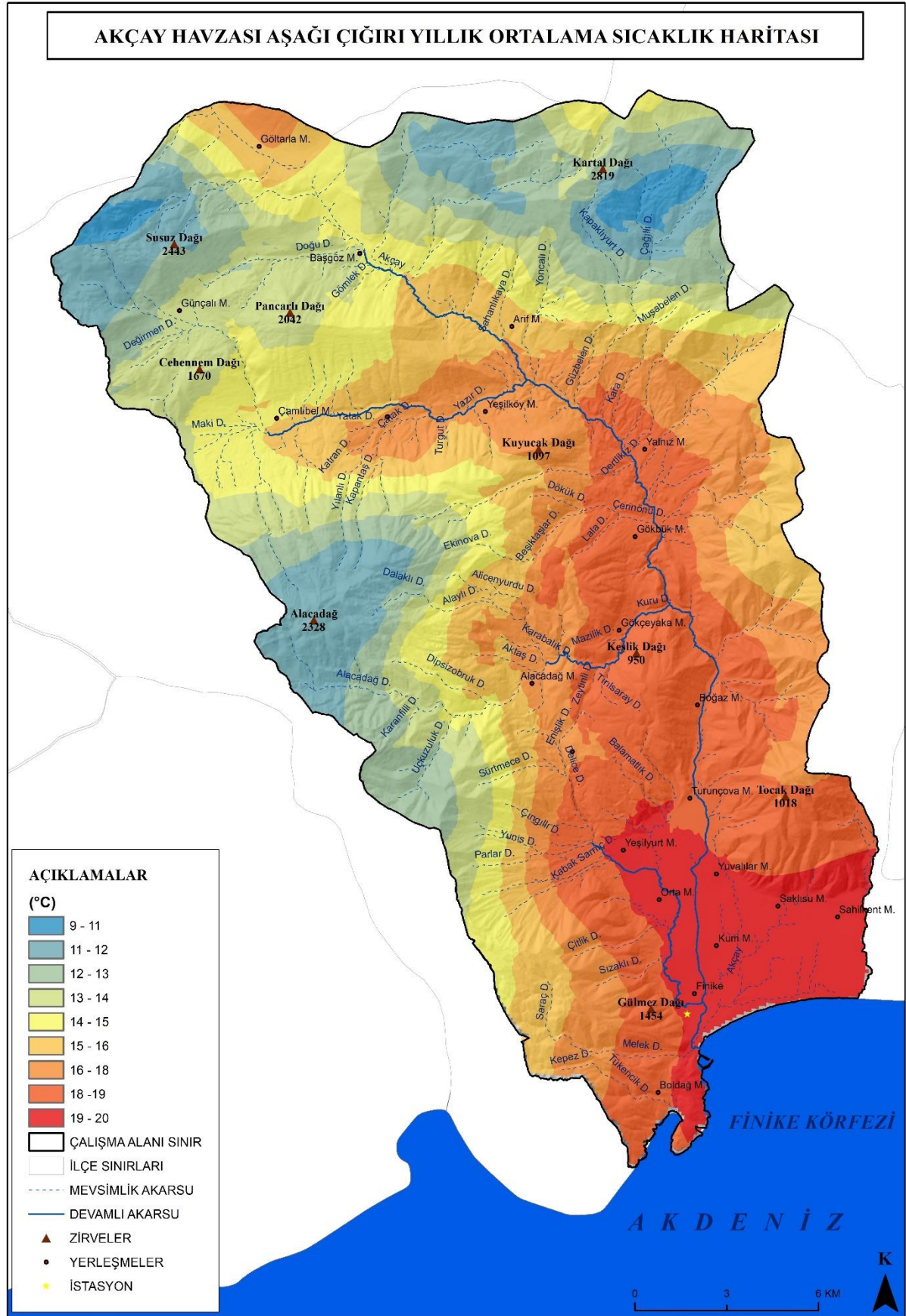
Tablo 1.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yılları Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri.

Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yılları Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11,5	13,1	14,8	17,7	22,1	25,8	29,7	29,8	26,8	22,5	17,8	13,3



Şekil 1.3 2015-2021 Yılları Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Sıcaklık Ortalamaları.

Çalışma alanının sıcaklık dağılışı haritaları ArcMap Programı kullanılarak Kriging analiz yöntemi içinde Lapse rate formülü uygulanarak yapılmıştır. Akçay havzası aşağı çığırı yıllık ortalama sıcaklık haritasına göre; Susuz Dağı, Kartal Dağı, Pancarlı Dağı, Cehennem Dağı, Alacadağ ve çevrelerinin yıllık ortalama sıcaklık dereceleri 9-13 °C civarlarındayken, Finike Ovası ve çevresi yıllık ortalama sıcaklık dereceleri 19-20 °C civarlarında seyretmektedir. Akarsu vadisi ve çevresi ise 13-18 °C civarlarında görülmektedir (Harita 1.6).



Harita 1.6 Akçay Havzası Aşağı Çığı Yıllık Ortalama Sıcaklık Dağılışı Haritası.

1.3.2. Nem ve Yağış Özellikleri

Türkiye’de en fazla yağışı Doğu Karadeniz’den sonra Akdeniz Bölgesi almaktadır. Akdeniz Bölgesi’nin en belirgin özelliği kış mevsiminde bol ve kuvvetli yağış alıyor olmasıdır. Kış mevsimleri genel olarak ılık ve yağışlı, yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir. Ekim ayı itibariyle frontal (cephesel) yağışlar varlığını hissettirir. Ekim sonundan nisan ayına kadar yağışlı, mayıs ayından sonra kısmen daha az yağış alarak yaz dönemini yağışsız, kurak bir şekilde geçirmektedir (Atalay ve Mortan, 1997: 218).

Çalışma alanı olan Akçay havzası aşağı çıkışı sınırlarını kapsayan Finike’de bu durumu en belirgin olarak yaşayan Akdeniz Bölgesi ilçelerinden birisidir.

1.3.2.1. Nem

Nem, havanın veya gazın içindeki su buharı miktarını tanımlar. Akdeniz Bölgesi kıyıları ve Batı Toros Kuşağının Akdeniz’e bakan kıyıları nem bakımından oldukça zengin olmasına karşın iç kesimler daha az nem oranına sahiptir. Antalya batısında bulunan Finike’nin de kıyı konumundan kaynaklı denizellik etkisiyle, nem oranı oldukça yüksektir.

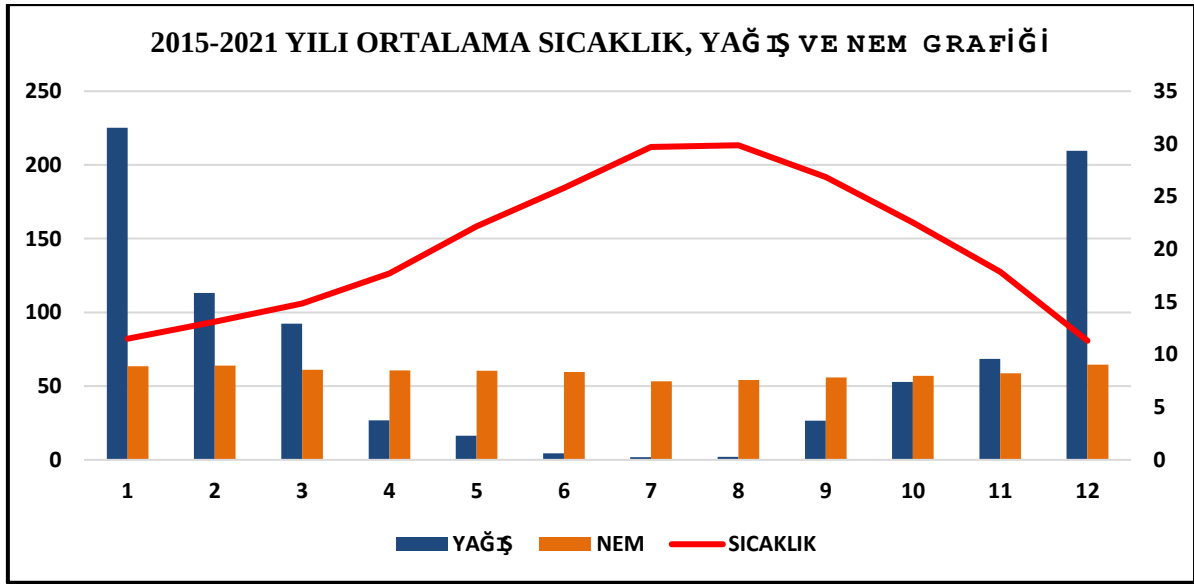
Finike Meteoroloji İstasyonunun ölçümlerine göre 2015-2021 yılları arasında ocak-aralık ayları arasındaki ortalama nem değerleri arasında çok belirgin farklar görülmemektedir. Yalnızca yaz aylarında sıcaklıkların artış göstermesi ve yağışın az olmasıyla bağlantılı olarak nem oranlarında kış aylarına göre azalmalar kaydedilmiştir (Tablo 1.3 ve Tablo 1.4) (Şekil 1.4).

Tablo 1.3 Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yılları Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri.

Aylık Ortalama Nispi Nem (%)												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	66,2	64	61,9	57,4	62,2	62,5	56,3	56,8	63,9	64,1	58,7	57,4
2016	62,4	64,7	58,4	63,9	61,1	54,7	54	61,3	54,3	59,3	59,1	59,2
2017	59,7	62,9	63,7	60,7	64,6	59,4	51,5	59,1	56,4	56	61,3	66,8
2018	64,7	67,4	65,5	58,4	58,3	62,5	56,2	56	51,4	52,1	56,8	66,9
2019	70,1	63,7	63,6	62,8	59,2	60,7	52	51,3	57,4	57	60,9	66,6
2020	59,8	63,7	59,5	62,4	56	59,4	55,2	52	53,6	55,9	53,4	67,7
2021	61,4	60,3	55,6	59,5	61,4	57,3	47,2	42,5	53,9	54,5	60,4	67,9

Tablo 1.4 2015-2021 Yılları Arası Aylara Göre Ortalama Nispi Nem Tablosu.

2015-2021 Yılları Arası Aylara Göre Ortalama Nispi Nem (%)												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
63,4	63,8	61,1	60,7	60,4	59,5	53,2	54,1	55,8	56,9	58,6	64,6	



Şekil 1.4 2015-2021 Yılı Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Nem Grafiği.

1.3.2.2. Yağış

Sıcaklık oranlarında meydana gelen artışlar ile hidrolojik denge etkilenecek buharlaşma ve nem oranlarında artış görülmektedir. Meydana gelen bu artış, yağış miktarlarını ve yağışların zamansal farklılıklarını ortaya çıkarmaktadır (Erlat, 2016: 267). İlçede yağış değerlerini ölçen tek meteoroloji istasyonu Finike İstasyonudur.

Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 yılları arasındaki aylık toplam yağış tablosu aşağıda verilmiştir (Tablo 1.5). Aylık toplam yağış ortalamalarına bakılacak olursa ocak ayı için toplam ortalama yağış 225,2 mm; şubat ayı için 113,1 mm; mart ayı için 92,3 mm; nisan ayı için 26,7 mm; mayıs ayı için 114,3 mm; haziran ayı için 4,5 mm; temmuz ayı için 1,7 mm; ağustos ayı için 2 mm; eylül ayı için 26,6 mm; ekim ayı için 52,8 mm; kasım ayı için 68,4 mm; aralık ayı için 209,6 mm toplam yağış ortalamaları gözlemlenmiştir (Tablo 1.6) (Şekil 1.5).

Tablo 1.5 Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Toplam Yağış Değerleri.

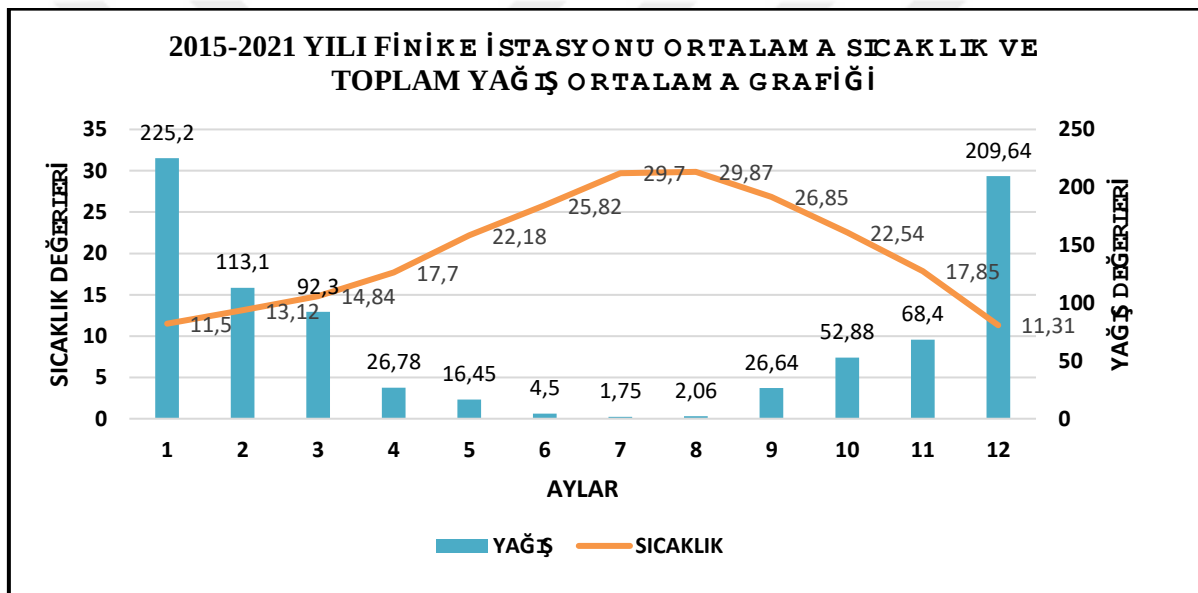
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²)												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	400,2	148,2	133	15,8	52,4	1,6			129	65,3	33,4	41,4
2016	209,4	85,2	119	21,8	6,1	1,1		0,1	5,8		70,6	102,2
2017	158,6	131,6	112,9	48,1	28,5	0		6,1	6,1	109,5	84,6	104,9
2018	148,4	135,7	94,9	2,1	4,2	22,4			4,5	9,2	42	330,5
2019	344,5	140,9	85,9	66,8	0,2	3,3	2,2		23,5	86,4	92	209,2
2020	168,6	126,3	38,6	16,2	7,3	1,3		0	0	29,1	79,8	284,9
2021	146,7	23,9	61,8	16,7		1,8	1,3		17,6	17,8	76,4	394,4

2015-2021 yılları arasındaki aylık toplam yağış ortalamalarına en fazla toplam yağış ortalaması ocak ve aralık aylarına aittir. En düşük toplam yağış ortalaması ise temmuz ve ağustos ayları olarak görülmektedir. Genel itibariyle de bakılacak olursa en fazla yağışları kasım, aralık, ocak, şubat ve mart kısmen de nisan, mayıs, ekim gibi almaktadır (Tablo 1.6)

Tablo 1.6 2015-2021 Yılları Aylara Göre Toplam Yağış Ortalamaları.

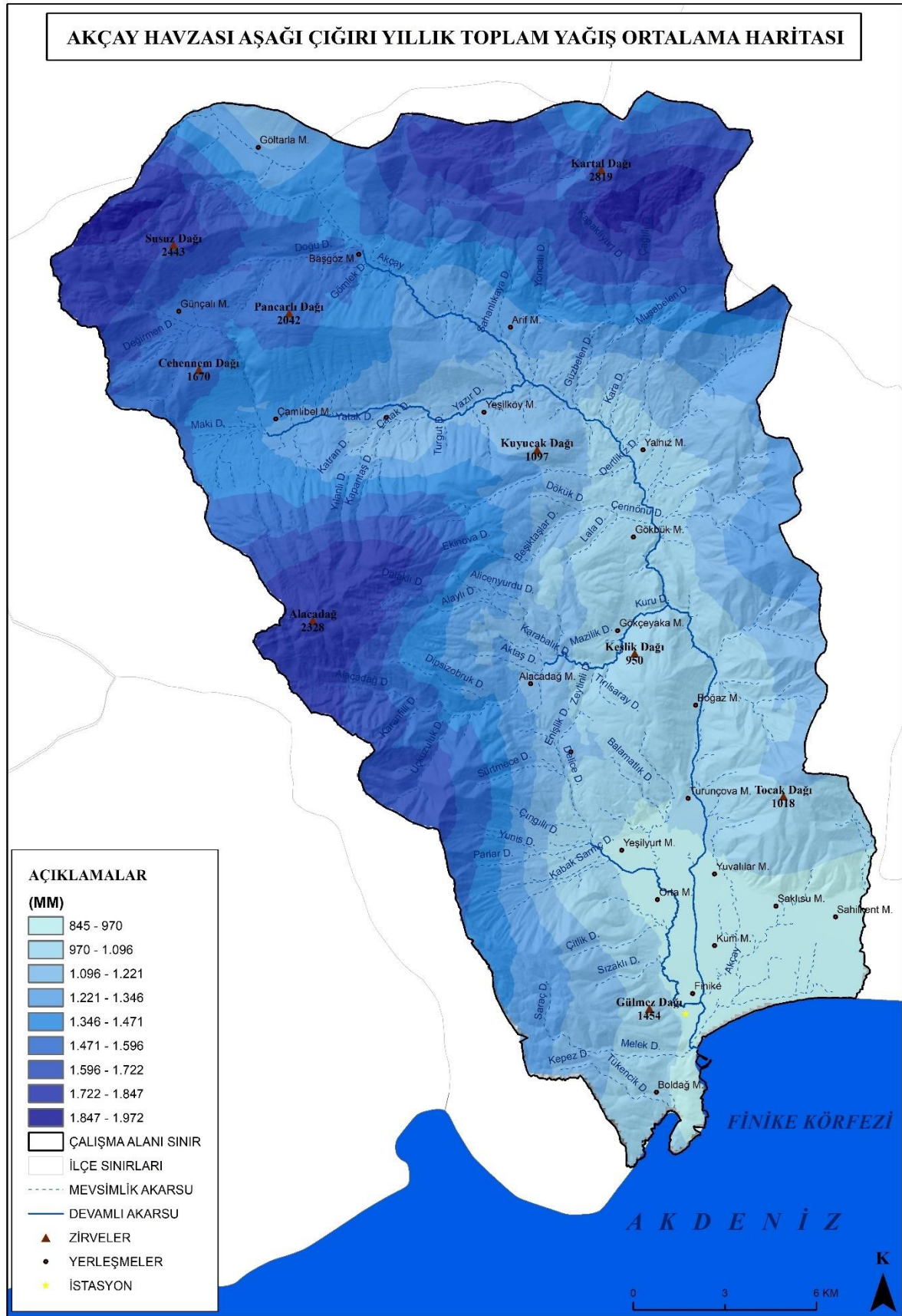
Finike Meteoroloji İstasyonu 2015-2021 Yıllara Göre Aylık Toplam Yağış Ortalamaları (Mm)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
225,2	113,1	92,3	26,7	114,3	4,5	1,7	2	26,6	52,8	68,4	209,6

Sıcaklıkların arttığı haziran, temmuz ve ağustos aylarında doğru orantılı olarak yağışlarında azaldığı görülmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Finike Meteoroloji İstasyonu Ortalama Sıcaklık ve Toplam Yağış Ortalama Grafiği.

Çalışma alanının bulunduğu Akçay havzası aşağı çığırı sınırları içerisinde olan Finike'nin yağış dağılışı haritaları için ArcMap programı içindeki Kriging analiz yöntemi uygulanarak Schreiber formülü kullanılmıştır. Akçay havzası aşağı çığırı yıllık toplam yağış ortalama haritasına göre; Kartal Dağı, Susuz Dağı, Pancarlı Dağı, Cehennem Dağı ve Alacadağ çalışma alanının en fazla yağış alan kesimleridir. Finike Ovası ise çalışma alanının minimum düzeyde yağış alan kısımlarıdır (Harita 1.7).



Harita 1.7 Akçay Havzası Aşağı Çığı Yıllık Toplam Yağış Ortalama Dağılışı Haritası.

1.3.3. Basınç ve Rüzgâr Özellikleri

Basınç, atmosferin oluşmasına sebebiyet veren gazların yeryüzüne uyguladığı güç, kuvvet ve ağırlık olarak tanımlanmaktadır (İzbırak, 1992: 155). Yüzeye yakın alanlarda havanın yoğunluğu ve ağırlığı daha fazladır ve yüksek basınç alanları oluşur, yüzeyden uzaklaştıkça hava yoğunluğu ve ağırlığı yüzeydeki kadar fazla olmaz ve alçak basınç alanları oluşur.

Alçak basınç veya yüksek basınç alanlarındaki herhangi bir hava akımlarının yatayda yer değiştirme olayına da rüzgar denilmektedir. Yüzeye yakın herhangi bir hız ve yöndeki doğal oluşumlu hava akıntısı olarak da adlandırılmaktadır (İzbırak, 1992: 271; Hoşgören, 2014: 265).

1.3.3.1. Basınç

Ekim ayından itibaren Orta ve Doğu Avrupa'dan gelen termik yüksek basınç merkezi araştırma sahasının bulunduğu Finike'ye ulaşır. Derinleşip, genişleyen yüksek basınç merkezinden yayılan karasal polar (cP) hava kütleleri Anadolu'yu da etkiler. Bu hava kütleleri nedeniyle Finike'nin basınç değerlerinde yükselme yaşanır. Bu dönemde kararsız hava kütleleri nedeniyle basınç değerlerinde alçalma ve yükselmeler yaşanır ancak genel itibarıyla yüksek basınç etkisi varlığını sürdürür. Finike ilinde yıllık ortalama basınç 1011.5 mb'dır. Özellikle, aralık ve ocak aylarında ekstrem basınç değerlerinin amplitüdü 43 mb'a ulaşır. Kış mevsiminde Finike'de basınç değişimleri üzerinde etkili olan diğer faktörde, İç Anadolu üzerinde yer alan Sibiryas antisiklonundan merkezden çevreye doğru yayılan soğuk hava akımlarıdır. Bunların Toroslari geçerek kıyıya yaklaşma eğilimleri bulunmaktadır. Yaz döneminde ise Finike çevresinde basınç bakımından fazla bir değişim görülmemektedir. Yaz'ları Basra Körfezi çevresinde gelişen Güney Asya alçak basıncından kaynaklanan karasal tropikal (cT) hava kütleleri tüm Güneydoğu Anadolu'yu ve güneyi etkisi altına alır. Basıncın azalmasına yol açan şey sıcaklıktır. Finike'de ortalama basınç minimum değere temmuz ayında ulaşır. Bu süreçte ekstrem basınç değerleri arasındaki fark da oldukça azalır (Yiğitbaşıoğlu, 2000: 120).

2015-2021 Finike Meteoroloji İstasyonu aylık basınçdeğerlerine bakılacak olursa minimum 1003,5 hPa değerinde, maksimum ise 1022,4 hPa değerinde aylık ortalama basınç görülmüştür (Tablo 1.7).

Tablo 1.7 Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Ortalama Aktüel Basınç Değerleri.

Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)												
Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	1017.5	1012.5	1015.8	1013.8	1010.6	1008.7	1006.4	1007.4	1010.2	1013.1	1017.1	1022.4
2016	1017.5	1018.6	1012.6	1012.0	1010.5	1008.2	1004.8	1006.3	1010.5	1013.7	1017.2	1017.9
2017	1017.1	1020.5	1012.5	1013.8	1010.8	1008.6	1004.5	1005.8	1009.8	1013.0	1015.8	1018.6
2018	1015.2	1013.6	1011.8	1012.0	1008.6	1006.9	1003.9	1005.5	1009.7	1014.1	1015.6	1014.5
2019	1012.1	1015.7	1013.3	1012.9	1011.0	1008.0	1004.4	1005.4	1009.1	1012.9	1015.6	1013.8
2020	1017.3	1015.8	1012.1	1011.3	1011.4	1007.6	1003.6	1003.5	1008.4	1013.5	1015.6	1016.7
2021	1015.8	1017.5	1013.3	1014.0	1009.7	1009.0	1003.8	1005.1	1009.0	1014.1	1015.7	

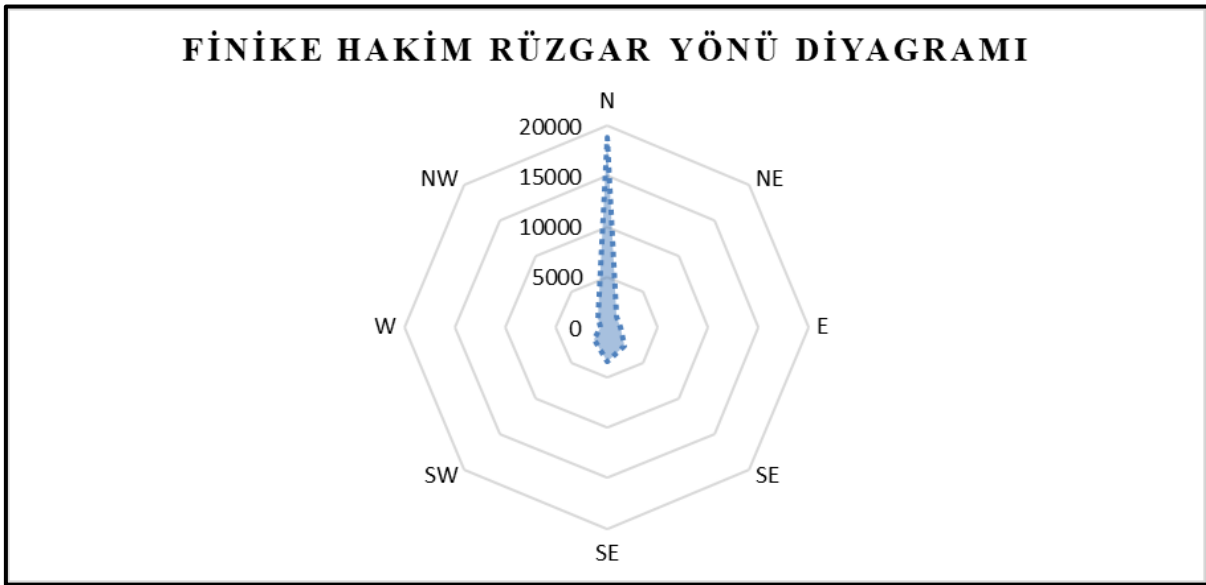
1.3.3.2. Rüzgârlar

Akdeniz Bölgesinde hâkim rüzgâr yönü ocak ayında güneybatı, kuzeybatı ve kuzeydoğu, yönlerden esmektedir. Bölgede yoğun olarak güney ve kuzey kaynaklı rüzgarlar görülmektedir. Görülen kuzeydoğu, kuzeybatı ve güneybatı rüzgarlarının frekansı %30-60 arasında ortalama düzeyde seyretmektedir. Yaz aylarında iç bölgelerde kuzeybatıdan güneydoğuya, Akdeniz kıyılarında ise güneybatı yönünden kuzeydoğu yönüne esen rüzgarlar mevcuttur. Yani yüksek basınç (antisiklon) hava yoğunluğu fazla olan alan Akdeniz'den, alçak basınç (siklon) alanı olan, hava yoğunluğunun az olduğu iç bölgelere doğru yönelen hava akımı görülür. Aynı zamanda Akdeniz Bölgesinde de hâkim olan kara ve deniz meltemleri şiddetli bir şekilde bölgede varlığını göstermektedir (Atalay ve Mortan, 1997: 219). Hâkim rüzgâr yönü genel anlamda Kuzey ve Kuzeybatı (NNW) şeklindedir (Tablo 1.8) Rubinstein yöntemi ile yapılan Finike hâkim rüzgâr yönü de kuzey olarak belirlenmiştir (Şekil 1.6).

Finike istasyonu verilerine bakıldığında 2015 yılında 11 ay boyunca kuzey yönlü rüzgarlar hâkim iken sadece temmuz ayında kuzey kuzey doğu yönlü rüzgarların hâkim olduğu tespit edilmiştir. 2016 yılında ise haziran ve aralık ayları dışında genel olarak kuzey yönlü rüzgarların hâkim olduğu açıktır. 2017 ve 2018 yıllarında ise daha çok kuzey kuzey batı yönlü rüzgarların yaygın olarak görüldüğü kaydedilmiştir. 2019 ve 2020 yıllarında ise genel anlamda yine kuzey yönlü rüzgarlar görülmektedir. 2021 yılında ocak, şubat, mart, nisan, temmuz ve aralık aylarında kuzey yönlü rüzgarlar hâkim iken; haziran, ağustos, eylül, ekim, kasım ayları sakin; mayıs ayı ise güney güney batı rüzgarların hâkim olduğu görülmektedir (Tablo 1.8).

Tablo 1.8 Finike Meteoroloji İstasyonu Aylık Hâkim Rüzgâr Yönü ve Tüm Esme Sayısına Oranı.

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2015	N 14,98	N 13,92	N 12,30	N 11,07	N 11,15	N 9,85 10,58	NNE 10,58	N 10,88	N 11,45	N 12,11	N 12,50	N 15,05
2016	N 14,42	N 11,86	N 12,25	N 10,20	N 10,13	S 11,45	N 9,46 11,65	N 11,65	N 11,28	N 11,57	N 13,10	NNW 15,05
2017	NNW 15,05	N 17,18	NNW 12,20	NNW 11,07	N 10,47	N 9,83 10,17	N 10,17	N 12,13	N 12,61	NNW 12,25	NNW 14,02	NNW 15,90
2018	N 13,84	NNW 13,46	NNW 11,81	NNW 10,34	NNW 10,80	NNW 10,64	N 10,26	N 10,51	NNW 11,36	NNW 12,92	NNW 14,08	NNW 15,82
2019	NNW 16,85	N 13,86	N 12,45	NNW 11,67	N 9,84 10,38	N 10,38	N 10,14	N 12,65	N 14,29	N 15,20	N 13,16	N 13,14
2020	N 17,32	N 15,10	N 13,19	N 12,35	N 12,06	N 10,53	N 10,99	N 11,15	N 12,30	N 14,83	N 16,48	N 20,39
2021	N 14,62	N 11,89	N 11,70	N 10,74	SSW 9,97	C 10,60	N 9,97 10,40	C 10,40	C 11,07	C 12,86	C 13,89	N 14,55

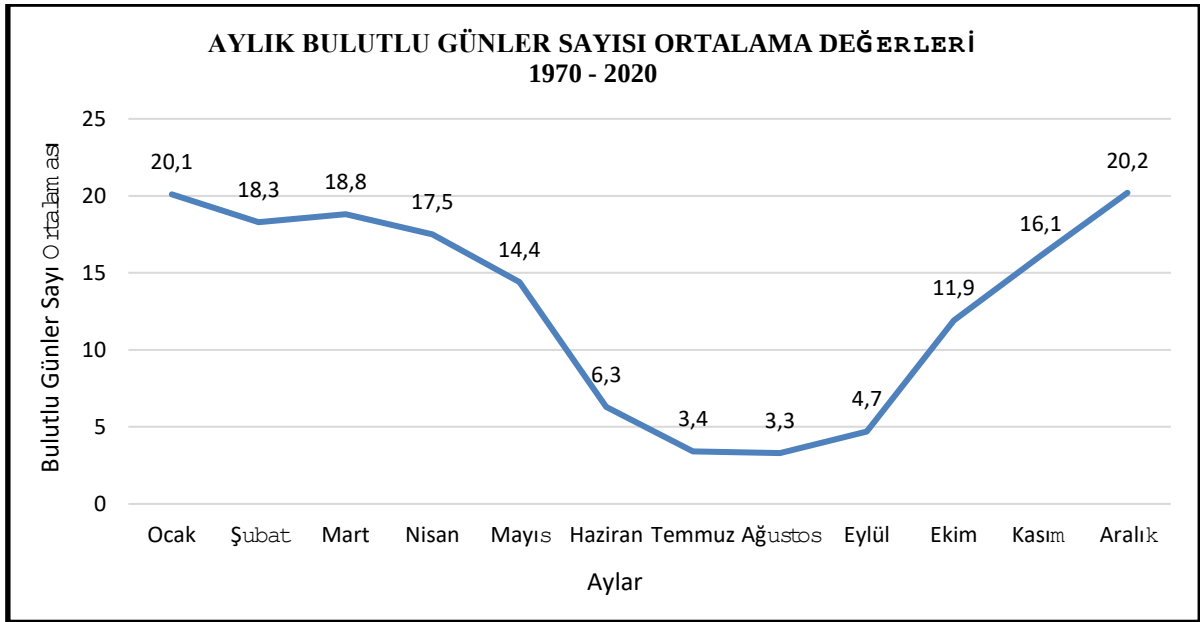


Şekil 1.6 Rubinstein Yöntemi ile Yapılan Finike Hâkim Rüzgâr Yönü Diyagramı.

1.3.4. Bulutluluk

Bulutlar yeryüzünün hava koşullarını, güneşlenme ve yağış ihtimallerini etkileyen meteorolojik faktördür. Bulut örtüsünün fazla ve kalın olması güneş ışınlarının yer yüzüne ulaşmasını etkilemektedir (Erol, 2014: 228). Atmosferde, yerden yansıyan güneş ışınlarıyla ısındığından ötürü bulutluluk da en az sıcaklık ve yağış kadar havanın ısınmasında etkili olmaktadır. Bulutluluk gökyüzünü kaplayan bulutların miktarına göre bölümlere ayrılmıştır. Gökyüzünün yarısı bulutlarla kaplıysa bulutluluk oranı 5/10 şeklinde yorumlanır. Bulutluluk 0-2/10 ise açık gün, 2-8/10 ise bulutlu gün, 8-10/10 ise kapalı gün olarak ayrılmıştır (Erol, 2014: 228).

Çalışma alanının bulunduğu Finike’de 1970 ve 2020 arası bulutlu gün sayısı ortalaması alınmış. Elde edilen bu uzun yıllık verilere göre ise ekim ve mayıs ayları arasında bulutlu gün sayısı ortalamasının yüksek olduğu, haziran ve eylül arasında ise düşük olduğu görülmektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Aylık Bulutlu Günler Sayısının Ortalama Değerler Grafiği (1970-2020).

1.4. Hidrografya Özellikleri

Evrende suyun önemi çok büyüktür. Suyu canlı yaşamının vazgeçilmezi olarak da tanımlamak mümkündür. Dünya'nın $\frac{3}{4}$ oranında sularla kaplı olduğu bilinmektedir (İlgar, 2017: 71). Bu yüzdendir ki yaşamın birçok alanında yokluğu hiç düşünülmeden kullanılan kaynaktır. Hidrografya ise, fiziki coğrafyanın bir alt dalıdır. Hidrografya yeraltı ve yerüstü sularını, okyanus, deniz, akarsu, göl ve bütün kıyı alanlarının hidrolojik özelliklerini inceleyerek zaman ve mekânda oluşturduğu farklılıklara dikkat çekmektedir (Gönençgil, 2018: 260).

Yüzey ve yeraltı suları da arazilerin şeklini etkileyen en önemli dış etkenlerden ve faktörlerden biridir. Akdeniz bölgesindeki akarsular Akdeniz akarsu rejimi özelliği taşımaktadır. Kış yağışların başlaması ile yükselen debi seviyesi, yazın buharlaşmanın artması ve yağışların kesilmesiyle düşer ancak karstik kaynaklarla beslenen akarsular için yaz ve kış arasındaki debi seviyelerinde çok önemli bir fark görülmez (Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, 2020:10).

Batı Akdeniz Havzası, Türkiye geneline bakıldığında su kaynakları bakımından zengin bir bölüm olarak başta gelmektedir. Batı Akdeniz'de bulunan Demre Deresi, Eşen-Karaçay, Finike-Akçay (Başgöz) Çayı, Finike-Alakır Çayı, Karpuz Çayı, Alara Çayı, Kargı Çayı Kırkgözler Çayı, Düden Çayı, Aksu Çayı, Köprüçay, Manavgat Çayı, Sedre Çayı, Dim Çayı ve Bıçakçı Çayı bölgenin en önemli su kaynaklarıdır (www.bolge13.dsi.gov.tr, Erişim Tarihi: 11.03.2022).

Göllerden bahsedilecek olursa; Köycegiz Gölü, Avlan Gölü, Girdev Gölü, Gölhisar Gölü ve Sülüngür Gölü, Batı Akdeniz Havzasında bulunan başlıca göllerdir (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013: 6). Fakat çalışma alanı olan Finike sınırları içerisinde bulunan herhangi bir doğal göl bulunmamaktadır (Karakuş, 2014: 34).

Bölge, kullanılabilir yeraltı suyu potansiyeli bakımından 15,907 milyar m³ ve 788,88 milyon m³ yeraltı suyu potansiyeline sahiptir. Bu veriler ile Türkiye yeraltı su potansiyelinin % 9' unu oluşturmaktadır (www.bolge13.dsi.gov.tr, Erişim Tarihi: 11.03.2022).

Çalışma alanı olan Akçay havzası aşağı çıkırı hidrolojik açıdan zengin bir özelliğine sahiptir. Finike ilçe sınırları içerisinde bulunan en büyük akarsu Akçay ve onun oluşturduğu kollarıdır. Akçay üzerinde meydana gelen akış düzenli olduğundan devamlı akarsu özelliği taşımaktadır, yan kolları ise mevsimlik akarsulardır (Harita 1.8). Akçay'ın, Elmalı Ovası'nın batısındaki Akdağ'dan doğup Avlan Gölü'ne dökülen çayların, Avlan Gölü'nün etrafındaki düdenler ile yeraltına girerek Avlan'ın güneyinde, Finike'nin Başgöz Köyü'nden çıkan kaynaklarla oluştuğu bilinmektedir. Akçay, Keşlik ve Tocak Dağları'ndan gelen çayları da kaparak daha sonra Turunçova ilçesinde bulunan Tekke Pınarlarının da katılmasıyla, Finike Ovasını aşar ve güneye doğru akış göstererek Finike'den Akdeniz'e dökülür. Finike Ovası içerisinde geniş bir yatağa sahip olan çay, ova bünyesinde genellikle çakıllı ve kumlu bir alüvyon örtü içinde akar (T.C Tarım Orman Bakanlığı, 2019: 7).

Akçay alt havzası drenaj alanı 2.409,40 km² 'dir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013: 8). Yerüstü suyu 501,51hm³/yıl, mevcut su kullanımı 79,48 hm³/yıl, mevcut su potansiyeli 422,03 hm³/yıl, ortalama debi verimi 6,60 vs/km², yıllık ortalama yağış 721,19 mm, ortalama debi/yagış oranı 0,29 olarak tespit edilmiştir (T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, 2013: 20).



Harita 1.8 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Hidrografya Haritası.

Aşağıda tablo halinde 13.Bölge DSİ müdürlüğünden alınan 2000-2017 yılları arasında yıllık maksimum debi değerleri verilmiştir (Tablo 1.9). En fazla debi değerine sahip yıl 2007 iken, en düşük debi değerine sahip yıl ise 2000 yılı olduğu saptanmıştır. Ölçüm yapılan tarihlere bakıldığında debi seviyeleri 2007 yılından sonra tekrar o yüksekliğe sahip olamamıştır.

Tablo 1.9 Akçay ve Çatallar İstasyonu Debi Verileri (Kaynak: DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2022).

AKÇAY- ÇATALLAR İSTASYONU		
YIL	DEBİ	TARİH
2000	5,020	17.03.2000
2001	6,800	29.12.2000
2002	85,100	24.11.2001
2003	15,900	7.02.2003
2004	74,100	22.01.2004
2005	70,500	16.02.2005
2006	16,100	14.03.2006
2007	156,000	31.10.2006
2008	35,200	5.12.2007
2009	44,200	28.01.2009
2010	61,500	16.12.2009
2011	45,900	17.12.2010
2012	41,200	9.02.2012
2013	12,500	19.01.2013
2014	15,400	26.01.2014
2015	55,100	13.01.2015
2016	10,700	7.01.2016
2017	12,700	9.03.2017

DSİ 13. Bölge Müdürlüğü verilerine göre Akçay havzası yıllık ortalama yağış 650 mm, su potansiyeli 637,1 hm³, toplam yerüstü su potansiyeli ise 625 hm³ olduğu belirlenmiştir (Tablo 1.10).

Tablo 1.10 Akçay Havzası Genel Su Potansiyeli Tablosu (Kaynak: DSİ 13. Bölge Müdürlüğü, 2022).

AKÇAY HAVZASI GENEL SU POTANSİYELİ TABLOSU	
Akçay Alt Havza Yıllık Ortalama Toplam Yağışı, mm (Eş Yağış Eğrilerinden Yararlanılarak Hesaplanan)	650,0
Akçay Alt Havza Yıllık Toplam Su Potansiyeli, hm ³ (Yağış-Akış Katsayısından (0,40) Yararlanılarak)	637,1
Akçay Alt Havza Yıllık Toplam Yerüstü Su Potansiyeli, hm ³ (Akım Gözlem İstasyonlarından Yararlanılarak)	625,0

1.5. Toprak Özellikleri

Topraklar, kayaçların ve kayaç üzerinde bulunan organik maddelerin fiziksel veya kimyasal süreçlerden geçerek parçalanması, çözünmesi sonucunda oluşan ve devamlı bir şekilde değişime uğrayan yerkürenin en üst, dış katmanı özelliği taşımaktadır. Toprak yapısını bölgenin iklimi, hidrolojisi, eğimi, topografyası ve güneşin geliş açısı gibi birçok faktör etkilemektedir. Dünya üzerindeki toprakların toplam alanı %29,2'dir. Sucul canlılar dışında birçok canlının yaşamına ev sahipliği yapar. Toprak bilimi fiziki coğrafyanın alt dallarından birisidir (İlgar, 2017: 107).

Akçay havzası aşağı çığırı sınırları içerisinde bulunan toprak çeşitleri: Alüvyal topraklar, kırmızı kahverengi akdeniz toprakları, kolüvyal topraklar, regosoller, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, rendzinalar ve kırmızı akdeniz topraklarıdır.

Azonal Toprak Gruplarından;

Alüvyal Topraklar, akarsuların biriktirdiği ve genellikle kum ve millerden oluşan ince unsurlu malzemelerin oluşturduğu topraklardır. Taşkın alanlarında, yükseltinin az olduğu deniz seviyesine yakın olan aşındırma ve biriktirmenin olduğu alanlarda, akarsuyun denize döküldüğü delta alanlarında, eski akarsu yataklarında yoğun olarak görülen toprak türüdür. Alüvyon toprakların özelliklerini, kopan kayacın yapısı ve taşınma esnasında yaşanan süreçler etkilemektedir. Bu sebepten dolayı çalışma alanının bulunduğu bölge itibariyle Akdeniz Bölgesindeki kireçtaşlarının bulunduğu alanlardan gelen alüvyonlar da kırmızı renklidir (Atalay, 2006: 448). Çalışma alanında Finike ovası ve çevresinde görülmektedir (Şekil 1.16).

Kolüvyal Topraklar, dağların yamaçlarından etek kısımlarına doğru yuvarlanan kütle çekim kuvveti veya yüzeysel akış kuvvetinin güçlü olduğu suların etkisiyle çakıl ve kum unsur boyutuna sahip malzemelerin yamaç eteklerinde birikmesiyle oluşur. Kolüvyal topraklarda sık sık renkler ve unsur boyutları değişmekte olsa bile genel anlamda kumlu ve çakıllı özellikte ve fizyolojik derinliği fazla olan toprak özelliğine sahiptir (Atalay, 2006: 451). Çalışma alanında Yeşilyurt Mahallesi kesiminde görülmektedir (Harita 1.9).

Regosoller, alüvyon dışındaki yeni sediment depoları üzerinde güçsüz olarak bulunurlar. Genel anlamda volkanik arazilerde kumlu yapıya sahip olsalar da fiziksel ve kimyasal özellikleriyle bölgesel koşullara göre gruplandırılabilirler (Mater, 1998: 191). Çalışma alanında kıyı kesimde görülmektedir (Harita 1.9).

Zonal Toprak Gruplarından;

Kahverengi Orman Toprakları, geniş bir yayılım alanına sahip olan kahverengi orman toprakları genellikle ormanlık alanlarda görülürler (Mater, 1998:173). Rengi, organik maddenin

toprak üzerine birikmesinden kaynaklandığı için kahverengini almaktadır. Nemli bölgelerde bulunan orman toprakları, mobil süreçler ile üst katından taşınan kilin ve bazı katyonların B katında birikmesi ile solgun- esmer rengi almakta, daha ileri bir evrede yıkanma olduğunda boz-esmer renge dönüşmektedir. Kahverengi ve esmer orman toprakları, Türkiye’de orman sınırı altında gelişmektedir. Bu sahaların eğimli olmasından kaynaklı olarak da her yerde olgun profil yapısı görülmemektedir (Atalay, 2006: 409). Çalışma alanının büyük bir kısmını kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır (Harita 1.9).

Kırmızı Kahverengi Orman Toprakları, karasal yarı kurak iklim şartlarının mevcut olduğu bölgelerde görülmektedir. Toprakta görülen kırmızı renk sıcaklık oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Atalay, 2006: 424). Çalışma alanında Gülmez Dağının batısında, Alacadağ’ın doğusunda, Cehennem Dağının güneyinde ve kuzeyinde, Kartal Dağının güneyinde görülmektedir (Harita 1.9).

Kırmızı Akdeniz Toprakları/ Terra-Rossa, neredeyse bütün Akdeniz Bölgesinde ve karstik alanlarda görülen toprak türüdür. Kireçtaşı, konglomera, kil, ultrabazik-ultramafik ve metamorfik şistler üzerinde oluşum gözlenmiştir (Atalay, 2006: 401). Çalışma alanında Susuz Dağ, Kartal Dağı ve Alacadağ’ın batısında görülmektedir (Harita 1.9).

Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları, kahverengi ve kestane renkli orman topraklarının bulunduğu alanlara göre yağışın daha fazla olduğu alanlarda görülen toprak türüdür. Yıllık yağış miktarı ortalaması 400-600 mm arasında görülür. Bu tip topraklar genellikle kahverengi ve kestane renkli topraklar ile kahverengi orman toprakları arasında 1000-2000m rakım değerlerinde silisli şist, granit ve andezit kayaları üzerinde bulunmaktadır. Temel malzemede serbest halde kirecin bulunmaması kil birikimini kolaylaştırmıştır (Atalay, 2006: 424). Çalışma alanında Başgöz Mahallesinin güneyinde, Yalnız, Gökbük ve Asarönü Mahalleleri çevresinde görülmektedir (Harita 1.9).

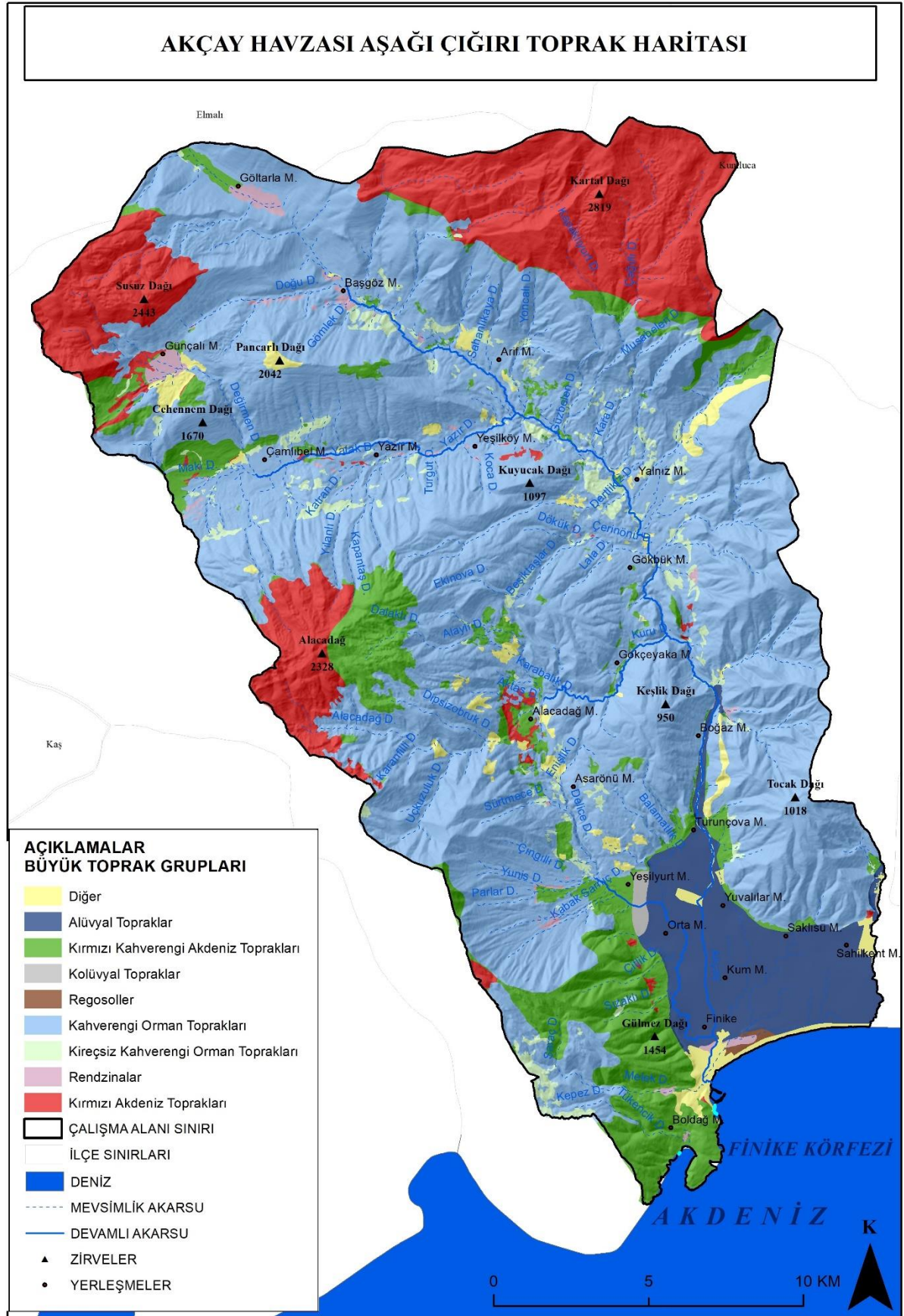
İntrazonal Toprak Gruplarından;

Rendzinalar, hafif engebeli ve düz alanlardaki yumuşak killi kireçtaşı, marnlarla kaplı alanlarda görülür. Bu alanlar Türkiye’de neojen havzalarına çökelmiş olan kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marn depoları üzerinde görülmektedir. Bu arazilerin eğimli alanlardaki toprakların aşındığı yerlerde sarı ve beyaz gibi renklere sahip killi- kireçli depolar ortaya çıkar. Rendzinalar ana materyalin içinde barındırdığı kilden kaynaklı genellikle killi balçık yapıdadırlar. Akdeniz bölgesinde bulunan rendzinalar Xeroll alt grubuna girmektedir (Atalay, 2006: 438). Çalışma alanında Günçalı, Göltarla ve Başgöz Mahallelerinde yoğun olarak görülmektedir (Harita 1.9).

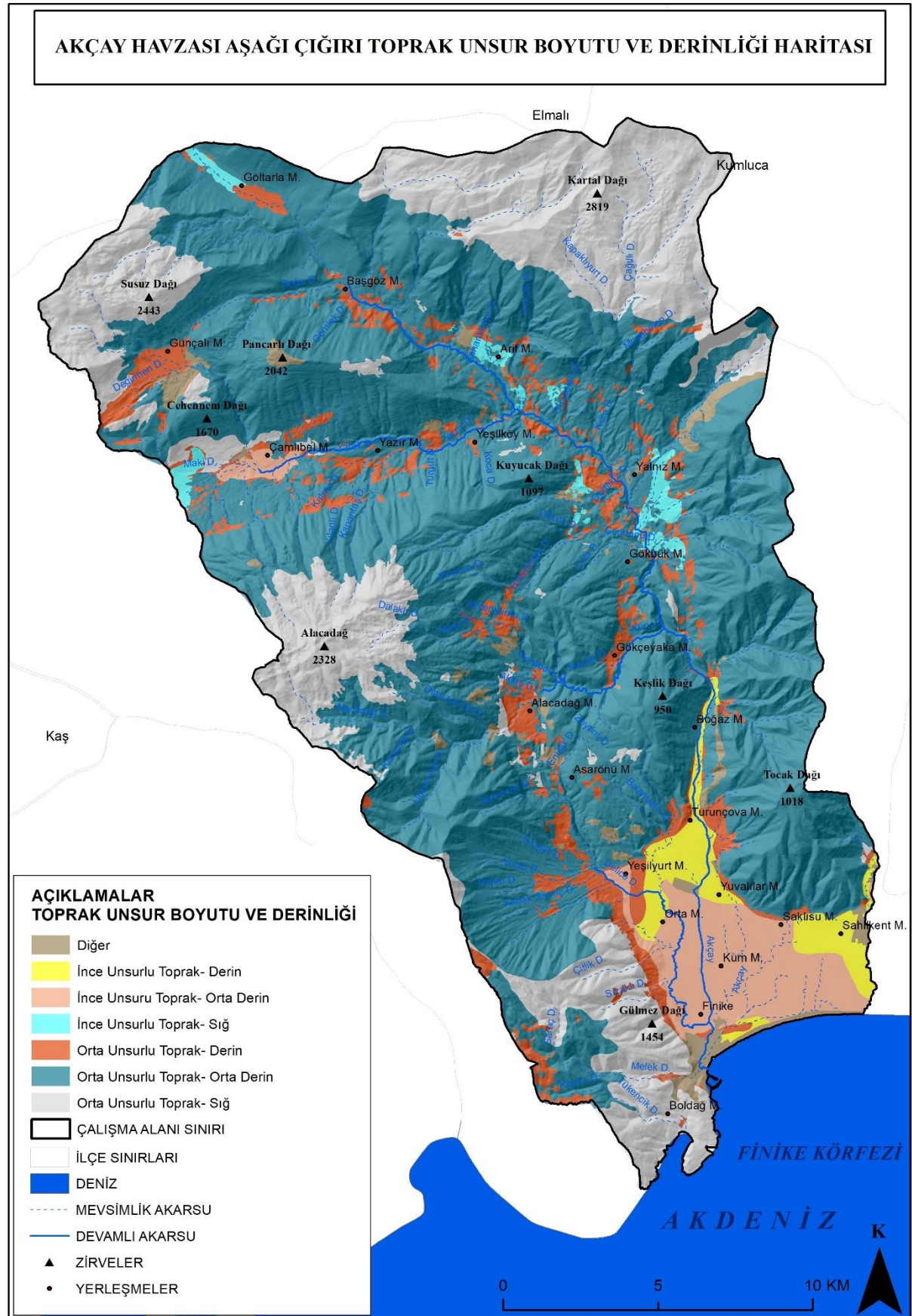
Finike Ovasının bulunduğu bölgede, yükseltinin az olduğu alanlarda akarsuyun getirmiş olduğu alüvyonlarla birikmiş olan verimli alüvyal topraklar ev sahipliği yapmaktayken, Finike

Ovasının batısında da yine tarıma elverişli olan kırmızı kahverengi Akdeniz toprak gruplarının yoğun olduğu görülmektedir. Kartal Dağı çevresinde, Alacadağ çevresinde ve Cehennem Dağı kuzey batısında, yani bölgenin yüksek kesimlerinde killi ve kireçli toprak özelliği gösteren rendzina toprak çeşitleri bulunmaktadır. Çalışma alanının büyük çoğunluğunda ise ılıman iklim bölgesi toprağı olan kahverengi orman topraklarının büyük alan kapladığı görülmekte ve yer yer de kolüvyal topraklar, regosoller, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve kırmızı Akdeniz toprakları görülmektedir (Harita 1.9).

Akçay havzası aşağı çığırı toprak unsur boyutu ve derinliğine bakıldığında, alanın büyük çoğunluğunu orta unsurlu topraklar ve orta derinlikte topraklar oluşturmaktadır. Finike Ovası ve çevresinde ince unsurlu toprak ve orta derinliğe sahip topraklar ev sahipliği yapmaktadır. Kartal Dağı çevresi, Alacadağ çevresi, Cehennem Dağının kuzey batısı ve Finike Ovasının batısını orta unsurlu ve sığ toprak grupları, Finike Ovasının kuzeyini ve doğusunu ise ince unsurlu, derin toprak grupları oluşturmaktadır. Kuyucak Dağı doğusunda ise yer yer ince unsurlu sığ toprak grupları görülmektedir (Harita 1.10).



Harita 1.9 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Toprak Haritası.



Harita 1.10 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Toprak Unsur Boyutu ve Derinliği Haritası.

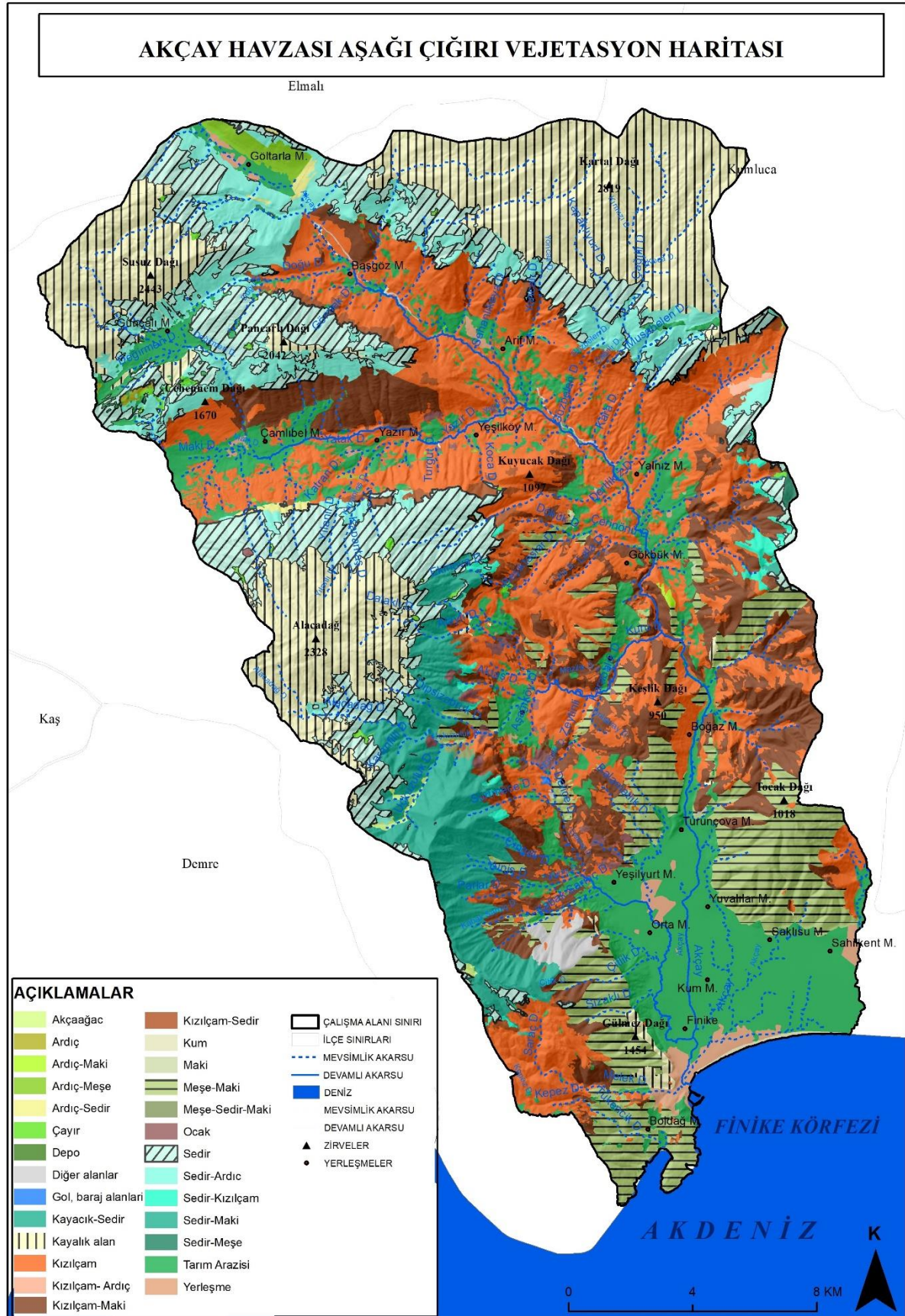
1.6. Bitki Örtüsü Özellikleri

Fotosentezle kendi besin kaynağını kendi üretebilen; kök, gövde ve yapraklardan oluşan; sporlarla ve tohumlarla döllenerek üreyen ot, ağaç ve yosun gibi canlılar bitki olarak adlandırılmaktadır. Bu bitkilerin bir bölgede yoğun olarak bulunması sonucunda ise bitki örtüsü oluşmaktadır. Bitkiler oluşumlarında iklim özellikleri, toprak özellikleri, topografya özellikleri ve bakı gibi birçok coğrafi ve meteorolojik faktörlerden etkilenmektedir. Bütün Avrupa’da bulunan bitki çeşitliliği 12.000 iken, yalnızca Türkiye’de bulunan bitki çeşitliliği 10.000’dir. Bu da Türkiye’nin bitki türü çeşitliliği bakımından ne kadar zengin bir ülke olduğunun göstergesidir (İlgar, 2017:129). Bunun da sebebi dört mevsimi yaşayan, üç tarafı denizlerle çevrili olan ılıman iklim özelliğine sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

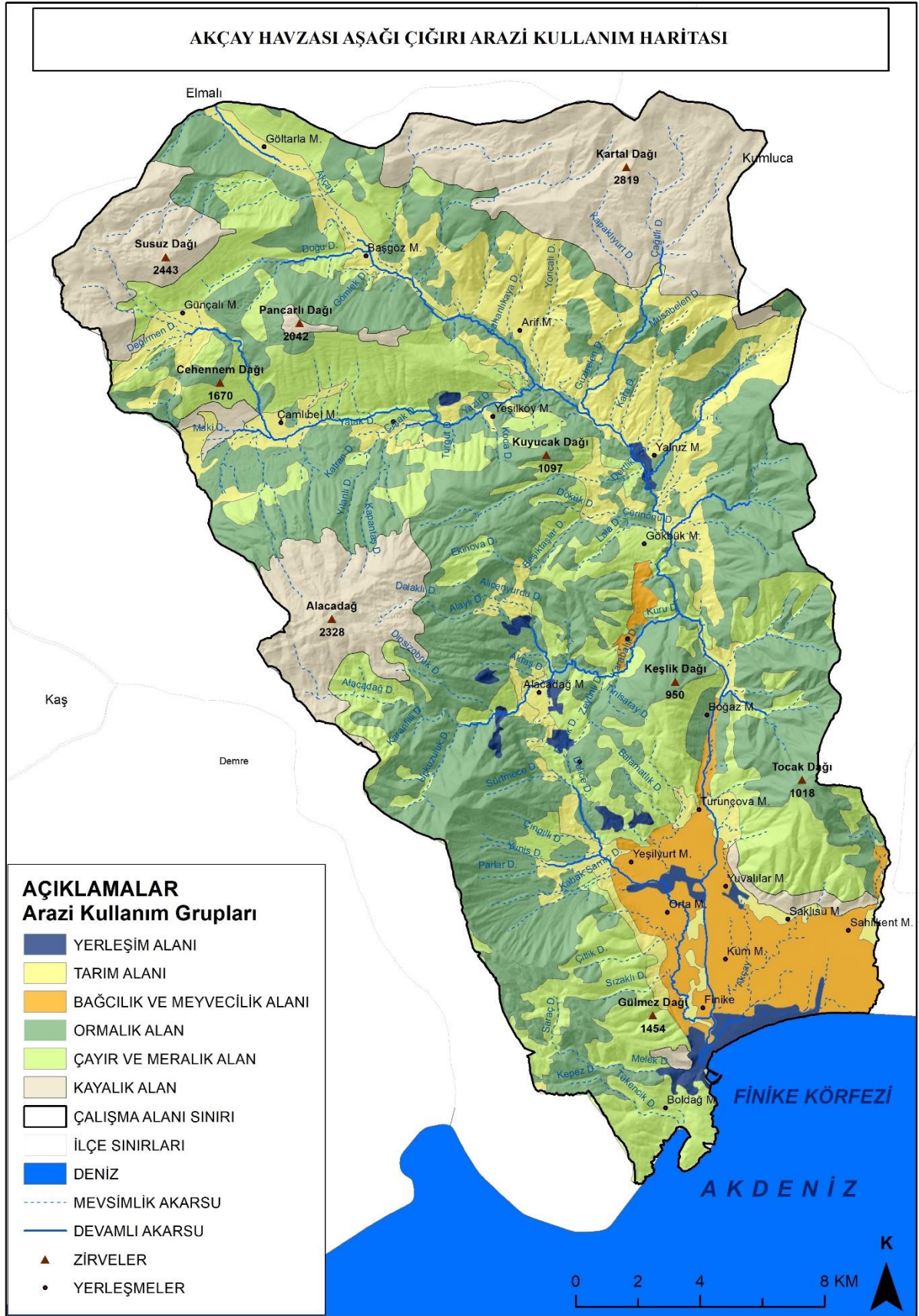
Akçay havzası aşağı çığırının bulunduğu alanda ise; Akçaağaç (*Acer laurinum*), ardıç (*Juniperus*), meşe (*Quercus*), sedir (*Cedrus*), çayır, kayacık (*Ostrya*), kızılçam (*Pinus brutia*) ve tahribat sonucu oluşan kısa boylu ağaç ve çalı topluluğundan oluşan makiler bölgenin hâkim vejetasyon formasyonudur. Finike Ovası alüvyal toprak yapısından kaynaklı çoğunlukla tarım arazisi olarak kullanılırken, Finike Ovasının çevresinde ise meşe-maki, kızılçam-maki ve kızılçam-sedir formasyonları görülmektedir. Alanın büyük formasyon gruplarını kızılçamlar ve sedirler oluşturmaktadır. Akçay boyunca da çayırların yaygın olduğu görülmektedir. Kartal Dağı, Alacadağ ve Cehennem Dağı kuzeyi kayalık alanları oluşturmakta ve çevrelerinde ise sedirler görülmektedir. Alacadağ’ın güneyinde ise yine kayacık ve sedir varlığını sürdürmektedir (Harita 1.11).

1.6.1. Arazi Kullanımı

Alanın arazi kullanım özelliklerine göre ise; Akçay havzası aşağı çığırının büyük çoğunluğunu ormanlık alanlar oluşturmaktadır. Cehennem Dağının kuzeyi, Kartal Dağı ve çevresi, Alacadağ ve çevresi kayalık alanlardan oluşmaktadır. Büyük alan kaplayan ormanlık ve kayalık alanlar dışında Finike Ovası içerisinde kalan Yeşilyurt, Turunçova, Yuvalılar, Saklısu, Sahilkent, Kum Mahallesi, Orta Mahalle ve Finike merkez bağcılık ve meyvecilik alanlarını ve yer yer de tarım alanlarını oluşturmaktadır. Günçalı Mahallesi, Başgöz Mahallesi, Arif Mahallesi, Yalnız Mahallesi, Gökbük Mahallesi tarım alanlarının yoğun bulunduğu mahallelerdir. Gökçeyaka ve Boğaz Mahallelerinde de yine bağcılık ve meyvecilik yapıldığı görülmektedir (Harita 1.12).



Harita 1.11 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Vejetasyon Haritası.



Harita 1.12 Akçay Havzası Aşağı Çığı Arazi Kullanım Haritası.

İKİNCİ BÖLÜM

KÜRESEL İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, KURAKLIK VE SU HASADI

2.1. İklim, Küresel İklim Değişikliği ve Neden Olduğu Doğal Afetler

İklim dünyanın herhangi bir yerinde uzunca yıllar boyunca gözlemlenen hava koşullarının ortalamasıdır. Ayrıca meydana gelen bu hava olaylarının zamansal dağılımları, şiddetleri ve ekstrem değerlerin gözlemlenmesi olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2008:27). Bununla birlikte uzun zaman periyodlarında gözlenen küresel olarak dünya çapındaki iklim faktörlerinin ortalama değerlerindeki artmalar, azalmalar ve sapmalar gibi değişiklikler ise iklim değişikliği olarak adlandırılmaktadır.

Yerküre geçmişte farklı jeolojik, jeomorfolojik ve iklimsel olayları yaşayarak günümüz koşullarına ulaşmıştır. 4,6 milyar yaşında olan gezegenimiz dönemler içerisinde iklim konusunda sıcaklık eğilimleri, iklim sistemlerindeki sıçramalar, salınımlar, dalgalanmalar ve iklim anomalilerinde değişiklikler ile kendini kanıtlamaktadır. İklim değişiminin başlıca nedeni dünyamızın radyoaktif enerjisindeki değişimlerdir. Buna ışımsal etken de denilmektedir. Bu ışımsal etkinin pozitif geri besleme mekanizması dünyanın ısınmasını sağlarken, negatif geri besleme mekanizması ise dünyanın soğumasına neden olmaktadır (Erlat, 2016: 49).

İklim doğrudan veya dolaylı olarak doğal çevreyi ve insanların yaşam normallerini etkileyen, günümüz şartlarına ulaşmamızda çok büyük etkisi olan en önemli coğrafi unsurlardan biridir. Dünya'nın geçmişine bakıldığında yörüngesel hareketler, güneş lekeleri, levha hareketleri, Milankovitch Döngüleri, atmosfer bileşimindeki değişiklikler ve insan kaynaklı faktörler ile birçok nedene bağlı olarak çeşitli iklim değişiklikleri yaşanmıştır.

İklim değişikliği tüm Dünya'yı etkileyen küresel bir sorun olarak bilinmektedir. Çevresel değişiklikleri oluşturan problemler, koruyucu ozon tabakasındaki seyrelme, kuraklık ve çölleşme, ekosistemlerin bozulması gibi benzeri görülmemiş oranlarda biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmakta ve canlı yaşamını direkt olarak etkilemektedir (Kadıoğlu, 2008c: 3).

1906-2005 yılları arasında küresel ortalama yüzey sıcaklıklarında 0,74 °C artış gözlenmiştir. Atmosferde artan sera gazları birikiminin sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr gibi değişkenlerde bölgesel ve küresel değişikliklere neden olması beklenmektedir. En gelişmiş mevcut iklim modelleri, 1990-2100 yılları arası için, küresel ortalama yüzey sıcaklığın yaklaşık olarak 3 °C 'lik veya 2-4,5 °C arasında bir artış olacağını bildiriyor. Küresel sıcaklıktaki artışa bağlı olarak hidrolojik döngüdeki değişiklikler, kara buzullarının ve deniz buzlarının erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, sıcak hava dalgalarının şiddetinin ve sıklığının artması, bazı bölgelerde aşırı yağış ve seller, bazı bölgelerde daha şiddetli ve sık görülen kuraklıklar gibi,

sosyo-ekonomik sektörleri, ekosistemleri ve insan hayatını direkt olarak etkileyeceği beklenilmektedir (Türkeş, 2008 :35). Aralık 2015'te BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Taraflar Konferansı'nda 195 ülke tarafından onaylanan ve artan miktarlardaki sera gazlarının azaltılmasını ve küresel iklim değişikliğiyle mücadele tedbirlerini düzenleyen Paris Anlaşması, iklim değişikliğine karşı küresel mücadelede tarihi bir dönüm noktası olmuştur. Türkiye, 2021 yılında bu anlaşmayı imzalayarak iklim değişikliğinin önemini anlayan ülkelerden biri olmuştur. Anlaşma aynı zamanda 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında Dünya'yı daha istikrarlı, daha sağlıklı bir gezegen, daha adil bir toplum ve daha canlı bir ekonomi sağlamak için önemli bir fırsattır. Bu anlaşma dünya çapında temiz enerjiye geçişte dünyaya öncülük edecektir. Bu geçiş, ilgili tüm siyasi kararlarda, iş ve yatırım davranışlarında değişikliğe gidilmesini kaçınılmaz kılacaktır. Paris Anlaşması, neredeyse tüm dünya emisyonlarını kapsayan, iklim değişikliği konusundaki ilk çok uluslu anlaşma özelliğine sahiptir ve dünya için bir başarıdır. Paris Anlaşmasının uygulanması, iklime dirençli ve iklimden olumsuz etkilenmeyecek bir geleceğe sosyal açıdan adil bir şekilde geçilmesini sağlamak için yakalanan ivmenin ve güçlü siyasi kararlılığın devam ettirilmesini gerektiriyor (Avrupa Birliği Türkiye Delegasyonu, 2016: 2).

Günümüzde etkisini hissettiren ve gelecekte daha da şiddetlenecek olan küresel iklim değişikliği, sel ve kuraklık gibi çok fazla doğal afete neden olarak, kayıp yaşatacağı öngörülmekte ve 21. yüzyıldan itibaren meteorolojik kökenli doğal afet sayılarında artış yaşanacağı beklenmektedir. Örneğin, 1990'larda afetlerden kaynaklanan küresel ekonomik kayıplar 608 milyar dolardan fazla olmuştur. İklim değişikliğinden kaynaklanan ekonomik kayıpların 2050 yılına kadar yılda 300 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Kadioğlu, 2008c: 9).

İklim koşullarının değişmediği varsayılsa bile, sadece nüfus artışı nedeniyle Türkiye'nin kişi başına düşen su hacmi 2050 yılında yılda 12,240 metreküp olacaktır. Küresel iklim değişikliği ve artan nüfus ile birlikte bu durum 2050 yılında Türkiye'de kişi başına düşen su hacmi 700 ile 1,910 metreküp arasında olacağı düşünülmektedir (Kadioğlu, 2008c: 9). Dünya'nın bir an öce gelecek felaket olan kuraklık için önlem alması gerekmektedir. Ülkeler, bakanlıklar, yerel yönetimler her biri bunun için farklı çalışmalar yürütmelidir. Türkiye'nin 2021 yılında imzalamış olduğu Paris İklim Anlaşmasında, küresel iklim değişikliği öneminin farkında olması ve önlem alması ülkemiz açısından büyük bir kazanım olmuştur.

Türkiye'de de kuraklık ile ilgili stratejik planlamalar yapılmaktadır. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığının “(2017-2023) Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji ve Eylem Planına göre;

Türkiye’de kuraklık yönetiminde yasal ve kurumsal kapasitelerin geliştirilmesi, koordinasyonun ve iş birliğinin sağlanması öncelikli amaçlardandır. Bunun yanı sıra:

- Kuraklık yönetimi ile ilgili mevzuat geliştirmek.
- Kuraklık yönetimi için kılavuzlar oluşturmak, ulusal koordinasyonu ve uluslararası iş birliğini sağlamak.
- Etkili kuraklık yönetimi sağlamak.
- Kuraklık yönetiminde araştırma, planlama ve uygulama çalışmaları yapmak.
- Kuraklık ile ilgili yatırımların ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından koordinasyonunu sağlamak ve öncelik haline getirmek.
- Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı “Ulusal Kuraklık Veri Tabanı” oluşturmak.
- Tarımsal ürün verimi sigorta sistemi geliştirmek.
- Kuraklık konusunda toplumun farkındalığın artırılması.
- Toplumun bilinçlendirilmesi için eğitimler düzenlemek.
- İklim değişikliğinin kuraklık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve uyum stratejilerinin geliştirilmesi.
- Bilimsel araştırmalar ve modelleme çalışmalarıyla iklim değişikliğinin kuraklık üzerine muhtemel etkilerini tespit etmek gibi amaçlar da kuraklık afetine önlem almak için planda yer almaktadır.

Bu adımların her biri geleceğin daha yaşanılır olması için atılan faydalı adımlardır. Aksi takdirde küresel iklim değişikliğinin yıkıcı gücüyle karşı karşıya kalabiliriz. Özellikle sanayi devrimi sonrasında insan ihtiyaçlarından doğan “*insan doğaya hükmeder*” anlayışı ile daha fazla üretme ve tüketme arzusuyla doğaya verilen zararlar tahmin edilemez boyutlara ulaşacaktır. Doğa, insansız yaşar fakat insan, doğa olmadan yaşayamaz. Bunun farkına varılması gerekir ve bu doğrultuda yarınlara güzel dünya bırakmak mümkün olabilir.

Tablo 2.1’de Dünya genelinde meydana gelen doğal afetler tablosuna bakılacak olursa 1980-1999 yılları arasında rapor edilen afet sayısının 4,212 olduğu ve afetlerden etkilenen insan sayısının 3,25 milyar olduğu belirtilmekte, can kaybı da 1,19 milyon olduğu kayıtlara geçmekle birlikte, ekonomik kayıp da 1,63 trilyon civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 2000 ve 2019 yıllarında rapor edilen afet sayısı 7,348’e yükselmiş görülmekte ve etkilenen insan sayısı ise 4,03 milyar olarak belirtilmektedir. Aynı zamanda can kaybı da 1,23 milyon olarak açıklanmış ve ekonomik kayıplar da 2,97 trilyona kadar yükselmiş şekilde görülmektedir.

Tablo 2.1 Dünya Geneline Meydana Gelen Doğal Afetlerin Neden Olduğu Kayıplar (1980-1999/2000-2019) (CRED-UNDRR; Erkan vd., 2021:4).

DÜNYA GENELİNDE MEYDANA GELEN DOĞAL AFETLERİN NEDEN OLDUĞU KAYIPLAR (1980-1999/ 2000-2019)				
	Rapor Edilen Afet Sayısı	Can Kaybı	Etkilenen İnsan Sayısı	Ekonomik Kayıplar
1980-1999	4,212	1,19 Milyon	3,25 Milyar	1,63 Trilyon
2000-2019	7,348	1,23 Milyon	4,03 Milyar	2,97 Trilyon

Afet terimleri sözlüğüne göre;

Afet: Doğanın, teknolojinin veya insanın neden olduğu, toplumun tamamında veya bir bölümünde fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıpların oluşmasını sağlayan, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan olaylar bütünüdür. Afet bir olayın kendisi değil, oluşturduğu sonuçtur (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim Tarihi: 05.11.2021).

Doğal Afet ise; doğa kaynaklı afet olarak tanımlanmaktadır.

Afet ve Acil Durum Yönetmenliği Başkanlığı'na göre afet türleri jeolojik afetler, atmosferik (klimatolojik-meteorolojik, hidrolojik) afetler, biyolojik afetler, sosyal afetler ve teknolojik afetler olarak beş kategoride incelenmektedir. Jeolojik, atmosferik ve biyolojik afetleri doğal afetler olarak gruplandırabilirken, sosyal ve teknolojik afetleri beşerî kaynaklı afetler olarak gruplandırabilir. Küresel iklim değişikliği ise, doğrudan atmosferik kökenli afetlere neden olurken, diğer afet türlerini de dolaylı yoldan etkilemektedir (<https://www.afad.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 04.11.2022).

İklim değişikliği, herhangi bir afeti oluşturacak sebeptir ve deniz seviyesinin yükselmesi, yükselen sıcaklıklar, okyanus asitlenmesi, buzul regresyon hareketleri, tuzlanma, toprak ve orman bozulması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve çölleşme ve ekstrem hava olayları gibi yavaş başlangıçlı olayları etkilemektedir. Bu noktada taşkınlar, siklonlar veya aşırı sıcaklıklar da örnek olarak bahsedilebilir. Ülkemizde ise farklı iklim tipleri görülmektedir. Bulunduğu konum itibarıyla geniş bir coğrafyaya hâkim olan ülkemizde atmosferik koşullardan kaynaklanan afet türlerinden fırtına, sel, sıcak ve soğuk hava dalgaları, kuraklık, orman yangınları, dolu ve kuvvetli kar olmak üzere hidro-meteorolojik doğa olayları meydana gelerek can ve mal kaybına neden olmakta ve afet olarak açıklanır (Akay, 2019:5).

Afet Tipleri:

Fırtına: Yeryüzüne neredeyse paralel hareket eden hava akımlarına rüzgâr denir. Hızları ve yönleri ile karakterize edilirler. Rüzgâr hızı, hava basıncı farkına göre değişirken rüzgârın yönü, alçak ve yüksek basınç alanlarına göre oluşur (Taş, 2017; 2). Doğaya ve insanlara zarar veren, hızı 23 ve 26 m/s arasında değişen rüzgâra fırtına denir. Şiddetli rüzgârlar beraberlerinde yağmur, kar, dolu, kum vb. unsurları da getirdiklerinden ötürü kar fırtınası, kum fırtınası, toz fırtınası gibi isimler alırlar (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim Tarihi: 05.11.2021). Yerleşim yerlerine, işletmelere, insanlara ve hayvanlara, ormanlardaki ekosisteme, ağaçlara verdiği zararlar fırtınanın şiddetine ve büyüklüğüne göre değişmektedir. Coğrafi perspektifle bakıldığında doğal, beşeri ve ekonomik zararları oldukça fazladır.

Türkiye’de yılda ortalama 35 afet fırtına ve kuvvetli rüzgarlara bağlı olarak oluşmaktadır. Özellikle kuzey Ege Bölgesi ile batı ve orta Akdeniz’de görülmektedir. Yıl boyunca kayıt altına alınan fırtına afetlerinin %48’i kış, %25’i ilkbahar, %15’i yaz, %12’si ise sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir. 2020 yılında Türkiye’de, Antalya ve Kayseri en çok afetin görüldüğü iller olarak kayıtlara geçmiştir. Van, Ordu, Mersin ve Kastamonu ise en çok fırtına afetinin gözlemlendiği diğer iller olarak kayıtlara geçmiştir (Erkan vd., 2021:63).

Sel ve Taşkınlar: En kurak (çöl) ve en nemli, yağışlı (tropikal) alanlar dahil, Dünya’nın her yerinde oluşabilmektedir. Birçok şekilde tanımlanmakla birlikte sel ve taşkın olayı, akarsuyun çeşitli nedenlerle yatağından taşarak, çevresindeki arazilere, yerleşim alanlarına, altyapı sistemlerine ve selin meydana geldiği bölgedeki canlılara zarar vererek, etki bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyetin durmasına ve kesintiye uğramasına neden olacak seviyede bir akış büyüklüğü oluşturma olayı, şeklinde ifade edilmektedir (Aksu vd., 2002: 133; <https://www.afad.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 04.11.2022)(Şekil 2.1).

2000’li yıllardan itibaren sel olaylarında artışlar gözlemlenmiştir. 2020 yılında meydana gelen sel felaketi sayısı 297’dir. Son 10 yılda her yıl yaklaşık 100 ve daha fazla sayıda sel felaketi gerçekleşmiştir. 2020 yılı, 1940 yılından bu zamana kadar sel afetinin en fazla görüldüğü 3. yıl olmuştur. 2020 yılı içinde en fazla şiddetli yağış/sel afeti Giresun, Van, Antalya ve Bursa’da meydana gelmiştir (Erkan vd., 2021:53).



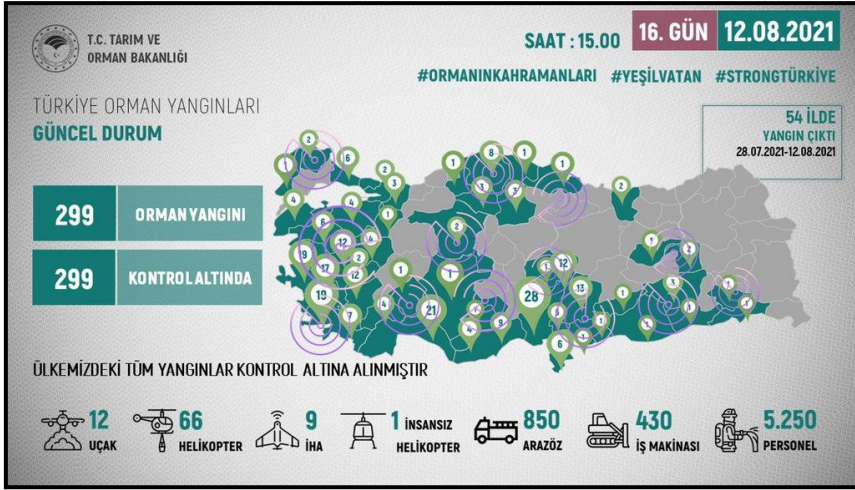
Şekil 2.1 11 Ağustos 2021 Tarihli Bozkurt/Kastamonu Sel Felaketi (www.haberturk.com/, Erişim Tarihi: 18.11.2021).

Sıcak ve Soğuk Hava Dalgaları: Özellikle 20. yüzyılın ortalarından itibaren özellikleri değişen ekstrem hava/iklim olaylarından biri de sıcak hava dalgalarıdır. Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak Dünya çapında ekstrem hava ve iklim olaylarının sıklığı, zamanlaması, şiddeti ve süresi değişmektedir. Dünya Meteoroloji Örgütü'ne göre günlük maksimum sıcaklıkların üst üste en az 5 gün boyunca günlük sıcaklıkların mevsimsel ortalamasının 3-5 °C üzerinde olması ve daha da sıcaklık artışı sürdürmesi olarak tanımlanmaktadır. Sıcak hava dalgaları, tüm Dünya'da hava koşullarına bağlı en fazla can kaybına yol açan ekstrem olaylardandır (Erlat ve Avşar, 2020:202).

Soğuk hava dalgaları ise, birbirini izleyen beş gün boyunca en düşük günlük ortalama sıcaklığın 5°C altında gerçekleşmesi olarak nitelendirilmektedir. Soğuk hava dalgası, genellikle yeryüzünde hava sıcaklığının ciddi oranda düşük değerlere inmesi, basıncın yükselmesi ve rüzgâr hızının kuvvetlenmesi ya da don ve buzlanma gibi tehlikeli havalarla birlikte doğabilecek bir meteorolojik olaydır. Özellikle insan sağlığı, tarım ve yüksek ısınma gibi durumlar üzerinde ciddi etkilere neden olur, hatta insanlar ve hayvanların ölümü ile sonuçlanabilir (Erkan vd., 2021:89).

Orman Yangınları: Ormanların bir kısmı veya tamamında yangın çıkması, yok olması olayına orman yangını denir (Şekil 2.4). Yıldırım düşmesi, elektrik hatlarının birbirine değmesi, volkanik patlama, sıcaklıkların aşırı derecede yükselmesi gibi olaylardan kaynaklandığı gibi bazen de insanların bilinçsizce yaktıkları ateşler ve sigara izmaritleri orman yangınlarına neden olmaktadır (Zile, 2018: 90). Özellikle 2021 yılında yaz mevsiminde dünya çapında birçok orman yangını meydana gelmiştir ve Türkiye'de bundan fazlasıyla etkilenmiştir. 28.07.2021 ve 12.08.2021 tarihleri arasında Türkiye'de 54 ilde 299 orman yangını meydana gelerek tarihin en büyük orman yangınları yaşanmıştır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021)(Şekil 2.2).

En büyük yangın ise Antalya'nın Manavgat ilçesinde meydana gelerek, 60 bin hektarlık alanın yandığı belirlenmiştir (www.dw.com/tr/ Erişim Tarihi: 05.01.2021) (Şekil 2.3).



Şekil 2.2 2021 Yılı Orman Yangınları Dağılışı (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).



Şekil 2.3 08.08.2021 Tarihli Manavgat Orman Yangını Sonrasına Ait Görsel (www.dw.com/tr/, Erişim Tarihi: 05.01.2021).



Şekil 2.4 22.05.2021 Tarihli Manavgat Orman Yangını (www.turktarim.gov.tr/, Erişim Tarihi: 05.09.2022).

Dolu: Türkiye’de de bolca rastlanan meteorolojik bir afet olan dolu, tarım sektörü başta olmak üzere birçok alanda mal ve mülke önemli derecede zarar vermektedir (Şekil 2.5 ve 2.6). Uzun yıllık meteoroloji kayıtlarına göre; son on yılda dolu afeti sayılarında artış gözlemlendiği görülmektedir. 2020 yılı en fazla dolu afetinin yaşandığı yıl olmuştur. Ulaşılan verilere göre, dolu afeti Türkiye’de 2020 yılında en fazla Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri ile iç kesimlere düşmüştür. En fazla görüldüğü il ise Bursa olarak kayıtlara geçmiştir (Erkan vd., 2021:69).



Şekil 2.5 2019 Yılı Ordu’da Dolu Vurması (www.karadenizbayrak.com/, Erişim Tarihi: 05.01.2021).



Şekil 2.6 Ordu’da Bağ ve Bahçelere Vuran Dolu Görüntüsü (www.karadenizbayrak.com/, Erişim Tarihi: 05.01.2021).

Kuraklık: Kuraklık, toplam yağış miktarında ya da nem miktarında gözlenen uzun süreli eksiklik şeklinde tanımlanmaktadır. Türkiye'de Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Tuz Gölü çevresi kuraklığın belirgin olarak yaşandığı alanlardır (Şekil 2.7). Dünya'daki etkileri ve meydana getirdiği sonuçlar ile günümüzde dünyanın yüzleştiği en yıkıcı küresel çevre sorunlarından biridir. Kuraklık tarımsal faaliyetlerden, orman ekosistemine ve gıda ihtiyacından ekonomiye kadar geniş etkileri olan bir konudur (Türkeş vd., 2009: 130; Türkeş 2012a: 17; Özüpekçe, 2020: 283).



Şekil 2.7 Tuz Gölünün Kuraklık Nedeniyle Küçülmesi (<https://www.aa.com.tr/>, Erişim Tarihi: 04.11.2022).

Aslında kuraklık, şiddet, süre ve coğrafi dağılış bileşenleri ile birlikte bir bütün olan üç boyutlu bir doğa olayıdır. Süresi uzun yıllara dayanan kuraklık olayları tarım, orman ve hayvancılığı, yeraltı ve yerüstü kaynaklarını, yeterli ve nitelikli içme suyuna erişimi, enerji üretimini, özellikle dağ ve karasal sucul ekosistemleri çok fazla olumsuz etkiler (Türkeş, 2012c: 17).

Tez başlığında ve içeriğinde kuraklık konusunun olması nedeniyle özellikle daha kapsamlı açıklamaların yapılması gerekli görülmüştür. Bu nedenle kuraklık konusu aşağıda ayrı bir başlık olarak açıklanmıştır.

2.2. Kuraklık, Kuraklık Tipleri ve Kuraklık İndisleri

2.2.1. Kuraklık ve Kuraklık Tipleri

Herhangi bir bölgeye yıllık düşen yağış miktarı seviyesinin düşmesiyle meydana gelen afet kuraklıktır. Su, tüm sosyo-ekonomik gelişim ve sağlıklı ekosistemin devamlılığı için gerekli bir kaynaktır. Yaşam su ile var ve susuz yaşamın mümkün olmadığı açıkça ortadadır.

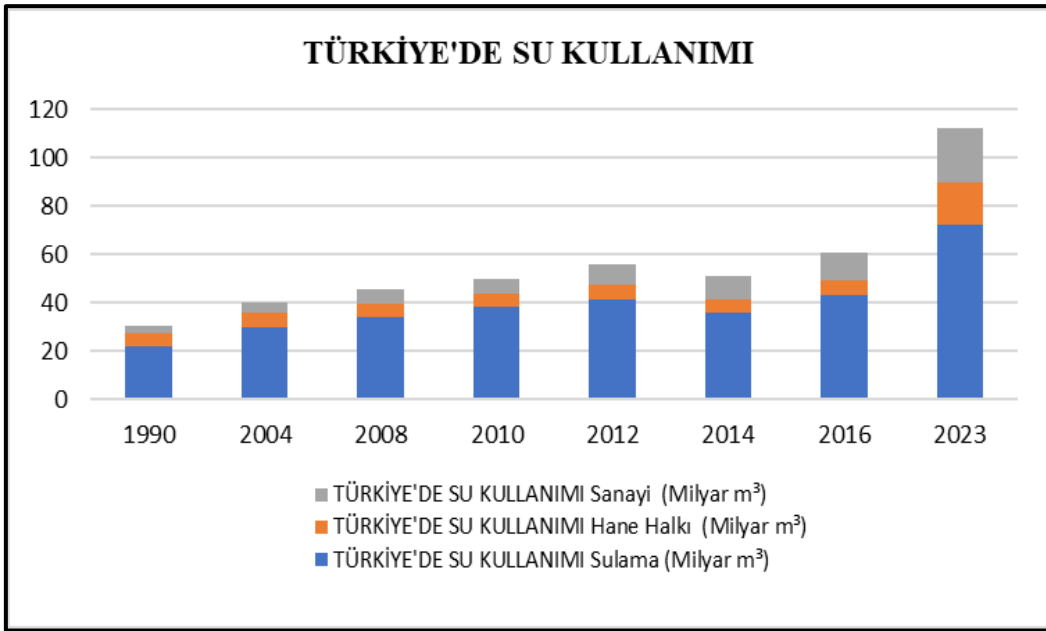
Özellikle su kaynaklarının varlığıyla yaşamını devam ettirmiş toplumlar için kuraklığa uyum sağlamak oldukça zor olacaktır.

Su yaşamın her noktasında kullanılmakta, insanlar suyun yokluğunu ancak olmadığında en iyi şekilde anlayacaktır. Yaşamının nasıl kesintiye uğradığını, standartların düştüğünü, ulaşılabilecek şeylerin aslında ulaşılamaz olduğunu, yaşamın aslında su ile birlikte rahatça devam ettiğini fark edecektir.

Türkiye’de 1990 ile 2023 yılına kadar olan su kullanımı grafiği incelendiğinde (Şekil 2.8) su kullanımındaki artışın birinci önemli sebebi nüfus oranının artmış olması ve su kullanım ihtiyacının da bu oranda yükselmesiyle alakalıdır. İkinci sebep ise gelişen sanayi sektöründe 1990 yılına göre günümüzde daha fazla üretim yapılmasından kaynaklanmaktadır. Diğer bir sebep ise 1990’lı yıllarda iklim normal seyrinde ilerler ve mevsimler kendi özelliklerini taşımaktayken, günümüzde küresel iklim değişikliği nedeniyle mevsimler kendi karakterlerini düzenli olarak yansıtamamaktadır ve yağış noksanlığı yaşanmasından dolayı insanlarda mevcut arazilerini sulama ihtiyacı doğmaktadır. Bu yüzden 1990’lı yıllarda toplam kullanılan su miktarı 30 milyar m³ civarlarındayken, 2023 yılında 112 milyar m³ olması planlanmaktadır (Şekil 2.8) (Tablo 2.2). Sürekli artmakta olan talebe göre zamanla daha zor bulunur duruma gelen su kaynaklarını geliştirmek, yönetmek, varlığını korumak ve sürdürülebilir hale getirmek gelişmiş, gelişmekte olan ve gelişmemiş toplumların hepsinin sorumluluğundadır.

Tablo 2.2 Türkiye’de Su Kullanımına Ait Tablo Verileri (DSİ, Turkstat, TSKB Ekonomik Araştırmalar; www.yarininsuyu.com/, Erişim Tarihi: 26.11.2021).

TÜRKİYE'DE SU KULLANIMI				
Yıl	Sulama (Milyar m ³)	Hane Halkı (Milyar m ³)	Sanayi (Milyar m ³)	Toplam (Milyar m ³)
1990	22	5,1	3,4	30,5
2004	29,6	6,2	4,3	40,1
2008	33,8	5,8	6	45,6
2010	38,2	5,8	6	49,9
2012	41,6	6	8,4	56
2014	35,9	5,7	9,1	50,7
2016	43,1	6,2	11,1	60,4
2023	72	18	22	112



Şekil 2.8 Türkiye’de Su Kullanımına Ait Görüntü (www.yarininsuyu.com/, Erişim Tarihi: 26.11.2021).

Ülkeler üzerine düşen sorumluluğu yerine getiremezse kuraklık doğal afeti ilerleyen dönemlerde daha ciddi problemlerle çevresel, ekonomik ve sosyal hayatı etkileyecektir. Kuraklık etkisiyle sucul hayvanların yaşam alanları yok olur, diğer hayvanların yaşam standartları düşer, bitki türlerinde ve alanlarında azalmalar yaşanır, tarım ve sanayide üretim düşer, üretimin düşmesine bağlı işsizlikler meydana gelir, ekonomik gelişme yavaşlar veya durma noktasına gelir, enerji kaynaklarında azalmalar, sosyal hayatta kayıplar yaşanır. Kuraklık nedeniyle su kalitesi düşer, su kalitesinin düşmesine bağlı olarak yiyecek, içecek ve sağlık alanlarında ciddi problemler yaşanır.

Türkiye’de, artan nüfus hızı ve iklim değişikliği sonucunda daha kurak bir iklim durumunun ortaya çıkacağı göz önüne alındığında, 2050’li yıllarda ülkede kişi başına düşen su miktarının senede 1.200 m³ dolayında olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'nin kısa bir zaman diliminde kuraklığın şiddet ve süresini bugüne göre çok daha kuvvetli hissetmesi gerçeği uzak bir ihtimal değildir. Son 50 yıllık süre boyuncayaklaşık 3 Van Gölü büyüklüğündeki sulak alan kaybı, temelde kuraklık tehlikesinin önemine vurgu yapmaktadır (Özüpekçe, 2020: 280). 1971-1974 dönemi ile 1983, 1984, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında yaşanan kuraklık olayı Türkiye’de yaşanmış kuraklık olaylarının en şiddetli ve yayılım alanı en geniş olanlarıdır (Türkeş, 2003; Türkeş ve Erlat 2005; Türkeş vd., 2007: 68).

Çölleşme, toplam yağışın az olduğu, su kaynaklarının tükenmek üzere olduğu, uzun kurak dönemlere, tekrarlanan kuraklık olaylarına, gevşek yüzey malzemesine ve ince toprak katmanı özelliğine sahip, seyrek ve aynı zamanda hassas bir vejetasyon ile kaplanmış bölgelerde hem daha sık oluşur hem de daha fazla etkili olur. Uzun süreli ve kuvvetli kuraklık

olayları gibi iklim değışikliğı ile ilişkili faktörler, arazinin çölleşmeden etkilenmesinde ve çölleşme süreçlerinin hızlanmasında bir artışa neden olabilir (Türkeş, 2012b: 9; Türkeş 2012c: 18).

Yeryüzünde neredeyse 2 milyar insanın kurak bölgelerde yaşamlarını sürdürmesi, bu insanların temiz içme suyundan mahrum ve yoksulluk sınırının altında yaşaması, dünyadaki kara yüzeylerinin %41,3'nün, tarım alanlarının ise %44'nün kurak alanlarda bulunması çölleşme ile mücadelenin önemini arttırmaktadır. Bu nedenle kurak alanlarda ekosistem ve arazi bozulmalarının önlenmesi, bozulmuş arazilerin iyileştirilmesi ve toprakların sürdürülebilir olarak kullanımının sağlanması vb. konularına daha duyarlı olunması gerekir (Safriel ve Adel, 2008:119; Türkeş, 2012c:17).

Hükümetler Arası İklim Değişim Paneli (IPCC) Küresel İklim Modelleri ile yapılan projeksiyonlara göre;

*2030 yılında Türkiye'nin büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisi altında olacak.

*Türkiye'deki sıcaklıklar kışın 2 derece, yazın ise 2 ila 3 derece arasında bir değerde yükselecek.

*Yağışlar kışın %10'luk bir artış gösterecek. Yazın ise % 5 ila 15 azalacak.

*Ayrıca yaz mevsiminde toprak nemi % 15 ila 25 arasında bir değerde azalma gösterecek.

*Akdeniz havzasındaki su seviyesinde 2030 yılına kadar 18 cm- 12 cm'lik, 2050 yılına kadar 38 cm- 14 cm'lik ve 2100 yılına kadar 65- 35 cm'lik bir yükselme görülecek" (Aksay vd., 2005: 39; Sel ve Göktolga, 2020: 159; Özmen 2009:44).

Yaşanan küresel iklim değışikliğı nedenli kuraklık ile mücadele ve kuraklığı yönetmek iki şekilde yapılmaktadır. İlki, kuraklık henüz yaşanmadan, yani su kaynakları mevcutken, su kaynaklarının yetersiz olacağı zamanları göz önünde bulundurarak önlem almaya yöneliktir. Bunun anlamı risk yaşanmadan mücadele etmektir. İkincisi ise, felaket yaşandıktan sonra yapılan çalışmalardır. "Nasıl, ne kadar az etki edebilir?" sorusunun cevabını arayan kriz yaklaşımıdır. Toplum olarak kriz yaşandıktan sonra etkisini azaltmaya çalışılan strateji izlenmektedir fakat kriz yaşanmadan risk analizleri yapılarak önlem alınmaya çalışılsa zararlar da bir o kadar az olur.

Aslında bu çalışma da kriz yaşanmadan önlem alınması için örnek olacak bir çalışmadır. Yapılan çalışmalar incelenmeli, bu felaketi yaşayan ülkelerin stratejileri değerlendirilmeli ki doğru strateji uygulanabilsin.

Kuraklık afeti; sosyal yaşamı, tüketimi ve üretimi olumsuz yönde etkilemeye başladığında baraj ve gölet gibi yeni fiziksel yatırımlar planlanarak yeryüzü su kaynaklarında

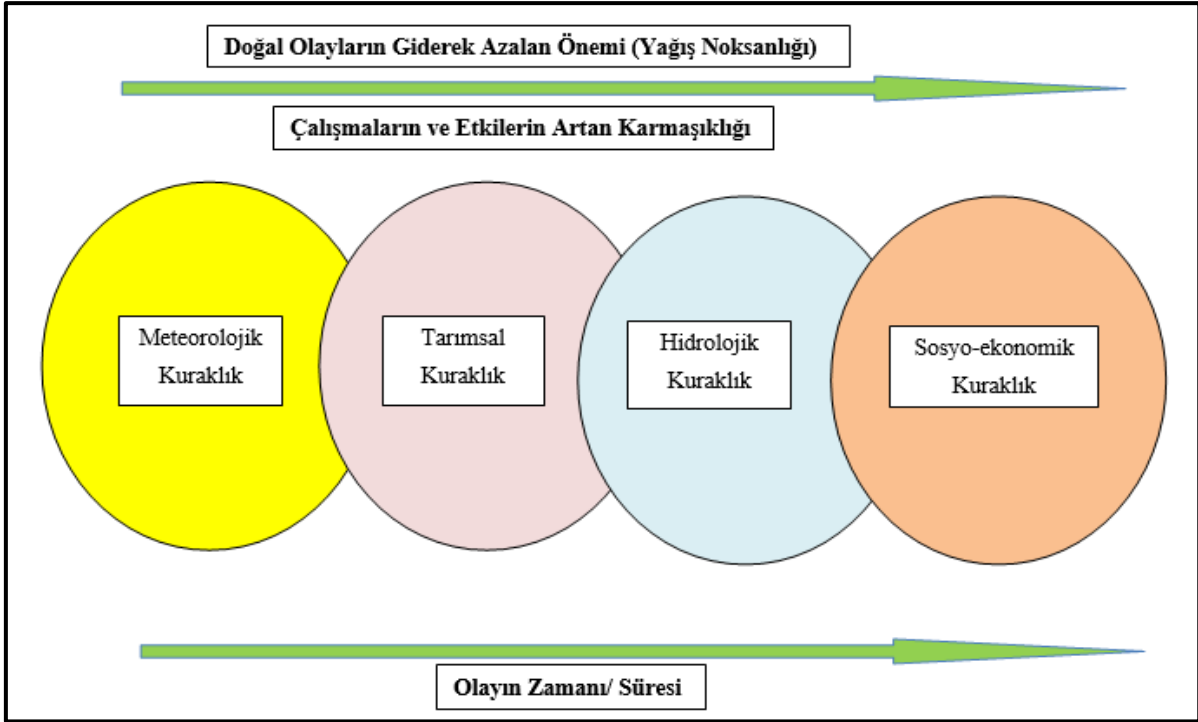
depolanacak su miktarının arttırılması, yer altı sularından faydalanmak için yeni kuyuların açılması kriz yaşanmadan önce alınması gereken ilk önlemlerdendir. Havzalarda bulunan yer altı ve yeryüzü su kaynaklarının bütçeleri vardır. Ayrıca ekolojik nedenlerle bir havza bütçesinde bulunan mevcut su kaynaklarının tümünü kullanmak mümkün değildir. Çünkü orada bulunan canlı yaşamı için risk teşkil etmektedir. 2021 yaz aylarında Tuz Gölünde yaşanan Flamingo ölümleri bu duruma verilebilecek örneklerden biridir (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Tuz Gölünden Tarım İçin Tarlalara Su Çekilmesi Sonucunda Ekolojik Dengenin Bozulması (<https://www.ntv.com.tr/>, Erişim Tarihi: 28.10.2021).

2.2.2. Kuraklık Tipleri:

Kuraklık meteorolojik kuraklıkla başlar, bunu hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik kuraklık takip eder (Şekil 2.10). Bu nedenle yağışın mekânsal ve zamansal dağılımı çok iyi takip edilmelidir. Meteorolojik kuraklık yağışın az düşmesi veya hiç düşmemesi sonucunda oluşur, tarım alanlarının sulanmasında ciddi derecede sorunların yaşanmasına neden olur. Hidrolojik kuraklık açısından ise, barajlarda gerekli miktarda su toplanamaması, içme suyu kaynaklarının yetersiz olmasından kaynaklanır. Bu da çevrenin, toplumsal hayatın ve sosyoekonomik sistemlerin olumsuz yönde etkilenmesi gibi büyük problemlerin doğmasına neden olur (Çakmak ve Gökalp, 2013: 2; Mengü vd., 2011: 176; Wilhite ve Glantz, 1985: 4; Akbaş, 2014: 102).



Şekil 2.10 Kuraklığın Olası Etkileri ve Sıralaması (Akbaş, 2014: 102).

2.2.2.1. Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik kuraklık, yağışların normal seviyenin altında seyretmesiyle oluşmaktadır. Bu kuraklık çeşiti diğer kuraklık çeşitlerini de etkilemektedir. Genel itibariyle bölgesel olarak meydana gelmektedir. Meteorolojik faktörler (buharlaşıma, sıcaklık, yağış vb.) zaman ve konuma göre değişkenlik gösterdiklerinden bölgesel olarak farklı derecede kuraklıklar yaşanmaktadır. Bu yüzden su kaynakları dünyanın her yerinde eşit oranda değildir ve her kurak bölgeler için farklı çözümler geliştirilir (Kadioğlu, 2008b:8; Mengü vd., 2011: 176; Wilhite ve Glantz, 1985: 4; Akbaş, 2014: 102).

2.2.2.2. Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik kuraklık, meteorolojik kuraklık sonucunda uzun süre düşmeyen yağışlar ile bağlantılı olarak yer altında ve yeryüzündeki suların eksilmesi veya azalması olarak ifade edilir. Akarsu, göl, dere ve rezervuarlardaki su eksikliği olarak da nitelendirilebilir. Hidrolojik kuraklık, kuraklığın ilk belirtilerinden değildir. Meteorolojik kuraklık bittikten uzun bir süre sonra bile hidrolojik kuraklık varlığını sürdürebilir (Kadioğlu, 2008b: 14; Mengü vd., 2011: 176; Wilhite ve Glantz, 1985: 7; Akbaş, 2014: 102).

2.2.2.3. Tarımsal Kuraklık

Tarımsal kuraklık, bitkinin suya ihtiyaç duyduğu kritik bir dönemde, büyüme sürecinde toprak nemi eksikliği olduğunda beliren kuraklık çeşitidir. Bu, meteorolojik kuraklıktan sonra hidrolojik kuraklıktan önce oluşan kuraklık türüdür. Tarımsal kuraklık, toprağın derininde bulunan zonlar doygun olsa dahi ürünlerin verim oranlarını büyük oranda aşağı çekebilir. Yüksek sıcaklıklar, düşük nispi nem ve kurutucu rüzgarlar yağış azlığının etkilerinin artmasına neden olur (Kadioğlu, 2008b: 10; Mengü vd., 2011: 176; Wilhite ve Glantz, 1985: 6; Akbaş, 2014: 102).

2.2.2.4. Sosyo-Ekonomik ve Politik Kuraklık

Sosyo-ekonomik ve politik kuraklık diğer kuraklık çeşitlerinden biraz daha farklıdır. Meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklık sonrasında meydana gelen kuraklık türüdür. Bu kuraklığın yaşanmasıyla üretim ve tüketimde uyumsuzluklar ve olumsuzluklar kaçınılmazdır. Bu kuraklık türü yere ve zamana göre değişiklik gösterir ve su kaynağı bulunan ülkelere göç başlamasına neden olur hatta zaman zaman su bulunan güçlü ülkeler ve su bulunmayan güçsüz ülkeler arasında savaş bile çıkabilir. Gıda, tarım, sağlık, sosyal hayat, üretim ve tüketim gibi yaşamımızın büyük çoğunluğunda suya yer veriyoruz. Su kaynaklarının yeterli olması, suyun mevcudiyeti konum ve iklimle ilişkilidir. İklimin doğal değişkenliği nedeniyle yağışın yetersiz olması veya su kaynakları yeterli olsa da tüketimin fazla olmasından dolayı sıkıntı çeken toplumlar sosyo- ekonomik ve politik kuraklıktan etkilenmektedir (Kadioğlu, 2008b: 15; Mengü vd., 2011: 176; Wilhite ve Glantz, 1985: 8; Akbaş, 2014: 102).

Kuraklık olduğunu anlamak için;

- Yağış,
- Nehir ve derelerdeki akış,
- Yer altı su seviyesi,
- Kuraklık indisleri,
- Rezervuar seviyeleri incelenmelidir (Kadioğlu, 2008: 22).

2.2.3. Kuraklık İndisleri

Kuraklık indisleri, kuraklığı ve kuraklık seviyesini tanımlamak için kullanılan analiz yöntemidir (Öz, 2020:13). Kuraklık indislerinde yağış değeri önemlidir. Bunun yanı sıra, sıcaklık, buharlaşma, nem gibi bazı meteorolojik faktörler de kuraklık indislerini belirlemeye yardımcı faktörlerdir.

Dünya Meteoroloji Teşkilatı (WMO), kuraklık indislerinin tek başına yağış parametresi ile ya da diğer meteorolojik parametrelerle de elde edilebileceğini önermiştir (WMO, 1975: 127; Öz, 2020:13).

Kuraklık şiddetini hesaplamada kullanılan birçok indis bulunmaktadır. Bunlar:

Normal Yağışın Yüzdesi İndisi (NYI): Sınırlandırılmış bir zaman dilimi içindeki yağış miktarının, aynı zaman içindeki yağış miktarının ortalamasına bölünerek normal yağış değeri bulunur ve 100 çarpanıyla da çarpılır (Öz, 2020:14; Batan, 2021: 254).

Erinç İndisi: Prof. Dr. Sırrı Erinç'in (1965) geliştirdiği, Türkiye'nin kurak ve nemli bölgelerini, aynı zamanda yıl olarak kuraklık sürelerini gösterebilmek için oluşturulmuş bir indistir. Mevsim, ay, yıl şeklinde herhangi bir zaman periyodunda analiz edilebilir. Erinç indisi veri olarak yağışı ve buharlaşmaya sebep olan en yüksek sıcaklığı önemseyen bir denklem ile hesaplanır (Erinç, 1965; Öz, 2020: 15).

Yağış Anomali İndisi (YAI): Van Rooy (1965) tarafından uygulanmış olan yağış anomali indisi'nin (YAI) temel amacı yağışın standart değerlerinden sapması esasına dayanmaktadır. Belirli bir periyottaki yağış ortalaması belirlendikten sonra çalışma alanında yer alan tüm zaman periyodları içinde maximum ilk 10 değer ortalaması ile minimum 10 değer hesaplanarak indis değerleri oluşturulur (Şener ve Davraz, 2021:408; Öz, 2020: 16; Hezarani, 2018: 33).

Aydeniz Kuraklık İndisi: 1973 yılında Prof. Dr. Akgün AYDENİZ' in geliştirmiş olduğu formül ile hesaplanmaktadır. Aydeniz (1985), özellikle kurak dönemlerin ve indislerin belirlenmesinde, yalnızca yağış ve sıcaklık kriterlerinin kullanımının yetersiz olduğunu ve gerçeğe uygun değerlerin elde edilmesinde yağış ve nem ilişkisi ile güneşlenme süresi ve sıcaklık ilişkilerinin dikkate alınmasının daha uygun sonuçlar vereceğini belirtmiştir. Aydeniz formülünde bulunan meteorolojik parametreler; ortalama yağış, sıcaklık, nem ve güneşlenme yüzdesidir (Arslan vd., 2014:111; Çelik vd., 2018: 1745; <https://www.mgm.gov.tr/> Erişim Tarihi: 12.12.2021).

De Martone Kuraklık İndisi: De Martonne formülünde yer alan parametreler: Yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleridir. Bu formülle yapılan hesaplama sonucu yıllık kuraklık indeksi (I_{DM}) değeri sonucuna ulaşılır (Bölük, 2016: 5; Çelik vd., 2018: 1745).

Bagnouls-Gaussen İndisi: bu yöntemde de bölgenin kuraklık analizi yapılırken aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarları kullanılır. BG kuraklık indisi değerinin analiz edilmesinde, kuraklık indisi değerlerinin sadece aylık ortalama sıcaklığın iki katının, aynı ayda kaydedilen yağış miktarından daha çok olduğu aylar önemsenmiştir (Akar vd. 2015: 9; Hamidi 2018: 576; Batan, 2021: 256).

Palmer Kuraklık Şiddet İndisi: Wayne Palmer'in 1965 yılında geliştirdiği indistir. Nem durumundan meydana gelen sapmayı bulmak için kullanılır. Belirli alanlarda olan yağış açığını önemseyerek su dengesi eşitliğinin arz ve talep fikri üzerine durulmuştur. Palmer kuraklık şiddet indisi (PDSI) genellikle aylık olarak hesaplanmaktadır. Yağış, sıcaklık ve toprağın su tutma kapasitesi girdi olarak kullanılmaktadır. Bu girdiler kullanılarak su dengesi denkleminin ana bileşenlerinden olan evapotranspirasyon, toprağın emdiği su, yüzey akış ve yüzeyden olan nem kaybı bilinmektedir. Su dengesine etki eden sulama gibi insan uygulamaları dikkate alınmamıştır. Genellikle aylık olarak hesaplanan indis değerlerinde sonuç pozitif ise nemli, negatif ise kurak zamanı açıklar (Palmer 1965; <https://www.mgm.gov.tr/> Erişim Tarihi: 12.12.2021).

Yukarıda bazı kuraklık indisleri açıklanmıştır. Literatür araştırmaları sonucunda en yaygın olarak kullanılan yöntemin ise standartlaştırılmış yağış indisi olduğu belirlenmiştir (McKee vd., 1993: 180). Bunun için inceleme alanı olan Akçay havzası aşağı çığırının kuraklık durumunu analiz etmek için standartlaştırılmış yağış indisi kullanılmış olmakla birlikte formüller ve kullanılan parametreler aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.2.3.1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ)

Standartlaştırılmış yağış indisi yöntemi, 1993'te McKee, Doesken ve Kleist' in geliştirmiş olduğu analiz yöntemidir. Standartlaştırılmış yağış indisi analizinde kullanılan veri kaynağı yağıştır. Çalışılan bölgenin meteoroloji istasyonundan elde edilen yağış verisi kuraklık analizinin yapılmasında büyük rol oynamaktadır. Bu yöntem, uzun zaman periyodunda yeryüzüne düşen yağışların normal miktarından farklı olarak düşmesi nedeniyle, kurak ve nemli yılların belirlenmesini sağlaması açısından önemlidir. Standartlaştırılmış yağış indisi, bir bölgedeki yağışın sınırlandırılmış bir zaman kapsamında ortalama ortalamadan çıkartılıp standart sapmaya bölünmesi ile analiz edilmesidir. Standartlaştırılmış yağış indisi yöntemi aşağıda belirtilen denklemde görüldüğü gibi uzun dönemli yağış ortalamaları ve aylık yağışlar arasındaki farkın standart sapmaya bölünmesi ile hesaplanmaktadır (Öz, 2020: 13; Batan, 2021: 255).

Minimum 30 yıllık yağış verileri ele alınarak; 1, 3, 6, 12, 24, 48 aylık zaman periyodlarında toplam yağış üzerinden hesaplanan işlemlerle veriye ulaşılır. Analiz sonuçları negatif olduğunda, zaman periyodu bu durumu kurak dönem şeklinde tanımlar, pozitif olduğu dönemler ise nemli dönemler, kuraklığın olmadığı dönemler olarak tanımlar. Kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilen eşik değer ise sıfırın altındaki değerden itibaren (Tablo 2.3) (McKee vd., 1993; İrcan ve Duman, 2021:7).

$$SY_i = \frac{(X_{ij} - X_{im})}{\sigma}$$

Burada: X_{ij} ; i: İstasyonundaki aylık yağışı, j: Gözlemdeki aylık yağışı; X_{im} ; Uzun zaman periyodundaki yağış ortalamasını ve σ ; Standart sapmayı tanımlamaktadır (Öz, 2020: 13).

Tablo 2.3 Standartlaştırılmış Yağış İndisi Sınıflandırma Tablosu (İrcan ve Duman, 2021: 7).

SYİ Değeri	Sınıflandırma
2.0 ve fazla	Olağanüstü Nemli
1.60 ile 1.99	Aşırı Nemli
1.30 ile 1.59	Çok Nemli
0.80 ile 1.29	Orta Nemli
0.51 ile 0.79	Hafif Nemli
0.50 ile -0.50	Normal Civarı Nemli
-0.51 ile -0.79	Hafif Kurak
-0.80 ile -1.29	Orta Kurak
-1.30 ile -1.59	Şiddetli Kurak
-1.60 ile -1.99	Çok Şiddetli Kurak
-2 ve düşük	Olağanüstü Kurak

2.3. Su Kaynakları ve Su Yönetimi

2.3.1. Su Kaynakları

Dünya'nın 2/3'ü su ile kaplıdır. Yeryüzünde mevcut suyun %97,5'i okyanuslarda bulunan tuzlu sulardan oluşmaktadır. Geriye kalan %2,5 miktarındaki tatlı suyun büyük çoğunluğu kutuplarda (Antarktika, Grönland) buzul ve çok derin jeolojik tabakalarda yeraltı suyu olarak bilinmektedir. Erişilebilen temiz su kaynakları rezervuarlarda, göllerde, derelerde ve nehirlerde bulunmaktadır. Bu oran yeryüzündeki toplam tatlı su potansiyelinin %0.10'unu oluşturmaktadır (<https://mgm.gov.tr/> Erişim Tarihi: 12.12.2021). Su kaynakları iki alt başlık şeklinde görülmektedir. Bunlar: Yüzey suları ve yer altı sularıdır.

2.3.1.1. Yüzey Suyu

Okyanuslar, denizler ve karalarda bulunan su dolaşımının bir kısmı buharlaşıp, su buharı haline gelerek atmosfere karışırlar. Atmosfere karışan su buharı yoğunlaşma sonucunda yağmur, kar veya dolu şeklinde yeryüzüne düşer. Kar örtüleri ve buzulların erime devresinde olan suların bir kısmı yeryüzündeki çukur alanlara dolarak göllenir veya topografya eğimi boyunca akarak yüzey sularını oluştururlar. Suların diğer kısmı ise uygun şartlar altında yeraltına sızarak yeraltı sularını oluştururlar (Hoşgören, 2018: 9). Yüzeysuyu, miktarı yağışlara bağlı olarak gelişen, yeryüzünde durağan bir şekilde bulunan göl, gölet, baraj vs. ya da akış halinde bulunan akarsu gibi suları ifade etmekte kullanılan terimdir (Yarenoğlu, 2017: 36).

İnsanlığın yaşadığı sosyal ve ekonomik gelişmenin bir sonucu olarak her alanda biraz daha fazla su ihtiyacı doğmaya başlamıştır. Su ihtiyacının artması doğrultusunda ve yaşanabilecek herhangi bir kuraklık durumuna tedbir almak açısından ülkeler kendi sınırları içerisindeki yerüstü sularını kontrol altına tutabilmek adına barajlar inşa etmişlerdir. Dünyada ilk baraj günümüzden 6000 yıl önce Ürdün Jawa’da, Anadolu’da ilk baraj ise 3250 yıl önce Hitit’ler tarafından kurulması dünyada zaman zaman çok sert kuraklıklar yaşandığının belgeleridir. Su yalnızca içme, ihtiyaçlar için kullanma, tarımda ve sanayide üretim için kullanmanın yanı sıra gelişen teknoloji ile enerjide üretiminde de kullanılmaya ve HES barajları içinde su tutulmaya başlanılmıştır (Yarenoğlu, 2017: 36).

2.3.1.2. Yeraltı Suyu

Yeraltı suları Dünya’nın en önemli doğal kaynaklarından. Yüzeyden yeraltına sızan suların gözenekli kayalar veya çatlaklı, kırıklı yapıların içerisindeki boşlukları doldurmasıyla oluşur. Yeraltı sularının, yağıştan sızma, akıştan sızma, kar erimesi, buzul erimesi, göl tabanından sızma ve yapay beslenme gibi beslenme unsurları vardır (Hoşgören, 2018: 10). Yeraltı sularının %65’i tarımsal sulamada, %25’i içme suyu ve kullanma suyu için, %10’u ise endüstride kullanılan sanayi suyu olarak harcanmaktadır. Yeraltı suları; kısa zamanda işletmeye alınabildiğinden, çok uzun zamandan itibaren tarımsal sulama ve endüstride harcanan su talebini karşılamak için kullanılan kaynaktır (ORSAM, 2011; Yetiş, 2013; Gökkür, 2016: 2). Kurak zamanlarda yaşamın devamlılığını sağlamak için gerekli olan suyun karşılanabileceği tek kaynak yer altı suyu kaynağıdır. Yer altı akiferlerini besleyen kaynaklar nehirler, göller, yağmur ve kar yağışlarıdır. Su hızlı bir şekilde makro-gözenek veya yarıklardan akışa geçerek toprak altında bulunan akiferlere sızma meydana getirir ve bu bölgelerin yer altı suyu kapasitelerini doldurur. Beslenme durumu akiferin üst bölgesinde bulunan kaya ve toprağın yapısına bağlı olarak değişmektedir. Toprak yapısının geçirimli ve geçirimsiz olması suyun yer altına sızma noktasında önemli bir noktadır. Hızlı beslenme adı verilen beslenme şekli her yağmur yağışında meydana gelebilir. Bu sebeple yağış rejiminde oluşacak değişimler akiferler açısından önemlidir. Yıllardan yıla iklimde meydana gelen değişimden ötürü yağış miktarındaki değişim ve dengesizlikler nedeniyle de akiferlerin doluluk oranı her yıl bununla bağlantılı olarak değişmektedir (Yarenoğlu, 2017: 30).

2.3.2. Su Yönetimi

Su hayatın ve canlıların yaşam temelinde yer almaktadır. Bunun için sürdürülebilir olması önemlidir. Mevcut su kaynaklarının kontrollü ve planlı kullanılması gerekmektedir. Su yönetimi, bütün canlıların ve sektörlerin arz ve taleplerini önemseyerek, mevcut su

kaynaklarının optimum yararlı kullanımlarına neden olacak ve olumsuz etkilerini kontrol altında tutabilecek politika geliştirme, kalite koruma, planlama, izleme, yatırım, izin verme, denetim yaptırım ve koordinasyon faaliyetlerinin tümüdür (Kırtorun ve Karaer, 2018: 151).

Başta ülke yöneticilerin sorumluluğunda, daha sonra bireylerin kendi yönetimleriyle, ayak izlerini azaltmakla olabilecek bir kaynak koruma sistemi de denilebilir. Dünya’da suyun adil kullanımı, adil dağılımı ve su güvenliğinin sağlanması için küresel, bölgesel ve ulusal düzeyde çalışan birçok kurum bulunmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM) birçok programı ve kurumu ile birlikte su yönetimi konusunda en etkin rolü üstlenmiş durumdadır. Özellikle gelişmiş ülkeler su yönetim planları yanı sıra, konu ile ilgili reklamlar, tanıtımlar ve eğitimler yapmakta, insanları bilinçlendirmekte, yasal düzenlemeler yapmakta ve yaptırımlar, ödüllendirmeler ile bu konudaki ayak izini azaltma bilincini insanların yaşam stili haline getirerek “su yönetim modelinin” benimsenmesini amaçlamaktadır (Avcı, 2021: 4).

Nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarındaki değişim ve sanayileşme suya olan ihtiyacın artmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra küresel ısınma, iklim değişikliği ve su kirliliği kullanılabilir su miktarının düşmesine ve temiz suyun ulaşılabilirliğini azaltmasına neden olmaktadır. Türkiye su kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Fakat aynı zamanda su sıkıntısı yaşayan ve yaşayacak ülkeler arasındadır. Sebebi ise iklim değişikliği ve bilinçsiz su kaynakları kullanımıdır. Bu nedenle su miktarlarında yaşanan ve yaşanması öngörülen azalmalar, nüfus artışına bağlı olarak temiz suya ulaşımın zorluğu, artan su talebi ve su kaynaklarının yeterince korunmaması, su kalitesindeki ve miktarındaki düşüş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, Türkiye’de suyun her alanda verimli kullanılmasını gerektirmekte, önemli olan nokta, yaşanacak olan su problemini önlemeyi öncelik haline getirmek ve doğru su yönetimi planlaması yapmaktır. Sürdürülebilirliğin tanımından hareketle, yarın gelecek için kullanabilecek su bulabilmek, bugünün suyunun akılcıca kullanılmasına bağlıdır (Durmuş, 2013:1). Su, sadece insanların ve diğer canlıların en temel ihtiyacının karşılanması bakımından değil aynı zamanda devletlerin, toplumların ve uluslararası konumdaki tüm aktörlerin, çatışma ya da barış içinde olmalarında da önemli rol oynamaktadır.

Swain ve Jägerskog’dan (2016) aktardığına göre, BM Dünya Gıda ve Tarım Örgütü’nün (FAO) (2018), çatışma, şiddet ve huzursuzluk olaylarının meydana geldiği durumlarda, toplumları zora sokmak ve bu toplum dengelerini bozmak amacıyla su, silah gibi kullanılabilir. Bu durum özellikle bir ülkenin mevcut su kaynakları yetemez olduğunda ve hane halkının ihtiyaçlarını gidermede, geçimini sağlamak konusunda dengesizlik söz konusu olduğunda ya da büyük oranda su kaynaklarının bilinçli olarak kirletilmesi sonucunda ortaya çıkabilir. Buna

göre, dünyadaki hammadde, enerji gibi stratejik kaynaklar küresel güçlerin hedefindedir (Yıldız, 2017: 95; Turan ve Bayrakdar, 2020:3).

Türkiye'nin su yönetimi, uluslararası yönüyle düşünüldüğünde jeopolitik konumu itibariyle çatışma ve barış boyutlarının bulunduğu bölgede olduğu söylenebilir. Özellikle sınır aşan sularda anlaşmazlıkların nispeten daha yoğun yaşandığı bilinir. Mesela Türkiye, Meriç Nehri Havzasını, Bulgaristan ve Yunanistan ile paylaşmaktadır. Bu havzanın Türkiye içinde bulunan alanı 14.560 km² olup Meriç-Ergene alt havzasında 11. 357 km² verimli tarım arazisi yer almaktadır. Bu durum tarımsal yönden Meriç Nehri suyu yönetiminin bölge ve Türkiye ekonomisi için stratejik önemini ortaya koymaktadır (Özdemir, 2015: 83; Turan ve Bayrakdar, 2020:3). Su sahipliği yönünden ülkeler, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı bakımından değerlendirilmektedir. Böylece yılda kişiye düşen kullanılabilir su hacmi 1000 m³'ten az ise su fakiri, 1000–2000 m³ arasında ise su azlığı çeken, 2000 m³'ü aşıyorsa su zengini şeklinde tanımlanmaktadır (Acar, 2018: 132; Turan ve Bayrakdar, 2020:3).

Türkiye su kıtlığı yaşayacak ülkeler arasındadır. Ülke genelinde yıllık ortalama yağış 643 mm civarındayken Dünya ortalamasının 800 mm altında yer almaktadır. Bu yağış miktarı, yılda ortalama 501 km³ suya denk gelmektedir. Türkiye tüketilebilir yer altı ve yüzey suları bütçesi ise yılda ortalama 112 km³ tür. Her geçen gün su kullanımı artmaktadır, ister nüfus kaynaklı olsun, ister üretimde arz talep miktarının artmasından kaynaklı olsun, farkedilir bir artış görülmektedir. Türkiye 2023'te toplam kullanılabilir su bütçesinin tümünün kullanılacağını düşünmektedir. Bu yüzden kaynaklar üzerindeki yükü azaltmak anlamında bazı yöntem ve planlar uygulanarak, mevcut suyu korumak öncelikli hedef olmalıdır. Türkiye'de var olan 25 havzanın nüfusu ve yağış potansiyeli birbirinden farklıdır. Bahsedilen kaynaklar üzerindeki yük kavramı bu havzalar üzerinde de fazlasıyla farkedilmektedir. Batı Akdeniz, Antalya ve Çoruh havzaları su zengini olarak nitelendirilirken; Asi, Marmara ve Küçük Menderes havzaları su fakiri olarak adlandırılırlar. Meriç ve Ergene havzası ise su kıtlığı sınırında bulunmaktadır (Muluk, vd., 2014: 6). Bu nedenle de bir çok havzada su sıkıntısı yaşanacaktır. Fırat- Dicle havzası ve Seyhan havzası yağış ve sıcaklık değerleri açısından su sıkıntısının fazla yaşanacağı havzalar olarak öngörülmektedir. Türkiye'de de son dönemlerde suyun yönetimi konusunda hayati adımlar atılmaktadır. Türkiye Su Enstitüsü kurulmuş olmakla birlikte, sürdürülebilir su politikalarının ve küresel su problemlerinin çözüme kavuşması yönünde stratejiler geliştirmeyi hedeflemektedir. Su politikalarını geliştirmek amacıyla ulusal ve uluslararası bilimsel araştırmalar yapmayı, eğitim programları düzenlemeyi ve yabancı kurum ve kuruluşlarla iş birliği yapmayı hedeflemektedir (T.C. Kalkınma Bakanlığı, 2018: 17).

Su Çerçeve Direktifi'ne uyum için yapılan çalışmalar ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün kurulması, su yönetimi konusundaki yaklaşımların yarınlar için değişeceğini ve gelişeceğini göstermektedir. Bu değişim sürecinde önemli görülen noktalar ise; havza bazında yönetim yaklaşımı, bütünleşik (entegre) su yönetimi, ekosistem yaklaşımı, yönetim modelleri, karar destek sistemleri, katılımcılık, iklim değişikliği, ekosistem hakkı gibi konulardır. Gerek Birleşmiş Milletler, gerekse Avrupa Birliği “bütünleşik (entegre) yönetim” yaklaşımının önemli olduğunu vurgulamaktadır. Su koruma ve yönetme konusu ile ilgili birçok kurum ve kuruluş da bu konudaki projelerin bir an önce faaliyete geçmesi gerektiğini savunmaktadır (Muluk, vd., 2014: 7).

Havza su kaynaklarının kullanımında bütçesinde bulunan sınıra ulaşılmış ise, bu durumda havzalar arası su transferi yapılabilir. Mevcut kaynaklara ayrıca yeni bir kaynak yaratılacak olursa, su arzının artırılmasından doğan diğer bir yöntem, deniz suyu ve diğer tuzlu marjinal suların arıtılarak (desalinizasyon) tatlı su, kullanılabilir temiz su elde edilmesidir. Gerek havzalar arası su transferi gerekse tuzlu suların arıtılarak tatlı su sağlanması, özenli fayda masraf analizlerinin yapılmasını gerektiren, masraflı ve ciddi derecede mühim çevresel sorunlar yaratan yöntemlerdir. Kriz yönetiminde başvuru olan farklı bir yol, bulut tohumlama ile yağmur bulutlarından meydana gelen yağışı arttırmaktır. Yüzyıllardır dünyanın kurak bölgelerinde içme-kullanma ve sulama suyu miktarının artırılması amacı ile uygulanan bir diğer yöntem ise yağmur suyunu depolama yöntemi olan, su hasadı yöntemidir (Pamuk Mengü, vd., 2011:177).

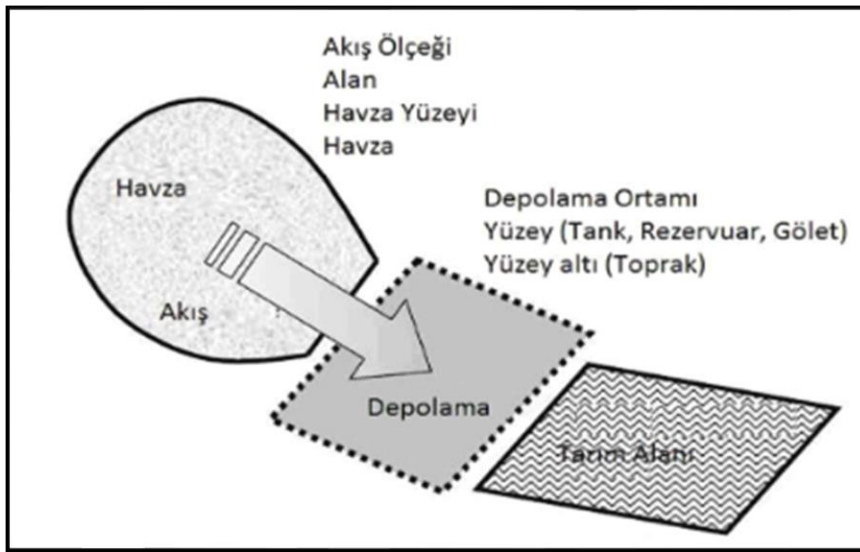
2.3. Su Hasadı ve Su Hasadı (Yağmur Suyu Toplama) Sistemleri

2.4.1. Su Hasadı

Suyu hasat etmenin farklı birçok yöntemi vardır, bununla birlikte çeşitli tanımları da bulunmaktadır. Fakat hepsinin tek bir ortak amacı vardır. Su ihtiyacı olan bütün uygun alanlarda yağın yağmur suyunun tutulup depolanmasını sağlamaktır. Su hasadı yöntemi, yağmur gibi yağış sularından maksimum seviyede fayda sağlamayı amaçlayan bir yöntem olup, yağış suları ve yüzeye toplanan suların biriktirilmesi, depolanması ayrıca bitki ve hayvansal gıdaların üretiminde ihtiyaç duyulan suyun temininde kullanılan bir yöntem olarak belirtilebilir (Yeniçeri, 2018: 128).

Su hasadı, genel anlamda tanımlanacak olursa çatılardan, toprak yüzeylerinden veya havzalardan basit teknikler ile yağmur sularının tutulması, depolanması olarak açıklanmaktadır (Örs, vd., 2011:66). Su hasadı, yeryüzü ve yeraltı su kaynaklarının bulunmadığı alanlarda güvenilir, sağlıklı, temiz su avantajını sunmaktadır. Bu doğrultuda, yağışın yetersiz olduğu çayır alanlarında ve ekilebilir tarım arazilerinde verimliliği yükseltmek, ekolojik düzenin

bozulmamasını sağlamak, ağaçlandırma ile çölleşmeyle mücadele etmek, meyve ve diğer ağaçların yetiştirilmesi; hayvanlar için içme suyu ihtiyacı ve evsel su ihtiyacının giderilmesi konuları da su hasadı yönteminin uygulanma nedeni olarak sayılabilir. Su hasadı tekniğinde su depolama alanları çatı, bahçe, meydanlar ve caddeler, küçük toprak yüzeyleri, az eğimli bölgeler ve mevsimlik akarsuları besleyen büyük havzalardır. Su depolama ortamı ise yeraltında su tutma ve toprak yüzeyinde su tutma olarak iki kategoriye ayrılır (Şekil 2.11). Yeraltında yapılan su hasadında sediment, toprak ve sarnıçlar kullanılırken, yeryüzünde yapılan su hasadında yine sarnıçlar, rezervuarlar, su tankları ve havuz kullanılmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008:79).



Şekil 2. 11 Bitkisel Üretim İçin Su Hasadı (Örs, vd., 2011: 67).

Su hasadı, H.J.Geddes (1965) tarafından tarım sektöründe kullanılmıştır. Nehirlerde, derelerde veya akış halinde olan herhangi bir suyun ikinci kez kullanılabilirdiğini göstermek için uygulanan bir teknik olarak gelişmiştir. Bu yöntem su hasadı terimiyle kullanılmamış olsa da çok eski tarihlerden beri kullanılan bir yöntem olarak bilinmektedir (Pekin Timur vd., 2012: 170; Suresh, 2000: 951). İnsanlığın geçmiş tarihine bakıldığında da suyun sıkıntı yaşattığı dönemler olmuş, bunun için toplumların yok olmasına kadar giden sonuçlar meydana gelmiştir. Toplumlar bu problemlerle baş etmek için sarnıç yöntemiyle suyu depolayarak hasat etmeye başlamışlar ve bu yöntem günümüzde çeşitlenmiştir.

Tarih boyunca su hasadı tekniklerini kullanmış bazı toplumlara örnek verilecek olursa;

“Roma döneminde çatı havza sisteminin kullanıldığı bilinmektedir. Roma evleri hatta tüm şehir M.Ö. 2000 yılından beri içme ve kullanma amaçlı temel su kaynağı olarak yağmur suyundan yararlanmak için tasarlanmıştır. İsrail de Negev Çölünde yıllık 100 mm yağış alan yerlerde tarım ve konut alanlarında yamaçlardan akan yağışı depolamak için tanklardan faydalandığı bilinmektedir. Bilinen en eski kanıt Afrika da Mısırdaki yaklaşık 2000 yıldır kullanılan gelen 200- 2000 m³ lük tanklardan bugün hala yararlanılmaktadır. Uygulama

Asya'da da uzun bir tarihe dayanmaktadır. Tayland'da yaklaşık 2000 yıllık su toplama uygulamaları izlenmektedir. Afrika ve Asya da binlerce yıldır geleneksel toprak kapları içerisine basit bir suyuyla veya çatı saçaklarından yağmur sularının toplanması uygulanmaktadır. Dünyanın en büyük su toplama sarnıcının 140 m uzunluğunda 70 m genişliğinde ve 80.000 m³ kapasiteye sahip olan İstanbul'daki Yerebatan Sarayı olduğu düşünülmektedir. Filistin bölgesinin uzun tarihi boyunca, çiftçiler şiddetli yağışların olumsuz etkisini azaltmak, akış ve toprak erozyonunu engelleyerek toprak organik madde miktarını arttırmak ve toprak su yapılarını korumak için taştan teraslar inşa etmişlerdir (Örs, vd., 2011:66; Abu Hammad vd., 2006). Yemende yağmur suyu hasadı teknikleri sulama maksatlı kullanılmaktadır. Libya, Tunus, Cezayir ve Moroco gibi kuzey Afrika ülkelerinde hasat tekniklerinin birçoğu hala mevcuttur" (Örs, vd., 2011:66).

Su hasadının çeşitli faydaları olmakla birlikte, yer altı sularına bağlı olarak yaşayan bölgelerin yer altı sularına bağlılığını en aza indirmekte, su tasarrufu edilmesini sağlamakta, tarımsal faydaları olmakta, dönüşüm ile devamlılığı yani sürdürülebilirliği sağlamaktadır. Bazı diğer faydaları ise: Erozyonu önler, sel oluşumunu önler, su kirliliğini azaltır, su kirliliğini azalttığı için sivrisineklerin üremesini azaltır, yer altı sularını besler, toprağın üretkenliğini artırır, kaliteli içme suyu sağlar, sel kontrolü için yapılan drenaj kanalları maliyeti ve işçilik masrafını ortadan kaldırır, kaliteli sulama suyu sağlar ve son olarak flora ve faunayı besler (<https://www.iddef.org/> Erişim Tarihi: 10.09.2021).

Su hasadının en önemli hedefi; çevre dostu, yeşil alanlar ile tarımsal üretimde sürdürülebilir bir sistem oluşturmak ve fazla su tüketiminin önüne geçerek döngü oluşturmaktır. Su hasadı; toprak erozyonu kontrolünü sağlar ayrıca, kırsal ve kurak alanlara içme suyu ve tarımsal üretim için gerekli suya ulaşımı kolaylaştırmaktadır. Su hasadının önemli özellikleri ise, basit, ucuz, yenilenebilir, etkili ve her ortama, yapıya, araziye uyum sağlayabilir olmasıdır. Toprak geçirgenlik oranı yüksek olan arazilerde fazla miktarda su hasat edilirse, hasat edilen suyun bir kısmı yer altı suyunu beslemektedir (Örs, vd., 2011:66; Reij vd., 1988: 123).

2.4.2. Su Hasadı (Yağmur Suyu Toplama) Sistemleri

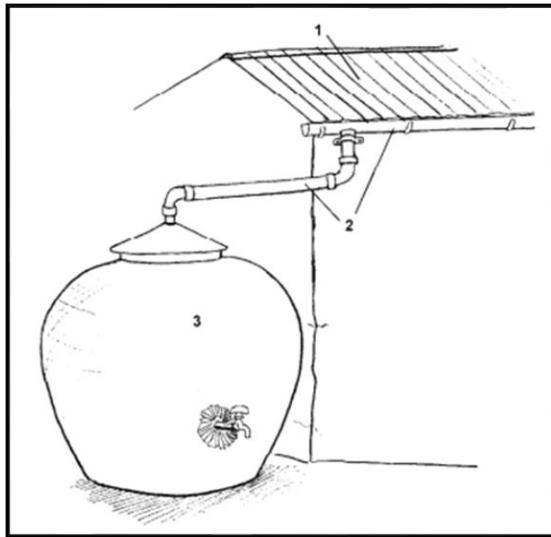
Az yağış alan kurak alanlarda ani yağışlar sonrasında yağmur suyunun depolanmasını hedefleyen sistemdir. Yarı kurak, kurak ve yarı nemli bölgeler; az miktarda yağış alan ve mevsimler arası yağış oranının dengesiz olduğu, artan sıcaklık değerleri, yüksek evapotranspirasyon gibi sebeplerle su azlığının yaşandığı bölgelerdir. Yıllık yağışın 150 mm'den fazla olduğu bölgeler ve yoğun yağışı kış mevsiminde alan bölgeler; yıllık yağışın 200 mm'yi geçtiği, yoğun yağışı yaz mevsiminde alan ve bu yağışın herhangi bir yerde depolanmadığı alanlar, su hasadına uygun olan alanlardır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008:80). Bir çok su hasadı tekniği vardır bunlardan bazıları:

2.4.2.1. Çatı Yüzeyinden Su Hasadı

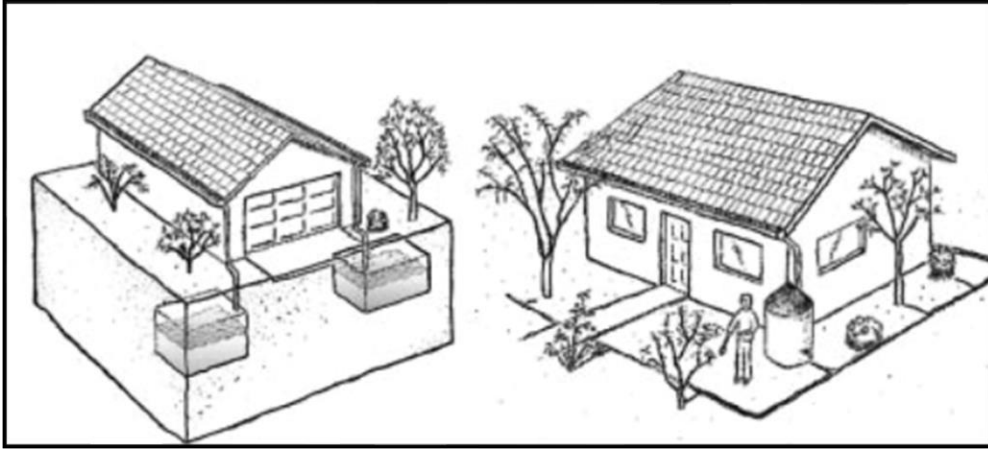
Çatılardan elde edilen yağmur suyu, özellikle şebeke suyunun bile sağlanmasının zor olduğu kırsal alanlarda, arıtılarak içme suyu olarak kullanılabilir (Worm ve Hattum, 2006: 82; Yetik ve Şen, 2020: 50). Düşen yağışın %80-85'i hasat edilebilir ve depolanabilir. İyi planlanmış sistemle bir aile, yılda 200 mm' den az yağış alan bölgelerde çatı sistemleriyle hasat edilen veya depolanan suyla 1 yıllık su ihtiyacını temin edebilir. Sistemin çalışma prensibi oldukça basittir; çatılarda bulunan eğim sayesinde yağmur suyu depolarda biriktirilir (Şekil 2.12 ve Şekil 2.13). Depolanan su, ev ihtiyaçlarında, bahçe sulamada ve arıtıldığında içme ihtiyaçlarında bile kullanılabilir. Çatı yüzeyinden elde edilen su hem yüzeyde hem de yeraltında depolanabilir (Şekil 2.14). Çatı sistemleri yer altı sularını beslemek amacıyla da kullanılmaktadır. Sistemin sonuna bir kuyu inşa edilmekte ve toplanan su infiltrasyonla yeraltı kaynaklarına ulaştırılmaktadır (Yetik ve Şen, 2020: 50).



Şekil 2.12 Çatı Sistemi ile Su Tutma Sistemi (www.itohaber.com/, Erişim Tarihi: 16.08.2022).



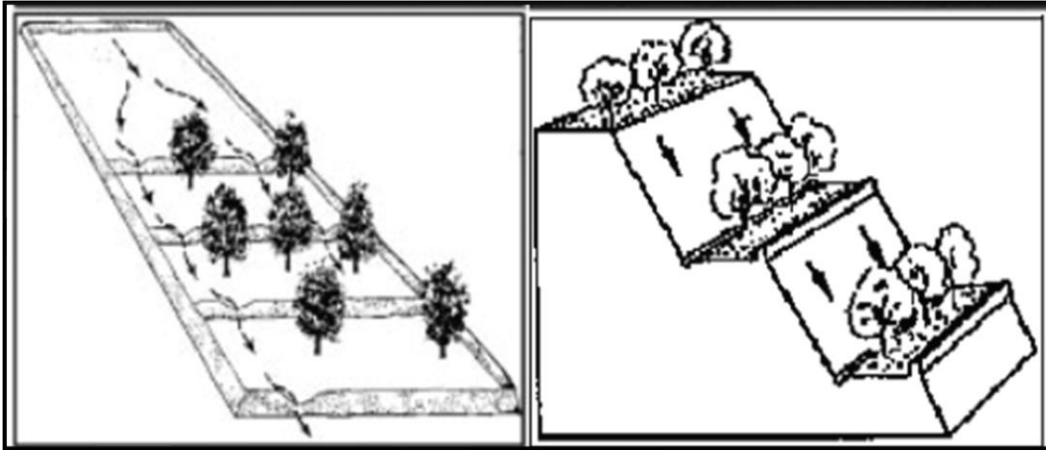
Şekil 2.13 Yağmur Suyu Toplama Sisteminin Üç Temel Bileşeni: (1) Toplama, (2) Dağıtım Sistemi, (3) Depolama Rezervuarı (Worm ve Hattum, 2006: 12).



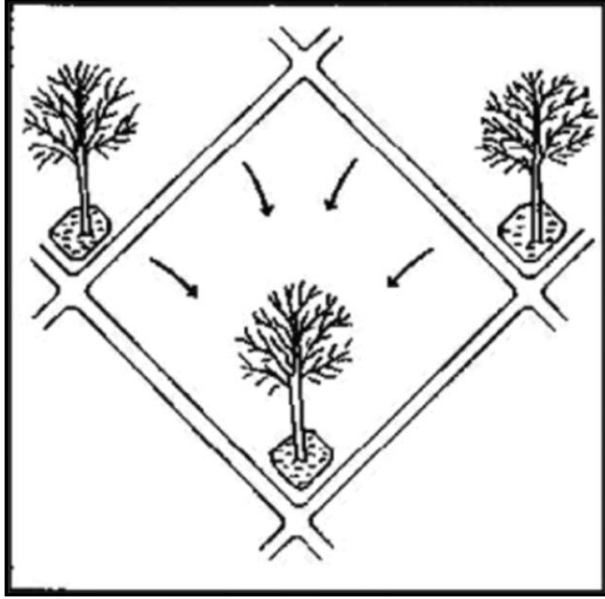
Şekil 2.14 Çatı Yüzeyinden Su Hasadı (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 80).

2.4.2.2. Mikro Havza Su Hasadı

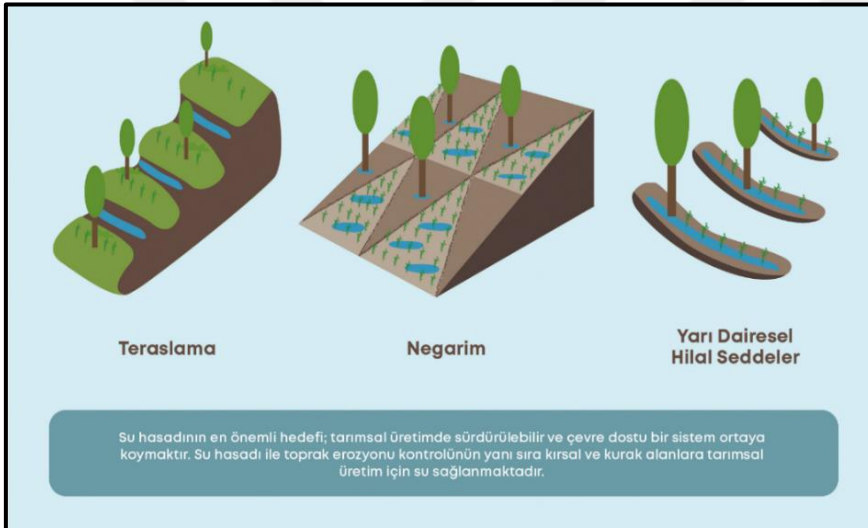
Toprak yüzeyinde oluşan yüzey akışı toplayan sisteme *mikro havza su hasadı* sistemi denir. Yüzey akış ve ekim alanlarının kapladığı yer küçüktür. Sıralar halinde çukur alanlar oluşturularak havzadan su elde etmek amaçlanmaktadır (Şekil 2.18). Buna mikro havza yöntemi ile elde edilen su hasadı sistemi denilmektedir. Havza alanı 1- 1000 m² arasında değişiklik gösterir. Ekim alanı ve yüzey akış alanı birbirine yapışıktır. Su, bitki kök bölgesinde tutulur. Açıklanan mikro havza su hasadı sistemi ile tek yıllık bitkiler, çalı ve ağaçlar yetiştirilebilir. Mikro havza su hasadı yöntemi; yıllık yağış miktarının 200 mm olduğu yerlerde ağaçlar için, 300 mm/yıl yağış alan alanlarda ise tek yıllık bitkiler için uygulanmaktadır. Mikro havza su hasadı yöntemi de kendi içerisinde çeşitli tekniklere ayrılmaktadır. Bunlar: Doğal çukur alanlar, kontur kuşakları, sıra arası su hasadı, teras, yarım daire ve üçgen bandlar, cep seki teraslar, vallerani, zai çukurları, meskat, negarim isimleriyle çeşitlense de amaç aynı şekilde mikro havzadan yağmur suyu elde etmektir (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 80) (Şekil 2.15) (Şekil 2.16) (Şekil 2.17) (Şekil 2.18).



Şekil 2.15 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Teraslar (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 81).



Şekil 2.16 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Negarim (Critchley, vd., 1991:7).



Şekil 2.17 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Teraslama, Negarim ve Yarı Dairesel Hilal Seddeleri (<https://sutema.org/>, Erişim Tarihi: 16.08.2022).



Şekil 2.18 Mikro Havza Su Hasadı Teknikleri: Zai Çukurları ve Yarım Ay (Partey vd., 2018: 289).

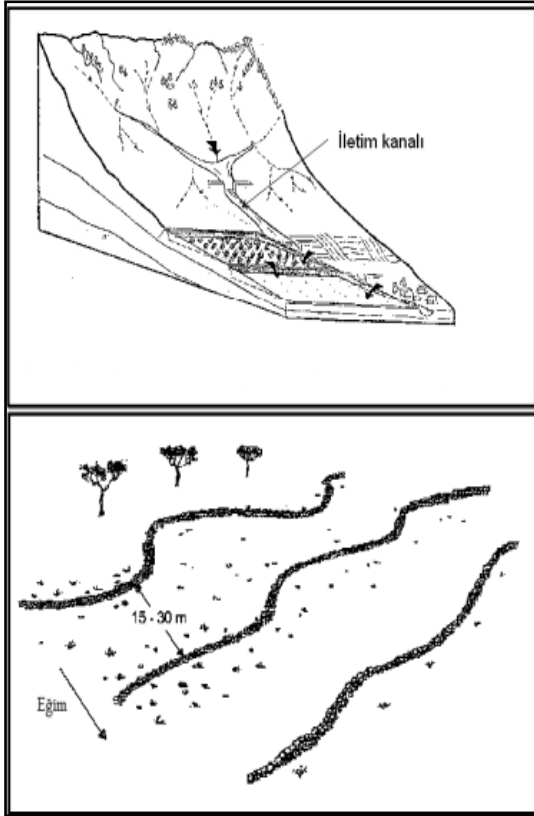
2.4.2.3. Makro Havza Su Hasadı

Tıpkı mikro havza su hasadı sisteminde olduğu gibi, makro havza su hasadı sisteminde de toprak yüzeyinde oluşan akış toplanır, fakat alan mikro havza su hasadındaki alandan daha büyüktür. Bu yöntemde ekim alanının dışında büyük bir havza bulunmaktadır. Havza alanının yüzey akış katsayısını arttırıcı tedbirler alınabilir. Aynı zamanda, toplanan su çoğunlukla toprakta biriktirilir, havuz sistemi kurulur (Şekil 2.19). Havzanın eğimi %5-50 arasında olmalıdır. Ekim yapılan bölge teraslar halinde ya da düz bir arazi (<%10) olmalıdır (Şekil 1.20). Yöntem, yıllık yağış miktarının 300 mm'den fazla olduğu yerlerde uygulanmaktadır (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 81). Makro havza su hasadı yönteminin de kendi içerisinde ayrı teknikleri bulunmaktadır. Bunlar:

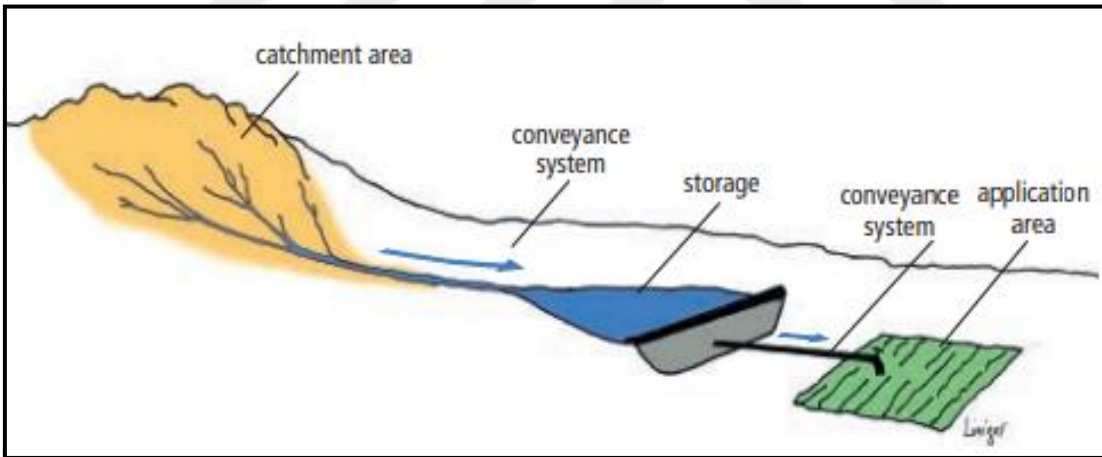
Geniş yarım daire setler, taş setler, trapez setler ve yamaç alanlardaki su saptırma kanalları, su havuzları olarak ayrılmaktadır (Şekil 2.20 ve Şekil 2.21) (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 82).



Şekil 2.19 Yağmur Suyu Hasadı, Küçük Gölet (<https://stringfixer.com/>, Erişim Tarihi: 16.08.2022).



Şekil 2.20 Makro Havza Su Hasadı (Pamuk Mengü ve Akkuzu, 2008: 82).

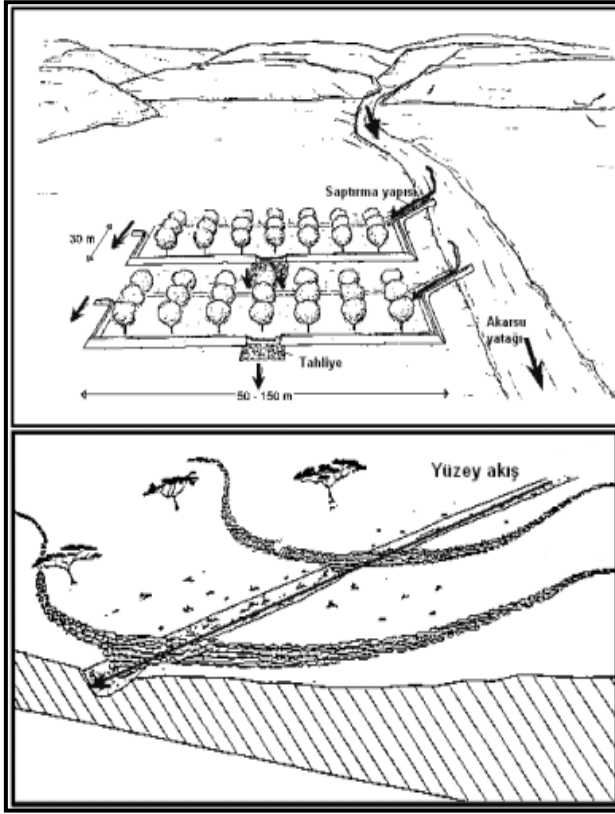


Şekil 2.21 Yağmur Suyu Hasadında Görülen Aşamalar: Havza, Akış, Depolama ve Hedef (Studer ve Liniger, 2013: 5).

2.4.2.4. Taşkın Hasadı

Taşkın hasadı yönteminde, düzensiz mevsimlik akarsu akışının toplanması veya depolanması durumudur. Ani yağışlar sonrasında yeraltına sızamayan suların sellenme ile oluşturduğu taşkınlardan elde edilen suyun hasat edilmesi de denilebilir. Dağıtım sistemi ve su bentlerinin oluşturulması karmaşıktır (Şekil 2.22). Yöntemde, fazla su yani taşkın halinde olan su uzaklaştırılır ve su; rezervuar, havuz ya da toprakta depolanır. Taşkın hasadı sistemi, ani taşkınlardan neden olduğu hasarı minimuma indirir, bitkisel üretimde ihtiyaç duyulan toprak nemi ve yeraltı suyunun beslenmesi konusunda fayda sağlar. Yıllık yağış miktarının 300

mm'den fazla olduğu alanlarda değerlendirilmektedir. Ancak su tutma veya depolama söz konusu ise bu değer 150 mm/yıl veya daha fazla olmalıdır. Aynı zamanda taşkın suyu hasadı teknikleri birkaç bin yıldır uygulanmakta olan bir tekniktir. NW Meksika, Pakistan, Tunus, Kenya, Çin vb. ülkelerde yıllardır kullanılmakta olan ülkelere örnek olarak verilebilir (Örs, vd., 2011: 70).



Şekil 2.22 Taşkın Suyu Hasadı (Örs vd., 2011: 67; Ekinci, 2015: 23).

Taşkın hasadı teknikleri de kendi içerisinde 3 yönetime ayrılmaktadır. Bunlar:

- Jessour (Dik vadilerde eğim boyunca ve eğime dik konumda inşa edilen duvarlardır).
- Akarsu yatağında suyun dağıtılması.
- Taşkın sularının saptırılması (Örs vd., 2011: 67; Ekinci, 2015: 23).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

AKÇAY HAVZASI AŞAĞI ÇIĞIRININ STANDARTLAŞTIRILMIŞ YAĞIŞ İNDİSİNE GÖRE KURAKLIK ANALİZİ VE SU HASADI YAPILABİLECEK POTANSİYEL ALANLARIN BELİRLENMESİ

Akçay havzası aşağı çığırında kalan ve Finike/Antalya ilçe sınırları içinde bulunan inceleme alanının öncelikle kuraklık özelliklerinin tespitinde ve sonrasında alanda su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve elde edilen sonuçlar aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

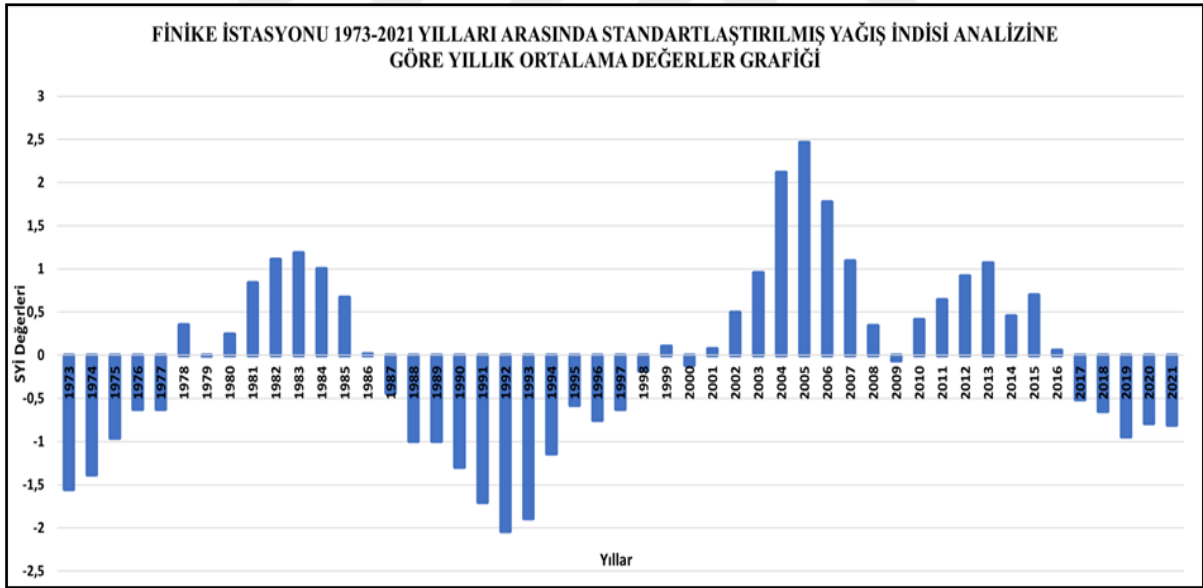
3.1. Akçay Havzası Aşağı Çığırının Standartlaştırılmış Yağış İndisine Göre Kuraklık Analizi

Standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ), bir bölgedeki yağışın sınırlı bir zaman diliminde ortalamadan çıkarılıp standart sapmaya bölünmesi ile analiz edilmesidir. En az 30 yıllık yağış verileri ele alınarak; 1, 3, 6, 12, 24 ve 48 aylık zaman periyodlarındaki toplam yağış verileri ile yapılan işlemlerle sonuca ulaşılması amaçlanır (McKee vd., 1993; İrcan ve Duman, 2021:7). Çalışma alanının standartlaştırılmış yağış indisi değerleri, düzenli olarak artan veya azalan bir eğilim sergiler. Belirlenen zaman dilimi içerisinde SYİ değerlerinin sonucuna bakılarak, kurak dönemler ve nemli dönemler tespit edilir. SYİ değerleri göz önünde bulundurularak yapılan kuraklık analizinde, indisin devamlı olarak negatif değerlerde olduğu dönemler *kurak dönemler*; pozitif değerde olduğu dönemler ise *nemli dönemler* olarak açıklanmaktadır. Yapılan analizlerde değerlerin sıfırın aşağısına ilk indiği yıl kurak dönem başlangıcı şeklinde ifade edilirken, analizin pozitif değere ulaştığı yıl kuraklığın sonu şeklinde tanımlanmaktadır (Özgün, vd., 2020: 878). Tablo 3.1’de SYİ metodu indis değerleri ve sınıflandırmaları detaylı bir şekilde açıklanmaktadır.

Tablo 3.1 SYİ Metoduna Göre İndis Değerleri ve Sınıflandırma Tablosu (İrcan ve Duman, 2021:7).

SYİ Değeri	Sınıflandırma
2.0 ve fazla	Olağanüstü Nemli
1.60 ile 1.99	Aşırı Nemli
1.30 ile 1.59	Çok Nemli
0.80 ile 1.29	Orta Nemli
0.51 ile 0.79	Hafif Nemli
0.50 ile -0.50	Normal Civarı Nemli
-0.51 ile -0.79	Hafif Kurak
-0.80 ile -1.29	Orta Kurak
-1.30 ile -1.59	Şiddetli Kurak
-1.60 ile -1.99	Çok Şiddetli Kurak
-2 ve düşük	Olağanüstü Kurak

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi 1973-2021 yılları arasında Finike meteoroloji istasyonu verilerine göre Akçay havzası aşağı çığırı standartlaştırılmış yağış indisi **yıllık ortalama** değerler grafiği oluşturulmuştur. Elde edilen veriler neticesinde 1973 yılından 2021 yılına kadar zaman zaman kurak dönemler ve zaman zaman nemli dönemlerin yaşandığı tespit edilmiştir.



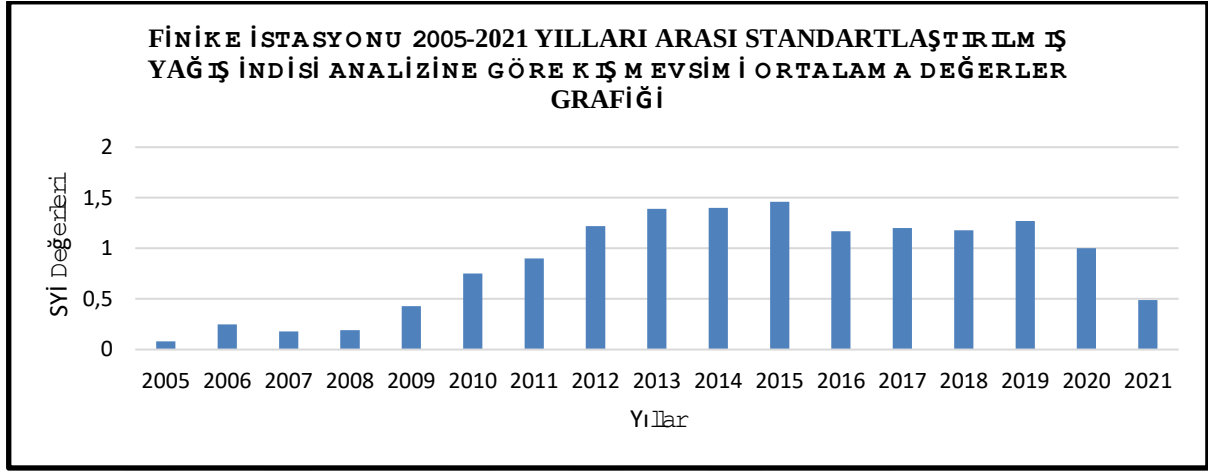
Şekil 3.1 Finike Meteoroloji İstasyonu 1973-2021 Yılları Arasında Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yıllık Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği.

Tablo 3.2’ de 1973-2021 yılları arasında Akçay havzası aşağı çığırı standartlaştırılmış yağış indisine göre **yıllık ortalama** yağış değerleri ile kuraklık özellikleri açıklanmıştır. Tablo’da da görüldüğü gibi 1973, 1974, 1991, 1992, 1993 yıllarının kuraklık durumu oldukça yüksektir. Bunun yanı sıra 2004, 2005, 2006 yılları da nemlilik oranının yüksek görüldüğü yıllardır.

Tablo 3.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 1973-2021 Yılları Arasında Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yıllık Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu

<u>Yıl</u>	<u>SYİ Değeri</u>	<u>Sınıflandırma</u>
1973	-1,55	Şiddetli Kurak
1974	-1,38	Şiddetli Kurak
1975	-0,95	Orta Kurak
1976-1977	-0,62	Hafif Kurak
1978	0,35	Normal Civarı Nemli
1979	0,00	Normal Civarı Nemli
1980	0,24	Normal Civarı Nemli
1981	0,83	Orta Nemli
1982	1,10	Orta Nemli
1983	1,18	Orta Nemli
1984	0,99	Orta Nemli
1985	0,66	Hafif Nemli
1986	0,01	Normal Civarı Nemli
1987	-0,43	Normal Civarı Kurak
1988-1989	-0,99	Orta Kurak
1990	-1,29	Orta Kurak
1991	-1,69	Çok Şiddetli Kurak
1992	-2,03	Olağanüstü Kurak
1993	-1,88	Çok Şiddetli Kurak
1994	-1,14	Orta Kurak
1995	-0,57	Hafif Kurak
1996	-0,75	Hafif Kurak
1997	-0,62	Hafif Kurak
1998	-0,18	Normal Civarı Kurak
1999	0,10	Normal Civarı Nemli
2000	-0,11	Normal Civarı Kurak
2001	0,07	Normal Civarı Nemli
2002	0,49	Normal Civarı Nemli
2003	0,95	Orta Nemli
2004	2,11	Olağanüstü Nemli
2005	2,46	Olağanüstü Nemli
2006	1,77	Aşırı Nemli
2007	1,09	Orta Nemli
2008	0,34	Normal Civarı Nemli
2009	-0,06	Normal Civarı Kurak
2010	0,40	Normal Civarı Nemli
2011	0,64	Hafif Nemli
2012	0,91	Orta Nemli
2013	1,06	Orta Nemli
2014	0,45	Normal Civarı Nemli
2015	0,69	Hafif Nemli
2016	0,05	Normal Civarı Nemli
2017	-0,51	Hafif Kurak
2018	-0,64	Hafif Kurak
2019	-0,94	Orta Kurak
2020	-0,78	Hafif Kurak
2021	-0,80	Orta Kurak

Şekil 3.2’de 2005-2021 yılları arasında Akçay havzası aşağı çığırı standartlaştırılmış yağış indisi analizinin **kış mevsimi** ortalamaları verilmiştir. Bu grafiğe göre kurak dönemler görülmemiştir.



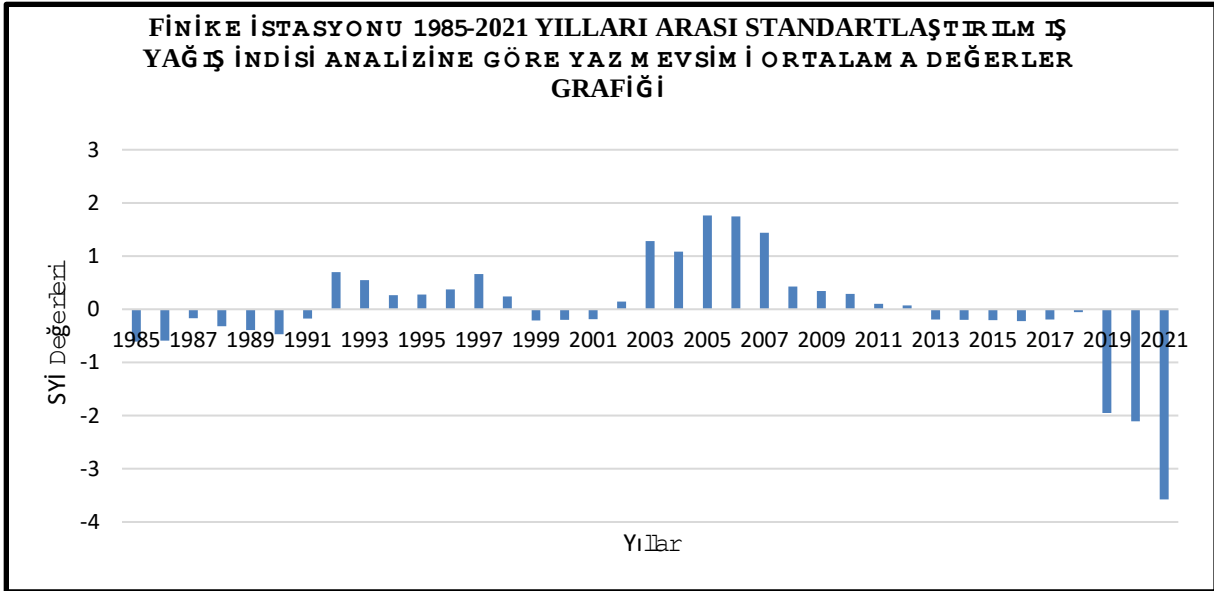
Şekil 3.2 Finike Meteoroloji İstasyonu 2005-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Kış Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği.

Tablo 3.3’ de görüldüğü gibi 2005-2021 yılları arası Akçay havzası aşağı çığırı **kış mevsimi** kuraklık durumu, standartlaştırılmış yağış indisi sınıflandırma tablosu değerlerine göre çoğunlukla normal civarı nemlilik durumu ve orta nemlilik durumları görülmüştür. 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 yılları kış mevsimi orta nemli ve çok nemli dönemler olarak kaydedilmiştir.

Tablo 3.3 Finike Meteoroloji İstasyonu 2005-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Kış Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu.

Yıl	SYİ Değeri	Sınıflandırma
2005	0,08	Normal Civarı Nemli
2006	0,25	Normal Civarı Nemli
2007	0,18	Normal Civarı Nemli
2008	0,19	Normal Civarı Nemli
2009	0,43	Normal Civarı Nemli
2010	0,75	Hafif Nemli
2011	0,9	Normal Civarı Nemli
2012	1,22	Orta Nemli
2013	1,39	Çok Nemli
2014	1,4	Orta Nemli
2015	1,46	Çok Nemli
2016	1,17	Orta Nemli
2017	1,2	Orta Nemli
2018	1,18	Orta Nemli
2019	1,27	Orta Nemli
2020	1	Orta Nemli
2021	0,49	Normal Civarı Nemli

Şekil 3.3'te 1985-2021 yılları arasında Akçay havzası aşağı çığırı standartlaştırılmış yağış indisi analizinin **yaz mevsimi** ortalamaları verilmiştir. Bu grafiğe göre normal civarı nemli ve normal civarı kurak dönemler yaygın olarak görülmüştür.



Şekil 3.3 Finike Meteoroloji İstasyonu 1985- 2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yaz Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Grafiği.

Tablo 3.4'te görüldüğü gibi 1985-2021 yılları arası Akçay havzası aşağı çığırı **yaz mevsimi** kuraklık durumu standartlaştırılmış yağış indisi sınıflandırma tablosu değerlerine göre 2019, 2020, 2021 yılları çok şiddetli ve olağanüstü kuraklıkların yaşandığı yıllar olarak kaydedilmiştir. 2005, 2006, 2007 yılları ise aşırı ve çok nemliliğin görüldüğü yaz mevsimi olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.4 Finike Meteoroloji İstasyonu 1985-2021 Yılları Arası Standartlaştırılmış Yağış İndisi Analizine Göre Yaz Mevsimi Ortalama Kuraklık Durumu Tablosu.

<u>Yıl</u>	<u>SYİ Değeri</u>	<u>Sınıflandırma</u>
1985	-0,61	Hafif Kurak
1986	-0,59	Hafif Kurak
1987	-0,16	Normal Civarı Kurak
1988	-0,31	Normal Civarı Kurak
1989	-0,39	Normal Civarı Kurak
1990	-0,46	Normal Civarı Kurak
1991	-0,17	Normal Civarı Kurak
1992	0,7	Normal Civarı Nemli
1993	0,54	Hafif Nemli
1994	0,26	Normal Civarı Nemli
1995	0,27	Normal Civarı Nemli
1996	0,37	Normal Civarı Nemli
1997	0,66	Hafif Nemli
1998	0,24	Normal Civarı Nemli
1999	-0,21	Normal Civarı Kurak
2000	-0,19	Normal Civarı Kurak
2001	-0,18	Normal Civarı Kurak
2002	0,14	Normal Civarı Nemli
2003	1,28	Orta Nemli
2004	1,08	Orta Nemli
2005	1,76	Aşırı Nemli
2006	1,74	Aşırı Nemli
2007	1,44	Çok Nemli
2008	0,42	Normal Civarı Nemli
2009	0,34	Normal Civarı Nemli
2010	0,29	Normal Civarı Nemli
2011	0,1	Normal Civarı Nemli
2012	0,07	Normal Civarı Nemli
2013	-0,19	Normal Civarı Kurak
2014	-0,2	Normal Civarı Kurak
2015	-0,20	Normal Civarı Kurak
2016	-0,22	Normal Civarı Kurak
2017	-0,19	Normal Civarı Kurak
2018	-0,05	Normal Civarı Kurak
2019	-1,95	Çok Şiddetli Kurak
2020	-2,10	Olağanüstü Kurak
2021	-3,57	Olağanüstü Kurak

3.2. Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılacak Alanları Belirleme Analizi

3.2.1. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

Çok kriterli karar verme, bir amacın ortaya konularak, birden fazla seçenekle birlikte kriterlerin belirlenerek, hesaplanabilen ve hesaplanamayan çok fazla stratejik unsuru aynı anda değerlendirebilen karar verme yöntemlerindendir. ÇKKV yöntemleri, sorunların herhangi bir karara ulaşması aşamasında bir yöntemden ya da araçtan yardım alınması ihtiyacının anlaşılmasıyla 1960'lı yıllarda ortaya çıkmış ve geliştirilmiştir (Saaty, 1994; Basar, 2011:18).

Ayrıca birçok uzman görüşünü karar verme mekanizmasına dahil eden ve elde edilen uzman görüşlerinin geometrik ortalamasının alınarak analizlerinin yapıldığı analitik yöntemlerden birisidir. Birden fazla kriterin bulunmasıyla aralarında amaca en uygun olan kriterden, uygun olmayan kritere göre karşılaştırma yapılarak kullanılan karar verme yöntemi çok kriterli karar verme yöntemi olarak nitelendirilmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygun alan seçiminde en fazla kullanılan metodu “Analitik Hiyerarşi Prosesidir”. Uygun alanın mekânsal analizinin yapılması için ise coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılır. Elde edilen istatistiki değerler ve analizler sonucunda oluşturulan katmanlar karşılaştırma yoluyla amaca uygun yer seçiminin sonucunu verir.

3.2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

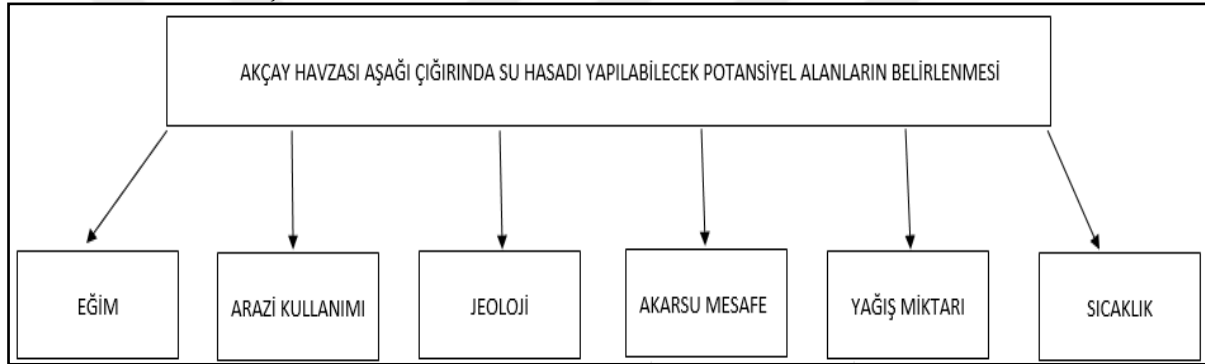
Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), çok kriterli karar verme yöntemlerinin bir metodu olmakla birlikte problem çözme çerçevesidir. Birden fazla nicel veya nitel kriterin karmaşık problemlerine çözüm sunmak amacıyla oluşturulmuştur. 1970'li yılların başında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Thomas L. Saaty, Wharton School of Business'da karmaşık problemlerinin çözümü için bu yöntemi geliştirmiştir. Uygulaması kolay olan analitik hiyerarşi tekniğinin kritik öneme sahip noktası, sayısal olarak belirlenebilecek objektif yargılar ile sübjektif nitelikli yargıları bir arada bulundurabilmesidir (Önder ve Önder, 2013: 198; Ömürbek ve Şimşek, 2014: 308).

Öncelikle amaç ve hedefler, sonrasında kriterler belirlenir ve daha sonra gerekirse alternatifler belirlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur (Tablo 3.5). Oluşturulan her bir kriter ile ilgili değişen (göreceli) önem derecelerinin değerlendirilmesinde karar vericiye (uzman) ihtiyaç duyulur. Uzmanlar kriterleri önem derecesine göre değerlendirildikten sonra alternatifler oluşturulur. (Örneğin sıcaklık bir kriterse, kriterin alternatifleri sıcaklık değerleridir.)

Kriterlerin göreceli önem değerlerini gösteren ikili karşılaştırma anketi üstünlüklerin belirlenmesi amacıyla uygulanır, ortalamalar alınır (Şekil 3.5), kriter ağırlıkları ve tutarlılık oranları hesaplanır daha sonra çalışmanın kullanılabilir olup olmadığı tespit edilir. Tutarlılık oranı kabul edilebilir düzeyde ise kriterlerin ağırlıklara öncelik sıralaması belirlenmektedir. Çalışmanın tutarlılık oranı 0.09 ile geçerlidir. Böylece en yüksek değeri elde eden kriterden, en düşük değeri elde eden kritere doğru bir öncelik sıralaması oluşturulmaktadır (Esen, 2008:499; Önder ve Önder, 2013:198; Yılmaz, 2010: 210; Ömürbek ve Şimşek, 2014: 308).

Mevcut çalışmada da öncelikli olarak amaç belirlenmiştir. Temel amaç Akçay havzası aşağı çığırının (Finike/ Antalya) su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlarının belirlenmesidir. Amaç belirlendikten sonra problemin çözümü odaklı olarak hiyerarşik tablo oluşturulmuştur (Tablo 3.5).

Tablo 3.5 AHP Analizi için Kullanılan Kriterler.



Oluşturulan hiyerarşik tabloya amaç ve alt kriterler eklenir. Çalışmada 6 alt kriter bulunmaktadır. Birçok literatürlerden de elde edilen bilgiler dahilinde havzalarda yapılan su hasadı çalışmalarında en fazla tercih edilen coğrafi faktörlerin eğim, arazi kullanımı, jeoloji, akarsuyun su hasadı yapılacak olan alana mesafesi, yağış miktarı ve sıcaklık faktörü olduğu belirlenmiştir. İncelenen literatürden önemli olanlardan bazıları şunlardır:

Michael Ward, vd., 2021;” Using AHP and Spatial Analysis to Determine Water Surface Storage Suitability in Cambodia”

Ammar Adham, vd., 2016 “Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review”

Şanlısoy, 2002 “ İstanbul’daki su toplama havzalarında yaşanan sorunlar, nedenleri ve çözüm önerileri”

Imzahim A. Alwan, vd., 2020 “Potential Water Harvesting Sites Identification Using Spatial Multi-Criteria Evaluation in Maysan Province, Iraq”

Shaho Khorsheed NOORI, 2021 “Site Suitability in Water Harvesting Management Using Remote Sensing Data and Gis Techniques: A Case Study of Sulaimaniyah Province, Iraq”

Centre for Development and Environment, CDE, 2013 “ Water Harvesting, Guidelines to Good Practice” dir.

Yukarıdaki çalışmalar dikkate alınarak 6 kriter belirlenmiş olup, 15 tane ikili karşılaştırma anketi oluşturulmuştur (Şekil 3.4).

The screenshot shows the 'Main Network: Untitled.sdmod' software interface. The 'Judgments' tab is active, displaying a pairwise comparison questionnaire. The questionnaire is titled 'Comparisons wrt "Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi" node in "Kriterler" cluster'. The questionnaire consists of 15 rows, each representing a comparison between two criteria. The criteria are listed on the left, and the comparison results are entered in the middle. The criteria are: 1. Arazi Kullanımı, 2. Akarsu Mevcutluğu, 3. Eğim, 4. Jeoloji, 5. Sıcaklık, and 6. Yağış Miktarı. The comparison results are entered in the middle, with values ranging from 1 to 9. The questionnaire is organized into two columns, with the first column containing the first 8 comparisons and the second column containing the remaining 7 comparisons. The interface also includes a 'Choose Node' and 'Choose Cluster' section on the left, and a 'Ratings' section on the right.

Node	Cluster	Comparison	Rating	Comparison	Rating
1. Arazi Kul~	1. Amaç	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	2. Akarsu Me~	>=9.5
2. 1. Arazi Kul~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	3. Eğim	>=9.5
3. 1. Arazi Kul~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	4. Jeoloji	>=9.5
4. 1. Arazi Kul~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	5. Sıcaklık	>=9.5
5. 1. Arazi Kul~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	6. Yağış Mik~	>=9.5
6. 2. Akarsu Me~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	3. Eğim	>=9.5
7. 2. Akarsu Me~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	4. Jeoloji	>=9.5
8. 2. Akarsu Me~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	5. Sıcaklık	>=9.5
9. 2. Akarsu Me~		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	6. Yağış Mik~	>=9.5
10. 3. Eğim		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	4. Jeoloji	>=9.5
11. 3. Eğim		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	5. Sıcaklık	>=9.5
12. 3. Eğim		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	6. Yağış Mik~	>=9.5
13. 4. Jeoloji		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	5. Sıcaklık	>=9.5
14. 4. Jeoloji		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	6. Yağış Mik~	>=9.5
15. 5. Sıcaklık		>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 1	6. Yağış Mik~	>=9.5

Şekil 3.4 Kriterlerin Doldurulmamış Karşılaştırma Anketi.

Oluşturulan karşılaştırma anketi 2 Profesör, 2 Doçent, 2 Doktora Öğretim Üyesi, 1 Öğretim Görevlisi, 2 Araştırma görevlisi ve 1 konuyu çalışan yüksek lisans öğrencisi tarafından cevaplanarak toplamda 10 uzman görüş yardımıyla 1 ve 9 arasında ölçeklendirilerek önem dereceleri karşılaştırılmış, geometrik ortalamaları alınmıştır (Tablo 3.6) (Şekil 3.5).

Tablo 3.6 Saaty'nin Ölçek Açıklama Tablosu (Saaty, 1990a; Altunay, 2018: 26).

Sayısal Değerler	Tanım	Açıklama
1	Eşit	Hedef için her iki kriterin de eşit önemde olması durumu.
3	Kısmen Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir kriterin başka bir kritere göre daha kuvvetli desteklenmesi durumu.
5	Önemli	Tecrübe yargılara göre bir kriterin diğerine göre güçlü şekilde desteklenmesi durumu.
7	Çok Önemli	Kriterlerden birisinin kuvvetli bir şekilde tercih edilmesi ve bu durumun uygulamada kanıtlanmış olması.
9	Kuvvetle Önemli	Bir kriterin başka bir kritere göre güçlü olduğuna ilişkin güçlü kanıtlar olması durumu.
2, 4, 6, 8	İki yaklaşık yargı arasındaki ara değerler (uzlaşma değeri)	Tercih değerlerinin birbirine yakın olduğu uzlaşma gerektiren durumlarda kullanılır.

Main Network: Untitled.sdmod
File Design Computations Help

Main Network: Untitled.sdmod//

Network Judgments Ratings

1. Choose 2. Node comparisons with respect to Akçay Havzası Aşağı ~

Node Cluster

Choose Node

Akçay Havzası ~

Cluster: 1. Amaç

Choose Cluster

Kriterler

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

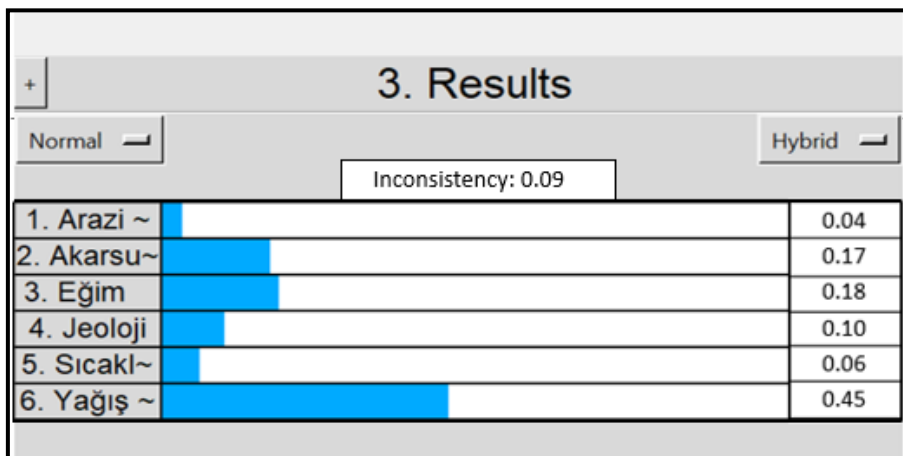
Comparisons wrt "Akçay Havzası Aşağı Çığırında Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi" node in "Kriterler" cluster

1.	1. Arazi Kul~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	2. Akarsu Me~
2.	1. Arazi Kul~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3. Eğim
3.	1. Arazi Kul~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4. Jeoloji
4.	1. Arazi Kul~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5. Sıcaklık
5.	1. Arazi Kul~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6. Yağış Mik~
6.	2. Akarsu Me~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	3. Eğim
7.	2. Akarsu Me~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4. Jeoloji
8.	2. Akarsu Me~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5. Sıcaklık
9.	2. Akarsu Me~	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6. Yağış Mik~
10.	3. Eğim	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	4. Jeoloji
11.	3. Eğim	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5. Sıcaklık
12.	3. Eğim	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6. Yağış Mik~
13.	4. Jeoloji	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	5. Sıcaklık
14.	4. Jeoloji	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6. Yağış Mik~
15.	5. Sıcaklık	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	6. Yağış Mik~

Şekil 3.5 Uzmanlarca Doldurulmuş Olan Anketin Geometrik Ortalamasının Alınmış Hali.

Anketler değerlendirildikten sonra geometrik ortalaması alınan uzman görüşlerin neticesinde parametrelerin önem dereceleri birbirleri ile karşılaştırılarak ağırlıklarının hesaplanması ile tespit edilmiştir (Şekil 3.5). Akçay havzasının aşağı çıkışında su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla oluşturulan karşılaştırma çalışması ile akarsu mesafe faktörünün 5 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, eğim faktörünün 6 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, jeoloji faktörünün 3 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, sıcaklık faktörünün 4 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, yağış miktarı faktörünün 7 ölçeğinde arazi kullanım faktörüne göre daha önemli, eğim faktörünün ve akarsu mesafe faktörünün 1 ölçeğinde eşit olduğu, akarsu mesafe faktörünün 3 ölçeğinde jeolojiye göre daha önemli olduğu, akarsu mesafe faktörünün 4 ölçeğinde sıcaklık faktöründen daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 5 ölçeğinde akarsu mesafe faktörüne göre daha önemli olduğu, eğim faktörünün 4 ölçeğinde jeoloji faktörüne göre daha önemli olduğu, eğim faktörünün 3 ölçeğinde sıcaklık faktörüne göre daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 4 ölçeğinde eğim faktörüne göre daha önemli olduğu, jeoloji faktörünün 4 ölçeğinde sıcaklık faktörüne karşı daha önemli olduğu, yağış miktarı faktörünün 4 ölçeğinde jeoloji faktörüne karşı daha önemli olduğu, yağış miktarının 6 ölçeğinde sıcaklık faktörüne karşı daha önemli olduğu uzman görüşlerin geometrik ortalaması ile tespit edilmiştir. Oluşturulan karşılaştırmalı anket sonucunda ise kriterlerin ağırlıkları “Super Decisions” programı ile hesaplanmıştır.

Hesaplanan kriter ağırlıkları ise 0.45 ağırlığı ile yağış miktarı faktörü en fazla değeri alan kriterdir. Yağış miktarı faktörünü takiben 0.18 ağırlık ile eğim faktörü gelmekte ve daha sonra 0.17 ağırlık değeri ile akarsu mesafe faktörü, 0.10 ağırlığı ile jeoloji faktörü, 0.06 ağırlığı ile sıcaklık faktörü, en az ağırlığa sahip faktör ise 0.04 ağırlığı ile arazi kullanım faktörü olduğu saptanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Kriter Ağırlıkları.

3.2.3. Ağırlıklı Çakıştırma Analizi

Ağırlıklı çakıştırma analizi (Weighted Overlay) herhangi bir projenin uygun yer seçiminde öncelikli olarak kullanılan analiz çeşitlerinden bir tanesidir. Bu analiz yöntemi kullanılırken coğrafi bilgi sistemlerinin, mekânsal uygunluğunun tespit edilmesini sağlayan araçlarından birisi olan ArcGis programından yararlanılmıştır. İlk olarak kriterlerin her birinin altlık haritaları olan; arazi kullanım haritası, eğim haritası, jeoloji haritası, drenaj yoğunluğu haritası, yağış dağılışı haritası ve sıcaklık dağılışı haritası oluşturulmuştur (Bknz: Bölüm 1). Oluşturulan bu haritalar vektör haritalara dönüştürülmek için ArcMap arayüzü analiz yöntemlerinden olan 3D Analyst Tools'undan, Raster Reclass Tool'una ulaşarak reclassify ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılırken her bir kriterin alternatifleri 1-5 arasında puanlanmıştır. Uygun olan alternatif değerleri için 5 (kuvvetli derecede önemli), ara değerler de uygunluk durumuna göre 4 (çok önemli), 3 (biraz önemli), 2 (önemli) şeklinde puanlanmış ve uygun olmayan alternatif değerleri için 1(önemsiz) puanlaması yapılmıştır (Tablo 3.7).

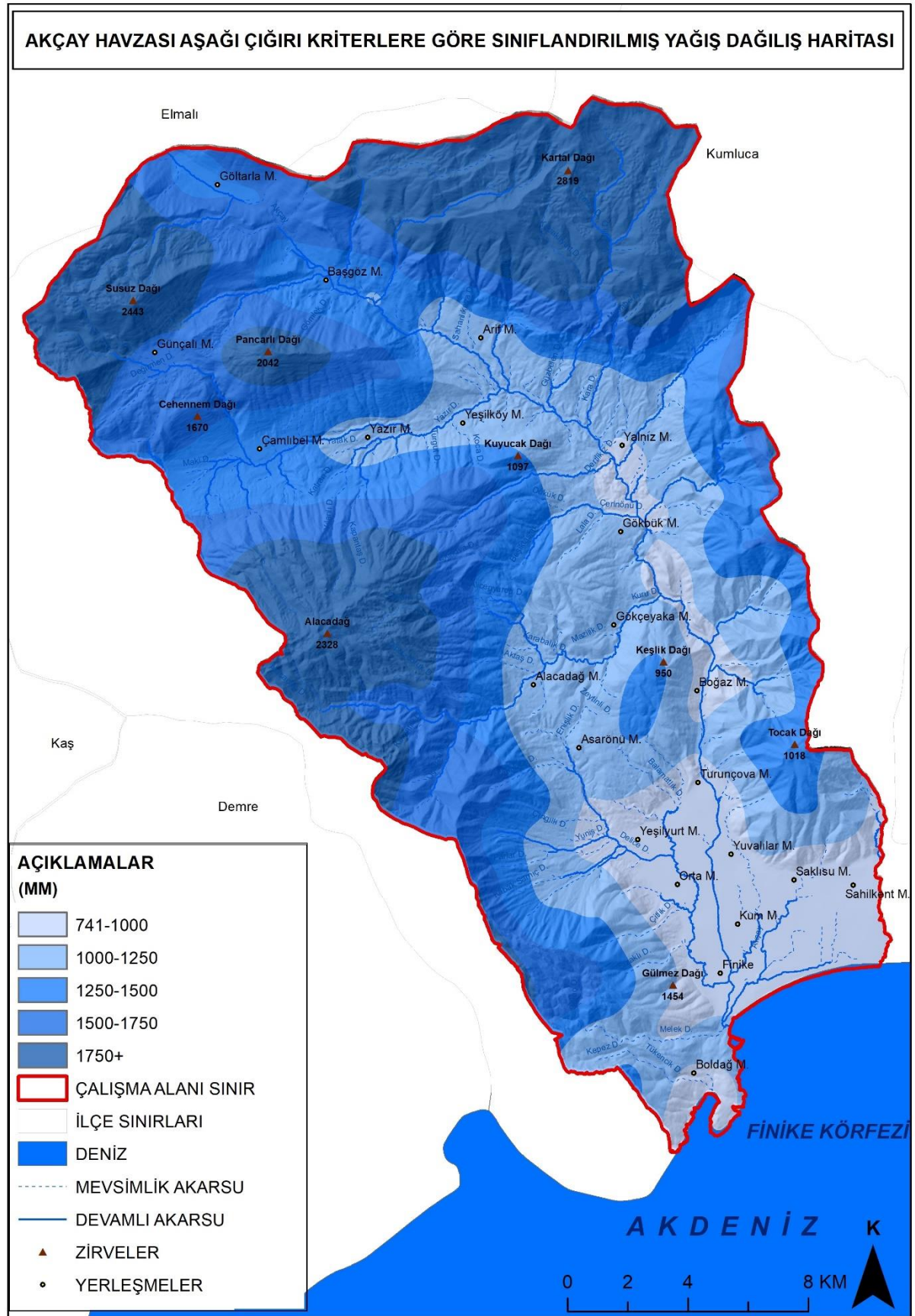
Tablo 3.7 Ağırlıklı Çakıştırma Yönteminde Kullanılan Kriterlerin Alternatifleri ve Ağırlık Dereceleri.

Temel Parametreler	Parametre Faktörleri	Ağırlık Sınıfları	Ağırlık Değerleri
Litoloji	Alüvyon (KUVATERNER)	Kuvvetli Önemli	5
	Kiltaş (TRİAS)	Çok Önemli	4
	Konglomera-Kum-Kireçtaşı (MİOSEN)	Biraz Önemli	3
	Kireçtaşı (MESOZOİK)	Önemli	2
	Talus (KUVATERNER)	Önemsiz	1
Eğim (%)	0-20 (Tam Düzlük Alan)	Kuvvetli Önemli	5
	20-40 (Dalgalı Düzlük Alan)	Çok Önemli	4
	40-60 (Az Eğimli Yamaç)	Biraz Önemli	3
	60-80 (Eğimli ve Dik Yamaç)	Önemli	2
	80+ (Çok Dik Yamaç)	Önemsiz	1
Yağış (mm)	741-1000 mm	Kuvvetli Önemli	5
	1000-1250 mm	Çok Önemli	4
	1250-1500 mm	Biraz Önemli	3
	1500-1750 mm	Önemli	2
	1750+ mm	Önemsiz	1
Sıcaklık	6-10 °C	Kuvvetli Önemli	5
	10-12 °C	Çok Önemli	4
	12-14 °C	Biraz Önemli	3
	14-16 °C	Önemli	2
	16 + °C	Önemsiz	1
Arazi Kullanım	Tarım Alanı	Kuvvetli Önemli	5
	Bağcılık ve Meyvecilik	Çok Önemli	4
	Yerleşim Alanı	Biraz Önemli	3
	Çayır ve Meralık Alanlar	Önemli	2
	Orman	Önemsiz	1
	Kayalık Alanlar	Derecelendirilmedi	0
Akarsu Mesafe	0-50 m	Kuvvetli Önemli	5
	50-100 m	Çok Önemli	4
	100-200 m	Biraz Önemli	3
	200-300m	Önemli	2
	300+ m	Önemsiz	1

En yüksek ağırlığa sahip yağış kriteri (0.45) ile başlanacak olursa:

741-1000 mm yağış alan alternatif bölgenin yükseltisinin az olması su hasat sistemleri için avantaj teşkil etmektedir. Yükseltinin az olduğu bölgeler genel itibariyle yerleşme katı olarak bilinir. Hasat edilen suyun yerleşim alanlarına yakın olması ve suyun kullanım kolaylığının sağlanması nedeniyle 741- 1000 mm yağış alan alternatif bölgeler 5 olarak puanlanmıştır. 1000-1250 mm yağış alan alternatif bölge 4, 1250-1500 mm yağış alan bölge 3, 1500- 1750 mm yağış alan alternatif bölge 2, 1750 mm ve üzeri yağış alan alternatif bölge 1 olarak puanlanmıştır. Yüksek bölgeler daha fazla yağış almasına karşın bu gibi alanlarda ulaşılabilirlik sınırlı ve yerleşim olmamasından dolayı o bölgelerde su hasadı yapılmasının çok da anlamlı olmayacağı düşünülmüştür. Bu nedenle 1750 mm ve üzeri yağış alan alternatif bölgelerin 1 olarak puanlanması gayet anlamlı sonuçların çıkmasına neden olmuştur. Sınıflandırılmış yağış dağılışı haritasına bakılacak olursa da bu durum gayet net bir şekilde görülecektir (Harita 3.1).

Finike ovasından itibaren Yalnız Mahallesi kadar ortalama 741-1000 mm arası yağış görülmektedir. Asarönü Mahallesi, Alacadağ Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi, Gökbük Mahallesi, Yeşilköy Mahallesi, Arif Mahallesi ve Yazır Mahallesi ortalama 1000-1250 mm yağış alan bölgelerdir. Tocak Dağı, Çamlıbel Mahallesi, Göltaşı Mahallesi ve Başgöz Mahallesi 1250-1500 mm yağış alan bölgelerdir. Cehennem Dağı ve Günçalı Mahallesi 1500-1750 mm yağış alan bölgelerdir. Son olarak da Alacadağ, Susuz Dağı ve Kartal Dağı 1750 mm ve üzeri yağış alan bölgelerdir (Harita 3.1).



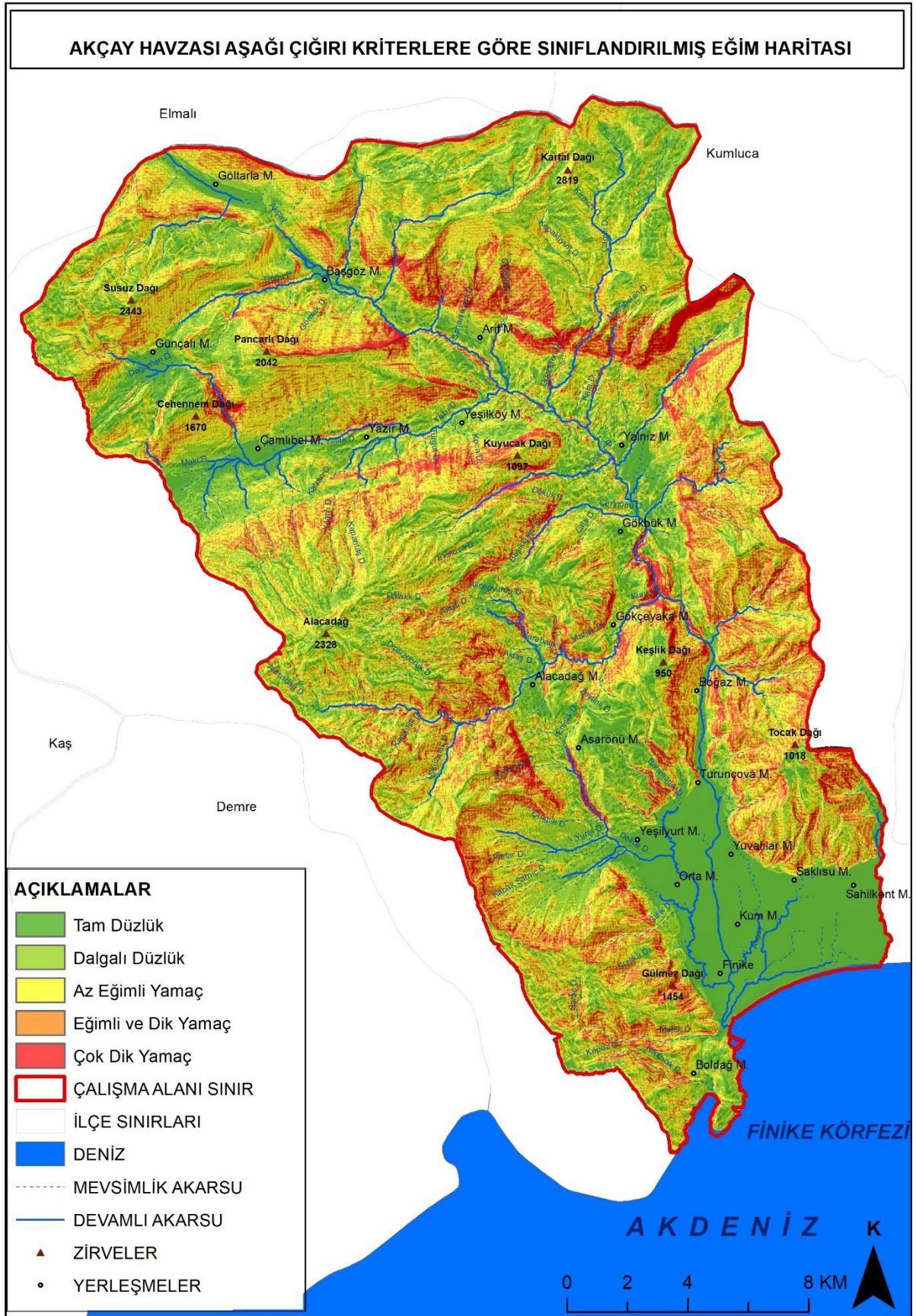
Harita 3.1 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlerine Göre Sınıflandırılmış Yağış Dağılışı Haritası.

Yağış kriterinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter eğim (0.18) kriteridir. Şöyle ki:

Tam düzlük, dalgalı düzlük, az eğimli yamaç, eğimli ve dik yamaç, çok dik yamaç olarak 5 sınıfa ayrılmıştır. Eğimin az olduğu, %0- 20 aralığında eğime sahip alanlar tam düzlük olarak sınıflandırılmış alternatif bölgeler 5 şeklinde puanlanmıştır. %20-40 aralığında eğime sahip alanlar, dalgalı düzlük olarak sınıflandırılan alternatif bölgeler 4, %40-60 aralığında az eğimli yamaç olarak sınıflandırılan alternatif alanlar 3, %60-80 aralığında eğimli ve dik yamaç olarak sınıflandırılan alternatif alanlar 2, %80 ve üzeri çok dik yamaç olarak sınıflandırılan alternatif alanlar ise 1 şeklinde puanlanmıştır.

Eğimin fazla olduğu alanlarda yağmur suyunun tutulması çok zordur. Bu alanlarda ulaşılabilirlik sınırlıdır, yerleşim azdır ve su hasadı sistemini buralarda kurmak zordur. Yağmur suyu hasadında en fazla suyu elde ettiğimiz potansiyel alanlar eğimin az olduğu bölgelerdir.

Sınıflandırılmış eğim haritasına da bakılacak olursa Finike ovasının bulunduğu alan, Yalnız Mahallesi'nin güneyi, Çamlıbel Mahallesi, Günçalı Mahallesi, Başgöz Mahallesi ve Gölterla Mahallesi tam düzlük olarak sınıflandırılan alanlardır. Boldağın bir kısmı, Yeşilyurt Mahallesi'nin batısı, Asarönü Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi'nin bir kısmı, Gökbük, Yeşilköy, Yazır ve Arif Mahalleleri dalgalı düzlük ve az eğimli yamaç olarak sınıflandırılan alanlardandır. Tocak Dağı, Gülmez Dağı, Keşlik Dağı, Alacadağ, Kuyucak Dağı, Cehennem Dağı, Susuz Dağı ve Kartal Dağı tam düzlük, dalgalı düzlük, az eğimli yamaç, eğimli ve dik yamaç, çok dik yamaç sınıflarının hepsinin de yer yer görüldüğü alanlardır (Harita 3.2).



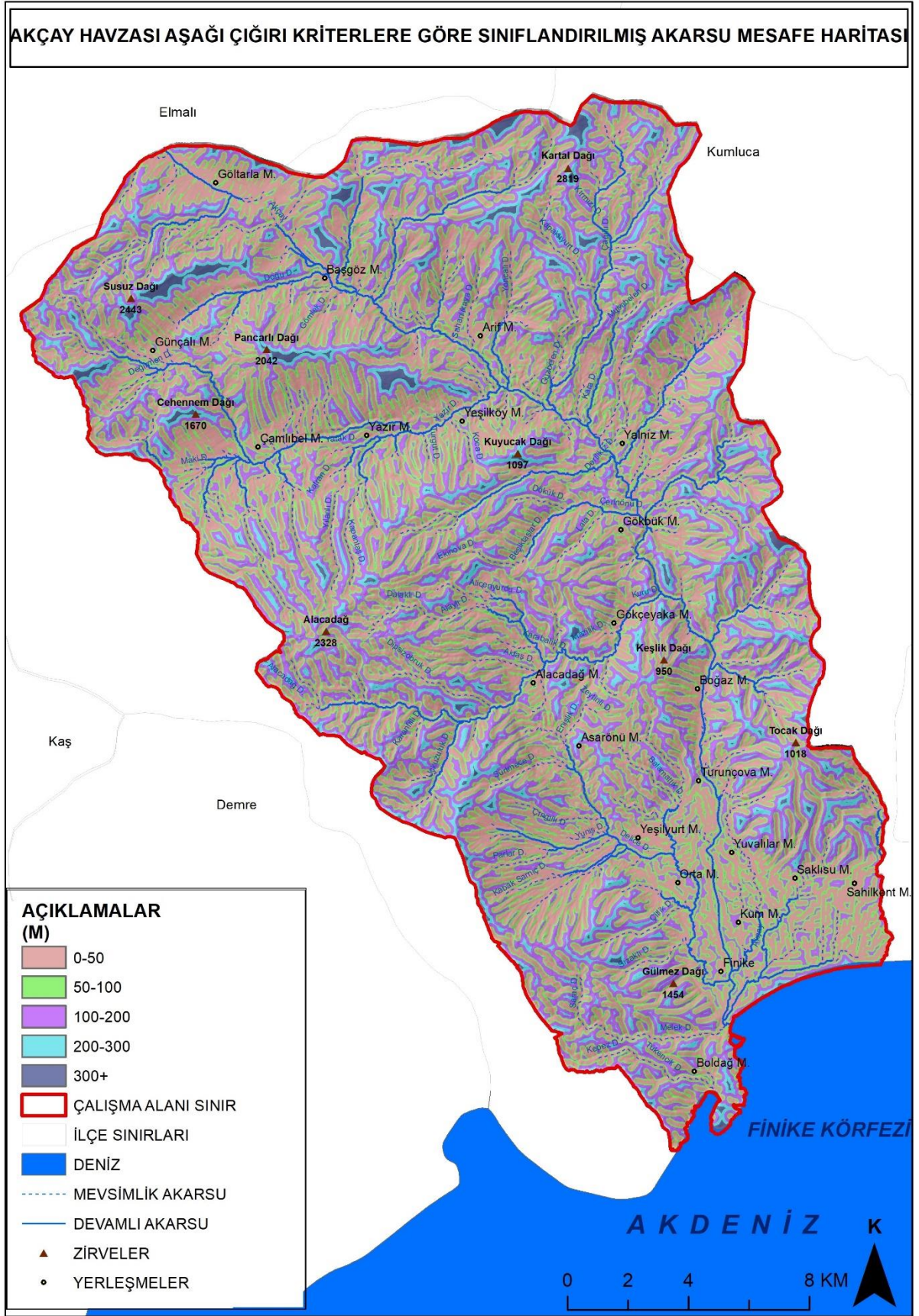
Harita 3.2 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Eğim Haritası.

Eğim kriterinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter akarsu mesafe (0.17) kriteridir. Şöyle ki:

Akarsu mesafe kriteri 0-50m, 50-100m, 100-200m, 200-300m, 300m ve üzeri uzaklığa sahip alanlar olarak 5 sınıfa ayrılmıştır. 0-50 m uzaklığa sahip alternatif alanlar 5 olarak puanlanmıştır. 50- 100 m uzaklığa sahip alternatif alanlar 4, 100-200 m uzaklığa sahip alternatif alanlar 3, 200-300 m uzaklığa sahip alternatif alanlar 2, 300 m ve üzeri uzaklığa sahip alternatif alanlar ise 1 şeklinde puanlanmıştır.

Sınıflandırılmış akarsu mesafe haritasına da bakılacak olursa Finike ovası ve çevresinde, Akçay deresi vadisi ve çevresinde, eğimin az olduğu alanlarda 0-50 m, 50-100 m ve yer yer de 100-200 metre uzaklıkta alanlar görülmektedir. Eğimin fazla olduğu engebeli ve yüksek alanlarda ise 200-300 m, 300 m ve üzeri uzaklıkta alanlar görülmektedir (Harita 3.3).



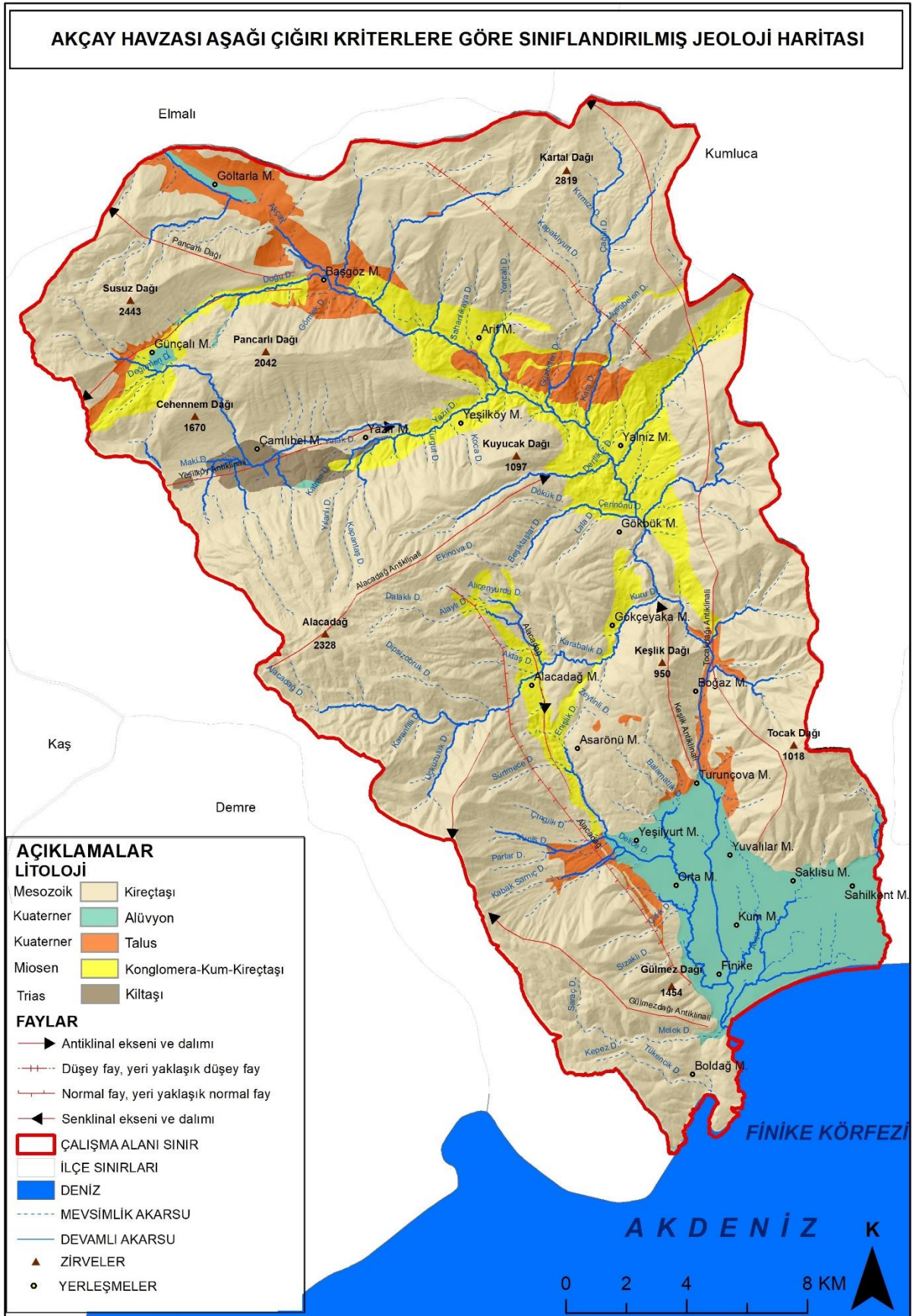


Harita 3.3 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Akarsu Mesafe Haritası.

Akarsu mesafe kriterinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter jeoloji (0.10) kriteridir. Şöyle ki:

Jeoloji kriterinde Kuvaterner yaşlı alüvyon, Trias yaşlı kilitaşı, Miosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşı, Mesozoik yaşlı kireçtaşı, Kuvaterner yaşlı talus olmak üzere 5 alternatif bulunmaktadır. Akarsular tarafından farklı yerlerden taşınan, suyun gücünün azalmasıyla birlikte eğimin az olduğu alanlarda biriken ince unsurlu malzeme olan Kuvaterner yaşlı alüvyon alternatif alanlarına 5 puan verilmiştir. Bu alanların verimli alanlar olması su hasadı için potansiyel alan olmasının ayrı bir sebebi olarak da değerlendirilebilir. Önem derecesini takiben 4 puan değerinde Trias yaşlı kilitaşı alternatifi gelmektedir. Daha sonra 3 puan değerinde Miosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşı alternatifi gelmektedir. Kireçtaşı karstik alanlarda bulunan, su ile çözünebilen, eriyebilen bir kayadır. Çalışma alanının bulunduğu Batı Toroslar karstik özellikleri bakımından oldukça önemlidir. Bu alanlardaki kireçtaşı varlığı suların yeraltına sızmasına yardımcı olan bir unsurdur. Bu sebepten Mesozoik yaşlı kireçtaşı alternatifine 2 puan verilmiştir ve son olarak dağ yamaçlarında bulunan taşlardan oluşan talus alternatifine 1 puan verilmiştir.

Sınıflandırılmış jeoloji haritasına bakılacak olursa, Finike ovasının Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla kaplı olduğu, Günçalı Mahallesi ve Göltaşı Mahallesi yer yer Kuvaterner yaşlı alüvyonların görüldüğü tespit edilmiştir. Çamlıbel Mahallesi Trias yaşlı kil taşlarından oluşmaktadır. Asarönü Mahallesi batısı, Alacadağ Mahallesi, Gökçeyaka Mahallesi, Yalnız Mahallesi, Yeşilköy Mahallesi, Arif Mahallesi ve Günçalı Mahallesi gibi alanlarda Miosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşları mevcuttur. Çalışma alanının büyük çoğunluğu Mesozoik yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Göltaşı, Başgöz, Günçalı Mahallelerinde, Yeşilyurt Mahallesi batısında, Turunçova ve Arif Mahallelerinin güney doğusunda yer yer Kuvaterner yaşlı Talus'lar görülmektedir (Harita 3.4).

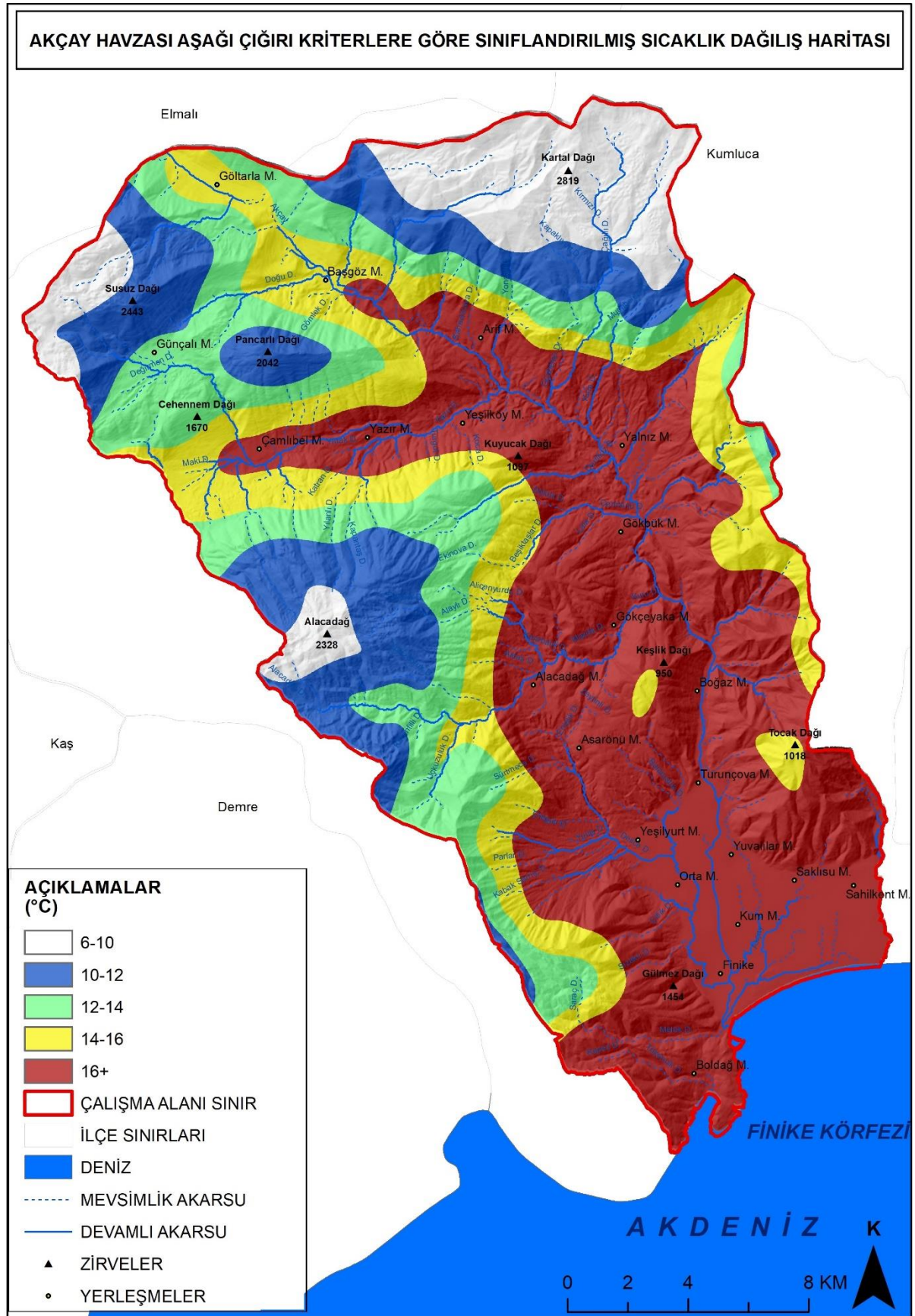


Harita 3.4 Akçay Havzası Aşağı Çığı Kriteria Göre Sınıflandırılmış Jeoloji Haritası.

Jeoloji kriterinden sonra en yüksek ağırlığa sahip kriter sıcaklık (0.06) kriteridir. Şöyle ki:

Yıllık ortalama sıcaklık kriteri, 6-10 °C sıcaklık, 10-12 °C sıcaklık, 12-14 °C, 14-16 °C sıcaklık, 16 °C ve üzeri sıcaklık değerleri olmak üzere 5 alternatif ile sınıflandırılmıştır (Şekil 3.11). Yükseltisi fazla olan alanlar sıcaklığın düşük ve yağışın fazla olduğu alanlardır. Bu alanlarda yerleşmenin ve ulaşımın zorluğunu göz ardı ederek yalnızca sıcaklık faktörüyle yola çıkarak 6- 10 °C sıcaklığa sahip olan alternatif bölgelere 5 puan, 10-12 °C sıcaklığa sahip alternatif bölgelere 4 puan, 12-14 °C sıcaklığa sahip alternatif bölgelere 3 puan, 14-16 °C sıcaklığa sahip alternatif bölgelere 2 puan, 16 °C ve üzeri sıcaklığa sahip alternatif bölgelere ise 1 puan verilmiştir. Sıcaklığın fazla olduğu alanlarda yağış az ve buharlaşma da fazla olacağı için bu durum su hasadı sistemlerinden negatif verim elde edilmesine neden olur. Sıcaklık kriterinin de ağırlığının 0.06 olması nedeniyle Akçay havzası aşağı çığır su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritasında büyük bir etkisi görülmemiştir.

Akçay havzası aşağı çığırında bulunan yerleşim alanlarının büyük çoğunluğunda sıcaklıklar 16 °C ve üzeri sıcaklığa sahiptir. Keşlik Dağı ve Tocak Dağı 14-16 °C, Cehennem Dağı 12-14 °C, Pancarlı Dağı ve Susuz Dağı 10-12 °C, Alacadağ ve Kartal Dağı ise 6-10 °C sıcaklıklara sahiptir (Harita 3.5).

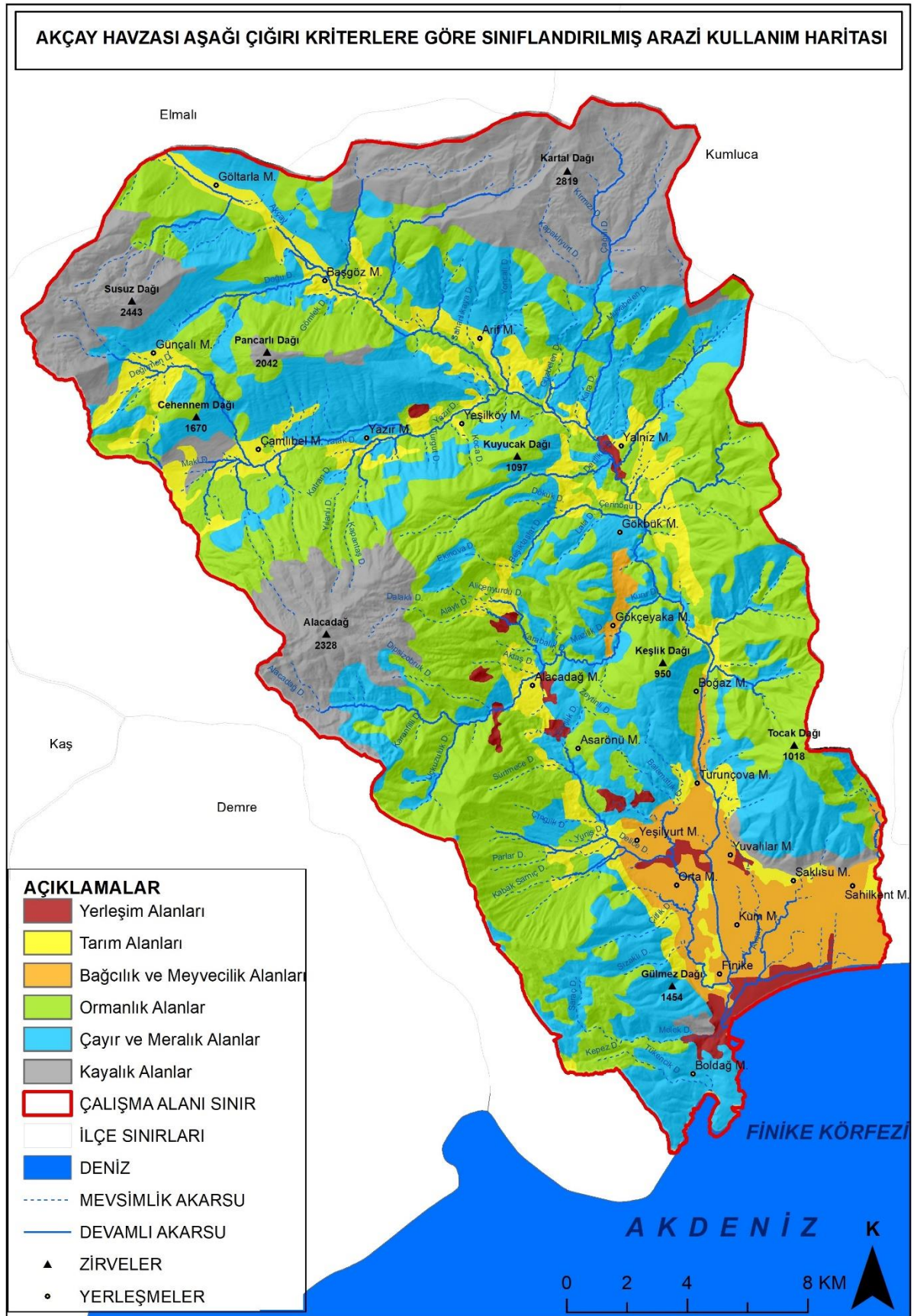


Harita 3.5 Akçay Havzası Aşağı Çığır Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Sıcaklık Dağılışı Haritası.

Sıcaklık kriterinden sonra en düşük ağırlığa sahip olan son kriter ise arazi kullanım (0.04) kriteridir. Şöyle ki:

Arazi kullanım kriteri tarım alanı alternatifi, bağcılık ve meyvecilik alanı alternatifi, yerleşim alanı alternatifi, çayır ve meralık alan alternatifi, ormanlık alan alternatifi ve kayalık alan alternatifleri vardır. Tarım alanı alternatifine 5 puan, bağcılık ve meyvecilik alternatifine 4 puan, yerleşim alanı alternatifine 3 puan, çayır ve meralık alan alternatifine 2 puan, ormanlık alan alternatifine ise 1 puan verilmiştir. Kayalık alanlar ise derecelendirilmeyerek puanlamaya dahil edilmemiştir (Harita 3.6).

Çalışma alanının büyük çoğunluğu alan olarak ormanlıktır. Geri kalan büyük çoğunluğu çayır ve meralık alandır. Finike ovası bağcılık, meyvecilik ve yer yer de tarım alanlarıyla kaplıdır. İnceleme alanın kuzeyinde tarım arazileri daha fazla alan kaplarken güneyi ise hem bağcılık, meyvecilik hem de tarım alanlarıyla yoğunlaşmış durumdadır. Elbette bağcılık, meyvecilik ve tarım alanlarının bulunduğu bölgelerde su hasadının yapılması daha uygun bulunmuştur. Su hasadı ile depolanan yağmur suları bu alanlarda kullanılarak tekrar dönüştürülür ve planlanan su tasarrufu amacına ulaşılır.



Harita 3.6 Akçay Havzası Aşağı Çığırı Kriterlere Göre Sınıflandırılmış Arazi Kullanım Haritası.

3.2.4. Akçay Havzası Aşağı Çığırı Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlar:

Yapılan tüm analizler, kriterler, sınıflandırmalar, alternatifler sonucunda Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritası oluşmuştur. Sonuç haritasına bakıldığında çalışma alanı kuvvetli derecede uygun alanlar, orta derecede uygun alanlar, düşük derecede uygun alanlar ve uygun olmayan alanlar olarak 4 sınıfta incelenmektedir (Şekil 3.13). Ortaya çıkan 4 sınıftan en fazla alan kaplayan sınıfı %51 oranında orta derecede uygun alanlardır, bunu takiben %23 ile kuvvetli derecede uygun alanlar gelmektedir. Daha sonra %15 ile uygun olmayan alanlar gelmekte ve en az alanı ise %11 ile düşük derecede uygun alanlar kaplamaktadır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8 Su Hasadı Yapılacak Alanların % Cinsinden Kapladığı Hektar Alan Tablosu.

Su Hasadı Yapılacak Alanların % Cinsinden Kapladığı Hektar Alan	
Alanlar	Kapladığı Alanlar (%)
0 (Uygun Olmayan Alan)	15
1-2 (Düşük Derecede Uygun Alan)	11
3-4 (Orta Derecede Uygun Alan)	51
5 (Kuvvetli Derecede Uygun Alan)	23

Sahilkent, Saklısu, Yuvalılar, Turunçova, Yeşilyurt, Kum, Finike merkez, Boldağ ve Orta Mahalle, Finike ovasında bulunan mahallelerdir. Bu yerleşmeler su hasadı yapmak için kuvvetli derecede uygun potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Finike ovasında bulunmayan Asarönü, Gökçeyaka, Gökbük, Boğaz, Yalnız, Yeşilköy, Yazır, Arif, Başgöz, Göltarla, Günçalı ve Alacadağ Mahalleleri de su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlardan kuvvetli derecede uygun alanlar sınıfında yer almaktadır. Az eğimin bulunduğu dalgalı düzlük olan, vadi yamaçları ise orta derecede su hasadı potansiyel alanlarını oluşturmaktadır. Susuz Dağı, Kartal Dağı, Pancarlı Dağı, Alacadağ su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfında yer almaktadır. Saklısu'nun kuzeyinde bulunan alan ve Gülmez Dağının güneyinde bulunan alan da su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfında yer almaktadır. Kayalık alanlar ve çok dik yamaçlar su hasadının yapılmasının mümkün olmadığı alanlar sınıfına girmektedir. İnceleme alanının sınıflandırılmış eğim haritasına göre az eğimli ve dik yamaç olarak sınıflandırılan alanlar ise düşük derecede su hasadı yapılması mümkün olan alanlar sınıfında yer almaktadır.

Özetle önce kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisi uzmanlara sunulmuş ve doldurulmuştur. Doldurulan karşılaştırmalı matrisin geometrik ortalaması alınmış ve daha sonra kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriter ağırlıkları da hesaplandıktan sonra kriterlerin her birinin sınıflandırılmış haritaları da oluşturularak son olarak çakıştırma analizi yapılmıştır. Sonuçta Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritasına ulaşılmıştır. Uygun potansiyel alanlar ve uygun olmayan potansiyel alanlar gözlemlenmiş, fotoğraflanmış ve çalışmaya aktarılmıştır.

3.2.5. Arazi Gözlemleri

İnceleme alanında yapılan ait arazi gözlemleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk arazi çalışmasında Akçay havzasının tümü incelenerek tez çalışma alanı olarak hangi sahanın daha uygun olacağına karar verilmiştir. İkinci arazi çalışmasına ise anket, analiz ve haritalama çalışmaları bittikten sonra gidilmiştir ve elde edilen sonuçlar ile arazideki durum karşılaştırılarak çalışmanın sağlanması yapılmıştır.

Sahilkent, Saklısu, Yuvalılar, Kum, Orta Mahalle ve Finike Merkez:

Sahilkent, Saklısu, Yuvalılar, Kum, Orta Mahalle ve Finike Merkez sınıflandırılmış sıcaklık dağılışı haritasına göre ortalama 16 °C ve üzeri sıcaklıkların hakim olduğu, yağışın da bununla birlikte 741-1000 mm civarlarında düştüğü yerleşim yerlerindendir. Bu yerleşim alanları Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmaktadır. Toprağın bu denli verimli olmasından kaynaklı olarak tarım faaliyetleri ve bağcılık son derece gelişmiştir. Bölge geçimini bu faaliyetlerle karşılamaktadır. Seracılık çok fazla yaygındır. Tam düzlük bir alan olarak sınıflandırılmıştır. Finike ovasının bulunduğu bu bölgede yağış diğer bölgelere nazaran az ve sıcaklık yüksek olsa da, tam düzlük alan olması bakımından çalışma alanında su hasadı yapma potansiyeli en yüksek bölgelerdendir. Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanlar haritasında (Harita 3.7) Sahilkent'in hemen kuzeyinde bulunan Tocak Dağı eteklerinin çok dik yamaçlı alan olmasından kaynaklı, su hasadı yapılması mümkün olmayan alan olarak analiz edilmiştir (Fotoğraf 3.1) (Fotoğraf 3.2) (Fotoğraf 3.3) (Fotoğraf 3.4) (Şekil 3.7) (Şekil 3.8).



Fotoğraf 3.1 Sahilkent Bölgesinden Su Hasadı Yapılabilir Potansiyel Alan Görüntüsü.



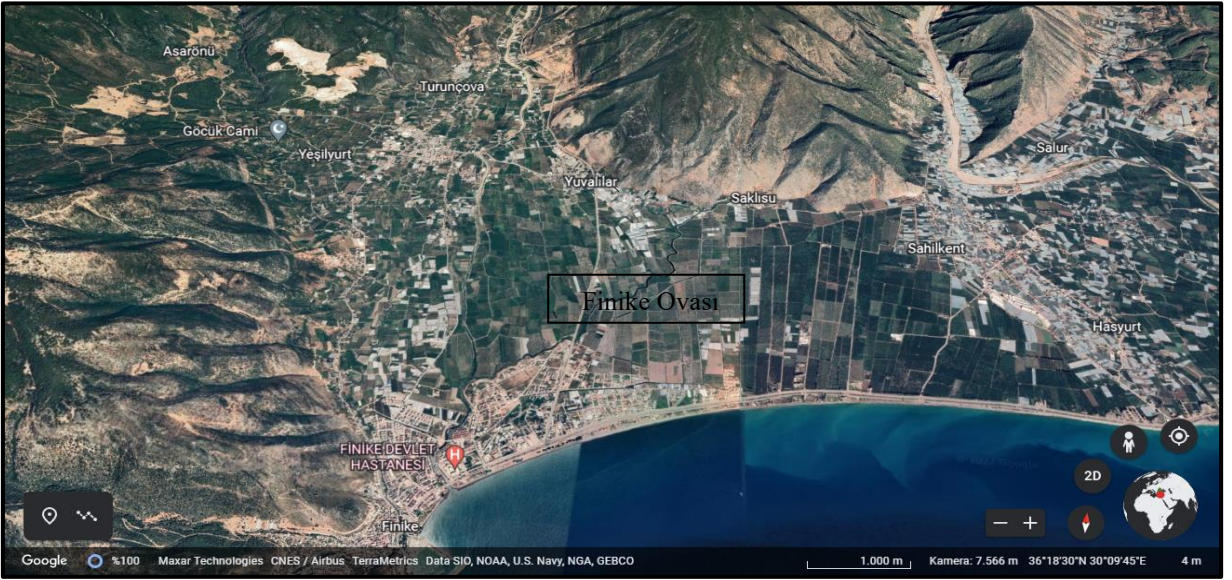
Fotoğraf 3.2 Sahilkent Sera Alanları.



Fotoğraf 3.3 Finike Merkez, Akçay Nehri.



Fotoğraf 3.4 Finike Merkez, Akçay'ın Akdeniz'e Döküldüğü Yer.



Şekil 3.7 Finike Ovası Google Earth Görüntüsü.



Şekil 3.8 Finike Ovası (Kocadağlı, 2012: 18).

Boldağ Mahallesi

Boldağ sınıflandırılmış sıcaklık dağılışı haritasına göre ortalama sıcaklıklar 16 °C ve üzeri sıcaklık değerlerine sahiptir. 741-1000 mm civarlarında yağış almaktadır. Küçük tepelerden oluşan arazi yapısına sahiptir. Alan tam düzlük, dalgalı düzlük ve az eğimli yamaçlardan ibarettir. Saha genel anlamda çayır ve meralık alanlardan oluşmaktadır. Jeolojik ve litolojik olarak Mesozoik yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi haritasına (Harita 3.7) bakıldığında Boldağ Mahallesi, yapılan analiz sonuçlarına göre genel itibariyle kuvvetli derece su hasadı yapılabilir alan olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra söz konusu alanda orta derecede su hasadı yapılabilecek potansiyele sahip alanlar da mevcuttur (Fotoğraf 3.5 ve Şekil 3.9).



Fotoğraf 3.5 Boldağ'dan Bir Görüntü.



Şekil 3.9 Boldağ'da Su Hasadı Sisteminin Görüldüğü Google Earth Görüntüsü.

Yeşilyurt ve Asarönü Mahalleleri

Yeşilyurt ve Asarönü sınıflandırılmış sıcaklık dağılış haritasına göre ortalama sıcaklık 16 °C ve üzeri değere sahiptir. Yeşilyurt 741- 1000 mm; Asarönü 1000-1200 mm aralığında yağış almaktadır. Az eğimli yamaçlar 14-16 °C sıcaklıklara sahip iken; dik, çok dik yamaçlar ise 12-14 °C ortalama sıcaklıklara sahiptir. Yağışlar çok dik yamaçlı alanlarda 1250-1500 mm aralığında düşmektedir. Yani az eğimli ve dalgalı düzlüğe sahip alanlarda, yağış dik yamaçlara göre az düşmektedir fakat buna rağmen bu alanlarda su hasadı yapılabilme potansiyeli oldukça yüksek oranda belirlenmiştir. Yeşilyurt'ta genel itibariyle bağcılık faaliyetleri ve tarımsal faaliyetler yaygındır. Asarönü ise aksine çayır, mera, ormanlık alan ve kısmen de tarım alanlarından oluşmaktadır. Saha jeolojik ve litolojik olarak değerlendirildiğinde ise Alacadağ antiklinal eksenini Asarönü ve Yeşilyurt'un batısında yer almaktadır. Yeşilyurt'un kuzeyinde Mesozoik yaşlı kireçtaşları, batısında kuvaterner yaşlı taluslar bulunsa da genel anlamda Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmaktadır. Asarönü'nde değil de Yeşilyurt'ta bağcılık ve tarım faaliyetlerinin gelişmesinin başlıca sebebi ise verimli alüvyon sahalarından oluşmasıdır. Asarönü'nde ise Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı ve kireç taşı, yer yer Kuvaterner yaşlı taluslar ve güneyinde ise Mesozoik yaşlı kireçtaşları yer almaktadır.

Yeşilyurt ve Asarönü'nün bulunduğu yerlerde tam düzlük ve dalgalı düzlük alanları Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı potansiyel haritasına göre kuvvetli derecede uygun, az eğimli alanlar orta derecede uygun, eğimli ve dik yamaçlar ise düşük derecede uygun alanlar olarak sonuçlanmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sırasında özellikle Asarönü Mahallesiinde çok fazla su tutma havuzlarının kurulmuş olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.10) (Fotoğraf 3.6) (Fotoğraf 3.7).



Fotoğraf 3.6 Yeşilyurt Bağcılık Faaliyetlerinin Görüldüğü Bir Fotoğraf.



Fotoğraf 3.7 Yeşilyurt'tan Su Hasat Edilebilecek Alan Görüntüsü.



Şekil 3.10 Asarönü Mevkii Su Hasadı İçin Kurulmuş Su Havuzları.

Turunçova ve Boğaz Mahalleleri

Turunçova ve Boğaz Mahallesiinde sınıflandırılmış sıcaklık dağılışı haritasına göre ortalama sıcaklıklar 16 °C ve üzeri değerlerde görülmektedir. Bununla birlikte yağışlar da 741-1250 mm civarlarında seyretmektedir. Vadilerin iç kısımlarında 741-1000 mm civarı yağış görülürken, az eğimli yamaç, eğimli ve dik yamaçlarda ise 1000-1250 mm civarı yağış gözlenmektedir. Bağcılık ve tarım faaliyetleri yaygındır. Arazi jeolojik ve litolojik olarak incelendiğinde yerleşmelerin batısından Keşlik Dağı antiklinali, doğusundan ise Tocak Dağı antiklinali geçmektedir. Sahada yoğun olarak Mesozoik yaşlı kireçtaşları, vadi içerisinde de Kuvaterner yaşlı taluslar yer almaktadır.

Turunçova ve Boğaz Mahalleleri vadi içlerinde kuvvetli derecede su hasadı yapılması uygun alan olarak, yamaçlar ise orta derece uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda Boğaz Mahallesinin kuzeyi kuvvetli derecede su hasadı yapılması için uygun alan olarak belirlenmiştir. Arazi çalışması sonrasında bu alandan fay geçtiği ve akarsuyun orada yatağını değiştirerek aktığı, eğimin oralarda oldukça azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca özellikle Boğaz Mahallesinde çalışmayı destekleyen ve yerel halk tarafından yapılan su havuzlarına da sıkça rastlanır (Şekil 3.11 ve Fotoğraf 3.8).



Fotoğraf 3.8 Boğaz Mahallesi Su Hasat Edilebilir Potansiyel Alan Görüntüsü.



Şekil 3.11 Boğaz Mahallesi Su Hasadı Yapılmış Alanlar.

Gökçeyaka Mahallesi

Sınıflandırılmış sıcaklık dağılış haritasına göre ortalama sıcaklıklar 16°C ve üzerinde seyretmekteyken, yağışlar 1000-1250 mm civarında düşmektedir. Bölgede tam düzlük, dalgalı düzlük, az eğimli dik yamaç ve çok dik yamaçlar görülmektedir. Tam düzlük ve dalgalı düzlüğe sahip bölgelerde su hasadı potansiyel alanları kuvvetli derecede uygun olarak görülmektedir. Bununla birlikte 950 m yüksekliğe sahip Keşlik Dağı'nın etekleri, az eğimli yamaç olmasından kaynaklı orta derecede su hasadı yapılabilir potansiyel alanlar olarak tespit edilmiştir. Bölgenin jeoloji ve litoloji özellikleri değerlendirildiğinde, Gökçeyaka Mahallesi'nin doğusunda Keşlik Dağı antiklinalininin bulunduğu ve büyük oranda Mesozoik yaşlı kireçtaşları yanı sıra Miyosen yaşlı konglomera, kil ve kum taşlarından oluştuğu görülmektedir. Sahada çoğunlukla bağcılık faaliyetleri yapılmakta ayrıca çayır, mera ve ormanlık alanlar bulunmaktadır.

Bölgede yapılan arazi çalışması sırasında su tutma havuzlarının yoğun olduğunu görülmüştür (Fotoğraf 3.9 ve Fotoğraf 3.10). Böylece Akçay havzası aşağı çıkışında su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmanın bir anlamda ne kadar doğru olduğu kanıtlanmıştır.



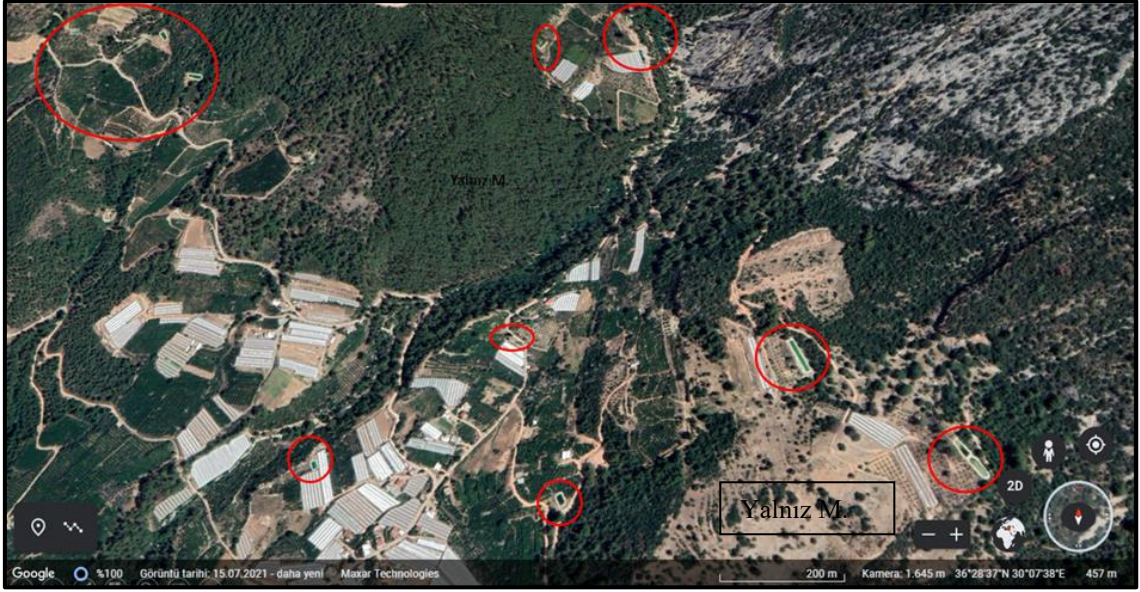
Fotoğraf 3.9 Gökçeyaka Mahallesi Su Havuzları.



Fotoğraf 3.10 Gökçeyaka Mahallesi Su Havuzu.

Gökbük ve Yalnız Mahalleleri

Söz konusu yerleşmelerde sınıflandırılmış sıcaklık dağılışı haritasına göre ortalama sıcaklıklar 16°C ve üzeri görülmektedir, yağışlar ise 741-1250 mm civarlarında görülmektedir. Bu bölge tam düzlük alan, dalgalı düzlük ve az eğimli alanların yoğun olduğu bölgedir. Jeolojik ve litolojik bir değerlendirme yapılacak olursa yerleşmelerin doğusundan Tocak Dağı antiklinali geçmektedir (Fotoğraf 3.11). Gökbük yerleşmesinde Mesozoik yaşlı kireçtaşları ve Miyosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşları görülmektedir. Yalnız Mahallesi'nde ise yoğun olarak Miyosen yaşlı konglomera, kum ve kireç taşları görülse de yerleşmenin doğusunda Mesozoik yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır. Gökbük'ün güneyinde bağcılık, doğusunda tarım faaliyetleri yapılmakta ve bunların yanı sıra ormanlık ve çayır alanları da bulunmaktadır. Yalnız Mahallesi'nin de arazi kullanım açısından tek farkı, bağcılık Gökbük Mahallesi'ndeki kadar yaygın değildir. Akçay havzası aşağı çığırı su hasadı potansiyel haritasına (Harita 3.7) göre de tam düzlük ve az eğimli bölgelerde su hasadı potansiyel alanlarında kuvvetli derecede su tutulabilir olduğu analiz haritasında tespit edilmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında ve arazinin Google earth görüntüsünde de özellikle Yalnız Mahallesi yerel halkının su hasadı amaçlı su havuzları yaptığı görülmüştür (Şekil 3.12) (Şekil 3.13) (Fotoğraf 3.11) (Fotoğraf 3.12).



Şekil 3.12 Yalnız Mahallesi Su Hasadı Amaçlı Yapılmış Su Havuzları.



Şekil 3.13 Yalnız Mahallesi Su Hasadı Sistemlerinin Kurulduğu Alanlar.



Fotoğraf 3.11 Yalnız Mahallesi'nden Tocak Dağı Antiklinalinin Görüldüğü Fotoğraf.



Fotoğraf 3.12 Yalnız Mahallesi Su Hasadı Potansiyel Alanlarının Seralarla Kaplandığı Görüntü.

Yeşilköy, Yazır ve Çamlıbel Mahalleleri

Yeşilköy, Yazır ve Çamlıbel Mahallelerinin sınıflandırılmış sıcaklık dağılışı haritasına göre ortalama sıcaklıklar 16°C ve üzerinde seyretmektedir. Bununla birlikte yağışlar da Yeşilköy ve Yazır Mahallelerinde 1000-1250 mm civarında görülürken Çamlıbel Mahallesi 1250-1500 mm civarlarında görülmektedir. Çamlıbel engebenin az olduğu; tam düzlük ve dalgalı düzlüklerden oluşan bir alandır. Yeşilköy ve Yazır Mahallelerinde biraz daha çeşitli eğim dereceleri söz konusu olsa da yoğun olarak tam düzlük, dalgalı düzlük, az eğimli yamaçlar yoğunlukta bulunmaktadır. Tam düzlük alandan, çok dik yamaçlı alanlara kadar topografyada çeşitli derecede eğim durumlarından söz edilebilir. Jeolojik ve litolojik olarak değerlendirilecek olursa, sahada Yeşilköy antiklinali bulunmaktadır. Yeşilköy ve Yazır Mahalleleri Miyosen yaşlı konglomera, kum ve kireçtaşlarından oluşmaktadır, yerleşmelerin kuzeyinde ise Mesozoik yaşlı kireçtaşları bulunmaktadır. Çamlıbel Mahallesi ise Trias yaşlı kilitaşlarından oluşmakta ve aynı litoloji yer yer Yazır Mahallesi de görülmektedir. Yeşilköy, Yazır ve Çamlıbel Mahalleleri tarımsal faaliyetin yoğun olduğu yerleşmelerdir. Ormanlık alan ve meralık alanlar da bulunmaktadır. Sözü edilen mahallelerde su hasadı potansiyel alan analizi sonuçlarına göre iki seviyede uygunluk tespit edilmiştir. Bunlar: Kuvvetli derecede su hasadı yapılabilir alan ve orta derecede su hasadı yapılabilir alanlardır. Akarsu vadisinin bulunduğu bölge ve çevresi yani eğimin az olduğu alanlar kuvvetli derecede su hasadı yapılabilir alan olarak değerlendirilirken, yamaç kısımlar ise orta derecede su hasadı yapılabilir alan olarak tespit edilmiştir. Arazi çalışmaları ve incelenen Google earth görüntülerinde de özellikle Yazır ve Yeşilköy Mahallelerinde su havuzlarının çok yaygın olduğu görülmektedir (Şekil 3.14) (Şekil 3.15) (Şekil 3.16) (Fotoğraf 3.13) (Fotoğraf 3.14) (Fotoğraf 3.15).



Fotoğraf 3.13 Yazır Köyü Su Hasat Edilebilir Alanlar.



Fotoğraf 3.14 Yeşilköy, Kuvvetli Derecede Su Hasat Edilebilir Alanlardan Bir Görüntü.



Fotoğraf 3.15 Yazır Köyü Su Hasat Edilebilir Alanlar ve Yeşilköy Antiklinali.



Şekil 3.14 Yeşilköy Mahallesi Su Tutma Havuzları.



Şekil 3.15 Yeşilköy Mahallesi Su Hasadı.



Şekil 3.16 Yazır Mahallesi Su Tutma Sistemleri.

Arif ve Başgöz Mahalleleri

Arif Mahallesi sınıflandırılmış sıcaklık haritasına göre 16 °C ve üzeri sıcaklık ortalamaları arasında değişen değerlere sahiptir, bununla birlikte 1000-1250 mm civarlarında yağış almaktadır. Başgöz Mahallesi ise 14-16 °C veya üzeri değişen ortalama sıcaklık değerlerine sahiptir, bunun yanı sıra 1250-1500 mm civarlarında yağışlar görülmektedir. Yerleşmeler jeolojik ve litolojik olarak değerlendirildiğinde, yerleşmelerin doğusunda düşey atımlı fay olduğu görülmektedir. İki mahallede de Mesozoik yaşlı kireçtaşı, Miyosen yaşlı konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ve Kuvaterner yaşlı taluslar bulunmaktadır. Talusların olduğu bölgelerde kuvvetli derecede su hasadı yapılabilir alanlar daralmaktadır. Eğim de bu alanda son derece fazladır. Örneğin Başgöz Mahallesinde tam düzlük alanlar görülmesine rağmen yapılan analiz sonucunda bu bölge orta derecede potansiyel alan olarak tespit edilmiştir. Her iki mahallede de tarım faaliyetleri ve bağcılık faaliyetleri yapılmaktadır. Yer yer de çayırılık ve ormanlık alanlar mevcuttur. Arif Mahallesi ise su hasadı potansiyel alanlar sınıflandırmasında, kuvvetli derecede uygun alan olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Arif Mahallesi (Kocadağlı, 2012: 157).

SONUÇ

“Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Finike/ Antalya) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanlarının Belirlenmesi” adlı yüksek lisans çalışmasında çeşitli yöntem ve teknikler kullanılmıştır. Kuraklık özelliği için standartlaştırılmış yağış indisi (SYİ) kullanılmış olup, havzanın yıllık ortalama, yıllık ortalama yaz mevsimi ve yıllık ortalama kış mevsimi kuraklık analizi yapılmıştır. Su hasadı yapılabilecek potansiyel alanların belirlenmesi için ise, uygunluk analiz yöntemlerinden faydalanılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) analiz metodu çalışmanın amacının ortaya konulması noktasında önemli bir yere sahiptir. Bu yöntem ile kriterler ve ağırlıklar belirlenmiş, ayrıca öncelikler matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen ağırlık değerleri ile coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanarak kriterlerin sınıflandırılmış haritaları yapılmış olup, ağırlıklı çakıştırma yöntemiyle uygun alanların belirlendiği haritaya ulaşılmıştır.

Finike Meteoroloji İstasyonu verilerine göre 1973-2021 yılları arası standartlaştırılmış yağış indisinin yıllık ortalama kuraklık, kış mevsimi ortalama kuraklık ve yaz mevsimi ortalama kuraklık analizi yapılmıştır. Yıllık ortalama kuraklık analiz sonuçlarına göre; 1973-1974 yılları şiddetli oranda kurak dönem olarak tespit edilmiş ve 1991 yılına kadar kuraklığın zaman zaman orta nemli-kurak ve normal civarı nemli-kurak dönemlerin seyrettiği tespit edilmiştir. 1991-1992-1993 yıllarında çok yine şiddetli ve olağanüstü kurak dönemler yaşanmıştır. 1994 yılından itibaren 2004 yılına kadar normal civarı nemli-kurak dönemler, hafif kurak ve orta nemli-kurak dönemler yaşanmıştır. 1987-1997 yılları arasında 10 yıl süren kurak dönemler yaşanmıştır. Bu 10 yıllık kurak dönem içerisinde en şiddetli kurak yıl 1992 ve 1993 yıllarıdır. 1998-2001 yılları arasında yine normal civarı nemlilik görülmüş olup, 2002- 2016 yıllarına kadar kurak dönem görülmemiştir. Bu süre zarfı içerisinde nemliliğin en fazla olduğu tespit edilen yıl ise 2004-2005 ve 2006 yıllarıdır. 2017 ve 2021 yılları arasında ise tekrar kurak dönemler belirmiştir. Analiz sonuçlarına göre inceleme alanının yıllık ortalama kuraklığı, son 3 yılın (2019-2020-2021) kuraklık oranlarının, önceki yılların kurak dönem oranlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi prosesi yöntemleri kullanılarak inceleme alanının su hasadı yapılabilecek potansiyel alanları haritası oluşturulmuştur. Başlangıçta kriterler belirlenmiş ve uzman görüşünden faydalanılmıştır. Sonrasında kriter ağırlıkları belirlenerek, sınıflandırma işleminin yapılması ve daha sonra ağırlıklı çakıştırma analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda Akçay havzasında su hasadı yapılabilecek; kuvvetli derecede

uygun alanların, orta derecede uygun alanların, düşük derecede uygun alanların ve uygun olmayan alanlarının mevcut olduğu anlaşılmıştır.

Sahilkent, Saklısu, Yuvalılar, Turunçova, Yeşilyurt, Kum Mahalleleri, Finike merkez, Boldağ, Orta, Asarönü, Gökçeyaka, Gökbük, Boğaz, Yalnız, Yeşilköy, Yazır, Arif, Başgöz, Göltaşı, Günçalı ve Alacadağ Mahalleleri su hasadı yapmak için kuvvetli derecede uygun potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir. Yer yer de orta derecede su hasadı yapılabilir potansiyel alanlar bulunmaktadır. Kayalık alanlar ve dik yamaçlar ise su hasadı yapılmasının mümkün olmadığı alanlar olarak belirlenmiştir.

Yüksek lisans tez çalışmasının amaç, hedef ve araştırma sorularına uygun olarak aşağıdaki önlemler ve öneriler sunulmuştur. Bunlar;

- Yapılan çalışma da su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanması amaçlanmıştır.
- Doğal çevreye daha fazla önem verilmeli, yeşil alanlar korunmalı ve hatta desteklenerek oranı artırılmalıdır.
- Uygunluk analizinde yerleşim alanlarının ve çevrelerinin yüksek derecede potansiyel su tutma alanları olması sonucunda evsel kullanımda yararlanılabilir.
- Hasat edilen su halkın geçimini sağladığı bahçe ve bağ sulama için kullanılabilir. Arazi çalışması sırasında yerel halkın bu yöntemi yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür.
- Evsel kullanımda, tarımsal kullanımda ve sanayi kullanımlarında su tasarrufuna gidilerek minimum düzeyde şebeke suyu harcama sistemleri kullanılmalı ve insanlar buna teşvik edilmelidir. Su hasat sistemlerinden elde edilen sular arıtılarak günlük hayattaki ihtiyaçlarda kullanılmalıdır.
- Hasat edilen su, küresel ısınma sonucunda veya farklı nedenler ile oluşabilecek herhangi bir yangın felaketini söndürme amaçlı kullanılabilir.
- Topluma kuraklık risklerinden bahseden ve su tasarrufunun faydalarını açıklayan eğitimler düzenlenerek farkındalık yaratılmalıdır.
- Hükümetler su tasarrufu üzerine daha fazla düşmeli ve gerekirse kurallara uymayanlar için yaptırımlar uygulamalıdır.
- Hükümetler su hasadı sistemlerinin kurulmasına destek vererek daha fazla yaygınlaştırmalıdır.

Bu çözüm önerileri dikkate alındığı takdirde yaşanacak olan kurak dönemin yıkıcı etkisi hafifletilmiş olur. Kaynak sürdürülebilirliğinin avantajlarından faydalanılır. İklim değişimine uyum sağlanır, afeti geciktirir ve belki de uzunca yıllar uygulanan sistem olduğu düşünülürse afetin yaşanmasını bile önlenabilir.

KAYNAKÇA

- Abu Hammad A., B. T. (2006). "Effect Of Rain Characteristics And Terracing On Runoff And Erosion Under The Mediterranean." *Soil Tillage Research*, 87, s. 39-47.
- Acar, E. (2018). *Küreselleşme Neoliberalizm ve Su Yönetimi*. Ekin Basım Yayın: Bursa.
- Adel, U. S. (2008). "Development paths of drylands: Thresholds and sustainability." *Sustainability Science* 3, 117-123.
- Ahmet Sel, Z. G. (2020). 11. "Kalkınma Planı Çerçevesinde Sektörel CO2 Salımı Değerleri Projeksiyonu." *Akdeniz İİBF Dergisi*, s. 158-168.
- Akay, A. (2019). İklim Değişikliğinin Neden Olduğu Afetlerin Etkileri. İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 15: Ankara.
- Akbaş, A. (2014). "Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar." *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 101-118.
- Akın, G. (2006). "Küresel Isınma Nedenleri ve Sonuçları." *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, s. 29-43.
- Akkuzu, G. P. (2008). "Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri." *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 75-85.
- Aksu, S. U. (2002). "Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler." *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 133-136.
- Alaa M. Al-Abadi, S. S. (2017). "A GIS-Based Integrated Fuzzy Logic and Analytic Hierarchy Process Model for Assessing Water-Harvesting Zones in Northeastern Maysan Governorate, Iraq." *Arabian Journal for Science and Engineering* volume 42, s. 2487–2499 .
- Alkay, E. (2014). *Şehir Planlamada Analiz ve Değerlendirme Teknikleri*. Literatür Yayıncılık: İstanbul.
- Al-shabeeb, A. R. (2016). "Department of Geographic Information System and Remote Sensing." *Journal of Geographic Information System* Vol.8 No.1, s. 73-88.
- Altunay, K. (2018). "Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Proje Seçimi: Kobi Projelerinin Ön Değerlendirmesine Yönelik Uygulama." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: Ankara.
- Ammar Adham, M. R. (2016: 108-120). "Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review." *International Soil and Water Conservation Research*.

- Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı. (2020). *Antalya Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı Nazım Plan Şube Müdürlüğü*. Antalya: İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı.
- Aslıhan Korkmaz, B. E. (2018). İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü. 1. *Uluslararası İçmesuyu Ve Atıksu Sempozyumu*, (s. 49-60). Afyonkarahisar.
- Atalay, İ. (2006). *Toprak Oluşumu, Sınıflandırması ve Coğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık: İstanbul.
- Avcı, İ. (2021). "Dünya'da ve Türkiye'de Su Politikaları ve Su Yönetimi." *İstanbul Bülteni*, 168.
- Avşar, E. A. (2020). "Türkiye'de Mayıs 2020 Tarihinde Gözlenen Sıcak Hava Dalgasının Klimatolojik ve Sinoptik Değerlendirmesi." *Ege Coğrafya Dergisi* 29, 2, 201-215.
- Awar, W. J. (2005). "Gis & Analytic Hierarchy Process For Water Harvesting Reservoirs." *Journal of Environment and Engineering* 122(6).
- Basar, H. B. (2011). "Enerji Santrallerinin Çok Kriterli Değerlendirilmesi." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: Ankara.
- Batan, M. (2021). "Çeşitli Kuraklık İndisleri ile Batman İlinin Kuraklık Analizi ve Kontur Haritalarının Çıkarılması." *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 252-265.
- Bayar, B. Ö. (2021). "CBS Teknolojileri ve AHP ile Bağ Alanları için Uygun Yer Seçimi: Denizli İli Örneği." *Ege Coğrafya Dergisi* 30/1, s. 125-141.
- Belgin Çakmak, Z. G. (2013). "Kuraklık ve Tarımsal Su Yönetimi." *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 4, s. 1-11.
- Bölük, E. (2016). *De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi*. T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü: Ankara.
- Burak Gürkan, B. Ö. (2021). "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Ortamında Analitik Hiyerarşi Prosesiyle (AHP) Organik Gübre Üretim Tesisi Uygunluk Analizi: Tekirdağ İli Örneği." *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 18/4, s. 718-729.
- Cemal Seçkin Aksay, O. K. (2005). "Küresel Isınma ve İklim Değişikliği." *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Dergisi*/25, 29-41.
- Centre for Development and Environment, CDE. (2013). *Water Harvesting Guidelines to Good Practice*. Centre for Development and Environment (CDE) and Institute of Geography, University of Bern; Rainwater Harvesting Implementation Network (RAIN), Amsterdam; MetaMeta, Wageningen; The International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome.

- Colin, H. J. (1984 101/101). "Fethiye- Antalya- Kaş- Finike (Güneybatı Anadolu) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdler." *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, s. 20-58.
- Çağrı B. Muluk, B. K. (2014). *Türkiye'de Suyun Durumu ve Su Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar: Çevresel Perspektif*. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği-Türkiye, Birleşmiş Milletler, Gıda ve Tarım Örgütü, Doğa Koruma Merkezi, Yaşama Dair Vakıf.
- Çay, E. E. (2020). "Havaalanı Yer Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı." *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi* 8/2, s. 200-210.
- Daşçioğlu, B.Z. (2021). "IPCC'nin Altıncı Değerlendirme Raporu Ne Anlama Geliyor?" *Seta Perspektif Raporu/ 316*. s.1-4.
- Davraz, E. Ş. (2021). "Yağış Tabanlı Farklı İndisler Kullanılarak Meteorolojik Kuraklık Analizi: Isparta Örneği." *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12, s. 404-418.
- Delegasyonu, A. B. (2016). *Geleceğe Dair: Paris İklim Anlaşması*. Ankara.
- Desalegn Chemed, Edossa, M. S. (2010). "Drought Analysis in the Awash River Basin, Ethiopia." *Water Resources Management* , 1441-1460.
- Durmuş, Ö. (2013). *Su Verimliliği*. T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Verimlilik Genel Müdürlüğü Yayın No: 720, Ankara.
- Ekinci, B. (2015). Su Kaynaklarının Verimli Kullanılmasına Yönelik Örnek Ülke Uygulamaları ve Ülkemizde Bu Çalışmaların Uygulanabilirliği. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı: Ankara.
- Erinç, S. (1965). *Yağış müessiriyeti üzerine bir deneme ve yeni bir indis*. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No:41. İstanbul.
- Erlat, E. (2014). *Dünya İklimleri*. Ege Üniversitesi Yayınları: İzmir.
- Erlat, E. (2016). *İklim Sistemi ve İklim Değişmeleri*. Ege Üniversitesi Yayınları: İzmir.
- Erlat, M. T. (2005). Climatological responses of winter precipitation in Turkey to variability of the North Atlantic Oscillation during the period 1930–2001. *Teorik ve Uygulamalı Klimatoloji Dergisi*, s. 45-69.
- Erol Turan, E. B. (2020). "Türkiye'nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme." *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 1-19.
- Erol, O. (2014). *Genel Klimatoloji*. Çantay Yayınları: Ankara.
- Esen, H. Ö. (2008). *Uygulamalı Yöneyim Araştırması, Yöneticiler için Bilgisayar Destekli Karar Modelleri*. Çağlayan Kitabevi: İstanbul.

- Fatih Işık, M. B. (2018). "Artvin İlinde Yağışın Mekânsal Dağılışı Üzerine Bir Deneme, Schreiber Formülü." *Uluslararası Artvin Sempozyumu*, s. 391-403.
- Francisco Nunes Correia, M. A. (2012). "Reliability in Regional Drought Studies." *Su Kaynakları Mühendisliği Risk Değerlendirmesi*, s. 43-62.
- Glantz, D. A. (1985). "Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions." *Water International*, 10, s. 111-120.
- Gökkür, S. (2016). "Yeraltı Su Kaynaklarımızın Önemi." *Apelasyon Dergisi*/29.
- Gönençgil, B. (2018). *Genel Fiziki Coğrafya*. Nobel Yayıncılık: Ankara.
- Gülay Pamuk Mengü, S. A. (2011). "Kuraklık Yönetim Stratejileri." *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 175-181.
- Gülnaziye Özgün, B. V. (2020). "Standart Yağış İndeksi(SPI) Metodu Kullanılarak Kuraklık Analizi ve Bursa Doğancı Barajı ile İlişkilendirilmesi." *Academic Platform*, 879.
- Halil Akıncı, A. Y. (2012, Ekim 16-19). "AHP Yöntemi ile Tarıma Uygun Alanların Belirlenmesi." *IV. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Zonguldak.
- Halil Akıncı, A. Y. (2015). *Büyük Barajların Tarım Arazileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi ve Artvin'de CBS ve AHP Yöntemi Kullanılarak Alternatif Tarım Arazilerinin Belirlenmesi*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı: Ankara.
- Hamidi, N. (2018). "Temperature-Rainfall and Drought Analysis for Diyarbakir City, Turkey." *International Journal of Scientific and Technological Research*, 572-582.
- Hayward, A. B. (1982). "Türkiye'nin Güneybatısındaki Bey Dağları ve Susuz Dağ Masiflerinde Miyosen Yaşlı Kırıntılı Tortulların Stratigrafisi." *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 25, s. 81-89.
- Hezarani, A. B. (2018). "Farklı Kuraklık Analiz Yöntemlerinin Yeşilirmak Havzasında İrdelenmesi". *Doktora Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: Samsun.
- Hoşgören, M. Y. (2014). *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*. Çantay Kitabevi: İstanbul.
- Hoşgören, M. Y. (2018). *Hidroğrafyanın Ana Çizgileri 1*. Çantay Kitabevi: İstanbul.
- İbrahim Atalay, K. M. (1997). *Türkiye Bölgesel Coğrafyası*. İnkılap Kitabevi: İstanbul.
- Imzahim A. Alwan, N. A. (2020). "Potential Water Harvesting Sites Identification Using Spatial Multi-Criteria Evaluation in Maysan Province, Iraq." *International Journal of Geo-Information*.
- İnci Örs, S. S. (2011). "Su Hasadı Teknikleri, Yapıları ve Etkileri." *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 65-71.

- İzıdırak, R. (1992). *Coğrafya Terimleri Sözlüğü*. Milli Eğitim Basımevi: İstanbul.
- Janette Worm, T. v. (2006). "Rainwater harvesting for domestic use." *Agromisa Foundation and CTA*, 1-85.
- Jemma Gornal, R. B. (2010). "Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century." *The Royal Society*.
- Kadioğlu, M. (2008a). "Günümüzden 2100 Yılına İklim Değişimi." *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu*. İstanbul.
- Kadioğlu, M. (2008b). "Kuraklıkta kiriz yönetiminin risk yönetimine geçmeliyiz." E. Ö. Mikdat Kadioğlu, *Afet Zararlarını Azaltmanın İlkeleri* (s. 277-300). JICA Türkiye Ofisi Yayınları: Ankara.
- Kadioğlu, M. (2008c). "Küresel İklim Değişimi ve Etik." *TMMOB İklim Değişimi Sempozyumu*, (s. 393-424). Ankara.
- Karaer, E. K. (2018). "Su Yönetimi ve Suyun Sürdürülebilirliği." *Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları ve Teknolojik Gelişmeler Dergisi*, 1/2, s. 151-159.
- Karakuş, A. (2014). "Finike İlçesinin Coğrafi Etüdü." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: Isparta.
- Kocadağlı, A. Y. (2012). "Kalkan-Kumluca Arasında Kıyı Alanları Kullanımı ve Sorunları." *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü: İstanbul.
- Köksal, H. (2000). "Yüzey Akış Suyu Kazanım Teknikleri." *33 Teknik Bülten*.
- Kurnaz, Ü. Ş. (2014). "*İklim Değişikliği ve Kuraklık*". İstanbul: İstanbul Politikalar Merkezi.
- Kuzucu, M. (2013). "Yarı Kurak Alanlarda Mikro Havza Su Hasadı Tekniğinin Genç Antep Fıstığı Ağaçlarının Gelişimi, Toprak ve Su Korunumuna Etkileri." *Doktora Tezi*. Adana.
- Kuzucu, M. (2019). "Investigation of Soil and Water Conservation by Rainwater Harvesting Mulching in Dry Olive Orchards." *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 576-582.
- Liniger, R. M. (2013). *Water Harvesting Guidelines to Good Practice*. Universitat Bern, Wocat, Meta, Rainwater Harvesting Implementation Network, Funded by, Swiss Agency for Development and Cooperation SDC.
- M. Ayhan Erkan, Y. G. (2021). "2020 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi." Araştırma Dairesi Başkanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü: Ankara.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (2010). "*1:100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Antalya P24-P25 Paftaları*." Jeoloji Etütleri Dairesi: Ankara.

- Masson-Delmotte, V. P. (2021). "IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*." Cambridge University Press: Cambridge, Birleşik Krallık.
- Mater, B. (1998). *Toprak Coğrafyası*. Çantay Kitabevi: İstanbul.
- McKee, T. D. (1993). "The Relation of Drought Frequency and Duration to Time Scales." *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, s. 179-184.
- Mehmet Çelik, İ. K. (2018). "Doğu Anadolu Bölgesi'nin Mevsimlik Kuraklık Analizi." *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22/3, s. 1741-1761.
- Mesut Demircan, N. T. (2014). "Mevsimlik Sıcaklık Normallerinin (1971-2000) Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Yüksek Çözünürlüklü Veri Setinin Üretilmesi." *TÜCAUM 8. Coğrafya Sempozyumu*.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2016: 13). *Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü: Ankara.
- Michael Ward, C. P. (2021). "Using AHP and Spatial Analysis to Determine Water Surface." *Journal of water*, 13/367, s. 1-18.
- Mohammad, S. H.-S. (2009). "The Effect of Water Harvesting Techniques on Runoff, Sedimentation, and Soil Properties." *Environmental Management*, 37-45.
- Muhammed Zeynel Öztürk, G. Ç. (2017). "Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri." *Coğrafya Dergisi*, 35, s. 17-27.
- Murat Türkeş, A. S. (2009). "Palmer Kuraklık İndisi'ne göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki kurak dönemler ve kuraklık şiddeti." *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 129-144.
- Murat Türkeş, T. K. (2007). "Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi." *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 57-73.
- Mustafa Recep İrcan, N. D. (2021). "Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) Yöntemi ile Şanlıurfa İli Kuraklık Analizi." *Coğrafya Dergisi*, s. 7.
- NOORI, S. K. (2021). "Site Suitability in Water Harvesting Management Using Remote Sensing Data and GIs Techniques: A Case Study of Sulaimaniyah Province, Iraq." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: İstanbul.
- Onur Arslan, A. B. (2016). "Standartlaştırılmış Yağış İndisi Yöntemiyle Kızılırmak Havzasının Meteorolojik Kuraklık Analizi." *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt:5/Sayı:2*, s. 188-194.

- Onur Arslan, H. H. (2014). "Aydeniz Yöntemi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Antalya'daki Aksu Sulama Alanı için Kuraklık Analizi." *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (2), s. 109-115.
- ORSAM (Ortadoğu Stratejik Araştırmalar Merkezi). (2011). Görünmez Stratejik Kaynak; Sınırşan Yeraltı Suları. *Orsam Su Araştırma Programları*.
- Öner, E. (1996). "Finike Ovasının Alüvyal Jeomorfolojisi ve Antik Limyra Kenti." *Ege Coğrafya Dergisi*/9, 131-158.
- Öz, A. (2020). "Farklı Kuraklık İndisleri Kullanılarak Van Gölü Havzası Kuraklık Analizleri." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: Van.
- Özdemir, O. (2015). *Dünyada Sınırşan Su Politikaları: Meriç Havzası Değerlendirmesi*. T.C Orman ve Su İşleri Bakanlığı: Ankara.
- Özlem Akar, İ. O. (2015). "İkikara Havzasının Kurak ve Islak Dönemlerinin Bazı Kuraklık İndisleri Yardımıyla Karşılaştırılması." *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 32 - Sayı: 2*, 7-13.
- Özmen, M. (2009). "Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü." *Türk Mühendislik Haberi Dergisi*/1, s. 42-46.
- Öztürk, K. (2002). "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri." *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1*, 47-65.
- Özüpekçe, S. (2020). "Türkiye'de Artan Kuraklık ve Olası Sonuçları: Susuzluk, Kıtılık ve Ekonomik Problemler." *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 278-285.
- P.Singh, A. K. (2010). "A review of drought concepts." *Journal of Hydrology*, 391/2, s. 202-216.
- Palmer, W. C. (1965). "Meteorological Drought." *Office of Climatology Research Paper No. 45*.
- Peel, M. C. (2007). "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification." *Hydrology And Earth System Sciences Discussions*, 4/2, s. 439-447.
- Rahmi Aksoy, S. A. (2008). "Elmalı (Antalya, Batı Toroslar) Kuzeyinde Likya Naplarının Jeolojisi." *Selçuk Ü. Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü*, s. 46-59. Konya.
- Reij C., M. P. (1988). "Water." World Bank Technical Paper: Washington.
- R. Ilgar (2017). *Genel Fiziki Coğrafya Toprak Coğrafyası*. (s. 107). Nobel Yayınları: Ankara.
- Saaty, T.L. (1990a). "How to Make a Decision: the Analytic Hierarchy Process." *European Journal of Operation Research*, s. 9-26.

- Saaty, T. L. (1990b). "Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority, Setting, Resource Allocation." Pittsburgh: : RWS Publications.
- Saaty, T. L. (1977). "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures." *Journal of Mathematical Psychology*, 15, s. 234-281.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill International Book Company: California.
- Saaty, T. L. (1994: 1-450). *Fundamentals of Decision Making and Priority heory with AnalyticH ierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Samuel Tetteh Partey, R. Z. (2018). "Developing climate-smart agriculture to face climate variability in West Africa: Challenges and lessons learnt." *Journal of Cleaner Production*, s. 285-295.
- Sheffield, A. B. (2018). "Climate Change and Drought: the Soil Moisture Perspective." *Current Climate Change Reports* 4(13), s. 180-191.
- Soğancı, N. S. (2019). "Küresel İklim Değişikliğinin Kaçınılmaz Sonucu: Kuraklık." *Dirençlilik Dergisi, Cilt:3, Sayı:2*, 287-299.
- Suresh, R. (2002). *Soil and water conservation engineering*. Standard Publishers Distributors: New Delhi, India.
- Şanlısoy, A. (2002). "İstanbul'daki Su Toplama Havzalarında Yaşanan Sorunlar, Nedenleri ve Çözüm Önerileri." *Yüksek Lisans Tezi*. Yüksek Öğretim Kurumu: İstanbul.
- Şen, A. K. (2020). "Su Hasadı Sistemlerinin Önemi ve Teknikleri." *Türk Tarım Dergisi*, 46-53.
- Şimşek, N. Ö. (2014: 308). "Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi." *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi/22* .
- Taş, İ. (2017, Temmuz). "CBS Tabanlı Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Fırtına Zararı Risk Haritasının Geliştirilmesi." *Yüksek Lisans Tezi* . Bursa.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2019). *Batı Akdeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı*. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü: Ankara.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2013). *Batı Akdeniz Nehir Havzası Yönetim Planı*. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2017-2023). *Ulusal Kuraklık Yönetimi Strateji Belgesi ve Eylem Planı*.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2016:16). *Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi*. Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü: Ankara.

- T.C. Kalkınma Bakanlığı. (2018). *Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği*. Özel İhtisas Komisyonu Raporu: Ankara.
- Tekeli, Y. İ. (2009, Kasım). "Su toplama Havzalarının Yağış- Akım İlişkilerinde, Yüzey Akışa Etki Eden Parametrelerin Belirlenmesi ve Farklı Yöntemlerin Örnek Havzalarda Uygulanması." *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Theib Oweis, A. H. (1999). "Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Use Efficiency in Dry Areas." Kolombo, Sri Lanka: International Water Management Institute P.Ö. 2075.
- Theib Oweis, D. P. (2001). "Water harvesting: indigenous knowledge for the future of the drier environments." *ICARDA, Aleppo, Syria, 40 pp.* Aleppo, Syria: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
- Tırpancı, G. E. (2015). "Gri Suyun Arıtımı ve Yeniden Kullanımı." *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Cilt:20, Sayı:2*, s. 119-197.
- Turan, E. S. (2018). "Türkiye'nin İklim Değişikliğine Bağlı Kuraklık Durumu." *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 63-69.
- Türkeş, M. (2003). Mediterranean Climate Variability and Trends. H.-J. Bolle, *Mediterranean Climate* (s. 181-213). Springer Berlin, Heidelberg: Münih, Almanya.
- Türkeş, M. (2008). "Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar." *İklim Değişikliği ve Çevre*, 26-37.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Kriter Yayıncılık: İstanbul.
- Türkeş, M. (2012a). "Kuraklık, Çölleşme ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesinin Ayrıntılı Bir Çözümlemesi." *Marmara Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 7-55.
- Türkeş, M. (2012b). "Küresel İklim Değişikliği ve Çölleşme. İçinde: *Günümüz Dünya Sorunları – Disiplinlerarası Bir Yaklaşım*" (ed. N. Özgen). 1-42. Ankara.
- Türkeş, M. (2012c). "Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme." *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1-32.
- Tüzer, S. D. (2011). "Küresel İklim Değişikliği ve Potansiyel Etkileri." *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, s. 21-34.
- Umut Pekin Timur, S. E. (2012). "Kentsel Alanlar ve Yerleşkelerde Su Hasadı Teknikleri; Planlama ve Tasarım." *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* , 170-174.
- Uyan, M. (2017)." Güneş enerjisi santrali kurulabilecek alanların AHP yöntemi kullanılarak CBS destekli haritalanması." *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi /23 (4)*, s. 343-351.

- Vardar, E. Ö. (2018, 5/5). "Finike Ovasının Holosen Jeomorfolojisi ve Limyra'nın Jeoarkeolojisi." *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, s. 1-23.
- Veeris Ammarapala, T. C. (2018). "Cross-border shipment route selection utilizing analytic hierarchy process (AHP) method." *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 40/1, s. 31-37.
- Will Critchley, K. S. (1991). *Water Harvesting: A Manual for the Design and Construction of Water*. Scientific Publishers: Rome.
- WMO. (1975). *Drought and agriculture*. Geneva, Switzerland: WMO (World Meteorological Organization).
- Yadvinder Malhi, J. F. (2020). *Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions*. The Royal Society Publishing.
- Yarenoğlu, T. (2017, Şubat). "İklim Değişimlerinin İzmir Su Kaynaklarına Etkisi." *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*. İzmir.
- Yeniçeri, M. (2018). "Yağmur Sularının Hasadı ve Aktif Olarak Tarımsal Sulamada Kullanılması." *Afet ve Risk Dergisi*, 126-136.
- Yetiş, A. D. (2013). "Ceylanpınar Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi." *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yükseköğretim Kurumu: Adana.
- Yetmen, H. (2013). "Van Gölü Havzasının Kuraklık Analizi." *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Dergisi Cilt: 3, Sayı:5*, 184-198.
- Yiğitbaşıoğlu, H. (2000). "Finike ve Yakın Çevresinin İklim Özellikleri." *Ankara Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi Cilt:40/ Sayı:1-2*, 107-135.
- Yiğitbaşıoğlu, M. K. (2013). "Küresel İklim Değişikliğinin Ankara İli Ana Su Kaynaklarına Olası Etkisi." *Coğrafya Dergisi, Sayı 27*, 67 - 77.
- Yıldız, D. (2017). "Kuzey Irak'tan Kıbrıs'a Ateş ve Su: Yeni Ortadoğu Akdeniz." *Bizim Kitaplar*: İstanbul.
- Yılmaz, M. (2010). "Analitik Hiyerarşi Süreci AHS ve Bir Uygulama: Lider bir Kütüphane Müdürü Seçimi." *Türk Kütüphaneciliği*, 24/2, s. 206-234.
- Yomralıoğlu, D. G. (2017). "Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Düzenli Deponi Yer Seçimi: İstanbul İli Örneği." *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 262-269.
- Yüce, C. Y. (2018). "Burdur İlindeki Mevcut Güneş Enerjisi Santrallerinin (GES) Mekansal Uygunluğunun Değerlendirilmesi." *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 10(2)*, s. 132-140.

Zile, M. (2018). "Orman Yangınlarının Olay Yerinde Analizi, Kusurluların ile Kusur Oranlarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler." *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 1-61.

İnternet Kaynakları

<http://www.karadenizbayrak.com/haber/12978/dolu-buyuk-zarar-verdi.html>

(Erişim Tarihi: 05.01.2021).

<http://www.turktarim.gov.tr/Haber/445/orman-yanginlarinda-ihalar-kullanilacak>

(Erişim Tarihi: 05.09.2022).

<https://bianet.org/bianet/print/254431-dogu-afrika-da-kuraklik-toplu-hayvan-olumleri-yasaniyor> (Erişim Tarihi: 14.12.2021).

<https://bolge13.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/1154> (Erişim Tarihi: 11.03.2022).

<https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587> (Erişim Tarihi: 04.01.2022).

<https://mgm.gov.tr/genel/hidrometeoroloji.aspx?s=3> (Erişim Tarihi: 12.12.2021).

https://stringfixer.com/tr/Rainwater_harvesting#wiki-2(Erişim Tarihi: 16.08.2022).

<https://sutema.org/tarimsal-su-hasadi>(Erişim Tarihi: 16.08.2022).

<https://www.aa.com.tr/tr/cevre/tuz-golu-kuraklik-nedeniyle-kuculuyor/2442995>

(Erişim Tarihi: 04.11.2022).

<https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimleri-sozlugu>

(Erişim Tarihi: 05.11.2021).

<https://www.afad.gov.tr/afet-turleri> (Erişim Tarihi: 04.11.2022).

<https://www.dw.com/tr/manavgatta-60-bin-hektar-orman%C4%B1k-alan-k%C3%BCI-oldu/a-58796833> (Erişim Tarihi: 05.01.2021).

<https://www.haberturk.com/son-dakika-kastamonu-da-sel-felaketi-kastamonu-abana-ve-bozkurt-sele-teslim-3159712> (Erişim Tarihi: 18.11.2021).

<https://www.iddef.org/yagmur-hasadi> (Erişim Tarihi: 10.09.2021).

https://www.itohaber.com/haber/guncel/214569/yagmur_suyunda_hasat_zamani.html

(Erişim Tarihi: 16.08.2022).

<https://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-collesme-ile-mucadele-sozlesmesi-ve-turkiye-de-ornek-uygulama-konya-karapinar.tr.mfa> (Erişim Tarihi: 19.11.2021).

<https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=FINIKE>

(Erişim Tarihi: 16.08.2022).

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ANTALYA>

(Erişim Tarihi: 24.02.2022).

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yontemsinif>

(Erişim Tarihi: 12.12.2021).

https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/tuz-golunde-toplu-flamingo-olumleri-sorusturma-baslatildi,0_mv2ymTbkCqHG2aktixDQ (Erişim Tarihi: 28.10.2021).

<https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Duyuru/222/Icme-Suyu-Sistemlerinde-SuKayiplarinin-Azaltilmasina-Yonelik-Is-Termin-Plani-Genelgesi-Yururluge-Girmistir>

(Erişim Tarihi: 19.11.2021).

<https://www.yarininsuyu.com/su-akademisi> (Erişim Tarihi: 26.11.2021).



Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI	Neslihan AÇIKGÖZ
EĞİTİM DURUMU	
Lisans Diploması	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü
Tezli Yüksek Lisans Diploması	Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tez Konusu	Akçay Havzası Aşağı Çığırının (Antalya-Finike) Kuraklık Özelliği ve Su Hasadı Yapılabilecek Potansiyel Alanların Belirlenmesi
Yabancı Dil / Diller	İngilizce
İŞ DENEYİMİ	
Stajlar	Antalya Gazi Anadolu Lisesi
Çalıştığı Kurumlar	Antalya Gençlik ve Spor Bakanlığı/ Antalya Spor Salonu Amasya/Suluova Şehit Metehan Atmaca Anadolu Lisesi Amasya/Suluova Şehit Muharrem Saygun Anadolu Lisesi