

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

TUZ GÖLÜ HAVZASI'NIN KURAKLIK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu AKIN

Enstitü Anabilim Dalı : Coğrafya

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Beyza USTAOĞLU

MAYIS – 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

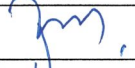
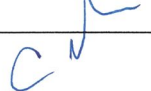
TUZ GÖLÜ HAVZASI'NIN KURAKLIK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu AKIN

Enstitü Anabilim Dalı : Coğrafya

“Bu tez 16.05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ	İMZA
Doç. Dr. Beyza USTAÖĞLU	Başarılı	
Doç. Dr. Cengiz İKTEL	Başarılı	
Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR	Başarılı	



T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ SAVUNULABİLİRLİK VE ORJİNALLİK BEYAN FORMU

Sayfa : 1/1

Öğrencinin

Adı Soyadı	:	Burcu Akın
Öğrenci Numarası	:	1560Y27009
Enstitü Anabilim Dalı	:	Coğrafya
Enstitü Bilim Dalı	:	Coğrafya
Programı	:	☒ YÜKSEK LİSANS ☐ DOKTORA
Tezin Başlığı	:	Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi
Benzerlik Oranı	:	%19

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

☒ Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

25/04/2019
Öğrenci İmza

Bshu.

☒ Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim. Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez çalışması ile ilgili gerekli düzenleme tarafımda yapılmış olup, yeniden değerlendirilmek üzere sbtezler@sakarya.edu.tr adresine yüklenmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

25/04/2019
Öğrenci İmza

Bshu.

Uygundur

Danışman
Unvanı / Adı - Soyadı: Doç. Dr. Beyza USTAOĞLU

Tarih: 25.04.2019

İmza:

Bshu.

☐ KABUL EDİLMİŞTİR

☐ REDDEDİLMİŞTİR

EYK Tarih ve No:

Enstitü Birim Sorumlusu Onayı

ÖNSÖZ

Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi adlı bu çalışmanın, iklim değişikliği sürecinde Tuz Gölü Havzası'nda meydana gelen kuraklık durumlarını tespit etmek ve ileriye dönük iklimsel değişiklikleri tahmin edebilmek açısından katkı sağlamasını dilerim.

Öncelikle, çalışmada bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, yardımlarını ve kıymetli bilgilerini benden esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Beyza USTAOĞLU'na, çok değerli katkılarda bulunan tez savunma jüri üyeleri Doç. Dr. Cercis İKİEL ve Doç. Dr. Cihan BAYRAKDAR'a, Sakarya Üniversitesi Coğrafya Bölümü'ndeki tüm hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Varlığından güç alığım babam Ferhat AKIN, annem Aynur AKIN ve kardeşlerime, hoşgörüsüyle yolumu aydınlatan ve dik durmamı sağlayan eşim Özgür ÖZGEN'e, tez sürecimde destek olan arkadaşım Tuğba YILMAZ'a ve çok kıymetli dostum Büşra METOĞLU'na minnettarım.

Burcu AKIN

16.05.2019

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iii
TABLO LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
HARİTA LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	1
BÖLÜM 1: KURAKLIK VE KURAKLIK ÇEŞİTLERİ	7
1.1. Kuraklık.....	7
1.1.1. Türkiye’de Kuraklık.....	9
1.1.2. Türkiye’de Yağış Yetersizliği: İç Anadolu’da Yağış Azlığı.....	15
1.2. Kuraklık Çeşitleri	17
1.2.1. Meteorolojik Kuraklık	18
1.2.2. Hidrolojik Kuraklık.....	19
1.2.3. Tarımsal Kuraklık	19
BÖLÜM 2: ÇALIŞMA ALANI.....	20
2.1. Havzanın Hidrolojik Yapısı	22
2.2. Jeolojik ve Jeomorfolojik Ana Hatları	24
2.3. Toprak Özellikleri, Bitki Örtüsü ve İklim Koşulları	27
BÖLÜM 3: VERİ	30
BÖLÜM 4: METOT	32
4.1. Kuraklık İndisleri ve İklim Tipinin Belirlenmesi.....	32
4.1.1. De Martonne Kuraklık İndisi	32
4.1.2. Erinç Yağış Etkinliği İndisi.....	34
4.1.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırması	35
4.1.4. Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması.....	35

BÖLÜM 5: BULGULAR.....	37
5.1. Sıcaklığın ve Yağışın Yıllara Göre Değişim ve Eğilimleri.....	37
5.2. Yıllık Ortalama Sıcaklık, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum ve Ekstrem Sıcaklıkların İncelenmesi	40
5.3. De Martonne Kuraklık İndisi	45
5.4. Erinç Yağış Etkinliği İndisi.....	47
5.5. Çalışma Alanında İklim Tipinin Belirlenmesi	48
5.5.1. Thornthwaite İklim Sınıflandırması.....	48
5.5.2. Köppen İklim Sınıflandırması	49
SONUÇ.....	50
KAYNAKÇA	53
ÖZGEÇMİŞ.....	57

KISALTMALAR

ÇEM	: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
LANDSAT	: Land Satellite
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NAO	: North Atlantic Oscillation
NDMC	: National Drought Mitigation Center
SPOT	: Systeme Probatoire de L'observation de la Terre
UNCCD	: United Nations Convention to Combat Desertification
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WMO	: World Meteorological Organization

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 : Araştırma Alanında Bulunan İstasyonlara Ait Bilgiler	30
Tablo 2 : Çalışmada Kullanılan Meteorolojik Veriler	31
Tablo 3 : De Martonne İndis Değerleri ve İklim Özelliği	33
Tablo 4 : Erinç Yağış Etkinlik İndisi ve İklim Özelliği	34
Tablo 5 : Kulu İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)	41
Tablo 6 : Aksaray İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)	42
Tablo 7 : Karapınar İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)	43
Tablo 8 : Çumra İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)	44
Tablo 9 : De Martonne Kuraklık İndisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra ve Karapınar İstasyonlarının İndisleri	46
Tablo 10 : Erinç Yağış Etkinliği İndisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra, Karapınar İstasyonlarının İndis Sonuçları	47
Tablo 11 : Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre Tuz Gölü Havzası'ndaki İstasyonların İklim Özellikleri	49
Tablo 12 : Köppen İklim Sınıflandırmasına göre Tuz Gölü Havzası İstasyonlarının İklim Tiplerinin Belirlenmesi	49

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik Kuraklıklar Arasındaki İlişkilerin Gösterilmesi ve Açıklanması.....	18
Şekil 2 : Çalışma Alanındaki İstasyonların Yıllık Ortalama Sıcaklık Eğrileri.....	38
Şekil 3 : Çalışma Alanındaki İstasyonların En Yüksek Maksimum Sıcaklık Eğrileri.....	38
Şekil 4 : Çalışma Alanındaki İstasyonların En Düşük Minimum Sıcaklık Eğrileri.....	39
Şekil 5 : Çalışma Alanındaki İstasyonların Yıllık Ortalama Yağış Eğilimleri.....	40
Şekil 6 : Kulu İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi	42
Şekil 7 : Aksaray İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi	43
Şekil 8 : Karapınar İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi.....	44
Şekil 9 : Çumra İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi	45

HARİTA LİSTESİ

Harita 1 : Türkiye’de 1940-2010 Yılları Arasında Afete Sebep Olan Kuraklık Olaylarının Alansal Dağılımı.....	10
Harita 2 : Türkiye’nin Kurak Bölgeleri.....	13
Harita 3 : Türkiye Çölleşme Risk Haritası.....	14
Harita 4 : Türkiye Yıllık Toplam Alansal Yağış Normalleri (1981–2010).....	16
Harita 5 : Türkiye Yıllık Toplam Yağış Dağılımı (1970-2018).....	16
Harita 6 : Tuz Gölü Havzası Lokasyon Haritası.....	21
Harita 7 : Meteorolojik İstasyonların Dağılışı.....	31

Sakarya Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Özeti

Yüksek Lisans	☒	Doktora	☐
Tezin Başlığı: Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi			
Tezin Yazarı: Burcu AKIN		Danışman: Doç. Dr. Beyza USTAOĞLU	
Kabul Tarihi: 16 Mayıs 2019		Sayfa Sayısı: viii (ön kısım)+57(tez)	
Anabilim Dalı: Coğrafya			
Çalışma alanı olarak belirlenen Tuz Gölü Havzası, İç Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Tuz Gölü Havzası'nda yapılan literatür çalışmaları sonucunda "kuraklık" olduğu gözlemlenmiştir. Tuz Gölü Havzası'nın Köppen İklim Sınıflandırmasına göre iklim tipi; Kulu'da kışları ılık, yazları çok sıcak ve kurak bir iklim (Akdeniz İklimi), Aksaray, Karapınar ve Çumra ise yarı kurak step iklim tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı Türkiye'deki iklim değişikliği sürecinde, Tuz Gölü Havzası'nda gözlemlenen kuraklığın, zamansal ve alansal karakteristiklerini ve şiddetini, De Martonne Kuraklık İndisi, Erinç Yağış Etkinliği İndisi, Thornthwaite İklim Sınıflandırması metotlarını kullanarak ortaya koymaktır. Çalışmada kullanılan indisler ile meteorolojik kuraklığa ait sonuçlar elde edilmiştir. Bu amaçla havzada homojen dağılım gösteren, uzun dönem ve kesintisiz verilere sahip olan Kulu, Aksaray, Karapınar ve Çumra meteoroloji istasyonlarının 1975-2016 yılları arasındaki ölçümleri ile; uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklık, yıllık en düşük minimum sıcaklık, yıllık en yüksek maksimum sıcaklık ve yıllık ortalama toplam yağış verilerinin eğilimleri doğrusal trend yöntemi ile hesaplanmıştır ve kuraklık indisleri formülleri uygulanmıştır. Meteorolojik verilerden elde edilen bulgular ile Tuz Gölü Havzası'nda kuraklık analiz edilmiştir.			
Anahtar Kelimeler: Tuz Gölü, havza, kuraklık, kuraklık analizi, İç Anadolu			

Sakarya University
Institute of Social Sciences Abstract of Thesis

Master Degree	☒	Ph.D.	☐
Title of Thesis: Drought Analysis In Tuz Lake Basin			
Author of Thesis: Burcu AKIN		Supervisor: Assoc. Prof. Beyza USTAOĞLU	
Accepted Date: 16 May 2019		Number of Pages: viii (pre text)+57(main body)	
Department: Geography			
The Salt Lake Basin, designated as the study area, is located in Central Anatolia Region. Drought has been observed as a result of the literature studies in Tuz Lake Basin. Type of climate according to Köppen Climate Classification of Tuz Lake Basin; in Kulu the climate in winter is warm, summer is very hot and arid (Mediterranean climate), in Aksaray, Karapınar and Cumra semi-arid steppe climate has been identified. The aim of the climate change process in Turkey this study, Tuz Lake's drought observed in the Basin, spatial and temporal characteristics and severity, De Martonne Drought Index, Erinç Precipitation Activity Index, Thornthwaite is to demonstrate using climate classification methods. The results of the meteorological drought were obtained with the indices used in the study. For this purpose, the measurements of Kulu, Aksaray, Karapınar and Çumra meteorology stations with homogeneous distribution in the basin and having long-term and uninterrupted data; long-term average annual temperature, annual minimum temperature, annual maximum temperature and annual average total precipitation data were calculated by linear trend method and the drought indices formulas were applied. The drought in the Tuz Lake Basin were analyzed with the results obtained from meteorological data.			
Keywords: Tuz Lake, basin, drought, drought analysis, Central Anatolia, Turkey			

GİRİŞ

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca gözlenen bütün hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanında, bu olayların yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen ekstrem değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik çeşitlerinin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2010). Burada uzun zamandan kasıt 300-500 yıllık zaman ölçüleridir. Zira jeolojik zaman ölçüleri içinde iklimler sürekli olarak değişmektedir. İklim, insan yaşamını kontrol eden ve coğrafi çevreyi şekillendiren bir etmendir. İklim canlı ve cansız çevredeki yıllık değişimleri düzenler ve etkisi uzun yıllar boyunca sürer. İklimin etkilerini ortaya koyan pek çok örnek verilebilir (Erol, 1999).

İklim değişikliği genel bir yaklaşımla, “Nedeni ne olursa olsun iklim koşullarındaki büyük ölçekli (küresel) ve önemli yerel etkileri bulunan, uzun süreli ve yavaş gelişen değişiklikler” şeklinde tanımlanabilir. Buzul ve buzul arası çağlarda meydana gelen iklim değişiklikleri, yeryüzünün çeşitli bölgelerinde ortalama sıcaklıklarda oluşan büyük değişiklikleri ve yağış değişimlerini içermektedir. Yerkürenin çok uzun jeolojik tarihi boyunca iklim sisteminde doğal yollarla birçok değişiklik meydana gelmiştir. Jeolojik devirlerdeki iklim değişiklikleri, özellikle deniz seviyesi değişimleri ve buzulların hareketleri yoluyla yalnızca yerküreyi değiştirmekle kalmamış, doğal sistemlerde de kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir (Türkeş, v.dğr., 2000).

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından yapılan açıklamaya göre, 2016 yılı küresel ortalama sıcaklıkların (1880-2018) en yüksek olduğu yıl olarak belirlenmiştir. 2016 yılını sırasıyla sıcaklıklardaki artış oranlarına göre 2017, 2015 ve 2018 yılları izlemektedir. Bu durum, gelecekte Türkiye ve çevresinde iklimin uzun yıllar ortalamalarından daha sık sapma eğiliminde olan ve ekstrem iklim olaylarının daha sık yaşanacağı (şiddetli yağış, sel, fırtına, hortum olayı, sıcak hava dalgası ve kuraklık vb.) bir iklimin görülme olasılığını arttırmaktadır (Ustaoglu, 2018).

Çölleşme ve kuraklık konusunda doğru bir analiz yapabilmek için; kuraklık, çölleşme ve aridite kavramları tanımlanarak, bilimsel ölçütler çerçevesinde birbirlerinden ayrılmalıdır. Aridite, klimatolojik kuraklık ya da yeryüzünün herhangi bir yerinde var olan fiziki coğrafya koşullarının ve uzun süreli atmosfer dolaşımı düzeneklerinin meydana getirdiği sürekli yağış ve nem açığı koşulları olarak da tanımlanmaktadır. Bu özelliklerin yıl boyunca ya da yılın çok büyük bir kısmında hüküm sürdüğü alanlar, arid

ya da kurak bölge olarak tanımlanır. Bu tanımda, iklim değişikliklerinin varlığı ve iklimsel dalgalanmalar göz ardı edilir. Çölleşme, üretken bir arazinin ekonomik ve biyolojik olarak daha az üretken bir hale gelmesiyle oluşan ekolojik bir bozulma sürecidir. UNCCD'ye (1995) göre, kutup ve kutup altı bölgeler dışında dünyanın hemen her bölgesinde oluşabilen arazi kaybı, kurak, yarı kurak ve kuru-yarı nemli arazilerde oluştuğunda çölleşme olarak kabul edilmektedir. (Türkeş, 2012). Dünyada kuraklık ve çölleşmeden doğrudan etkilenen insan sayısı 250 milyondan fazla olup, 4 milyar hektardan fazla arazi ise çölleşme tehdidi altındadır. Ayrıca, yaklaşık 1,2 milyar insan 110'dan fazla ülkede çölleşme tehdidiyle karşı karşıya kalmaktadır. ('Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu', 2013). Kuraklık ise, yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte, uzun süreli ortalamanın ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda meydana gelen su açığıdır. Temel olarak; şiddet, süre ve coğrafi yayılım (dağılım deseni) bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayıdır (Türkeş, 2012).

Çalışmanın Amacı

İklim sisteminin en son bilimsel değerlendirmelerine göre, küresel olarak ortalama hava sıcaklığı 19.yüzyılın sonundan itibaren yaklaşık $0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ artmıştır (Türkeş, v.dğr., 2002). IPCC, küresel iklim modelleri ile yaptığı projeksiyonlara göre, 2030 yılında Türkiye'nin büyük bir bölümünün oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisine gireceği öngörülmektedir. Türkiye'de sıcaklıklar yazın 2 ila 3°C kışın ise 2°C artabilir. Yağışlar kışın az bir artış gösterirken yazın yüzde 5 ila 15 azalabilir. Ülkemizde kuraklığın şiddetini yakın gelecekte günümüzdekinden çok daha fazla hissedebileceği açıkça ortadadır. Bu nedenle, suyun artacak olan önemi göz önünde bulundurularak, önümüzdeki yıllarda, suyun yönetimi ve yeniden kullanılması ile ilgili tekniklerin geliştirilmesi, kuraklık planları ve sulama yöntemlerinin iyileştirilmesi çabaları üzerinde durulmalıdır (Kadioğlu, 2008).

'Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi' adlı bu çalışmanın amacı; Türkiye'deki iklim değişikliği sürecinde, Tuz Gölü Havzası'ndaki kuraklığın şiddetini, kuraklık olasılıklarını, zamansal değişimlerini; farklı parametrelere sahip olan De Martonne Kuraklık İndisi ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi ile analiz ederek, Thornthwaite İklim

Sınıflandırması ve Köppen - Geiger İklim Sınıflandırmasına göre havzanın iklim tipini belirlemektir.

Çalışmanın Konusu

Günümüzde iklim değişim modelleri üzerine yapılan çalışmalar; önümüzdeki zamanlarda dünya çapında yarı-kurak ve kurak bölgelerde azalacak olan yağış ve artacak olan kuraklığı gözler önüne sermektedir. Küresel ısınmanın beraberinde getirdiği kuraklık ve çölleşme ile birlikte, küresel ve yerel ölçekteki göl havzaları günümüzde en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Göl suları insan gereksinimlerini karşılamamanın yanı sıra, Türkiye'deki Tuz Gölü örneğinde olduğu gibi ülke ekonomisine de katkıda bulunabilmektedir.

Büyük miktarda tuz rezervi ile önemli bir doğal kaynak olan Tuz Gölü, İç Anadolu Bölgesinde yer alan uluslararası bir koruma alanıdır. Tuz Gölü'ndeki su rezervi, yeraltı sularının tarımsal amaçlı bilinçsizce kullanımı ve kuraklık nedeniyle son 20 yıldır ciddi oranda azalmıştır. Tuz Gölü, düşük su seviyesi ve ince tuz tabakası (1-10 cm) ile örtülü tabanı ile kuruduğu yaz ayları haricinde (güneyden ulaşan drenaj kanalının göle ulaştığı bölge dışında) girilmez bölgedir. Girilebilen temmuz ve ağustos aylarında ise bahar ayları başlarında başlayan buharlaşma nedeniyle Tuz Gölü'nde su bulunmaz (Ekercin - Örmeci, 2008).

İklim değişikliğinin önemli etkilerinden biri de bu çalışmanın konusunu oluşturan, kuraklığın göl havzaları üzerindeki etkisidir. Yeryüzünün kurak bölgelerinde çanaklar fazla olmasına karşın bu alanları dolduracak yağış mevcut değildir. Dolayısıyla iklimsel bir fenomen olan kuraklığın hakim olduğu bölgelerde göl sularının zaman içerisinde negatif yönde değişime uğradığı gözlenebilir (Erol, 1999). Çalışmanın konusu, Tuz Gölü Havzası'nda meydana gelen kuraklığın şiddeti, olasılıkları ve zamansal değişiminin De Martonne Kuraklık İndisi ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi ile analiz edilerek, Thornthwaite İklim Sınıflandırması ve Köppen - Geiger İklim Sınıflandırmasına göre çalışma alanının iklim tipinin belirlenmesidir.

Çalışmanın Önemi

Gelişen ve gelişmekte olan ülkelerdeki mevcut kuraklıklar ile eş-zamanlı etkileri ve kişisel zorlukları bu doğal tehlikeye karşı tüm toplumların hassasiyeti vurgulanması gerekebilir. Bu durum, sürdürülemeyen kaynakların ve doğal kaynaklar üzerindeki

büyüyen baskıdan kaynaklanan artan bir toplumsal hassasiyetin açık bir karakteristiği olarak gözükmektedir. Birçok faktör bu eğilime katkıda bulunur. Sınırlı su kaynakları ve diğer sınırlı doğal kaynaklar üzerindeki baskı devam ederken, daha sık ve şiddetli kuraklıklar hem su kıtlığı hem de su fazlası yaşayan bölgelerde endişeye neden olur. Keza buralarda su kullanıcıları arasındaki çatışma çarpıcı bir biçimde artabilir. Su kıtlığı sırasında sınırları aşan su konusu ülkelerarası ve ülke içi çatışmaları artırabilir. Gelecek kuraklık olaylarının etkilerini azaltma, sürdürülebilir gelişim stratejilerinin parçası olarak çok önemlidir. Kuraklığın şiddeti ve gelişim süresine göre etkisi sosyo-ekonomik alanlarda takip edilebilir. Örneğin, tarım sektörü, Türkiye’de kuraklıktan etkilenen sektörlerin arasında en önemlilerinden biridir ve bu sebeple tarıma dayalı ekonominin var olduğu ülkemizde kuraklığın farklı yöntemler ve parametreler kullanılarak izlenmesi akademik bir çalışmadan çok daha öte toplumsal bir zaruriyettir (Akbaş, 2013).

Kapsamlı bir kuraklık yönetim planında yapılması gereken kuraklık durumlarının saptanması, analizi ve izleme çalışmalarında, çeşitli kuraklık indisi sınıflarının olasılıklarının hesaplanması ve değerlendirilmesi, kuraklık yönetim planının başarısı açısından oldukça önemlidir. Türkiye’de önemli ve etkili bir doğal afet olan kuraklığın belirlenmesi, izleme çalışmaları ve ülkenin kuraklıktan etkilenebilirliğini belirlemeyi hedefleyen kuraklık risk çözümlemesi çalışmaları ise henüz yetersizdir (Türkeş - Tatlı, 2008).

Tuz Gölü Havzası’nın kuraklık analizinin yapıldığı bu çalışma, iklim değişikliği sürecinde Türkiye’de meydana gelen kuraklık durumlarının tespit edilmesi ve ileriye dönük iklim değişikliklerinin tahmin edilmesi açısından önem arz etmektedir.

Çalışmanın Yöntemi

Son yıllarda meydana gelen iklim değişimleri ve kuraklık olasılıkları göz önünde bulundurulduğunda, küresel ve yerel ölçekte bölgelerin kuraklık durumlarının tespit edilmesi, gelecekte meydana gelebilecek iklim etkilerini tahmin etmek açısından oldukça önemli bir hale gelmiştir. Kuraklık şiddeti ve süresine göre, etkisini sosyal ve ekonomik alanlarda göstermektedir. Farklı yöntemler ve parametreler kullanılarak kuraklığın izlenmesi, tarımın etkilenebilirliğini öngörme ve kuraklık yönetimi açısından oldukça önemlidir.

Kuraklığın belirlenmesi, değerlendirilmesi ve müdahale süreçlerinin geliştirilmesi için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu süreçlerin yürütülebilmesi için de kuraklık indekslerine ihtiyaç duyulmaktadır. Uzun periyotlu meteorolojik gözlemler ve kayıtlar esas alınarak aşırı kurak ve aşırı yağışlı dönemleri aylar veya yıllar şeklinde belirten cetvel kuraklık indeksi olarak tanımlanır (Aktaş, v.dğr., 2018). Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık durumlarının belirlenmesinde birbirinden farklı parametrelere sahip olan, De Martonne Kuraklık İndisi, Erinç Yağış Etkinliği İndisi; havzanın iklim tipinin belirlenmesinde ise Thorntwaite İklim Sınıflandırması ve Köppen – Geiger İklim Sınıflandırması kullanılmıştır.

Literatür Özeti

Tuz Gölü ve çevresi iklimi ve kuraklık durumu konusunda yapılan çalışmalar mevcuttur.

Erol (1963)'un 'İç Anadolu'da Haymana Tuz Gölü Çevrelerinin İklimi Hakkında' adlı çalışmasında, Haymana ve Tuz Gölü çevrelerinin iklimi hakkında meteorolojik verilere ve arazi gözlemlerine dayanılarak bazı bilgiler verilmiştir. Bu çalışmada; bölgedeki Ankara, Konya, Niğde ve Akşehir istasyonlarına ait meteorolojik veriler analiz edilerek bölgenin iklimi hakkında bazı sonuçlara varılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre; bölge çevresindeki Konya, Ankara, Niğde ve Akşehir meteorolojik istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıklarının 11,1 ile 12,8 C° arasında değiştiği tespit edilmiştir. Soğuk ve sıcak mevsim aylarının ortalamaları arasındaki sıcaklık farkı 20 C°, ekstrem değerlerin (minimum ve maksimumlar) ortalamaları arasındaki farkın ise 34,5°C'yi bulunması sebebiyle bu değerlerin az çok bariz bir karasal iklimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bölgede; sıcaklıkların arttığı devre, yağışların az olduğu devreye rastladığı belirtilerek, haziran ve kasım ayları arasında hakiki bir kuraklığın belirdiği tespit edilmiştir. Çalışmada, İç Anadolu'nun diğer istasyonları ile karşılaştırıldığında, analiz edilen istasyonların en kurak istasyonlar olduğu sonucuna varılmıştır.

Ekercin (2007)'in 'Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi' adlı çalışmasında, kuraklığın Tuz Gölü ve yakın çevresine ait etkileri, çok zamanlı uydu görüntüleri ve meteorolojik veriler ile incelenmiştir. Çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nda bulunan 9 adet istasyona ait meteorolojik verilerin 1970-1992 ve 1993-2005 periyotlarındaki toplam yağış değişimleri ve ortalama sıcaklıklarına ait analizler yapılmıştır. Bu verilerin değerlendirilmesi sonucunda, 1993-2005 yılları arasındaki 12 yıllık periyot içerisinde, yıllık ortalama

sıcaklık değerlerinde 0,2°C ile 1,3°C arasında değişen miktarlarda ortalama artış olduğu sonucuna varılmıştır. İncelemeler sonucunda en önemli olan nokta, 5 yaz ayı (mayıs-haziran-temmuz-ağustos-eylül) sıcaklık değerlerindeki artışın, yıllık ortalama sıcaklık artışından fazla olması sebebiyle yaz kuraklığından bahsedilmesidir. Yağış verilerinin değerlendirilmesinde ise, ocak ayı toplam yağış değerlerinde düşüş yaşandığı ve bununla birlikte yaz kuraklığının dikkate alınması gerektiği üzerinde durulmuştur. Çalışmada sıcaklık artışları ve yağış yetersizliğinin etkilerinin saptanması amacıyla Tuz Gölü ve çevresinde meydana gelen değişimi çok zamanlı Landsat ve Spot uydu verileri ile analiz edilmiş, yapılan analizler sonucunda gölün su girişinin daha az olduğu güney kısmında, nem içeren bölgelerde ve suyla kaplı alanlarda önemli oranda azalma gözlemlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda, 1987-2005 yılları arasında Tuz Gölü'ndeki su yüzey alanlarının 1/3 oranında azaldığı belirtilmektedir.

Türkeş ve diğerleri (2009)' nin 'Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti' adlı çalışmasında, Konya Bölümü'nde yer alan Karaman, Karapınar, Aksaray ve Konya istasyonlarının temel kuraklık özellikleri, 1960-2006 yılları arasındaki periyotta, Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi'ne göre incelenmiştir. Çalışmada, ortak kurak dönemler için hesaplanan değerlere göre, en şiddetli kuraklıkların 1972-1974 döneminde Konya; 1982-1984 döneminde Karaman; 1999-2001 döneminde sırasıyla Karapınar ve Konya; 2004-2006 döneminde ise Konya istasyonunda meydana geldiği belirtilmiştir. İstasyonların Palmer'a göre yapılan indis sonuçlarına göre; Konya - hafif nemli, Karaman – hafif kurak, Aksaray – hafif kurak, Karapınar – hafif kurak iklim sınıflandırmalarına girmiştir. Değerlendirmeler sonucunda istasyonların genel olarak yarı kurak iklim özelliklerinde olduğu sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 1: KURAKLIK VE KURAKLIK ÇEŞİTLERİ

1.1. Kuraklık

Kuraklık, yağışların normal seviyelerinin önemli miktarda altına düşmesine bağlı, su kaynakları ve arazinin olumsuz etkilenmesine ve su dengesinin bozulmasına sebep olan doğal bir olay olarak tanımlanır (Kaplukan, 2013). Kuraklık, farklı bölgeler ve kaynaklar için ayrı tanımlara sahip olup, teknik ve yaygın kullanım yönünden göreceli bir kavramdır. Atmosfer bilimleri, çevre bilimleri ve coğrafya kuraklığa farklı tanımlar getirmişlerdir. Kuraklık için yapılan tanımlar birbirinden farklı disiplinlerce yapıldığından aynı olmasa da ‘yağış azlığı’, ‘uzun süre devam etmesi’, ‘olumsuz etkilerin meydana gelmesi’ gibi ortak noktalarda birleşmektedir. Dolayısıyla kuraklık, yeryüzünün belirli bir bölgesinde normal yağış değerlerine kıyasla daha az yağışın gerçekleşmesiyle başlayan ve aylarca veya uzun yıllar süren, hidrolojik süreçlere bağlı doğal ve beşeri unsurlar üzerinde baskı oluşturan su noksanlığı olarak tanımlanabilmektedir (Yetmen, 2013a).

Dünyada etkili olan otuz bir çeşit doğal afet içinde süre, şiddet, etki ve kayıplar baz alınarak oluşturulan bir sıralamada kuraklık afeti birinci sırada yer almaktadır (Kadioğlu, 2012). Kuraklık, tahıl, sebze ve meyve gibi tarım ürünleri ile hayvan yemlerinin azalmasına dolayısıyla ekonominin olumsuz etkilenmesine, işsizlik ve göçe sebep olmaktadır. Kuraklık yüzeysel sulardan akarsu, baraj ve göller ile yer altı sularının azalmasına bağlı olarak, su azlığı, yiyecek kıtlığı, salgın hastalıklar ve hidroelektrik santrallerde üretilen enerjinin azalması sonuçlarını meydana getirir. Bu sebeple kuraklık analizleri oldukça önemlidir (Arslan, v.dğr., 2016).

Kuraklık, özellikle kuraklık tarihinin rekonstrüksiyonları (yeniden kurma), frekansının hesaplaması ve bir dereceye kadar toplum üzerindeki birinci, ikinci ve hatta üçüncü dereceden etkilerinin araştırılmasıyla bilimsel çalışmalara konu olmuştur. Kuraklık ve etkilerini değerlendirme yöntemlerinin en önemli ve belirleyici giriş unsuru olan yağışın canlılar tarafından kullanılabilir olması, yeraltı suyu kaynaklarını beslemesi ve bitkilerin kökleriyle belirli bir seviyede tutulması yanı sıra ortalama değerine, alansal dağılımına ve mevsimlere göre değişkenliği ile türüne de bağlıdır (Türkeş, v.dğr., 2009).

Teknik anlamda, kuraklıklar üç temel özellikleri nedeniyle (şiddet, süre ve mekânsal genişlik) birbirlerinden ayrılırlar. Şiddet, yağış yokluğunun derecesini veya yoklukla

birlikte şiddetin etkilerini belirtir. Genel olarak, bazı iklimsel parametrelerden olan sapmalardan (yağış), göstergelerden (rezervuar seviyeleri), normallerden elde edilen indislerle (standartlaştırılmış yağış indisi gibi) ölçülür ve etkisini belirlemede süresiyle de yakından bağlantılıdır. Kuraklığın bir diğer ayırt edici özelliği, onun süresidir.

Kuraklıklar, genellikle minimum 2 ile 3 ayda yerleşir, ancak sona ermesi aylar veya yıllar alabilir. Kuraklığın etkilerinin büyüklüğü, yağış noksanlığının, kuraklığın yoğunluğunun ve olayın süresinin başlama zamanıyla çok yakından ilişkilidir. Kuraklığın, geniş kapsamdaki etkileri ile beraber kuraklığın özellikleri, sosyal, ekonomik ve çevre üzerindeki etkilerini saptamayı ve ölçmeyi zorlaştırır. Kuraklığın şiddetini belirlemek zordur. Bu durum insan faaliyetleri, bitki örtüsü gibi unsurların bölgedeki su kaynaklarına olan talebine ve şiddet, süre ve kurak dönemlerin coğrafi kapsamına bağlıdır (Akbaş, 2013).

Kuraklık, bir mevsimde veya yıl boyunca meydana gelmekte fakat toplum üzerindeki etkileri uzun yıllar sürebilmektedir. Dolayısıyla kuraklığın önemi sosyal yönünden ayrı olmamalıdır. Kuraklığın etkisi önemli ölçüde toplumun belirli bir anda kuraklığa karşı olan hassasiyetine bağlıdır. Aynı alanda meydana gelen kuraklıklar, benzer yoğunluğa, mekânsal karakteristiğe ve süreye sahip olsalar bile tahminen farklı etkiler oluşturacaklardır. Kuraklığın etkileri hem alansal hem de zamansal ölçekte değişir. Her bölge veya havza farklıdır ve bölge veya havza için toplumsal özellikler birçok faktöre yanıt anlamında dinamikler denebilir. Farklı zamanlarda meydana gelen kuraklık durumları, kuraklık şiddet ve süresine göre benzer özelliklere sahip olsalar da toplumdaki değişimler dolayısıyla muhtemelen etkileri farklı olacaktır. Böylece kuraklıktan kaynaklanan etkiler, bir doğal olay (doğal iklimsel değişkenlikten kaynaklanan yağış kıtlığı) ile suya olan talep ve insan kullanımlı sistemler tarafından doğal kaynaklar arasındaki etkileşimin sonucudur denilebilir. Kuraklık ile ilgili çalışmaları dört kategoride sınıflandırmak mümkündür. Birinci kategori, kuraklığın oluşumuna neden olan büyük atmosferik sirkülasyon ile ilgili çalışmaları içermektedir. İkinci kategori, farklı büyüklüklerdeki kuraklıkların oluşma olasılığını karakterize eden kuraklığın oluşum sıklığı (frekansı) ve şiddetini kapsayan çalışmaları içermektedir. Üçüncü kategori, kuraklık etkilerini tanımlamaya ve analiz etmeye çalışan teori ve uygulamanın birlikte yürütüldüğü çalışmaları kapsar. Bu kategori kuraklıkla ilişkili maliyet ve zarar kayıpları üzerinde durulur. Bu kayıplar sosyal, çevresel ve ekonomik olarak da sınıflandırılabilir. Dördüncü ve son kategori ise zararı azaltma ve hazırlık stratejileriyle

ilgili çalışmaları içerir. Bu safhada, Byun ve Wilhite'in (1999) de altını çizdiği üzere, kuraklığın etkilerinin azaltılması üzerinde durulur (Akbaş, 2013).

Kuraklık birkaç yönden diğer afetlerden ayrılmaktadır. İlk olarak kuraklık, sıklıkla hareket eden bir fenomen olarak tanınan, yani yavaş gelişen bir doğal afettir. Kuraklığın yavaş hareket eden doğasından dolayı, kuraklık oluşum süresinin önemli bir döneminde yavaşça birikerek (kümülatif) etkisini gösterir. Bundan dolayı, kuraklığın başlangıcını ve bitişini belirlemek oldukça zor olur (Akbaş, 2013).

Kuraklık, yeryüzündeki tüm iklim bölgelerinde, hatta yağışlı bölgelerde dahi, görülebilen iklimsel bir olaydır. Doğal afetler içinde, diğer doğal afetlere oranla çok daha fazla insanı etkileyen ve en karmaşık olanı kuraklıktır. Şehirleşme, nüfus artışı, nüfusun yapısal özellikleri, teknoloji, devlet politikaları, su kullanım eğilimleri, çevresel farklılıklar ve sosyal yaşam gibi faktörler toplumların kuraklığa karşı olan hassasiyetini belirler. Bu etmenler sürekli olarak değişmektedir. Toplumların hassasiyeti de bu değişimlere göre artar veya azalır (Kadioğlu, 2012).

1.1.1. Türkiye’de Kuraklık

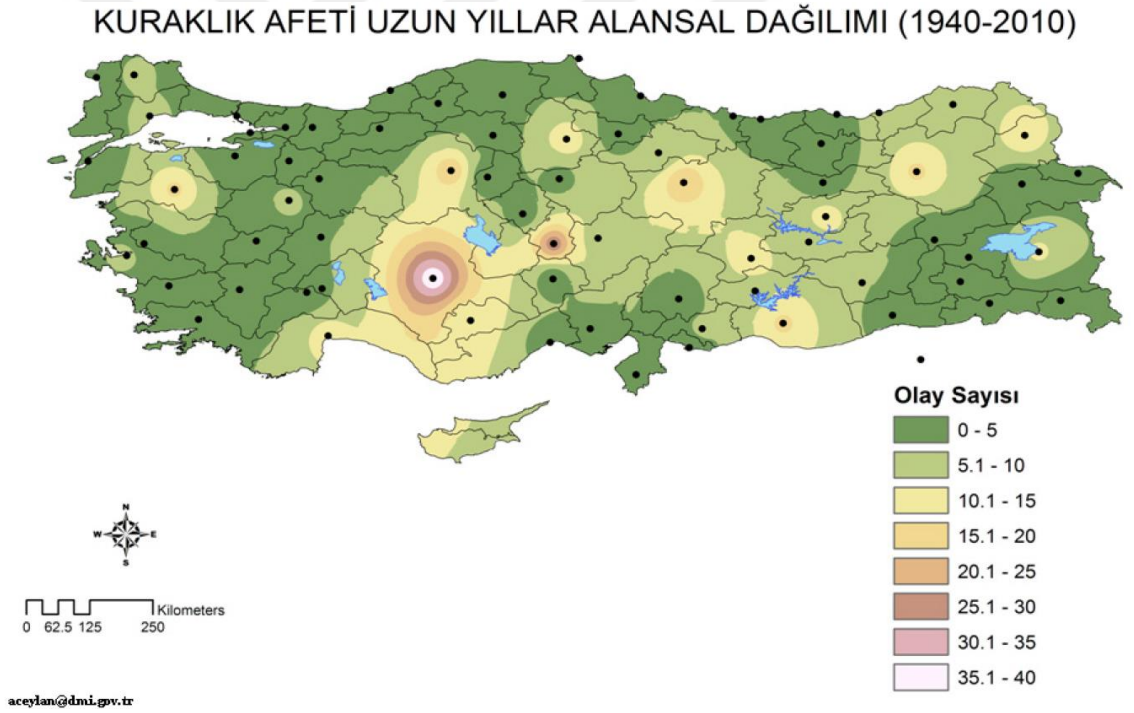
Türkiye coğrafi konumu ve yeryüzü şekilleri itibariyle çeşitli iklimlere ve mikroklima alanlarına sahiptir. Ülkemizdeki iklim elemanlarından yağış, mekânsal ve zamansal olarak önemli değişiklikler göstermektedir. Türkiye’deki yağış rejimi düzensizliği ve yağışlardaki değişkenlikler anlamlı bir seyir takip etmemekte, dolayısıyla bazı bölgelerde kuraklık ve su problemlerine yol açmaktadır. Türkiye’nin birçok bölgesinde etkili olan kuraklık afetinin tüm hidrolojik sistemlerin devamlılığı açısından göz ardı edilemeyecek bir noktaya ulaştığı söylenebilir.

Türkiye’de kurak ve yarı kurak alanlar 51 milyon hektarlık bir alana sahiptir. Dolayısıyla Türkiye’nin %37,3 gibi bir oranla çoğunlukla yarı kurak iklim şartlarının etkisi altında kaldığı söylenebilir. Bu sebeple yağış ve su kaynaklarına bağlı olan kuru tarım nedeniyle yağış miktarı ve dağılımında oluşabilecek değişiklikler çok ciddi bir şekilde etkilerini gösterebilmektedir (Kadioğlu, 2012).

Türkiye’deki kuraklıkların en şiddetli ve geniş bir yayılışa sahip olanları, 1971-1974 dönemi ve 1983, 1984, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında meydana gelmiştir. Bu dönemlerden sonra, 2001 sonrası periyotta (Kasım 2001-Kasım 2006) genel olarak normal sınırlarında ve normalin biraz altında ya da üzerinde gerçekleşen yağışlar,

maalesef 2007 kış, ilkbahar ve yaz aylarında Türkiye'nin birçok bölgesinde uzun süreli ortalamaların altında seyrederek yeni bir meteorolojik kuraklık olayları dizisinin meydana gelmesine ve bunların sonucunda hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklıkların oluşmasına neden olmuştur (Kapluhan, 2013). (Harita 1). 2018 yılında tüm bölgelerimizde normallerine ve geçen yıla göre artış gözlenirken, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde rekor yağışlar kaydedildi. En fazla artış %38 ile Güneydoğu Anadolu en az artış Karadeniz Bölgelerinde gerçekleşti. İç Anadolu Bölgesi dışında tüm bölgelerimiz 600-800 mm arasında yağış almıştır (Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü, 2019).

Harita 1: Türkiye’de 1940-2010 Yılları Arasında Afete Sebep Olan Kuraklık Olaylarının Alansal Dağılımı



Kaynak: Kadioğlu, 2012

Türkiye’de kuraklığı etkileyen faktörler arasında iklim koşulları, fiziki faktörler ve atmosferik koşullar bulunur. Bunlardan fiziki coğrafya faktörlerinin iklim üzerinde belirleyici etkisi bulunmaktadır. Türkiye ortalama yükseltisi 1100 m’den fazla olan bir ülkedir. Ülkemizde yüksek dağlar ve platoların yağış miktarı, etrafı dağlarla çevrili İç Anadolu havzalarına göre çok daha fazladır. Ülkemizdeki yüksek dağlar yağışların dağılışında ve yağış şeklinde önemli rol oynar. Yükseltinin iklim elemanlarından yağışa

etkisinin yanı sıra, fiziki faktörlerden yer şekillerinin kısa mesafelerde değişimi de yerel olarak farkların meydana gelmesine, sıcaklık ve yağış koşullarının kısa mesafelerde hızlı değişimler yaşamasına yol açmaktadır. Yine fiziki faktörlerden dağların uzanış doğrultusu da önemli iklim farklılıklarını doğurur. Örneğin, ülkemizde önemli nem kaynaklarına yakın olan kıyı bölgelerinde ilerleyen nemli hava kütleleri Kuzey Anadolu ve Toros Dağları boyunca yükselerek kıyı kesimlerdeki dağlara önemli ölçüde yağış düşmesini sağlar. İç kesimlere ulaşan hava kütleleri taşıdıkları nemi büyük ölçüde kıyı bölgelere bıraktığı için daha az nem içerirler. Ayrıca dağları aşan hava kütleleri alçaldıkça adyabatik olarak ısındıkları için yağış ihtimalinin iyice düşmesine sebep olur. Sonuç olarak iç kesimlerdeki yağış kıyı bölgelere göre çok daha az olur.

Türkiye’de var olan atmosferik koşullardan; soğuk aylarda polar hava kütleleri etkin olmasıyla, Sibiryaya üzerinden gelen cP hava kütlesi karasal özellikte soğuk ve kuru bir hava getirir. Bu hava kütlesi Karadeniz üzerinden geçerek nem kazanır ve orografik yağışlar yapabilir. Türkiye kış aylarında karasal kutupsal ve denizel kutupsal hava kütlelerinin etkisi altında kalır. Bu hava kütlelerine bağlı olan cephe sistemleri Türkiye’de kış aylarının yağışlı geçmesini sağlamaktadır. Bunun yanında yaz aylarında ise tropikal hava kütlelerinin etkinlik kazanması ve Azor yüksek basıncının kuvvetlenerek etki alanını genişletmesi, güneyde karaların ısınmasına bağlı olarak Basra alçak basıncının oluşmasıyla gelişen ve bu basınç sistemleriyle birlikte etkili olan kuzey-kuzeybatı yönlü rüzgarlar ülkemizin kuzeyinin yağışlı diğer bölgelerin ise kurak geçmesine sebep olmaktadır.

Türkiye’de, son 30 yılda meydana gelen kurak koşulların egemen olmasına neden olan meteorolojik koşullar, sirkülasyon sistemleri ve Kuzey Atlantik Salınımı’nda görülen değişikliklere bağlı açıklanabilir. 1980 yılından sonra Sibiryaya Antisiklonun zayıflaması (kış kuraklığı), Azor antisiklonunun Doğu Akdeniz’e ulaşması (kış kuraklığı), Akdeniz’e ulaşan cephe sistemlerinin azlığı, Basra alçak basıncının kuzeye doğru sokulması (yaz kuraklıkları) ve Basra ve Azor alçak basınçlarının birleşerek kuvvetlenmesi (yaz kuraklıkları) olarak etkilerini göstermiştir. Ayrıca, Türkiye’de ki kurak koşullarla, Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) ’nın pozitif devreleri oldukça uyum gösterir (Kapluhan, 2013).

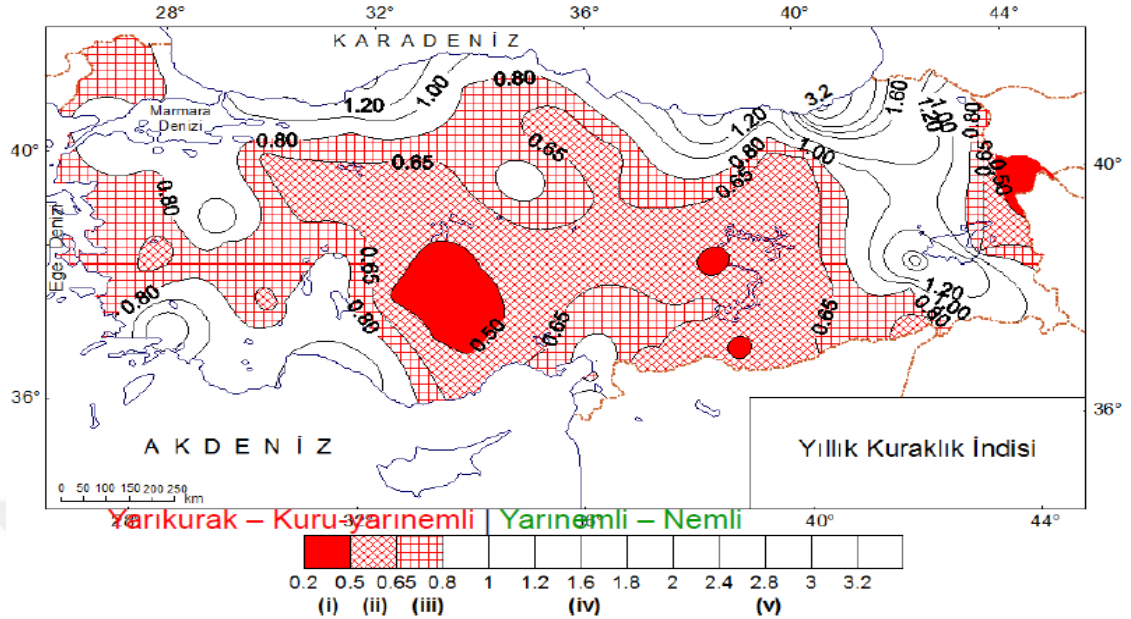
Türkiye’de yaz mevsiminde oluşan kurak koşullar ile birlikte ilkbahar yağışlarının erken son bulması ve sonbahar yağışlarının geç başlaması yıl içindeki kurak dönemlerin uzamasına ve yağış miktarlarında azalmalara neden olmaktadır. Yaz mevsiminde yaşanan

kuraklığın yanı sıra, bahar ve kış mevsimlerindeki yağış eksiklikleri nedeniyle, bazı dönemlerde ortalamaların altında yağış düşmektedir (Koçman, 1993).

Küresel iklim değişikliği sürecinde Türkiye, polar jet ve polar cephenin kuzeye çekilmesiyle güneyden gelen yüksek basınç merkezinin sıcak ve kuru havasının etkisinde daha fazla kalacaktır. Başka bir ifade ile, kış aylarında yağış getiren sistemlerin izlediği yörüngeler Türkiye'nin kuzeyinde kalarak, Türkiye'de kuraklığı meydana getirmektedir (Harita 2). Bunun yanında, küresel iklim modelleri ile yapılan ilk projeksiyonlara göre Türkiye'nin büyük bir kısmı 2030 yılında oldukça kuru ve sıcak bir iklim etkisi altına girecektir (Kadıoğlu, 2012).

Ülkemizde, uzun yıllar ortalamalarına göre kurak dönem en erken mayıs ayında başlamaktadır. Türkiye'nin büyük bir kısmında, kurak koşullar haziran ayında kendisini gösterir, kasım ayında son bulur. Kurak döneminin süresini gösteren kurak ay sayıları incelendiğinde Tuz Gölü Havzası'nın içinde bulunduğu İç Anadolu Bölgesi'nin büyük bir kesiminde kuraklığın 5 ay sürdüğü söylenebilir. Kurak ay sayısı yanında nemli ay sayıları incelendiğinde Türkiye'nin büyük bir kesiminde nemli koşullar 4-5 ay sürmekteyken, İç Anadolu Bölgesi'nde ise nemli ay sayısı 2'dir. Konya Ereğli ve Karapınar'da bu sayı 1'e kadar iner (Çiçek, 1995).

Harita 2: Türkiye'nin Kurak Bölgeleri



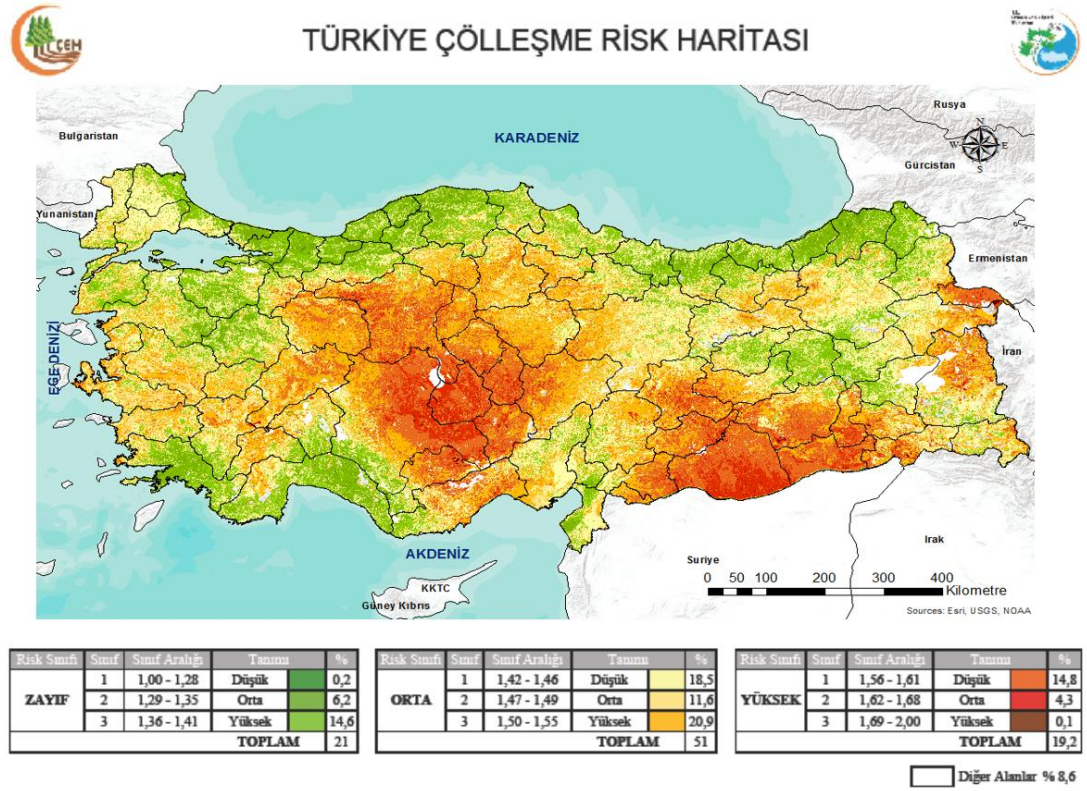
Kaynak: Türkeş, 2012

Türkiye’de, iklim, topografya, coğrafi konum ve toprak şartları ülkenin kuraklığa karşı hassasiyetini arttırmakta, ülkede toprak bozulmasına yol açmakta ve aslında doğal çöl bulunmayan ülkemizin, kuraklık ve çölleşmeden en fazla etkilenen ülkeler içinde bulunmasına sebep olmaktadır. Türkiye’de meydana gelen çölleşme alanlarının oluşumunda; toprak erozyonu, yarı kurak iklimin egemen olduğu alanlarda yanlış arazi kullanımı ve yanlış tarım uygulamaları, hatalı sulama teknikleri sonucu toprakta meydana gelen tuzlanma, bitkilerin yetişmesinde engel teşkil eden jipsli, tuzlu ve aşırı alkali özellikler gösteren ana materyaller, aşırı otlatma, toprak örtüsünün kirlenmesi, ormansızlaşma faktörleri etkili olmaktadır. Bunların yanında asıl sebep ise, sürekli artan nüfusun doğal kaynaklara olan talebinin gün geçtikçe artması ve insanların doğal kaynaklara olan baskısıdır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu, 2013).

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan ‘Türkiye Çölleşme Risk Haritası’ na göre Türkiye topraklarının yaklaşık %19’unun yüksek risk grubunda bulunur. Bunlardan Iğdır-Aralık, Urfa-Ceylanpınar ve Konya-Karapınar çok yüksek risk taşıyan bölgeler içinde yer alırken, Ereğli-Karaman bölgesi, Eskişehir çevresi, Urfa-Ceylanpınar-Mardin-Batman hattı ile Tuz Gölü Havzası orta ve

yüksek risk grubuna girmektedir (Harita 3) (http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme_projeler/hids_proje.aspx?sflang=tr).

Harita 3: Türkiye Çölleşme Risk Haritası



Kaynak: http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme_projeler/hids_proje.aspx?sflang=tr

Türkiye, küresel ısınmanın etkileri konusunda risk grubuna giren ülkeler arasında olup; su kaynaklarının azalması, çölleşme, kuraklık ve orman yangınları gibi öngörülen olumsuzluklardan etkilenecektir. Atmosferde sera gazı artışına bağlı olarak önümüzdeki yıllarda meydana gelebilecek bir iklim değişikliğinin, Türkiye'de neden olabileceği sosyoekonomik ve çevresel etkilerinden bazıları şunlardır (Türkeş, v.dğr., 2000);

- Kurak dönemlerin şiddeti ve süresinde meydana gelen artış ile birlikte, orman yangınlarının sıklığı, süresi ve etkilediği alan artabilir;
- Yerkürenin, geçmiş jeolojik zamanlarında meydana geldiği gibi, iklim kuşakları ekvatorlardan kutuplara doğru kilometrelerce kayabilecek ve Türkiye, günümüzde Kuzey Afrika ve Orta Doğu'da hüküm süren sıcak ve kurak iklim kuşağının etkisi

altında kalabilecektir. İklim kuşaklarında meydana gelen değişikliklere uyum sağlamayan flora ve fauna yok olacaktır;

- Ülkemizin kurak ve yarı kurak alanlarında oluşan, içme ve tarımsal amaçlı kullanılan su kaynaklarına bağlı ortaya çıkan sorunlar daha fazla artacak;
- Türkiye'de su kaynakları üzerindeki en büyük baskıyı, iklimin doğal değişkenliği açısından, Akdeniz ikliminin tipik bir özelliği olan yaz kuraklığı ve diğer mevsimlerde hava anomalilerinin yağışlarda meydana getirdiği yüksek rasgele değişkenlik ve kurak dönemler oluşturmaktadır. Dolayısıyla, kuraklık riskinde ortaya çıkan olumsuz bir değişiklik, iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkisini arttırabilir;
- Yarı kurak ve kurak bölgelerin genişlemesinin yanında, yaz kuraklığının şiddetinde ve süresindeki artışlar, tuzlanma, çölleşme süreçleri ve erozyonu destekleyerek arttıracaktır;
- İstatistik dağılımın yüksek değerler yönündeki ve özellikle sayılı sıcak günlerin frekanslarındaki artışlar, biyolojik üretkenliği ve insan sağlığını etkileyebilir.

Yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan Türkiye'de, yağışın alansal ve zamansal dağılışının düzensiz olması kuraklıktan kaynaklanan olumsuzlukların bir plan dahilinde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır (Yetmen, 2013b).

1.1.2. Türkiye’de Yağış Yetersizliği: İç Anadolu’da Yağış Azlığı

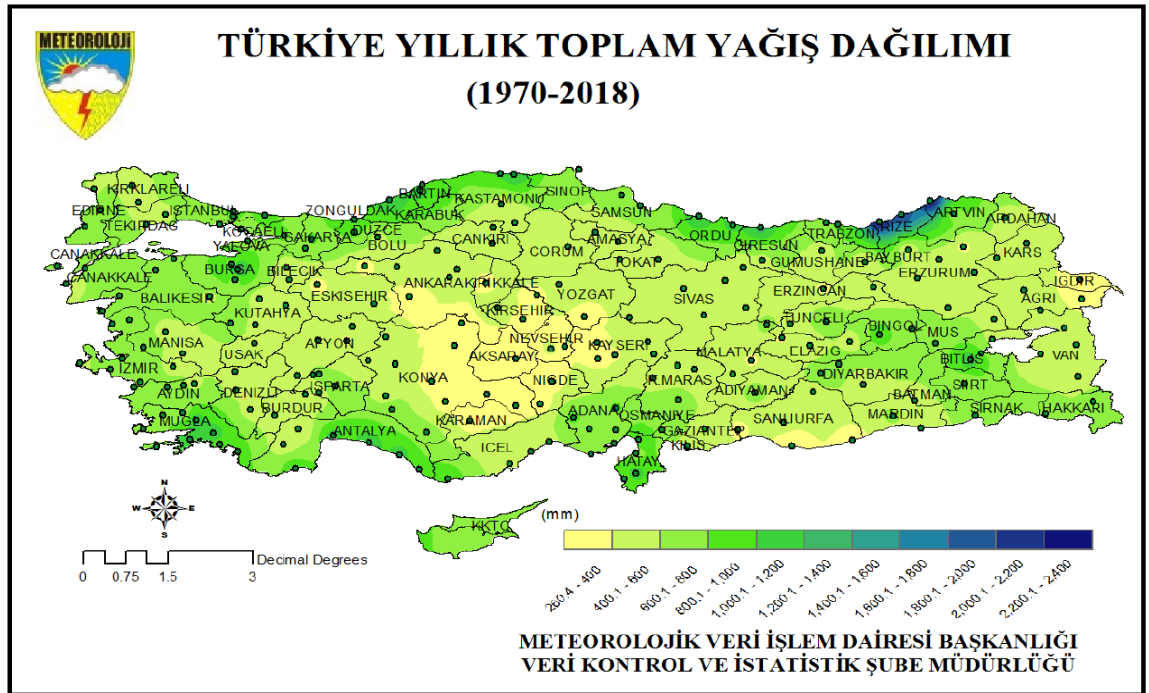
Türkiye’de yağışın miktarı, dağılışı ve rejimi, esas olarak ülkede egemen olan sirkülasyon koşulları tarafından düzenlemekle beraber, Türkiye’nin fiziki coğrafya özellikleri de etki göstermekte ve bunun sonucu olarak yağışta önemli bölgesel farklılıklar meydana gelmektedir. İç Anadolu’da Konya-Tuz Gölü bölümü, Güneydoğu Anadolu’da Suriye sınırına yakın bölümler, Doğu Anadolu’da denizel iklimin etki alanından uzak kalan Iğdır-Tuzluca, Malatya, Elazığ ve Van yöreleri, Amasya- Çorum çevresi ülkemizde yağış yetersizliğinden en çok etkilenen alanlardır (Koçman, 1993). Türkiye’de yıllık ortalama yağış miktarı 727 mm iken (Çiçek - Ataol, 2009), İç Anadolu Bölgesi’nde yer alan Tuz Gölü çevresi 300 mm’ye yakın yıllık yağış tutarı ile kurak bölge olma sınırına yaklaşmıştır (Kapluhan, 2013). (Harita 4, Harita 5)

Harita 4: Türkiye Yıllık Toplam Alansal Yağış Normalleri (1981–2010)



Kaynak: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/aylik-normal-yagis-dagilimi.aspx>

Harita 5: Türkiye Yıllık Toplam Yağış Dağılımı (1970-2018)



Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2018

Türkiye’de mevsimlik yağış farklarının çok belirgin olmasının sebebi, ülkenin konumu neticesiyle, yıl içerisinde sürekli değişen hava akımlarının etkisi altında olmasıdır. Türkiye’de, çeşitli bölgelerden Akdeniz havzasına ulaşan hava kütlelerine oluşturduğu cephesel sistemler ve alçak basınç oluşumları (cephesel depresyonlar) yağış koşullarını ekim ayı sonundan itibaren mayıs ayına kadar süren dönemde yönetmektedir. Bu depresyonlar geçtikleri bölgelerde yağışlara neden olup, batıdan doğuya doğru hareket etmektedir. Kış aylarında cephesel depresyonların geçiş frekansları en yüksek seviyesine ulaşır. Dolayısıyla Türkiye’nin özellikle kıyı bölgeleri kış aylarında bol yağış almaktadır. Ayrıca kış mevsiminde Hazar Havzası veya Doğu Avrupa’dan kaynaklanan soğuk hava kütleleri, Türkiye’de Doğu, Güneydoğu ve İç Anadolu bölgelerine zaman zaman etki eder. Sıcaklık koşullarının düşük olduğu bu dönemde Anadolu, polar hava kütleleri ile beslenen bir yüksek basınç rejiminin etkisi altında kalmaktadır. Bu şekilde yüksek basınç rejiminin egemen olduğu durumlarda, batıdan gelen cephesel depresyonlar iç bölgelere sokulamaz ve bu alanlarda yağış ihtimalleri azalır. Bu sebeple, soğuk mevsimde Türkiye’nin kıyı bölgeleri ile iç bölgeleri arasında yağış koşulları bakımından önemli farklılıklar görülür. Antisiklonal rejim kış aylarında İç Anadolu Bölgesi üzerinde egemen olup, karasallığın etkisiyle güçlenmekte ve dolayısıyla bu bölgede yağış ihtimalini azaltmaktadır (Koçman, 1993).

Yağışa bağlı oluşturulan iklim sınıflandırmalarında genel olarak kabul edilen esaslara göre, kurak bölgelerin yıllık ortalama yağış miktarı 250 mm’den az, yarı kurak bölgelerin ise 250-500 mm arasındadır. Ülkemizde Doğu Anadolu ile İç Anadolu’nun büyük bir bölümü yarı kurak iklime sahiptir. Türkiye’de yalnız yağışa bağlı olarak ciddi derecede kurak olarak nitelendirilebilecek alanlar yoktur. Bunun yanında İç Anadolu’da Tuz Gölü ve çevresi yıllık yağış miktarının 300 mm’ye yakın olması sebebi ile kurak bölge olma sınırında bulunmaktadır (Kaplukan, 2013).

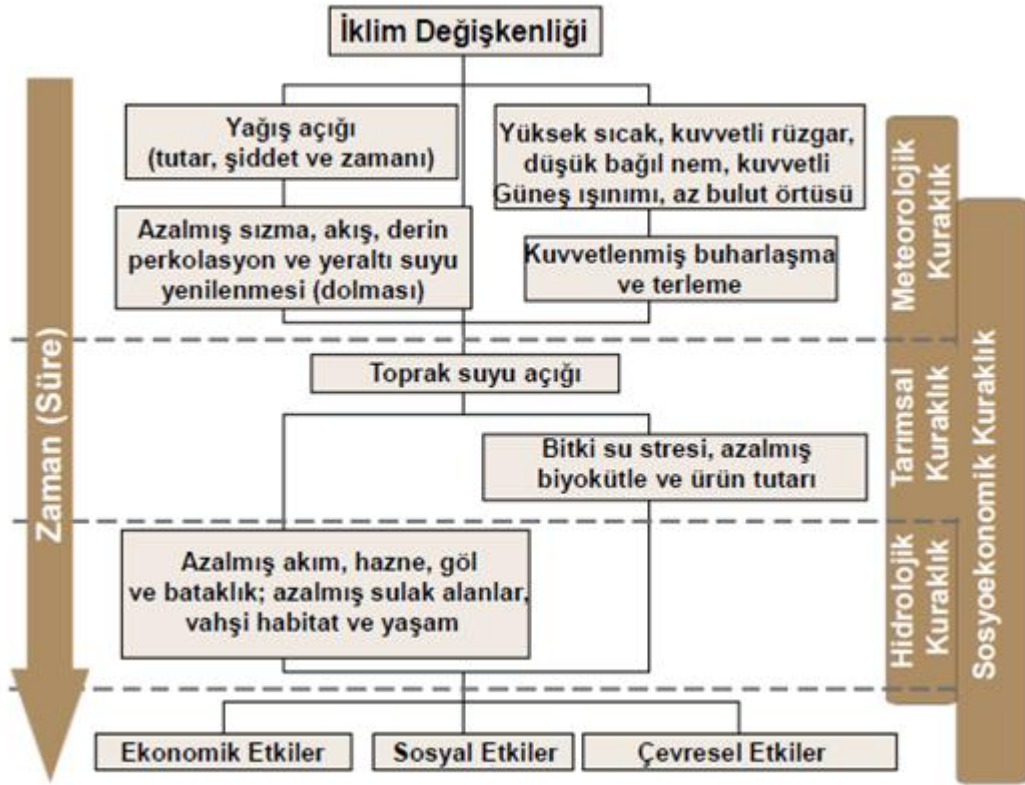
1.2. Kuraklık Çeşitleri

Wilhite ve Glantz (1985), kuraklığın ölçülmesi ve değerlendirmesi amacıyla, kuraklığı izleyen bölgesel ve uluslararası birçok kuruluş (NDMC-ABD ve MGM) ve iklim bilimi çevreleri tarafından kabul edilen kuraklık kategorilerini; meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik olmak üzere dört temel yaklaşıma göre belirlemişlerdir. Bunlardan meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kategoriler kuraklık olayını fiziksel olarak

ölçer. Sosyoekonomik kuraklık ise su açığının sosyal ve ekonomik alanlarda sebep olduğu değişimleri izler ve kuraklığı arz-talep çerçevesinde ele alır (Yetmen, 2013b).

Kuraklık meteorolojik kuraklık ile başlar ve sonrasında meteorolojik kuraklık hidrolojik, tarımsal ve sosyoekonomik kuraklıklara neden olabilir (Şekil 1).

Şekil 1: Meteorolojik, Tarımsal, Hidrolojik ve Sosyoekonomik Kuraklıklar Arasındaki İlişkilerin Gösterilmesi ve Açıklanması



Kaynak: Türkeş, 2014

1.2.1. Meteorolojik Kuraklık

Meteorolojik kuraklık, genellikle bölgesel klimatolojik ortalamasının altındaki yağışların derecesi ve bu az yağışlı dönemlerin süresi temelinde tanımlanmıştır. Meteorolojik kuraklık, bölgeden bölgeye farklılık gösteren, yağışların azalmasıyla gelişen atmosfer koşullarından kaynaklanan ve bölgesel nitelikli bir olay olarak kabul edilmektedir. Kuraklık yavaş bir gelişim göstererek genellikle en az üç ay sürer, fakat mevsimler veya yıllar sürebilir. Meteorolojik kuraklık, tarımsal ve hidrolojik kuraklıktan daha önce başladığı için, uzun ve şiddetli devam eden tarımsal ve hidrolojik kuraklıkların ortaya çıkmasında doğrudan meteorolojik kuraklığın etkisinden bahsedilebilir (Yetmen, 2013b).

1.2.2. Hidrolojik Kuraklık

Hidrolojik kuraklık, yağış açıklarının akarsu akışı, su rezervuarları, göl seviyeleri ve yeraltı suyu azalması gibi su kaynakları üzerindeki etkisine dayanmaktadır (<https://www.weather.gov/safety/drought-types>). Hidrolojik kuraklık, akarsu akımlarının ölçülmesi ve göl, su rezervleri, yer altı suyu seviye ölçümleri ile izlenebilir. Hidrolojik ölçümler kuraklığın ilk belirtilerinden biri değildir. Bunun sebebi, akarsu ve rezervuarlardaki su eksikliği ile yağmur eksiklikleri arasında bir zaman aralığının olmasıdır. Hidrolojik kuraklık, meteorolojik kuraklığın sona ermesinden uzun bir süre sonra dahi varlığını sürdürebilmektedir (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yontemsinif>).

1.2.3. Tarımsal Kuraklık

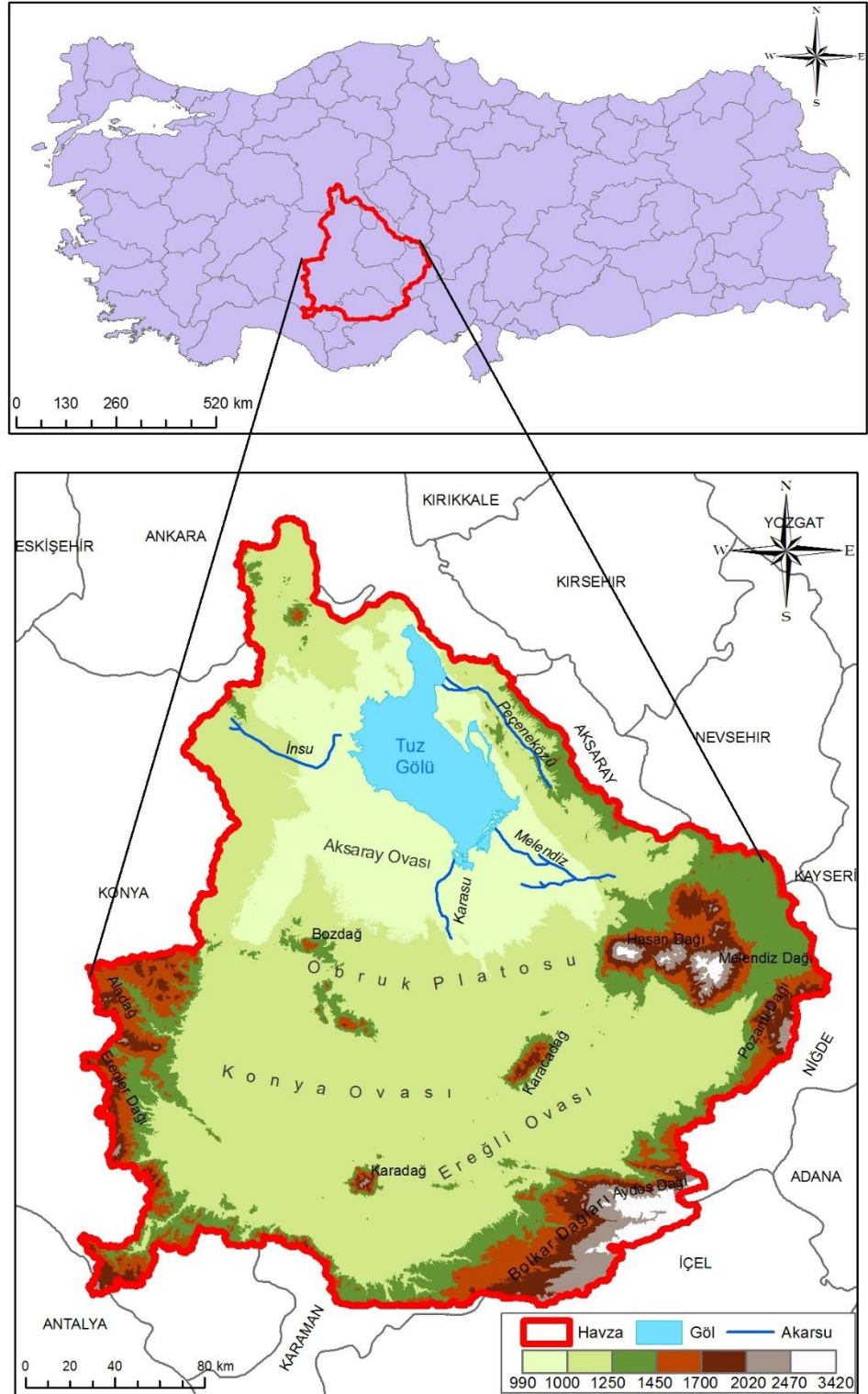
Tarımsal kuraklık, bitkilerin gelişimi için toprakta yeterli miktarda su bulunmamasıdır. Toprak neminin büyük ölçüde azalması sonucunda meydana gelir. Bitkilerin su ihtiyacı hakim hava koşullarına, bitkilerin biyolojik özelliklerine, büyüme sürecine, toprağın biyolojik ve fiziksel özelliklerine bağlıdır (<https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/about-ams/ams-statements/archive-statements-of-the-ams/meteorological-drought/>). Tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklıktan önce ve meteorolojik kuraklıktan sonra meydana gelir. Tarımsal kuraklığın ortaya çıktığı alanlarda toprak derinlikleri doymuş halde olsa da ürün verimlerinde ciddi oranda azalma olabilir. Bunun yanında, yüksek sıcaklıklar, kurutucu rüzgarlar ve düşük nispi nem sebebiyle yağış azlığının etkilerini arttırmaktadır (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=yontemsinif>).

BÖLÜM 2: ÇALIŞMA ALANI

Tuz Gölü Havzası İç Anadolu'da Konya, Aksaray ve Ankara il sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bazı kaynaklarda Koçhisar Gölü, Şereflikoçhisar Tuzlası, Tuz Gölü olarak da geçen Tuz Gölü 1500 km²lik bir yüz ölçüme sahiptir ve deniz düzeyinden 905 metre yüksekte olmuştur (Güney, 2004). (Harita 6) Tuz Gölü Türkiye'nin ikinci büyük gölü olup, çevresindeki platoların arasında bulunan geniş bir çanağın en derin yerinde bulunmaktadır (Şahin, v.dğr., 2000). Tuz Gölü, KB-GD doğrultulu bir kırık çizgisinin batısındaki çukurlukta yer alır. Bu nedenle bir tektonik oluşum sayılır. Göl, kuzeyde dar bir körfez görünümündedir; güneye doğru genişler. Uzunluğu KB-GD yönünde 80 km'yi, doğu ile batı kıyıları arasında da 48 km'yi bulur (Güney, 2004).

Çalışma alanındaki bütün akarsular güneyden kuzeye yani Tuz Gölü'ne doğru akış yönüne sahiptir. Tuz Gölü ve Konya havzalarının Bozdağlar yükselimleri arasında bağlantıları mevcuttur. Ayrıca havza, batısında bulunan Karacadağ yükselimleri ile doğu kenarında yer alan KB-GD yönlü yüksek atımlı Aksaray fayı arasında bir graben görüntüsü oluşturmaktadır (Arslan - Göçmez, 2007).

Harita 6: Tuz Gölü Havzası Lokasyon Haritası



Antik çağda Tatta Gölü olarak tanınan Tuz Gölü dışı akışı olmayan kapalı bir havza içindedir. Günümüzden 2,5 milyon yıl önce, Kuvaterner Dönem başlangıcında İç Anadolu Bölgesinde geniş bir alanı kaplamaktaydı. İç deniz diyebileceğimiz bu büyük göl, günümüze oranla daha yağışlı bir dönemde, birçok akarsuyun bol akımlarıyla besleniyordu. Bugünkü göl yüzeyinden 100 metre kadar daha yüksekte rastlanan eski falezler, ölü yalıyarlar eski kıyı çizgisini ortaya koymaktadır. Bu falezler eski iç denizin dalgalarıyla işlenmişlerdir. Bugünkü göl ve çevresindeki küçük göller, iklimdeki kuraklaşmaya paralel olarak, eski iç denizin küçülmesi ve sık yerlerdeki su birikintilerinin birbirleriyle ilişkilerinin kesilmesi sonucunda ortaya çıkmışlardır. Bunların başında Gez Gölü olarak da bilinen Tersishan (Terzihan) Gölü gelir (Güney, 2004).

Türkiye 25 hidrolojik havzaya ayrılmakla birlikte, bunlar arasında en büyük ve önemli havzalarından birisi Konya Kapalı Havzası'dır. Konya Kapalı Havzası'nın yüzölçümü 5,3 milyon hektar (53.850 km²) olup, bu havzada bulunan Tuz Gölü ise yaklaşık olarak 130 bin hektarlık (1.300 km²) bir alanı kaplamaktadır. Tuz Gölü bu özelliği ile Türkiye'nin ikinci büyük gölü konumundadır. Tuz Gölü ve çevresi jeolojik açıdan tektonik kökenli bir yapıya sahip olup, Ramsar kriterlerine göre 'A Sınıfı' sulak alandır ('Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Yönetim Planı', 2014).

İlkbahar mevsiminde göl genişliği 164.200 hektara ulaşır, yaz aylarında ise bölgedeki aşırı buharlaşma ile göl yüzeyinde yaklaşık 30 cm'lik tuz tabakası oluşur. Tuz Gölü Türkiye'nin tuz ihtiyacının %70'ini karşılamaktadır. Çok çeşitli kuş türünü içinde barındıran Tuz Gölü Havzası'nda, yaklaşık 6.000 kadar kuş yuvalama alanı mevcuttur. Ayrıca bölgede 279 bitki ve bakteri türünün yaşadığı gözlemlenmiştir. Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi, dünyadaki önemli doğal alanlardan biri olarak, sahip olduğu bu özellikleri nedeniyle UNESCO Dünya Miras Geçici Listesi'ne girmiştir (<http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-51375/tuz-golu-ozel-cevre-koruma-alani.html>).

2.1. Havzanın Hidrolojik Yapısı

Göllerin seviyeleri, Pleistosen'in buzul ve buzul arası devrelerinde, iklim koşullarında meydana gelen büyük değişimlere bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. Örneğin Tuz Gölü'nün seviyesi ve dolayısıyla yüzölçümünün günümüzdekinden çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Çeşitli jeomorfolojik (eski kıyı çizgileri, falezler, deltalar, kıyı kordonları vs.) ve sedimentolojik bulgu ve kanıtlarla, Geç Pleistosen'de, Konya-Ereğli Havzası'nı kapladığı saptanan göl ise, günümüzde ortadan kalkmıştır (Hoşgören, 2010).

Tuz Gölü kapladığı alan bakımından Van Gölü'nden sonra Türkiye'nin ikinci büyük gölüdür. Suyun bol olduğu bahar aylarında 164.000 hektarlık bir alana ulaşan, yaz aylarında ise kuruyan göl; yağış, yüzey akım ve yer altı suyu ile beslenir. Bu sebeple, Tuz Gölü havzasının en önemli su kaynakları, bölgenin aldığı yağış ile bölgede yer alan diğer göller ve akarsulardır ('Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Yönetim Planı', 2014). Çevreden gelen cılız akarsular, kapalı havzanın en çukur yerinde bulunan Tuz Gölü'ne dökülür. Bu küçük akarsular, çevre araziden getirdikleri tuzu bünyelerine alarak göle kadar getirirler. Yüksek sıcaklıklar sonucu, buharlaşan göl sularının içindeki tuz, çökerek kalır. Türkiye'de tuz üretiminin büyük bir kısmı buradan elde edilir. Tuz Gölü'nün çevresindeki topraklar da tuzludur (Şahin, v.dğr., 2000). Tuz Gölü, binde 329'luk tuzluluk oranıyla fazla tuzlu olan göller arasında yer almaktadır (Hoşgören, 2010).

Tuz Gölü Kapalı Havzasını besleyen akarsular; doğuda Peçeneközü ve Melendiz, batıda İnsu Deresi ve güneyde Karasu'dur. Peçeneközü, Tuz Gölüne doğudan katılan en önemli akarsudur. Peçenek Özü Şereflikoçhisar'ın 40 km güneydoğusunda yanyana birkaç yerden doğan, çok güçlü Camızlıgöz olarak adlandırılan pınarların birleşmesiyle oluşur. Peçenek Özü kışın güçlü bir sudur. GD-KB doğrultulu kırığa koşturarak akan Peçenek Özü, sonra batıya yönelip jipsli katmanları yarararak ilerler, Şereflikoçhisar'ın içinden geçerek Tuz Gölü'nün KD'sunda sona erer. Peçenek Özü yaz mevsiminde, bahçe sulama nedeniyle çok su yitirir ve bazen Tuz Gölüne doğrudan ulaşamaz; çevredeki tuzlu bataklıklarda yiter gider. Zaten, aşağı çığırında bazı yıllar yatağında hiç su kalmadığı da olur. Melendiz (İhlara) Çayı, Tuz Gölü'ne doğudan katılan bir diğer akarsudur. Melendiz Dağları'na bol kar düşer. İlkbaharda yağışlı geçer. Volkanik kayalar eriyen kar sularını, yağmur sularını alır, biriktirir ve Çiftlik Ovası'nda pınarlardan verir. Hasandağı çevresindeki volkanik yaylalar dalgalıdır. Akarsu, önce Kızılkaya sonra da Göstük Boğazı'nı açmıştır. Melendiz Çayı'nı oluşturan bir diğer kaynak, eski adı Hıçıp ve günümüzdeki adı Gürsu-Gülağaç yöresinden çıkan bol sulu pınarlardır. Pınarbaşı ve Karasu, Sarot gibi kaynakların birleşmesiyle gittikçe güçlenen sular Aksaray'a 15 km uzaklıkta birleşirler. Burada Mamasun Barajı yapılmıştır. Böylece birikinti yelpazesi üzerinde ve ovada yayılmış bulunan Aksaray, sel baskınlarından kurtarılmış ve ayrıca Aksaray Ovası, baraj gölünde biriken sularla da sulanır olmuştur. Mamasun Baraj Gölü'nden sonra, çayın adı artık Ulırmak'tır. Bazı haritalarda Beyaz su olarak da gösterilir. Tuz Gölünün GD'sunda Ulırmak, binlerce yıldır taşıdığı alüvyonları

biriktirerek verimli ovayı oluşturmıştır (birikinti yelpazesi). Ancak, eğim azlığı nedeniyle birçok yerde bataklıklar ortaya çıkar. Ulurmak, yalnızca kışın, sularının bol olduğu zamanda Tuz Gölüne ulaşabilir. 2000 km² akaçlama havzası bulunan Melendiz Çayı'nın uzunluğu 100 km kadardır. İnsuyu, Tuz Gölüne batıdan katılan en önemli koldur. Fakat, yatağında her zaman su bulunsa da çay, yazın göle kadar ulaşamaz. İnsuyu'nun kaynadığı yere Pınarbaşı suyu adı verilir. Burası Cihanbeyli'nin 15 km kadar batısında düşer. İnsuyu daha sonra İnözü adını alır. İlçe merkezinden sonra doğuya doğru biraz akar ve Bekirbey çayırılığında doğuya doğru ilerlerken su yitirir, zayıflar ve Tuz Gölü'ne ulaşmadan yok olur. Eşmekaya Karasu, Tuz Gölü'ne güneyden katılan bazı sular arasındadır. Eşmekaya'dan geçene Karasu; Sultanhanı'ndan geçene Kırkdelik Çayı adı verilir. Eski Yaylası, Karapınar Yaylası bu suların beslenme havzasının yukarı kesimlerini oluştururlar. Bu yaylalarda obruk gölleri (karstik) vardır. Karasu ile Kırkdelik suyu birleşir ve güçlü bir çay olarak akmaya başlar. Bu çay, Tuz Gölü'nün Eski çölüne doğru girinti yapan körfezinin ucuna ulaşır. Fakat, yaz aylarında bu sular, ne denli bol akımlı olsalar da göl kıyısına erişemezler, sazlıklarda gözden yitip giderler (Güney, 2004).

2.2. Jeolojik ve Jeomorfolojik Ana Hatları

Tuz gölü havzası, çaprazlama yapısal bir depresyon içinde bulunan kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlü karalar arası bir havzadır. Kuzeyinde Ankara yükselimi, doğusunda Kırşehir masifi, güneyinde Toros Dağları ve batısında Sivrihisar-Bozdağ masifi bulunmaktadır (Arıkan, 1975).

Bugünkü Tuz Gölü kapalı çanağı ve o çanağı dolduran Neojen arazisi, esas itibarıyla Üst Kretase ile Oligosen yaşlı bir fliş formasyonu üzerinde bulunur. Ülke kenarlarından sokulan deniz kolları içinde biriktirilmiş olan bu fliş fasiesindeki tortullar ise genellikle Mezozoik'e ait serpantinler, diğer bazik püskürükler ve daha yaşlı şist ve mermerlerle, Kırşehir masifinin iç püskürükleri üzerinde bulunmaktadır. Bu sert temel, eski Tersier başlarında oluklar halinde yer yer alçalarak, Jeosenklinal kollarının da temelini teşkil etmiş; Neojen ve Kuaternerdeki tektonik hareketler sırasında ise kırılmalara maruz kalarak, havzadaki bazı büyük kırık sistemler ve onlara bağlı püskürme yerlerinin belirmesinde kısacası bölgenin genç tektoniğinde etkili olmuştur (Erol, 1969).

Mevcut jeolojik ve jeofizik etütlerin ışığı altında bölgedeki formasyonları 3 esas grupta toplamak uygun olur:

1. Az veya çok metamorfik tortullar ile çeşitli püskürüklerden oluşmuş Tersier öncesi temel,
2. Üst Kretase – Eski Tersier denizel (fliş) ve lagüner (jipsli) formasyonlar,
3. Neojen ve Kuaternere ait karasal ve volkanik örtüler.

Tuz Gölü Havzası ve çevresinde yakın zamanlara kadar devam eden tektonik hareketler yer yapısı üzerinde etkili olduğu gibi yer şekilleri üzerinde de göze çarpan bir etkiye sahiptir. Her ne kadar Pliosen ve Kuaterner içinde şiddetli aşındırmalar olmuş ise de, bu aşınmalar tektonik etkiler altında belirilmiş ana yer şekillerinin genel karakterlerini tamamen değiştirebilecek ölçüde ilerleyememiştir. Başka bir sözle söylenirse, erozyon etkileri tektoniğin yer şekilleri üzerindeki etkilerini silecek kadar gelişmemiştir. Böylece bölgedeki dağ tepe sıraları ve onların arasındaki depresyonların esas uzanışı, tıpkı eski Tersier havzasının genel uzanışı gibi GD – KB yönünde olmakta, bu uzanışta Anadolu'nun kuzey ve güney kenar dağlarına doğru yön değiştirmeler görülmektedir. Daha çok faylanmalar şeklinde beliren Genç Tersier hareketlerinin sonucu olan fay çizgileri ise ya bu yapıya paralel uzanan ya da onları dikine kesen basamaklar halinde göze çarpmakta, yahut da akarsuların uzanışı ile belirtilmektedir. Böylece dağ tepe sıraları ve onların arasında boyuna depresyonlar halinde uzanan ana yer şekilleri üzerinde olduğu kadar fay basamakları veya akarsu çizgileri halindeki küçük yer şekilleri üzerinde de tektoniğin etkileri gözlenebilmektedir (Erol, 1969).

Ayrıca, Tuz Gölü kendine has jeolojik bir yapıya sahiptir. Gölün jeolojik yapısındaki tuz katmanı, 1000 metre sürekli devam eder ve değişik yoğunluklara sahiptir. Bu katman sayesinde göl civarındaki tuz üretiminin devamlılığı sağlanmakta ve bölgenin tuz sanayisine bağlı ticari ömrü uzamaktadır ('Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Yönetim Planı', 2014).

Tuz Gölü arazisinde yapılmış olan istif incelemeleri sonucunda günümüzde havzanın kuzeydoğusuna doğru çekilmiş olan Tuz Gölü'nün Pleyistosen'de güneye güneye ve batıya doğru oldukça geniş alanlar kapladığı bilinmektedir. Yelpaze deltası istifleri ve geniş yayımlı ve kalın bir istife sahip göl tabanı tortulları, bahsi geçen eski Tuz Gölü'nün derinliğinin şimdikine oranla oldukça fazla olduğunu göstermektedir. Tuz Gölü havzasının eşleniği konumundaki Konya havzasında da Geç Pleyistosen döneminde yaklaşık 4500 km²'lik bir alan kaplayan ve maksimum derinliği 25-30 m'yi bulan gölsel

bir ortamın varlığı rapor edilmiştir. Bahsi geçen Pleyistosen yaşlı her iki büyük gölünde aynı beslenme havzası içerisinde yer alıyor olmaları ve yeraltısuyu bakımından birbirlerine hep bağlı oluşları eşlenik sonuçları da zaten beklenir kılmaktadır. Tuz Gölü'nün, Pleyistosen'de göl havzasının güneyindeki Konya havzasıyla bağlantısından ötürü çok geniş bir beslenme alanına sahip olduğu söylenebilir. Bu da güneyde Toroslardan itibaren büyük bir alandan beslenebilen bir Tuz Gölü anlamına gelmektedir. Ayrıca, akarsu ağı günümüzdeki gibi mevsimlik zayıf akımlı derelerden ziyade, çok daha güçlü akımlara sahip derelerce kurulmuş olmalıdır. Bunun en önemli kanıtı havzanın özellikle güney kesiminde uzanan eski kıyı hatlarındaki yelpaze deltası tortulları oluşturmaktadır. Holosen başlarında meydana gelen iklimsel kaynaklı göl seviyesi düşüşleri havzanın Tuz Gölü Fayı tarafından denetlenen doğu kesiminde kalın alüvyal yelpaze istiflerinin gelişmesini sağlamıştır (Gülbüz – Kazancı, 2014).

Tuz Gölü havzasında bulununan Karapınar'da gözlenen kumul yapıları, kurak iklimlerin tipik yer şekilleridir. Değişen iklimik şartlara bağlı olarak Konya ve Tuz Gölü Kapalı havzalarındaki göl seviyelerinin değişiklik göstermesi hatta tamamen çekilmesiyle geride hareket kabiliyeti fazla bir litoloji ortaya çıkmıştır. Buna paralel kurak şartlara ve rüzgarın korrozif etkisine bağlı olarak ülkemizde ender rastlanan eoliyen şekiller meydana gelmiştir. Bunlar genellikle kum örtüleri kum tümsekleri minyatür barkanlar ve barkan sırtlarıdır (Güler – Timur, 2007). Karapınar çevresinde yıllık yağış miktarının düzensiz oluşu, sıcaklık değerlerinin bilhassa kurak geçen yaz aylarında çok yüksek oluşu, sıcaklık ve yağış şartlarına bağlı olarak nem miktarının azlığına bir de rüzgarın eski göl tabanı istikametinde Karapınar ilçesine doğru esmesi, sıcaklık ve nem gibi iklim elemanlarının olumsuz etkileri erozyon tetikleyen faktör olmuştur. Yöre, yer üstü suları bakımından olduğu gibi yer altı suları bakımından da fakirdir. Özellikle yer altı suyunun derinde olması, kuraklık ve buharlaşma gibi faktörlerin etkileri de eklenince toprak nem bakımından fakirleşmekte ve kuru toprak üzerinde rüzgarın etkileri artmaktadır (Bozyiğit, 2011).

Konya Ovası'ndan Tuz Gölü'ne doğru olan yeraltı suyu akışı sırasında, yeraltı suları temas halinde bulunduğu karstik kayaçları çözmekte ve yeraltı boşlukları oluşmaktadır. Bu boşluklar, gerek yeraltı suları, gerekse insanların yanlış arazi kullanımı sonucunda çökmekte ve obruk adını verdiğimiz karstik oluşumlar ortaya çıkmaktadır. Günümüzde obruk sayısının artmasında sahada kurak ve yarı kurak iklim koşullarının yaşanmasının yanı sıra beşeri faktörlerin de etkili olduğu görülmekte ve mevcut arazi ve yeraltı suyu

kullanımı sürdürüldüğü takdirde yeni obruk oluşumları da beklenmektedir. Bu risk yöredeki insanların yerleşim ve tarım alanlarını olumsuz yönde etkilemektedir (Tapur – Bozyiğit, 2015).

2.3. Toprak Özellikleri, Bitki Örtüsü ve İklim Koşulları

Bölgenin etrafı yüksek dağlarla çevrili olduğundan, denizel iklimin nemli ılıman havası bölgeye ulaşamaz. Bu sebeple Tuz Gölü ve Havzasında, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim görülür. Bölgede karasallık derecesinin artmasında, batıdan doğuya doğru yüksekliğin artması ve kış sıcaklıkları çok düşük değerlere ulaşması etkili olur. Ülkemizin en az yağış alan bölgesi İç Anadolu Bölgesi'dir. Bölgede ortalama yağış yaklaşık olarak 400 mm'dir. Bölgenin en kurak mevsimi yaz olup, en fazla yağış ilkbahar aylarında sağanak halinde düşer. Yaz kuraklıklarının oluşması ve erken başlamasının bitkiler üzerinde olumsuz bir etkisi vardır. İç Anadolu Bölgesi'nin ve Türkiye'nin en az yağış alan bölgesi Tuz Gölü çevresidir (320 mm). Yağış azlığının sebebi bölgenin deniz etkisine kapalı olmasıdır. Denizden gelen nemli hava kütlesi bünyesinde bulunan nemi dağların denize dönük yamaçlarına yağış olarak bırakırken, İç Anadolu Bölgesi'ne doğru geldiğinde artık kurudur. Bölgede görülen yağışlar cephesel ve konvansiyonel biçimdedir. Kırkikindi adıyla bilinen konvansiyonel yağışlar ilkbaharda sık görülür. Bölgenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. Bozkır, ilkbahar yağmurlarıyla yeşerip, birkaç ay yeşil kalan, yaz sıcaklığı ile sararan ot topluluğudur (Ekercin, 2007).

İklim şartlarının etkisi ile oluşmuş zonal toprakları sierozem, kestane rengi ve kahverengi topraklar oluşturur. Sierozemler; yağışın çok az görüldüğü Tuz Gölü çevresinde bulunur. Boz renkli olan bu toprakların altında yoğun karbonat birikimi görülmektedir. İntrazonal toprakları ise İç Anadolu'da drenajın iyi olmadığı ve ana materyalin yüzeye çıktığı kapalı alanlardaki topraklar oluşturmaktadır. Bu toprakları meydana getiren toprak çeşitlerinden birisi de Tuz Gölü çevresinde görülen çorak topraklardır. Çorak topraklar Konya Ovası'nın alçak kesimlerinde ve Tuz Gölü çevresinde bulunur. Drenajı bozuk olan bu yerlerde toprağın altında olan alkali ve tuzlu maddeler, sızmayla yüzeye kadar çıkarak suyun buharlaşması sonucu toprağın üstünde birikir. Bu topraklara, çoğu bitkilerin yetişmesini engellediği için çorak toprak adı verilir (Atalay - Mortan, 1995). Türkiye, ılıman iklim kuşağının güneyinde yer alan bir coğrafyada bulunur. Tuz Gölü'nün ılıman iklim kuşağı içinde bulunması, yağış değişkenlerinin kuzey-batılı ticaret rüzgârları

tarafından belirlenen bir meteorolojik desene sahip olması manasına gelir. Başka bir ifadeyle Tuz Gölü'nün bulunduğu İç Anadolu Bölgesi, çoğunlukla kuzey-batı yönlü nemli ve yağışlı hava akımlarına muhtaç ve kurak bir bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Gittikçe azalan yağış miktarı, buharlaşma ve sıcaklık gibi meteorolojik değişiklikler, Tuz Gölü ve çevresini kuraklık ve çölleşme gibi risklerle karşı karşıya getirmektedir. Meteorolojik değişimler içinde öne çıkan etmen, yağış miktarlarında giderek meydana gelen azalmalardır ('Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü Yönetim Planı', 2014).

Hava nemliliği. Bölgedeki mutlak nem miktarı, yani havanın taşıdığı su buharı miktarı, sıcaklıkla beraber yazın artarken, kışın azalır. Bu nem miktarı olarak fazla olsa da hava sıcaklığı sebebiyle, havayı doyurmaya yetmez. Dolayısıyla yazın yağış imkânları kışa göre çok daha azdır. Yazın nisbi nemin ortalama olarak % 50 den aşağı olduğu bilinmektedir. Bölgedeki buharlaşmanın miktarı üzerinde, nisbi nemin azlığı artırıcı bir rol oynar. Bundan dolayı, yağış imkânları, yaz aylarında ortalama nisbi nem düşük olduğundan yağış tutarları az, ona karşın buharlaşma fazladır. Kışın böyle bir durum meydana gelmeyip, ortalama nisbi nem %70-80 civarında olması nedeniyle yağış imkânları daha fazladır. Ek olarak, bazı yaz aylarında nisbi nem %5'e kadar düşüş gösterir. Bu gibi zamanlar havanın tam anlamıyla kurak olduğu zamanlardır ve doğal olarak bu sırada buharlaşma son haddine ulaşır, bitkilere zarar veren kuru sıcaklar hüküm sürer (Erol, 1963).

Buharlaşma. Tuz Gölü'nde su kaybını oluşturan en önemli etken buharlaşmadır. Rüzgar ve deniz etkisinden uzak bölgelerde yaz mevsiminde buharlaşma oranı oldukça yüksektir. Buharlaşma en yüksek, temmuz ayında gerçekleşir (Göncü, v.dğr., 2017). Nisbi nem azaldıkça bölgedeki buharlaşma artarak, sıcaklık ile uygun bir gidiş sürdürür. Sıcaklıkların arttığı ve yağışların azaldığı devreler birbirine rastladığı için, buharlaşmayla birlikte bitkilerin su kaybı doğal olarak karşılanamamakta dolayısıyla haziran ve kasım ayları arasında ciddi bir kuraklık meydana gelmektedir. Bu nedenle bölgemizde buharlaşmanın, bitki hayatı hususunda çok önemli bir etkisi vardır. Başka bir açıdan, bölgedeki buharlaşmanın diğer bir etki alanı olan akarsular üzerindeki etkisini yansıtmak amacıyla şu örnekten bahsedilebilir: Koçhisar doğusundaki Peçenek çayının akımı nisandan itibaren azalmaya başlayıp, eylül'den sonra ise akışın tekrar arttığı gözlemlenir. Eylül ayı bölgedeki yağışların tam anlamıyla başlamadığı bir dönemdir ve akımdaki bu

artışta havaların soğumasıyla buharlaşmada meydana gelen azalmanın etkisi olduğu düşünölmektedir (Erol, 1963).



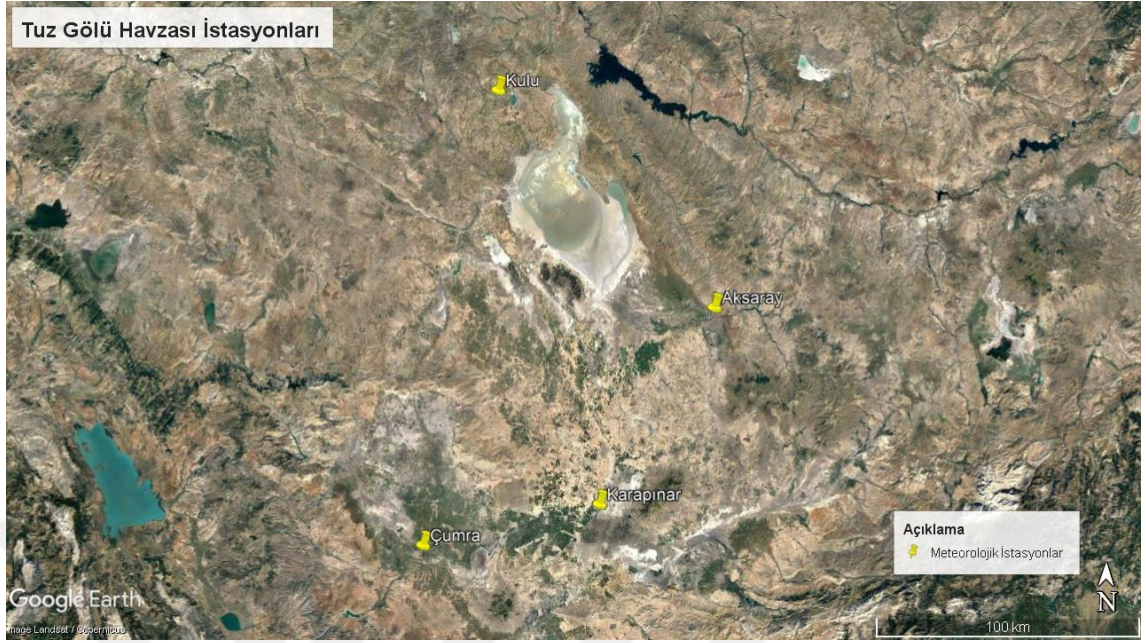
BÖLÜM 3: VERİ

Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'na ait homojen dağılım gösteren, (Harita 7) uzun dönem ve kesintisiz verisi olan 4 adet meteoroloji istasyonundan (Kulu, Aksaray, Karapınar, Çumra) (Tablo 1) elde edilen; iklimsel hesaplamalar için uygun olarak görülen 30 yıldan az olmama koşuluna uygun 1975-2016 dönemini kapsayan meteorolojik veriler kullanılarak (Tablo 2), Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık analizi yapılmıştır. Meteoroloji istasyonlarına ait veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. İstasyon verilerindeki çok az süreli, eksik gün ve aylar interpolasyon yöntemi kullanılarak giderilmiştir. Havza sınırları ArcGIS yazılımı kullanılarak belirlenmiştir. Hidrolojik analiz sırasında kullanılan SRTM verileri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından sağlanmıştır.

Tablo 1: Araştırma Alanında Bulunan İstasyonlara Ait Bilgiler

Meteoroloji	İstasyon			
İstasyonu	No	Koordinat	Yükseklik	Periyot
KULU	17754	39° 4' 44" K – 33° 3' 57" D	1005 m	1975-2016
AKSARAY	17192	38° 22' 14" K – 33° 59' 55" D	970 m	1975-2016
KARAPINAR	17902	37° 42' 51" K – 33° 31' 36" D	996 m	1975-2016
ÇUMRA	17900	37° 33' 57" K – 32° 47' 24" D	1014 m	1975-2016

Harita 7: Meteorolojik İstasyonların Dağılışı



Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Meteorolojik Veriler

Parametreler	Kapsadığı Dönem
Aylık Ortalama Sıcaklık	1975-2016
Aylık Maksimum Sıcaklık	1975-2016
Aylık Minimum Sıcaklık	1975-2016
Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık	1975-2016
Yıllık Ortalama Sıcaklık	1975-2016
Aylık Toplam Yağış	1975-2016
Aylık Toplam Yağış Ortalaması	1975-2016

BÖLÜM 4: METOT

4.1. Kuraklık İndisleri ve İklim Tipinin Belirlenmesi

Çalışmada havzanın kuraklık durumunu belirlemek amacıyla De Martonne Kuraklık İndisi formülü ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi formülü uygulanmıştır (Erinç, 1996). Havzanın iklim tipini belirlemek için Thorntwaite İklim Sınıflandırması (Atalay, 2013) ve Köppen - Geiger İklim Sınıflandırması (Erinç, 1996; Atalay, 2013; Erlat, 2014) kullanılmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak havza sınırları belirlenmiştir.

4.1.1. De Martonne Kuraklık İndisi

De Martonne formülünde Yıllık Toplam Yağış ve Yıllık Ortalama Sıcaklık parametreleri yer alır. Bu formül ile yapılan hesaplama sonucunda Yıllık Kuraklık İndisi (IDM) değerine ulaşılır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016a).

$$IDM = \frac{P}{T + 10}$$

IDM : Yıllık Kuraklık İndeksi

P : Yıllık toplam yağış (mm)

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne aylık kuraklık indisi değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$IM = \frac{12 * P'}{T' + 10}$$

IM : Aylık Kuraklık İndisi

P' : Aylık toplam Yağış (mm)

T' : Aylık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne formülü ile hesaplanan IDM ve IM değerleri için aşağıda verilen tablodan iklim özellikleri belirlenir (Tablo 3).

Tablo 3: De Martonne İndis Değerleri ve İklim Özelliği

IDM	İklim Özelliği
5'den küçük	Kurak
5 – 10	Yarı Kurak
10 – 20	Yarı Kurak – Nemli Arası
20 – 30	Yarı Nemli
30 – 60	Nemli
60'dan büyük	Çok nemli

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016a

De Martonne 1942 yılında Gottmann ile birlikte ilk kuraklık indisi formülünde bazı ekleme ve değişikliklerde bulunmuştur. Oluşturulan yeni formül aşağıdaki gibidir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016a).

$$IDMG = \frac{1}{2} * \left(\frac{P}{T + 10} + \frac{12 * Pd}{Td + 10} \right)$$

IDMG : De Martonne – Gottman İndisi

P : Yıllık toplam yağış (mm)

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

Pd : En kurak ayın yağışı (mm)

Td : En kurak ayın ortalama sıcaklığı (°C)

Oluşturulan yeni formülde yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış toplamı değerlerine, en kurak ayın sıcaklık ve yağış değerleri de eklenmiştir.

4.1.2. Erinç Yağış Etkinliği İndisi

Erinç yağış etkinliği indisi, buharlaşma ve yağışın neden olduğu su kaybına sebebiyet veren yıllık ortalama maksimum sıcaklığı esas etken olarak dikkate almıştır. Erinç metodunda evapotranspirasyon ile su kaybının sebep olduğu yağış ve kuraklık ilişkisi hesaplanarak bir indis değeri bulunur ve bu indise göre iklim tipi belirlenir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016b).

$$Im = \frac{P}{Tom}$$

Im : Yağış etkinlik indisi

P : Yıllık Toplam Yağış (mm)

Tom : Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)

Erinç yağış etkinliği indis değerleri için aşağıdaki tablodan iklim özelliği bulunur (Tablo 4).

Tablo 4: Erinç Yağış Etkinlik İndisi ve İklim Özelliği

Im	İklim Özelliği
< 8	Tam Kurak
8 – 15	Kurak
15 – 23	Yarı Kurak
23 – 40	Yarı Nemli
40 – 55	Nemli
55 >	Çok nemli

Kaynak: Erinç, 1996

4.1.3. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Thornthwaite İklim Sınıflandırmasında sıcaklık ve nem etkenliğine dikkate alınmıştır. Thornthwaite'dan önceki araştırmacılar, yağış ve buharlaşma arasındaki ilişkileri ele alarak yağış etkenliğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Thornthwaite yağış-buharlaşma arasındaki ilişkileri belirten indisler saptayarak yeryüzündeki nemli ve kurak bölgeleri belirtmiştir. Thornthwaite'ın 1948'deki sınıflandırmasında 1931'e göre köklü değişiklikler yapılarak evapotranspirasyon verileri kullanılmıştır. Yani hem bitkilerden terlemeyle (transpirasyon) hem de yüzeyde oluşan buharlaşmayı (evaporasyon) birlikte ele alınmıştır. Nem miktarı çok fazla olduğunda potansiyel evapotranspirasyon kullanılmıştır (Atalay, 2013).

Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre, toplam 9 sınıf olarak nitelenen yağış etkinlik indisinde E, D ve C1 alanlar kurak, A, B4, B3, B2, B1 ve C2 alanlar ise nemli sahaları göstermektedir. Bu harfler tümleşik iklim sınıfının ilk kısmını oluşturur. İkinci aşamada olan sıcaklık tesiri indisi, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerine göre yapılır. Sıcaklık tesiri indisinde megatermal (A'), mezotermal (B'4, B'3, B'2 ve B'1), mikrotermal (C'2 ve C'1), tundra (D'), don (E) iklim tipini göstermektedir. Harflerin yanındaki sayılar ise iklim tipinin derecelerini belirtmektedir. Thornthwaite iklim sınıflandırmasının üçüncü aşamasında, nemli iklimler için kuraklık, kurak iklimler için nemlilik indisi hesaplanır. Nemlilik indisine göre, su noksanı yok veya az (r), yazın orta derecede su noksanı (s), kışın orta derecede su noksanı (w), yazın şiddetli su noksanı (s2), kışın şiddetli su noksanı (w2) olarak; kuraklık indisine göre, su fazlası yok veya az (d), yazın orta derecede su fazlası (s), kışın orta derecede su fazlası (w), yazın şiddetli su fazlası (s2), kışın şiddetli su fazlası (w2) olarak tanımlanır (Yılmaz - Çiçek, 2016).

4.1.4. Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması

Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması dünya iklimlerinde yapılan ilk sınıflandırmalardan biridir. Bu sınıflandırma Alman bilim adamı Wladimir Köppen (1846-1940) tarafından 1900 yılında sunulmuştur. Bilim adamları tarafından geliştirilen farklı iklim sınıflandırmaları olsa da dünyada en çok Köppen İklim Sınıflandırması kullanılır. Köppen'e göre beş adet iklim grubu bulunur ve bu gruplar üç harf ile ifade edilmektedir. Köppen İklim Sınıflandırmasında bu iklim gruplarının ilk harfi; ekvator bölgesi (A), kurak bölge (B), sıcak ılıman bölge (C), kar bölgesi (D) ve kutup bölgesi (E) olarak

belirlenmiştir. Sınıflandırmada ikinci harf bölgedeki yağış durumu, üçüncü harf bölgedeki sıcaklığı belirtmektedir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016c).

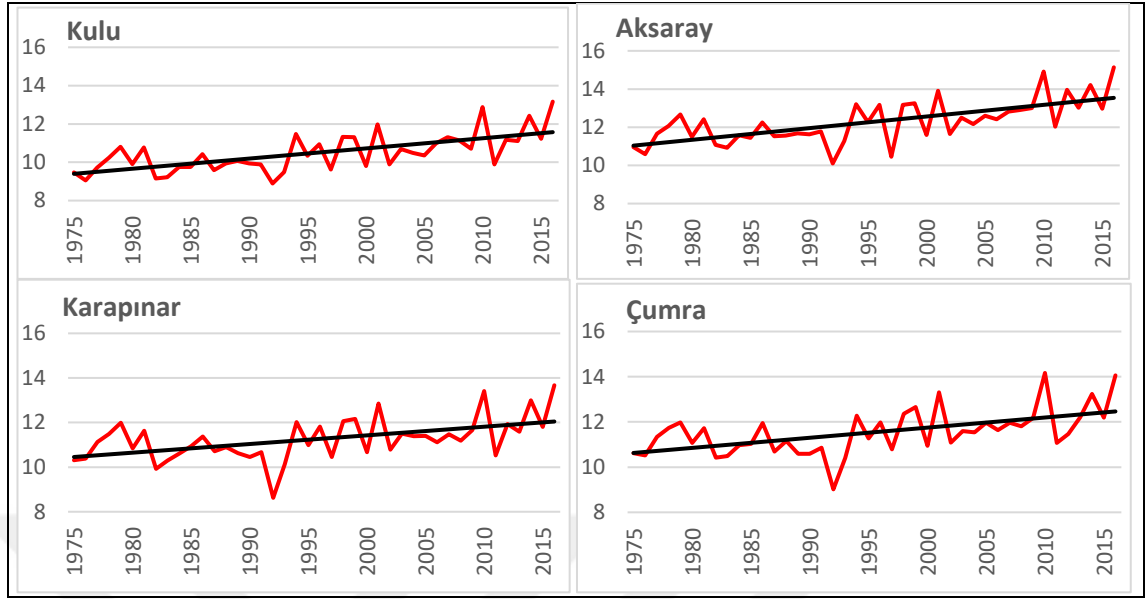
Köppen İklim Sınıflandırmasına göre iklimler 5 ana kuşak, 24 tipten oluşmaktadır. Bu sınıflandırmada büyük iklim grupları (makroklimalar) sıcaklık ve yağış değerlerinin yıllık ya da yılın belirli ayları için hesaplanan uzun süreli ortalamaları için belirlenen belli eşik değerlerine göre ayrılır. Aynı zamanda yeryüzündeki beş büyük vejetasyon formasyonunun dağılışı ile uyumlu olan ve sıcaklıktaki belli eşik değerlerine göre ayrılan bu beş büyük iklim grubu A, B, C, D ve E harfleri ile gösterilir (Erlat, 2014). Bu harflere 2., 3. harfler de eklenmiştir. Köppen'e göre iklim sınıflandırmasının ikinci harfi; çöl (W), step-yarı kurak (S), yazları kurak (s), kışları kurak (w), her mevsim yağışlı (f) olup bölgenin yağış rejimini ifade eder. 3. harfler ise, kurak iklim grubunda; sıcak (h), soğuk (k) olarak, sıcak ılıman iklim grubunda; sıcak yaz (a), ılık yaz (b), serin yaz (c) olarak, soğuk iklim grubunda ise; sıcak yaz (a), ılık yaz (b), serin yaz (c), çok soğuk kış (d) olarak ifade edilir ve sıcaklık karakterini gösterir (Öztürk, v.dğr., 2017).

BÖLÜM 5: BULGULAR

5.1. Sıcaklığın ve Yağışın Yıllara Göre Değişim ve Eğilimleri

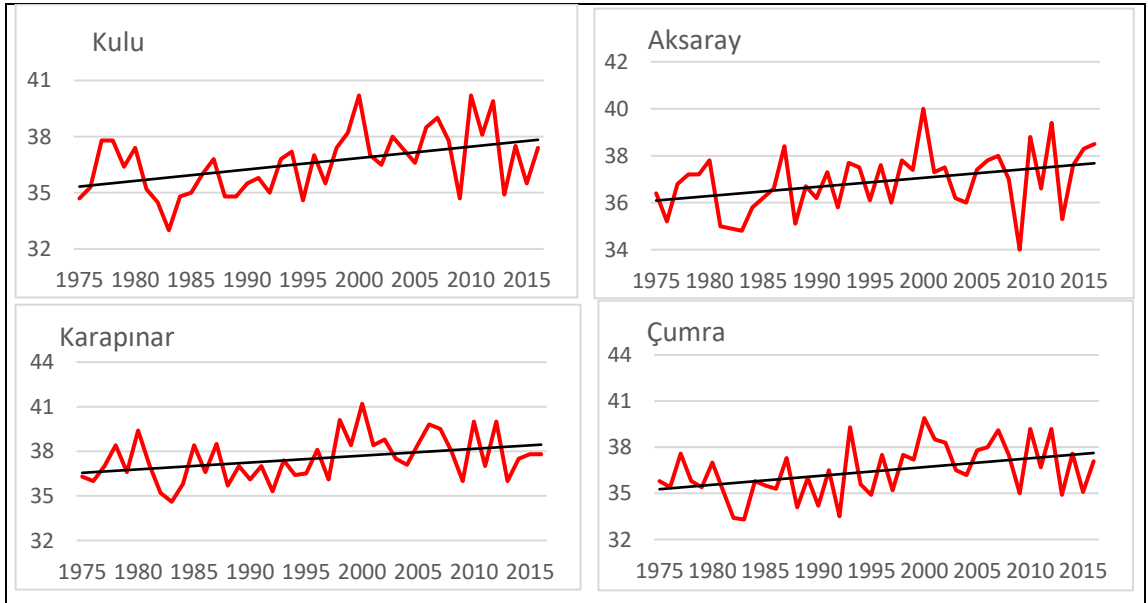
Çalışma alanında, gözlem periyotları içerisinde meydana gelen, sıcaklık ve yağışın değişimlerini ve eğilimlerini ortaya koymak için, istasyonlara ait en düşük minimum sıcaklık, en yüksek maksimum sıcaklık, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık ortalama yağış verilerine doğrusal trend yöntemi uygulanmıştır. Çalışma alanında yer alan istasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklık eğilimleri incelendiğinde tüm istasyonların 1975-2016 periyodunda ortalama sıcaklıklarının artan yönde bir eğilime sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 2). Kulu' nun yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 1982 yılına kadar ortalamanın üstünde yükselişler meydana gelmiş, 1982 yılında azalma, 1986 yılında ortalamaya yakın yükselme, 1992 yılında azalma, 1994 yılında yükselme, 1997 ve 2000 yıllarında azalma ve bu yıllar arasında yükselme, 2001 yılında yükselme, 2002 yılında düşüş, 2010 yılında önemli bir yükselme, 2011 yılında azalma, 2014 ve sonrasında ortalama seviyelerin üstünde yükselmeler meydana gelmiştir. Aksaray'ın yıllık ortalama sıcaklık değerleri; 1976 yılında azalma, 1982'ye kadar ortalamaların üstünde yükselme, 1983 yılında bir azalma, 1986 yılında yükselme, 1992 ve 1997 yıllarında azalma ve bu yıllar arasında ortalamaların üstünde yükseliş, 1998 ve 1999 yıllarında yükselme, 2001 yılında yükselme, 2002 yılında azalma ve 2009 yılına kadar ortalamalar seviyesinde yükseliş, 2010 yılında önemli bir yükselme, 2011 yılında düşüş, 2012 ve sonrasında ortalamalar seviyesinde ve daha sonra ortalama üzerinde yükselmeler tespit edilmiştir. Karapınar'ın yıllık ortalama sıcaklık değerlerine göre, 1982 yılına kadar ortalamalar üzerinde olan sıcaklıkların 1982 yılında düştüğü, 1992 yılına kadar ortalamalara yakın, 1992'de azalma ve sonraki dönemlerde ortalamalara yakın düzeylerde; 1994 yılında yükselme 1997 yılında azalma, 1998 ve 1999 yılında yükselme, 2001 yılında yükselme, 2010 yılında yükselme, 2011 yılında azalma, 2014 yılında yükselme ve devamında ortalamalar üstünde yükselmeler gözlemlenmiştir. Çumra'nın yıllık ortalama sıcaklık değerleri, 1982 yılına kadar ortalamalar üzerinde yükselirken, 1982 yılında düşüş, 1986 yılında yükselme, 1992 yılında azalma, 1997 yılına kadar yükselme, 1997 yılında azalma, 1998 ve 1999 yılında yükselme, 2000 yılında düşüş, 2001 yılında yükselme ve sonrasında ortalamalar seviyesinde yükselme, 2010 yılında yükselme, 2011 yılında düşüş, 2014 ve sonrasında ortalamaların üzerinde yükselmeler meydana gelmiştir.

Şekil 2: Çalışma Alanındaki İstasyonların Yıllık Ortalama Sıcaklık Eğrileri

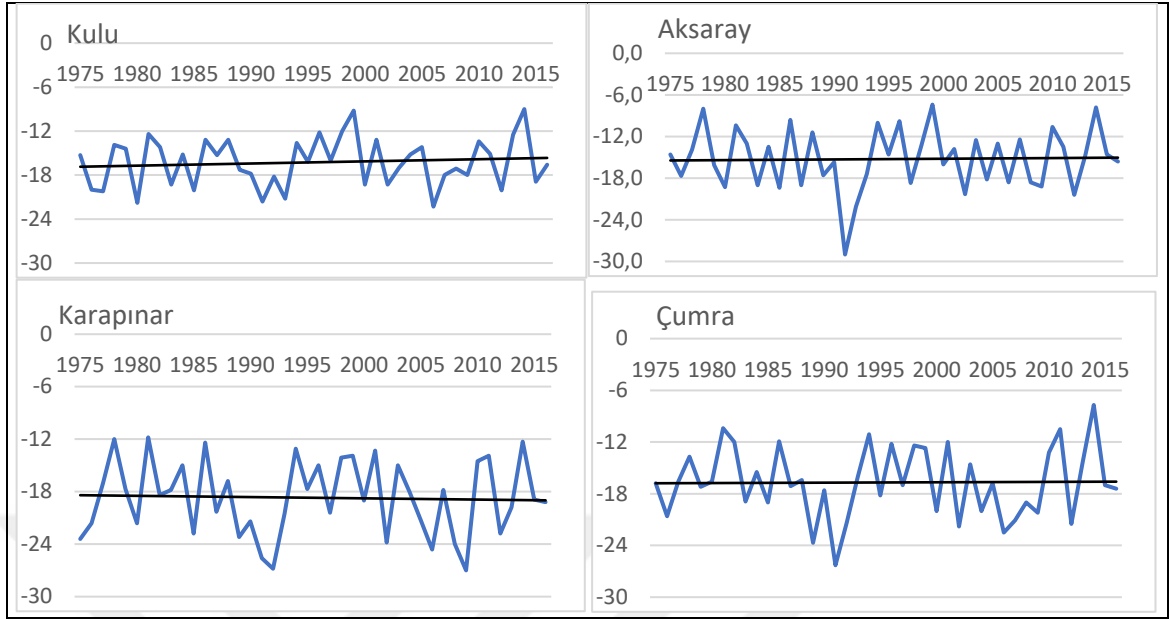


En düşük minimum ve en yüksek maksimum sıcaklık eğrilerine baktığımızda, en yüksek maksimum sıcaklıkların artan yönde bir eğiliminin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). En düşük minimum sıcaklıklar ise kararlı gidiş sergileyerek belirli bir eğilim göstermiştir (Şekil 4). Çalışma alanının en yüksek maksimum sıcaklıklarının uzun yıllar içerisinde sürekli olarak arttığını kanıtlayan eğriler, bölgenin ısınan bir eğilim gösterdiğini ortaya koyar.

Şekil 3: Çalışma Alanındaki İstasyonların En Yüksek Maksimum Sıcaklık Eğrileri

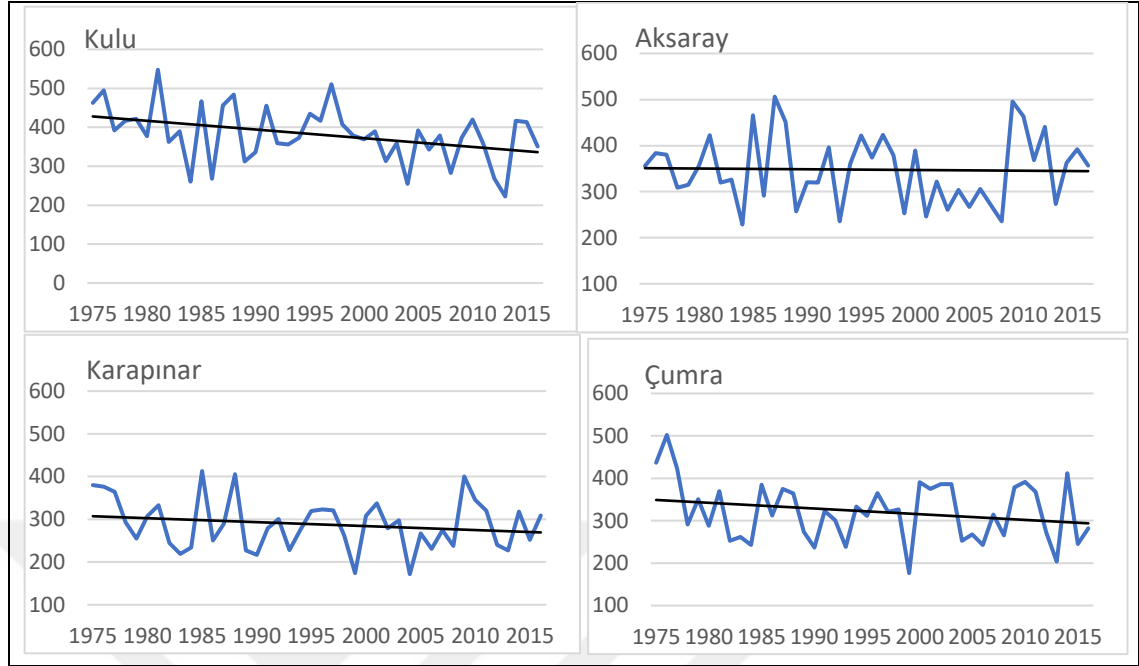


Şekil 4: Çalışma Alanındaki İstasyonların En Düşük Minimum Sıcaklık Eğrileri



Kuraklığın saptanması açısından önemli parametrelerden biri olan yağışın değişimi ve eğilimleri için yıllık ortalama yağış tutarlarının 1975-2016 yılları arasındaki eğilimleri belirlenmiştir. İstasyonların yıllık ortalama yağış eğilimlerinde gözlem süresi içinde azalma olduğu saptanmıştır (Şekil 5). Ortalama yağış miktarlarındaki önemli azalmalar; Kulu’ da 1984, 1986, 1989, 2004, 2008, 2013 yıllarında; Aksaray’da 1984, 1986, 1989, 1993, 1999, 2001, 2003, 2005, 2008, 2013 yıllarında; Karapınar’da 1979, 1983, 1986, 1990, 1993, 1999, 2004, 2006, 2008, 2013, 2015 yıllarında, Çumra’da 1978, 1980, 1982, 1990, 1993, 1999, 2005, 2008, 2013, 2015 yıllarında meydana gelmiştir. Ortalama yağışlardaki azalmalar istasyonlar arasında benzerlik göstermektedir.

Şekil 5: Çalışma Alanındaki İstasyonların Yıllık Ortalama Yağış Eğilimleri



5.2. Yıllık Ortalama Sıcaklık, Ortalama Maksimum, Ortalama Minimum ve Ekstrem Sıcaklıkların İncelenmesi

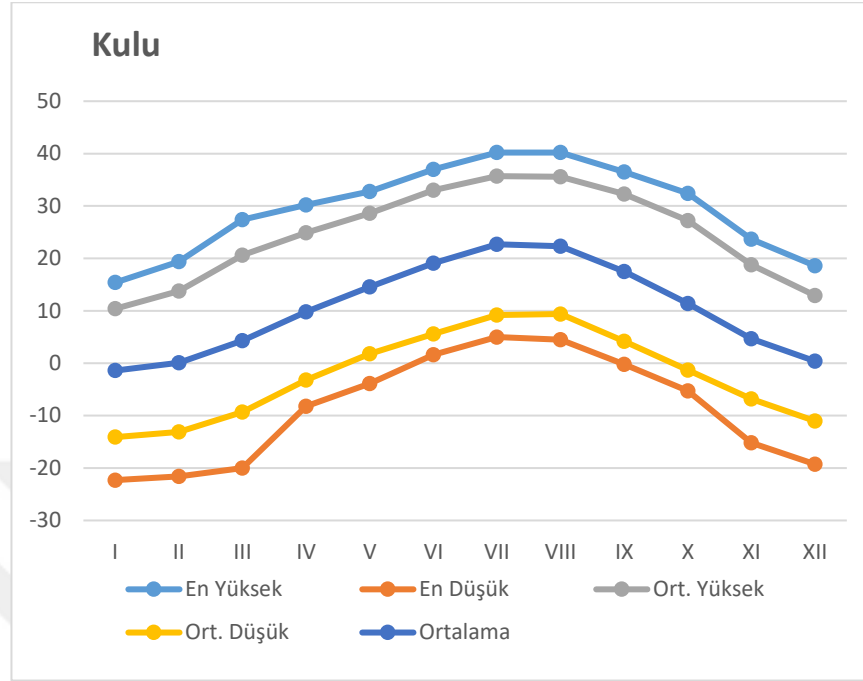
Araştırma alanındaki istasyonlarda aylık ortalama sıcaklıklar; ocak ayında en düşük değeri alırken (Kulu -1.4°C , Aksaray 0.7°C , Karapınar -0.3°C , Çumra 0.2°C), mayıs ayında ortalamanın üzerine çıkarak temmuz ayında en yüksek değerine (Kulu 22.7°C , Aksaray 24.1°C , Karapınar 23.3°C , Çumra 23°C) ulaşır. Kasım ayına kadar yıllık ortalamanın üzerinde olan sıcaklıklar, bu aydan itibaren düşüş göstererek ocak ayında en düşük değerini alır. Aylık ortalama sıcaklıklar aralık, ocak, şubat aylarında yaklaşık 1°C sapmalara uğrarken, mart ayında yaklaşık 4°C 'lik bir yükselme meydana gelir. Nisan, mayıs, haziran ayları boyunca da yaklaşık $4 - 5^{\circ}\text{C}$ 'lik bir artışla seyrini izleyen sıcaklıklar temmuz ayında en yüksek değerine ulaşır. Temmuz ve ağustos aylarında sıcaklık değerlerinde fazla değişim görülmez. Ağustos ayından itibaren düşmeye başlayan sıcaklıklar eylül ayında 5°C , ekim ve kasım ayında 6°C azalarak, aralık ayına kadar yaklaşık 4°C azalmaya devam eder. Araştırma alanında ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki seyrine bakıldığında, genel olarak yazın yüksek, kışın ise düşük sıcaklık değerleri gözlemlenir. Ortalama minimum değerlerin 0°C 'nin altına indiği görülür. Bu değerler; ocak, şubat, mart, nisan ve ekim, kasım, aralık aylarında Kulu'da -14.1 ile -1.3°C arasında değişkenlik gösterirken, Aksaray'da -12.6 ile -5.5°C ; Karapınar'da -15.4 ile -3°C ; Çumra'da -13.4 ile -6.2°C arasında değişir. Araştırma

sahasında 1975-2016 yılları arasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değerleri Kulu'da 40.2°C ile 2000 ve 2010 yıllarında, Aksaray'da 40°C ile 2000 yılında, Karapınar'da 41.2°C ile 2000 yılında, Çumra'da 39.9°C ile 2000 yılında meydana gelmiştir. En düşük minimum sıcaklık değerleri ise; Kulu'da -22.3°C ile 2006 yılında, Aksaray'da -29°C ile 1991 yılında, Karapınar'da -27°C ile 2009 yılında, Çumra'da -26.3°C ile 1991 yılında ölçülmüştür. (Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8)

Tablo 5: Kulu İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)

KULU	A Y L A R												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII I	IX	X	XI	XII	Yıllık
En Yüksek Max. Sıc. ve yılı	15,4 2003/ 10	19,4 20 16	27,4 20 01	30,2 20 08	32,8 19 94	37 2007	40,2 20 00	40,2 20 10	36,5 20 03	32,4 19 99	23,7 200 4	18,6 20 10	40,2 2000/ 10
Ort.Max. Sıc.	10,4	13,8	20,6	24,9	28,6	33	35,7	35,6	32,3	27,2	18,8	12,9	24,5
Ort.Sıc.	-1,4	0,1	4,3	9,8	14,6	19,1	22,7	22,3	17,5	11,4	4,7	0,4	10,5
Ort.Min. Sıc.	-14,1	-13,1	-9,3	-3,2	1,8	5,6	9,2	9,4	4,2	-1,3	-6,8	-11	-2,4
En Düşük Min. Sıc. ve yılı	-22,3 2006	-21,6 19 91	-20,19 85	-8,2 19 97	-3,9 19 81	1,6 1984/ 90	5 19 82	4,5 19 84	-0,2 19 92	-5,3 19 77	-15,2 199 5/ 200 4	-19,3 20 02	-22,3 2006

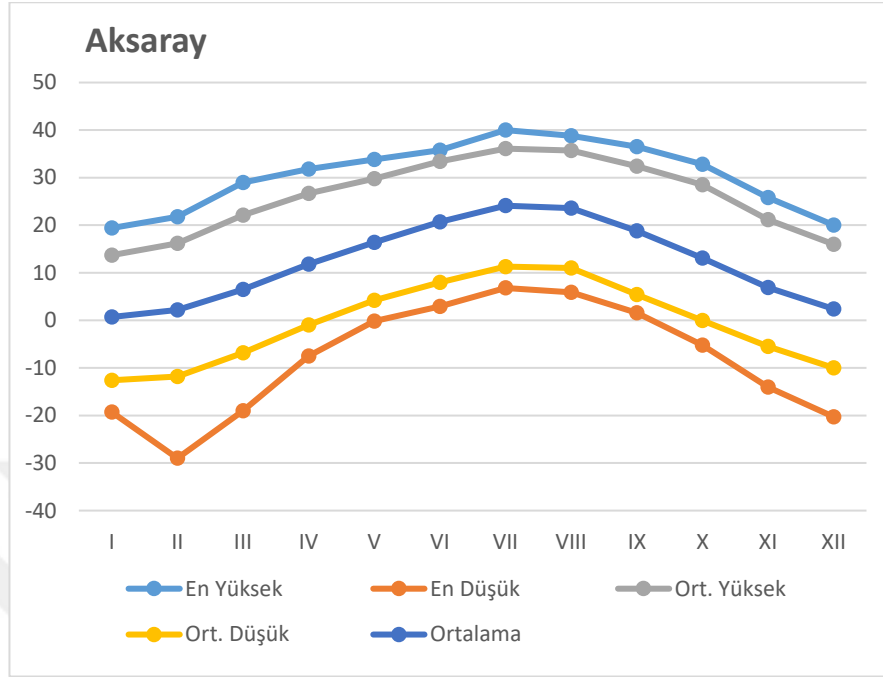
Şekil 6: Kulu İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi



Tablo 6.: Aksaray İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)

AKSARA Y	A Y L A R												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
En Yüksek Max. Sıc. ve yılı	19,4 2010	21,8 2016	29,2008	31,8 2008	33,8 1995	35,8 1996	40,2000	38,8 2010	36,5 1994	32,8 1999	25,8 1990	20,1980	40,2000
Ort.Max. Sıc.	13,7	16,2	22,1	26,7	29,8	33,4	36,1	35,7	32,4	28,5	21,2	16	26
Ort.Sıc.	0,7	2,2	6,5	11,8	16,4	20,7	24,1	23,6	18,8	13,1	6,9	2,4	12,3
Ort.Min. Sıc.	-12,6	-11,8	-6,8	-1	4,2	8	11,3	11	5,4	-0	-5,5	-10	-0,7
En Düşük Min. Sıc. ve yılı	-19,3 1980	-29,1991	-19,1987	-7,5 1997	-0,2 1990	2,9 2000	6,8 1978	5,9 1984	1,6 1992	-5,2 1984	-14,1995	-20,3 2002	-29,1991

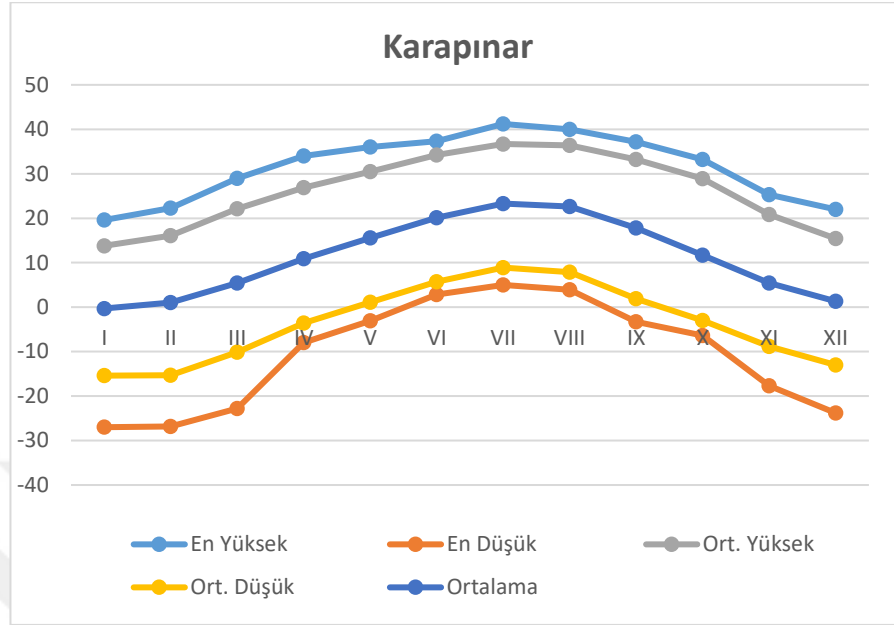
Şekil 7: Aksaray İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi



Tablo 7: Karapınar İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)

KARAPINAR	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
En Yüksek Max. Sıc. ve yılı	19,6 1987	22,3 2014	29,2008	34,2008	36,1995	37,3 1980	41,2 2000	40,2010	37,2 2015	33,2 1999	25,3 1990	22,2010	41,2 2000
Ort.Max. Sıc.	13,8	16,1	22,1	26,9	30,5	34,2	36,7	36,4	33,2	28,9	20,8	15,4	26,3
Ort.Sıc.	-0,3	1	5,4	10,9	15,6	20,1	23,3	22,6	17,8	11,7	5,4	1,3	11,2
Ort.Min. Sıc.	-15,4	-15,3	-10,1	-3,6	1,1	5,7	8,9	7,9	1,9	-3	-8,8	-13	-3,6
En Düşük Min. Sıc. ve yılı	-27,2009	-26,8 1992	-22,8 1985	-8,2004	-3,1 1981	2,8 2000	5,1985	3,9 1978	-3,3 1992	-6,4 2002	17,7 1995	-23,8 2002	-27,2009

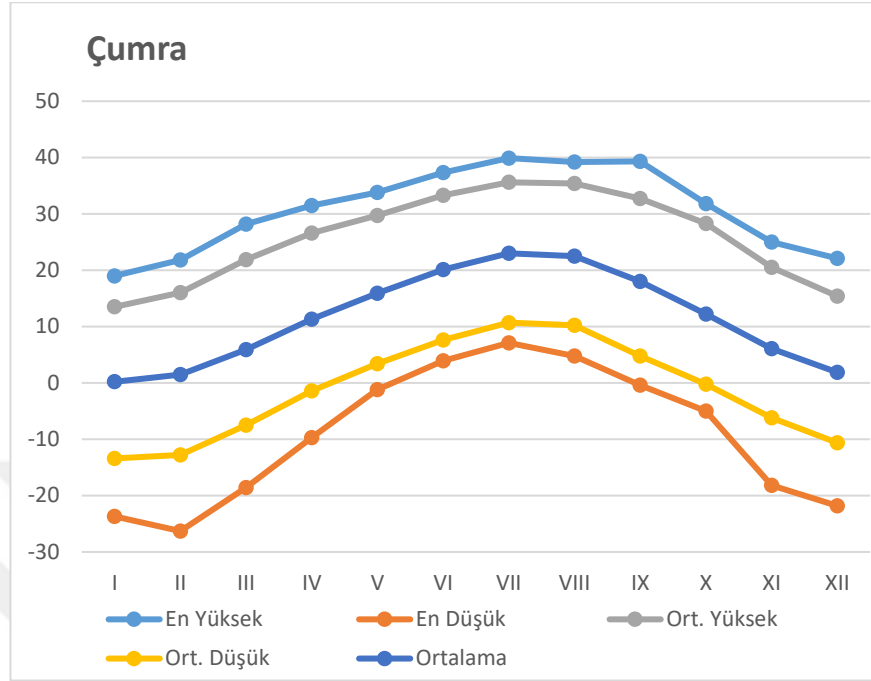
Şekil 8: Karapınar İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi



Tablo 8: Çumra İstasyonu Aylık ve Yıllık Sıcaklık Değerleri (1975-2016)

ÇUMRA	A Y L A R												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
En Yüksek Max. Sıc. ve yılı	19,2014	21,82016	28,22001/8	31,52008	33,81995	37,32007	39,92000	39,22010	39,31993	31,81998	25,1990	22,12010	39,92000
Ort.Max. Sıc.	13,5	16	21,9	26,6	29,7	33,3	35,6	35,4	32,7	28,3	20,5	15,4	25,8
Ort.Sıc.	0,2	1,5	5,9	11,3	15,9	20,1	23	22,5	18	12,2	6,1	1,9	11,5
Ort.Min. Sıc.	-13,4	-12,8	-7,5	-1,4	3,4	7,6	10,7	10,2	4,8	-0,2	-6,2	-10,6	-1,3
En Düşük Min. Sıc. ve yılı	-23,71989	-26,31991	-18,61985	-9,71997	-1,21981	3,92000	7,11992	4,81980	-0,41992	-5,2003	-18,21995	-21,82002	-26,31991

Şekil 9: Çumra İstasyonunun Ortalama Maksimum Sıcaklık, Ortalama Minimum Sıcaklık, Ortalama Sıcaklık, En Yüksek Maksimum Sıcaklık ve En Düşük Minimum Sıcaklıklarının İncelenmesi



5.3. De Martonne Kuraklık İndisi

Kuraklık analizlerinde temel yöntemlerden biri olan De Martonne kuraklık indisi, Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık durumunu belirlemek amacıyla istasyonlara ait 1975-2016 periyotlarındaki sıcaklık ve yağış verilerinden yıllık değerler 1923 formülüne göre, aylık değerler ise Gottmann ile birlikte hazırlanan 1942 formülüne göre hesaplanmıştır. De Martonne kuraklık indisine göre, Kulu yarı kurak-nemli, Aksaray yarı kurak, Karapınar ve Çumra kurak iklim sınıflandırmasına girmektedir. Havzanın çoğunlukla yarı kurak ve kurak koşullar altında olduğu gözlemlenmiştir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2016)'nın 'De Martonne Kuraklık İndekslerine Göre Türkiye İklimi' adlı çalışmasında 1981-2010 dönemine ait 30 yıllık verilerden elde edilen iklim sınıflandırmalarına göre; Karapınar, Çumra yarı kurak iklim sınıflandırmasına girerken, aynı istasyonlar bu çalışmada 1975-2016 dönemlerine ait verilerin analizi sonucunda yapılan De Martonne kuraklık indisine göre kurak iklim olarak tespit edilmiştir. Bu farklılığın gözlenmesinde, tespit etmiş olduğumuz daha çok son yıllarda artış gösteren sıcaklık eğilimleri ve azalma eğilimde olan yağış miktarları faktörleri etkili olmuştur (Tablo 9).

Tablo 9: De Martonne Kuraklık İndisine Göre; Kulu, Aksaray, Çumra ve Karapınar İstasyonlarının İndisleri

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Yağış	43,1	33,3	34,8	47,1	46,2	33,4	13,7	7,9	15,9	30,2	39,4	51,3	396,3
Sıcaklık	-1,5	0,1	4,4	9,8	14,4	18,7	22,3	22,2	17,7	11,7	4,9	0,3	10,4
İndis	60,8	39,6	29,0	28,5	22,7	14,0	5,1	2,9	6,9	16,7	31,7	59,8	11,2
Kulu	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarı kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı kurak	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli
Yağış	40,8	32,7	38,9	47,3	42,8	24,0	8,1	5,0	10,6	27,8	32,6	42,4	353,0
Sıcaklık	0,6	2,1	6,5	11,7	16,2	20,4	23,8	23,6	19,1	13,4	7,1	2,3	12,2
İndis	46,2	32,4	28,3	26,2	19,6	9,5	2,9	1,8	4,4	14,3	22,9	41,4	8,8
Aksaray	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarı kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı kurak	Yarıkurak - Nemli	Nemli	Yarı kurak
Yağış	37,8	29,1	32,0	42,0	37,0	20,2	7,1	4,6	10,9	31,5	37,5	43,7	333,4
Sıcaklık	0,2	1,5	5,9	11,3	15,6	19,8	22,8	22,5	18,2	12,5	6,3	1,8	11,5
İndis	44,5	30,4	24,2	23,7	17,3	8,1	2,6	1,7	4,6	16,8	27,6	44,4	4,1
Çumra	Nemli	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarı kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı kurak	Yarıkurak - Nemli	Nemli	Kurak
Yağış	30,9	26,0	25,1	39,8	34,7	27,2	12,4	5,3	10,3	25,0	28,6	37,2	302,5
Sıcaklık	-0,3	0,9	5,4	10,9	15,4	19,7	22,9	22,5	17,9	12,0	5,5	1,2	11,2
İndis	38,2	28,6	19,6	22,9	16,4	11,0	4,5	2,0	4,4	13,6	22,1	39,9	3,4
Karapınar	Nemli	Yarıkurak - Nemli	Yarı kurak	Yarıkurak - Nemli	Yarı kurak	Yarı kurak	Kurak	Kurak	Kurak	Yarı kurak	Yarıkurak - Nemli	Nemli	Kurak

5.4. Erinç Yağış Etkinliği İndisi

Tuz Gölü Havzası istasyonlarının 1975-2016 yıllarına ait verileri ile Erinç'e göre yapılan kuraklık analizi sonucunda; tüm istasyonlar yarı kurak olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Erinç'e göre hesaplanan indis sonucuna göre havzanın yarı kurak iklimde yer aldığı söylenebilir.

Tablo 10: Erinç Yağış Etkinliği İndisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra, Karapınar İstasyonlarının İndis Sonuçları

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yıllık
Yağış	43,1	33,3	34,8	47,1	46,2	33,4	13,7	7,9	15,9	30,2	39,4	51,3	396,3
Ort. Max. Sıc.	3,0	5,8	11,3	16,7	21,6	26,3	30,1	30,1	25,9	19,2	11,4	4,9	17,2
İndis	172,4	68,9	37,0	33,8	25,7	15,2	5,5	3,1	7,4	18,9	41,5	125,6	23,0
KULU	Çok nemli	Çok nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Kurak	Nemli	Çok nemli	Yarı Kurak
Yağış	40,8	32,7	38,9	47,3	42,8	24,0	8,1	5,0	10,6	27,8	32,6	42,4	353,0
Ort. Max. Sıc.	5,4	7,4	12,5	18,0	23,0	27,1	30,6	30,7	26,6	20,9	13,7	7,6	18,6
İndis	90,7	53,0	37,3	31,5	22,3	10,6	3,2	2,0	4,8	16,0	28,6	66,9	19,0
Aksaray	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı Kurak
Yağış	30,9	26,0	25,1	39,8	34,7	27,2	12,4	5,3	10,3	25,0	28,6	37,2	302,5
Ort. Max. Sıc.	4,9	7,4	12,8	18,3	23,1	27,6	31,0	31,0	27,0	20,5	13,0	6,9	18,6
İndis	75,7	42,2	23,5	26,1	18,0	11,8	4,8	2,1	4,6	14,6	26,4	64,7	16,2
Karapınar	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı Kurak
Yağış	37,8	29,1	32,0	42,0	37,0	20,2	7,1	4,6	10,9	31,5	37,5	43,7	333,4
Ort. Max. Sıc.	4,8	7,3	12,7	18,2	22,9	27,2	30,6	30,5	26,8	20,3	12,9	6,8	18,4
İndis	94,5	47,8	30,2	27,7	19,4	8,9	2,8	1,8	4,9	18,6	34,9	77,1	18,1
Çumra	Çok nemli	Nemli	Yarı nemli	Yarı nemli	Yarı Kurak	Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Tam Kurak	Yarı Kurak	Yarı nemli	Çok nemli	Yarı Kurak

5.5. Çalışma Alanında İklim Tipinin Belirlenmesi

Tuz Gölü Havzası'nın, Köppen İklim Sınıflandırması ve Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre iklim tipi belirlenmiştir.

5.5.1. Thornthwaite İklim Sınıflandırması

Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık durumunu belirlemek için, kuraklık analizlerinde temel olarak kullanılan Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına da yer verilmiştir. Bu sınıflandırmada yapılan yağış etkinlik indisi iklim özelliğine göre, Kulu yarı kurak-az nemli, Aksaray, Karapınar, Çumra yarı kurak olarak tespit edilmiştir. Havzanın büyük bir kısmının yarı kurak iklim koşullarının etkisinde olduğu gözlemlenmiştir. Bu iklim tiplerinden yıllık Etp değerleri esas alınarak yapılan Thornthwaite Sıcaklık Etkinlik İndisi sonucunda, Aksaray 2. derece mezotermal, diğer istasyonların tümü 1. Derece mezotermal olarak tespit edilmiştir. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasının yağış rejimi kuraklık indisine göre, Kulu, Aksaray, Çumra su fazlası kış mevsiminde, orta derecede olan iklim özelliğinde; Karapınar su fazlası olmayan veya pek az olan iklim özelliğinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlara baktığımızda, istasyonların bir kısmının su fazlasını orta derecede yaşadığını ve bu dönemlerinin kış aylarına denk geldiğini, bir kısmının ise su fazlasının olmadığını gözlemlemekteyiz. Dolayısıyla çalışma alanının, Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre yapılan iklim tipi belirlemesine göre, yağış azlığı ve yarı kurak iklim koşulları etkisi altında kaldığı söylenebilir (Tablo 11).

Tablo 11: Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına Göre Tuz Gölü Havzası'ndaki İstasyonların İklim Özellikleri

İstasyon Adı	Thornthwaite İklim İndisleri				Thornthwaite İklim Özellikleri		
	1	2	3	4			
KULU	C1	B'1	s	b'2	Yarı Kurak-Az Nemli	1.Derece Mezotermal	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan
AKSARAY	D	B'2	s	b'3	Yarı Kurak	2.Derece Mezotermal	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan
KARAPINAR	D	B'1	d	b'3	Yarı Kurak	1.Derece Mezotermal	Su fazlası olmayan veya pek az olan
ÇUMRA	D	B'1	s	b'3	Yarı Kurak	1.Derece Mezotermal	Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan

5.5.2. Köppen İklim Sınıflandırması

Tuz Gölü Havzası'nda yapılan kuraklık analizleri arasında, dünya iklimlerinde ilk sınıflandırmalardan biri olan Köppen İklim Sınıflandırması da yer almaktadır. Çalışma alanında yapılan Köppen İklim Sınıflandırması analizlerine göre, Kulu kışları ılık, yazları kurak ve çok sıcak bir iklim olan Akdeniz iklim tipi içerisinde yer almaktadır. Diğer bütün istasyonlar yarı kurak step iklimi özelliğini taşımaktadır. Kulu haricindeki tüm istasyonların yarı kurak iklim özelliğinde olması çalışma alanımızın kuraklık derecelerini belirlemek açısından önemli bir tutarlılık göstermektedir (Tablo 12).

Tablo 12: Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Tuz Gölü Havzası İstasyonlarının İklim Tiplerinin Belirlenmesi

İstasyon Adı	İklim Tipi	İklim Özellikleri
KULU	Csa	Kış ılık, yaz çok sıcak ve kurak iklim (Akdeniz İklimi)
AKSARAY	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)
KARAPINAR	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)
ÇUMRA	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)

SONUÇ

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele (ÇEM) Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan ‘Türkiye Çölleşme Risk Haritası’na göre ülke topraklarımızın yaklaşık % 19’u yüksek risk grubunda yer almaktadır. Bunların içinden, Tuz Gölü Havzası orta ve yüksek risk grubuna dahil olurken, havza sınırları içerisinde olan Konya-Karapınar çok yüksek risk taşıyan grup içerisinde yer almaktadır.

Tuz Gölü Havzası’nda kuraklık durumlarının saptanması, izlenmesi ve gelecek yıllara ait kuraklık etkilerinin öngörülebilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada; havzaya ait meteorolojik verilerden yararlanılarak, sıcaklık- yağış eğilimleri değerlendirilmiş; ortalama minimum sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık, yıllık ortalama sıcaklık ve ekstrem sıcaklıklar incelenmiş, temel kuraklık indislerinden De Martonne Kuraklık İndisi ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi; iklim sınıflandırmaları yöntemlerinden Thornthwaite İklim Sınıflandırması ve Köppen İklim Sınıflandırılması kullanılarak havzanın kuraklık olayları belirlenmiştir.

Bu yöntemlerden De Martonne Kuraklık İndisi, kuraklık analizlerinin en temel yöntemlerinden biridir. Tuz Gölü Havzası’ndaki 4 meteorolojik istasyon verilerinin 1975-2016 periyodundaki sıcaklık ve yağış verilerinden yıllık değerler 1923 formülüne göre, aylık değerler ise 1942’de De Martonne ve Gottman’ın birlikte hazırladığı formüle göre hesaplanmıştır. De Martonne Kuraklık İndisi sonucuna göre; havzanın kuzeyinde kalan Kulu yarı kurak-nemli, Aksaray yarı kurak, Karapınar ve Çumra kurak olarak tespit edilmiştir. Meteorolojik verilerin analiziyle elde ettiğimiz sonuca göre, 2010-2016 yılları arasında, artan sıcaklık eğilimleri ve yağışlardaki azalma eğilimleriyle birlikte kuraklığın daha belirgin bir şekilde meydana geldiği söylenebilir.

Çalışma alanında kullanılan diğer bir yöntem de Erinç Yağış Etkinliği İndisidir. Erinç metoduna göre havzada meteorolojik veriler ile yapılan indis sonuçlarına göre; havzadaki tüm istasyonların yarı kurak iklim sınıflandırmasına dahil olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla Erinç’e göre yapılan iklim sınıflandırması sonuçlarından Tuz Gölü Havzası’nın yarı kurak bir iklime sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Havzanın iklim tipinin belirlenmesinde kullanılan, Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre, Kulu; C1 - B’1 – s – b’2 (Yarı Kurak - Az Nemli, 1. Derece Mezotermal, Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan), Aksaray; D – B’2 – s – b’3 (Yarı Kurak, 2. Derece

Mezotermal, Su fazlası kış mevsiminde, orta derecede olan), Karapınar; D – B'1 – d – b'3 (Yarı Kurak, 1. Derece Mezotermal, Su fazlası olmayan veya pek az olan), Çumra; D – B'1 – s – b'3 (Yarı Kurak, 1. Derece Mezotermal, Su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan) olarak tespit edilmiştir. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasının yağış etkinlik indisine göre; Kulu yarı kurak- az nemli (C1), Aksaray, Karapınar, Çumra yarı kurak (D) olarak tespit edilmiştir. Sıcaklık etkinlik indisine göre ise; Aksaray 2. Derece Mezotermal (B'2), Kulu, Karapınar, Çumra ise 1. Derece Mezotermal (B'1) olarak tespit edilmiştir. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasının yağış rejimi kuraklık indisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra 'su fazlası kış mevsiminde, orta derecede olan iklim' (s), Karapınar 'su fazlası olmayan veya pek az olan iklim' (d) özelliğinde olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre, istasyonlardan Kulu, Aksaray ve Çumra'nın su fazlasını orta derecede kış aylarında yaşadığını, Karapınar'ın ise su fazlasının olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İklim tipinin belirlenmesinde kullanılan Thornthwaite İklim Sınıflandırması sonucuna göre, çalışma alanının yağış azlığı ve yarı kurak iklim koşulları etkisi altında olduğu söylenebilir.

Çalışmada Köppen İklim Sınıflandırılmasına göre iklim tipleri belirlenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre; Kulu kışları ılık, yazları kurak ve çok sıcak bir iklim olan Akdeniz iklim (Csa) tipi içerisinde yer almaktadır. Aksaray, Karapınar ve Çumra'nın yarı kurak step iklim (BSk) tipine ait olduğu belirlenmiştir. İstasyonların çoğunlukla yarı kurak step iklime dahil olması, çalışma alanının genel olarak yarı kurak bir iklim özelliğine sahip olduğunu göstermiştir.

Araştırma alanındaki istasyonlarda aylık ortalama sıcaklıklar; ocak ayında en düşük değeri alırken mayıs ayında ortalamanın üzerine çıkarak temmuz ayında en yüksek değerine ulaşır. Kasım ayına kadar yıllık ortalamanın üzerinde olan sıcaklıklar, bu aydan itibaren düşüş göstererek ocak ayında en düşük değerini alır. Araştırma alanında ortalama maksimum ve ortalama minimum sıcaklık değerlerinin yıl içindeki seyrine bakıldığında, genel olarak kış aylarında düşük yaz aylarında ise yüksek sıcaklık değerleri gözlemlenir. Çalışma alanında 1975-2016 yılları arasında ölçülen en yüksek maksimum sıcaklık değerlerinin (Kulu'da 40.2°C ile 2000 ve 2010 yıllarında, Aksaray'da 40°C ile 2000 yılında, Karapınar'da 41.2°C ile 2000 yılında, Çumra'da 39.9°C ile 2000 yılında) artışının son yıllarda meydana gelmesi, sıcaklık koşullarının son zamanlarda daha çok arttığını göstermektedir.

Tuz Gölü Havzası'nda uzun yıllar ortalama sıcaklıklar incelendiğinde ise, 1975-2016 yılları arasında ortalama sıcaklık eğilimlerinin sürekli arttığı gözlemlenmiştir. Belirtilen periyotta Kulu, Aksaray, Karapınar ve Çumra istasyonlarında meydana gelen en önemli sıcaklık artışlarının ortak yılları; 1986, 1994, 1998, 1999, 2001 ve 2010 yıllarıdır. Ayrıca tüm istasyonların son yıllardaki ortalama sıcaklıkları genel olarak artış yönündedir. Ortalama sıcaklıkların yanında en yüksek maksimum sıcaklık eğrilerinin de artış doğrultusunda olduğu saptanmış ve dolayısıyla çalışma alanında sıcaklıkların uzun yıllar içerisinde artış gösterdiği sonucuna varılmıştır. Sıcaklığın yanında, iklimlerin belirlenmesinde önemli parametrelerden biri olan yağış verileri de incelenmiştir. Ortalama yağış eğilimleri incelendiğinde, tüm istasyonlardaki yağış eğilimlerinin uzun yıllar içerisinde azalma yönünde ilerlediği tespit edilmiştir.

Tuz Gölü Havzası'nda yapılan analizler sonucunda, çalışma alanında özellikle 2000'li yıllardan sonra sıcaklıklarda artış, yağışlarda düşüş eğilimi tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, havzanın önümüzdeki yıllar içerisinde daha kurak ve çölleşmeye açık bir alan haline geleceği öngörülmektedir.

Günümüzde iklim değişim modelleri üzerinde yapılan çalışmalar, küresel iklim değişikliği sürecinde Türkiye'nin kuraklık ve çölleşme gibi iklimsel olaylardan etkileneceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, Türkiye'deki kuraklık durumlarının belirlenmesi ve gelecekte meydana gelebilecek iklimsel değişimlerinin tahmin edilmesi oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu süreçte, havza ölçeğinde kuraklıkların izlenmesi ve gelecekte oluşabilecek iklimsel değişimlerinin öngörülmesi açısından yapılan çalışmalar önem arz etmektedir. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar, iklim değişikliği sürecinde ülkemizin önemli havzalarından Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık durumlarının belirlenmesi ve ileriye dönük tahminlerin ortaya konulması açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

- Akbaş, Abdullah. Türkiye’de Palmer Kuraklık İndisine Göre Kuraklığın Alansal ve Zamansal Değişiminin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 2013.
- Aktaş, Sercan - Kalyoncuoğlu, Ü. Yalçın - Anadolu Kılıç, N. Ceyla. ‘Eğirdir Göl Havzasının De Martonne Yöntemi ile Kuraklık Analizi’. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6/2 (Haziran 2018): 229-238.
- Arıkan, Yener. ‘Tuz Gölü Havzasının Jeolojisi ve Petrol İmkanları’. Maden Tetkik Arama Dergisi, 85 (1975).
- Arslan, Onur - Bilgil, Ahmet – Veske, Onur. ‘Standart Yağış İndisi Yöntemi ile Kızılırmak Havzası’nın Meteorolojik Kuraklık Analizi’. Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 5/2 (Haziran 2016): 188-194.
- Arslan, Vedat - Göçmez, Güler. ‘Tuz Gölü Havzasında Yeraltı Suyunun Yok Oluşu’. Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 23/1-2 (2007): 153-164.
- Atalay, İbrahim - Mortan, Kenan. Türkiye Bölgesel Coğrafyası. İnkılap Kitabevi, 1995.
- Atalay, İbrahim. Uygulamalı Klimatoloji. İzmir: Meta Yayınları, 2013.
- Bozyiğit, Recep. ‘Konya Ovasının Toprakları ve Sorunları’. Marmara Coğrafya Dergisi 24 (Temmuz 2011): 169-200.
- Çiçek, İhsan. ‘Türkiye’de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi-Thornthwaite Metoduna Göre’. Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi (1995): 77-101.
- Çiçek, İhsan - Ataol, Murat. ‘Türkiye’nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım’. Coğrafi Bilimler Dergisi 7/1 (2009): 51-64.
- Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü. Türkiye Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Faaliyetleri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2013.
- Ekercin, Semih. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu ile Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- Ekercin, Semih - Örmeci, Cankut. ‘Tuz Gölü’ndeki Su Rezervi Değişiminin Çok Zamanlı LANSDESAT Uydu Görüntüleri ve Eşzamanlı Yersel Ölçmeler ile Analizi’. İTÜ Dergisi/Mühendislik 7/1 (Şubat 2008): 29-40.
- Erinç, Sırrı. Klimatoloji ve Metotları. İstanbul: Alfa Yayınları, 1996.
- Erlat, Ecmel. Dünya İklimleri. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No:186, 2014.

- Erol, Oğuz. 'İç Anadolu Haymana Tuz Gölü Çevrelerinin İklimi Hakkında'. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 21/3-4 (Temmuz-Aralık 1963).
- Erol, Oğuz. 'MTA Raporu'. Tuz Gölü Havzasının Jeoloji ve Jeomorfolojisi. Ankara Üniversitesi, 1969.
- Erol, Oğuz. Genel Klimatoloji. İstanbul: Çantay Kitabevi, 1999.
- Güler, Gonca - Timur, Erol. Jeoparkların Koruma-Kullanım Yöntemlerinin Belirlenmesi; Karapınar Potansiyel Jeopark Alanı İçin Bir Değerlendirme. MTA, 2007.
- Göncü, Serdar - Albek, E. Ahmet - Albek, Mine. 'Burdur Eğirdir, Sapaca ve Tuz Gölleri Su Seviyelerinin Nonparametrik İstatistik Yöntemler ile Eğilim Analizi'. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 17 (Haziran 2017): 555-570.
- Güney, Emrullah. Türkiye Hidrocoğrafyası. İstanbul: Çantay Kitabevi, 2004.
- Gürbüz, Alper - Kazancı, Nizamettin. 'Tuz Gölü Havzası Kuvaterner Tortullarının Fasiyes Özellikleri ve Denetim Mekanizmaları'. MTA Dergisi 149 (2014): 1-18.
- Hidrometeoroloji Şube Müdürlüğü. 2018 Yılı Yağış Değerlendirmesi. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2019.
- Hoşgören, M.Yıldız. Hidrografi'nin Ana Çizgileri II Göller. İstanbul: Çantay Kitabevi, 2010.
- Kadıoğlu, Mikdat. Küresel İklim Değişikliği ve Etkileri, İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 2008.
- Kadıoğlu, Mikdat. Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye'nin Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne İlişkin İkinci Ulusal Bildirimi Hazırlık Faaliyetlerinin Desteklenmesi Projesi. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), 2012.
- Kapluhan, Erol. 'Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi'. Marmara Coğrafya Dergisi 27 (Ocak 2013): 487-510.
- Koçman, Asaf. 'Türkiye'de Yağış Yetersizliğine Bağlı Kuraklık Sorunu'. Ege Coğrafya Dergisi 7 (1993): 77-88.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2016a.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erinç İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2016b.

- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2016c.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Türkiye Yağış Verileri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018.
- Öztürk, M. Zeynel - Çetinkaya, Gülden - Aydın, Selman. 'Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri'. İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi 35 (Ekim 2017): 17-27.
- Şahin, Cemalettin - Doğanay, Hayati – Özcan, N. Ali. Türkiye Coğrafyası. Gündüz Yayıncılık, 2000.
- Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü. 2014-2018 Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014.
- Tapur, Tahsin - Bozyiğit, Recep. 'Konya İlinde Güncel Obruk Oluşumları'. Marmara Coğrafya Dergisi 31 (Ocak 2015): 415-446.
- Türkeş, Murat - Sümer, Utku. M. - Çetiner, Gönül. Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2000.
- Türkeş, Murat - Sümer, Utku M. - Demir, İsmail. 'Türkiye'nin Günlük Ortalama, Maksimum ve Minimum Hava Sıcaklıkları ile Sıcaklık Genişliğindeki Eğilimler ve Değişiklikler'. Prof. Dr. Sırrı Erinç Anısına Klimatoloji Çalıştayı (11-13 Nisan 2002). Bildiriler Kitabı, 89-106. İzmir: Ege Üniversitesi Coğrafya Bölümü, 2002.
- Türkeş, Murat - Tatlı, Hasan. 'Aşırı Kurak ve Nemli Koşulların Belirlenmesi İçin Yeni Bir Standartlaştırılmış Yağış İndisi (YENİ-SPI): Türkiye'ye Uygulanması'. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu (25-28 Mart 2008). Bildiri Kitabı, 528-538. İstanbul, 2008.
- Türkeş, Murat - Akgündüz, A. Serap - Demirörs, Zerrin. 'Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti'. Coğrafi Bilimler Dergisi 7/2 (2009): 129-144.
- Türkeş, Murat. Klimatoloji ve Meteoroloji. İstanbul: Kriter Yayınları, 2010.
- Türkeş, M. 'Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen Kuraklık ve Çölleşme'. Uluslararası 'Meteoroloji, Toz Taşınımı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele' Çalıştayı. Ankara, 2012.
- Türkeş, M. 'Kuraklık Olaylarının İklim Değişikliği ve Çölleşme Açısından Önemi ve Türkiye'deki 2013- 2014 Kuraklığının Sinoptik Klimatolojik/Meteorolojik ve Atmosferik Bağlantıları'. Hidropolitik Akademi İklim Değişikliği ve Kuraklık Çalışmaları. Ankara, 2014.

Ustaoglu, Beyza. 'Sakarya'nın İklim Özellikleri'. Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri. Editör: İkiel, Cercis. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Yayınları. No:190, 2018.

Yetmen, Hurşit. 'Van Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi'. 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Dergisi 3/5 (2013a): 184-198.

Yetmen, Hurşit. Türkiye'nin Kuraklık Analizi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, 2013b.

Yılmaz, Erkan - Çiçek, İhsan. 'Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması'. Journal of Human Sciences 13/3 (2016): 3973-3994.

İnternet Kaynakları:

American Meteorological Society, 'Meteorological Drought', Erişim Tarihi: 13.04.2019

<https://www.ametsoc.org/index.cfm/ams/about-ams/ams-statements/archive-statements-of-the-ams/meteorological-drought/>

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 'Çölleşme İzleme Sistemleri', Erişim Tarihi: 12.04.2019

http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/collesmePageGrup/collesme_projeler/hids_pr_oje.aspx?sflang=tr

Kültür ve Turizm Bakanlığı, 'Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Alanı', Erişim Tarihi: 01.04.2019

<http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR-51375/tuz-golu-ozel-cevre-koruma-alani.html>

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 'Kuraklık Sınıflandırması', Erişim Tarihi: 08.01.2019

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

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 'Aylık Alansal Normal Yağış Dağılımı', Erişim Tarihi: 25.03.2019

<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/aylik-normal-yagis-dagilimi.aspx>

National Weather Service, 'Drought Types', Erişim Tarihi: 13.04.2019

<https://www.weather.gov/safety/drought-types>

ÖZGEÇMİŞ

Burcu Akın, 1993 yılında İstanbul’da doğdu. İlköğretimi Hazım Ersu İlköğretim Okulu’nda, orta okulu Halil Bedii Yönetken İlköğretim Okulu’nda, lise eğitimini Gürlek Nakipoğlu Lisesi’nde tamamladı. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Coğrafya Bölümünde lisans eğitimine başladı. 2015 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl yüksek lisans eğitimine başladı.

