



## Tuz Gölü Havzası'nın Kuraklık Analizi

Burcu Akın<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Sakarya, Türkiye

E-Posta: burcu.akin1@ogr.sakarya.edu.tr

**Özet:** 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 kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak 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

### Drought Analysis In Tuz Lake Basin

**Abstract:** 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.

**Key Words:** Tuz Lake, basin, drought, drought analysis, Central Anatolia, Turkey

### GİRİŞ

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca gözlenen tüm hava koşullarının ortalama özelliklerinin yanı sıra, bu olayların yaşanma sıklıklarının zamansal dağılımlarının, gözlenen uç değerlerin, şiddetli olayların ve tüm değişkenlik çeşitlerinin biresimi olarak tanımlanır <sup>[1]</sup>. Burada uzun zamandan kasıt 300-500 yıllık zaman ölçüleridir. Zira jeolojik zaman ölçüleri içinde iklimler sürekli olarak değişmektedir. İklimin etkisi uzun yıllar boyunca kendini gösterdiği gibi cansız çevrede ve özellikle bütün canlıların yaşamındaki yıllık değişimleri de iklim düzenler. İklimin etkilerini yansıtan pek çok örnek verilebilir <sup>[2]</sup>. Bunlardan biri de bu makalenin konusunu oluşturan ve iklim değişikliğinin önemli bir etkisi olan göl havzalarının kuraklıktan etkilenebilirliğidir.

Kuraklık, yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte, uzun süreli ortalamanın ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda oluşan su açığıdır. Temel olarak; şiddet, süre ve coğrafi yayılış (dağılım deseni) bileşenleri ile nitelendirilebilen üç boyutlu bir doğa olayıdır <sup>[3]</sup>.

\*İlgili E-posta: burcuuakn@gmail.com

Bu çalışma Burcu Akın'ın yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.

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 eğilimde 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 [4].

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'deki kuraklık olaylarının en şiddetli ve geniş yayılış olanları, 1971-1974 dönemi ile 1983, 1984, 1989, 1990, 1996 ve 2001 yıllarında oluşmuştur. 2001 sonrası dönemde (Kasım 2001 - Kasım 2006) genel olarak normal sınırlarında ve normalin biraz altında ya da üzerinde gerçekleşen yağışlar, ne yazık ki 2007 kış, ilkbahar ve yaz aylarında Türkiye'nin birçok yöresinde uzun süreli ortalamaların altında kalarak yeni bir meteorolojik kuraklık olayları dizisinin yaşanmasına ve bunlara bağlı olarak da tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklıkların oluşmasına neden olmuştur. Türkiye'de İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Tuz Gölü ve çevresi 300 mm'ye yakın yıllık yağışları ile kurak bölge olma sınırına yakın özellikler gösterir [5].

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.

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 çevrelerindeki Ankara, Akşehir, Konya ve Niğde istasyonlarının yıllık ortalama sıcaklıkları 11,1 ile 12,8 C° arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sıcak ve soğuk mevsim ayları ortalamaları arasındaki sıcaklık farkı 20 C°, uç değerlerin (maksimum ve minimumlar), ortalamaları arasındaki farkın ise 34,5 C° yi bulunması sebebiyle bu değerlerin az çok bariz bir karasal iklimi gösterdiği ifade 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 [6].

Ekercin (2007)'in çalışmasında, Tuz Gölü ve yakın çevresi, meteorolojik veriler ve çok zamanlı uydu görüntüleri ile kuraklığın Tuz Gölü ve çevresine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nda bulunan 9 adet meteorolojik istasyona ait veriler 1970-1992 ve 1993-2005 periyotlarındaki ortalama sıcaklık ve toplam yağış değişimleri analiz edilmiştir. Bu verilerin değerlendirilmesi sonucunda, 1993-2005 yılları arasındaki 12 yıllık süre içerisinde, yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 0,2°C ile 1,3°C arasında değişen miktarlarda ortalama artış olduğu tespit edilmiştir. İncelemeler sonucunda en dikkat çekici olan nokta, 5 yaz ayı (mayıs-haziran-temmuz-ağustos-eylül) ve temmuz ayı sıcaklık değerlerindeki artışın yıllık ortalama sıcaklık değerlerindeki artıştan fazla olduğu 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 artışı ve yağış yetersizliğinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla Tuz Gölü ve çevresinin suyla kaplı alanlarda meydana gelen değişimi çok zamanlı Landsat ve Spot uydu verileri ile analiz edilmiş, değerlendirmeler sonucunda özellikle gölün su girişinin daha az olduğu güney kısmında, suyla kaplı alanlarda ve nem içeren bölgelerde ciddi oranda azalma tespit edilmiştir. Analizler sonucunda Tuz Gölü'ndeki su yüzey alanlarının 1987-2005 yılları arasında 1/3 oranında azaldığı belirtilmektedir [7].

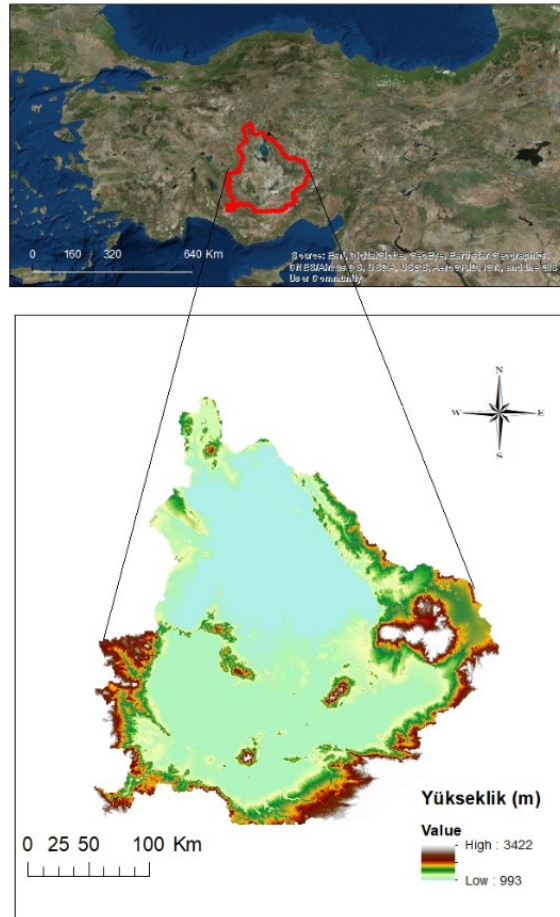
Türkeş (2009)'in 'Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti' adlı çalışmasında, Konya Bölümü'nde yer alan Konya, Karaman,

Aksaray ve Karapınar istasyonlarının temel kuraklık özellikleri, Palmer Kuraklık Şiddeti İndisi'ne göre, 1960-2006 yılları arasındaki periyotta incelenmiştir. Çalışmada, ortak kurak dönemler için hesaplanan değerlere göre, en şiddetli kuraklıkların 1972-1974 döneminde Konya'da; 1982-1984 döneminde Karaman'da; 1999-2001 döneminde sırasıyla Karapınar ve Konya'da; 2004-2006 döneminde ise Konya istasyonunda gerçekleştiği 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 [8].

'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 kuraklık indisleri (De Martonne Kuraklık İndisi, Erinç Yağış Etkinliği, Thornthwaite İklim Sınıflandırması) kullanarak ortaya koymaktır.

## ÇALIŞMA ALANI

25 hidrolojik havzaya ayrılan Türkiye'nin en büyük ve önemli havzalarından birisi Konya Kapalı Havzası'dır. Yüzölçümü 5,3 milyon hektar (53.850 km<sup>2</sup>) olan Konya Kapalı Havzası'nda yer alan Tuz Gölü, günümüzde yaklaşık 130 bin hektarlık (1.300 km<sup>2</sup>) bir alanı kaplamakta ve bu açıdan Türkiye'nin ikinci büyük gölü konumundadır. Etrafındaki irili ufaklı göller ile önemli sulak alanlarından birisi olan ve jeolojik bakımdan tektonik kökenli bir yapıya sahip Tuz Gölü ve çevresi, Ramsar kriterlerine göre 'A Sınıfı' bir sulak alandır [9]. (Şekil 1)



Şekil 1. Tuz Gölü Havzası'nın Lokasyon Haritası

Bölgenin çevresi dağlarla çevrili olduğundan, denizlerin nemli ılıman havası bölgeye sokulamaz. Bu nedenle topografyaya bağlı olarak Tuz Gölü ve Havzasında, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal iklim hâkimdir. Bölgede, doğuya doğru gidildikçe yüksekliğin artmasına bağlı olarak karasallık derecesi artar ve kış sıcaklıkları çok düşük değerlere ulaşır. İç Anadolu, ülkemizin en az yağış

alan bölgesidir. Ortalama yağış 400 mm civarındadır. Bölge, en fazla yağışı ilkbahar aylarında sağanak halinde alır. En kurak mevsim yazdır. Bölgenin ve ülkemizin en az yağış alan bölgesi Tuz Gölü çevresidir (320 mm) [7]. Bölgede, sıcaklığın arttığı devre, yağışların da az olduğu devreye rastladığı için, buharlaşma ile bitkilerin kaybettiği su tabii olarak karşılanamamakta ve Haziran ile Kasım arasında hakiki bir kuraklık belirmektedir [6].

## VERİ VE YÖNTEM

### *Meteorolojik İstasyon Verisi*

Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'na ait homojen dağılım gösteren, uzun dönem ve kesintisiz verisi olan 4 adet meteoroloji istasyonundan (Kulu, Aksaray, Karapınar, Çumra) (Tablo 1) elde edilen, 1975-2016 yıllarına ait meteorolojik veriler kullanılarak Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık analizi yapılmıştır. Meteoroloji istasyonlarına ait veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir. İstasyon verilerindeki çok az süreli, eksik gün ve aylar interpolasyon yöntemi kullanılarak giderilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırma Alanında Bulunan İstasyonlara Ait Bilgiler

Meteoroloji İstasyonu	İstasyon 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

### *Kuraklık İndisleri ve İklim Tipinin Belirlenmesi*

Çalışmada havzanın kuraklık durumunu belirlemek amacıyla De Martonne Kuraklık İndisi formülü ve Erinç Yağış Etkinliği İndisi formülü uygulanmıştır [10]. Havzanın iklim tipini belirlemek için Thorntwaite İklim Sınıflandırması [11] ve Köppen - Geiger İklim Sınıflandırması [10-11-12] kullanılmıştır.

### *De Martonne Kuraklık İndisi*

De Martonne formülünde yer alan parametreler Yıllık Ortalama Sıcaklık ve Yıllık Toplam Yağış değerleridir. Bu formülle yapılan hesaplama sonucu Yıllık Kuraklık İndisi (IDM) değeri elde edilmektedir [13].

$$IDM = \frac{P}{T+10} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

IDM : Yıllık Kuraklık İndeksi

P : Yıllık toplam yağış (mm)

T : Yıllık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne aylık kuraklık indis değerleri ise aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$IM = \frac{12 \cdot P'}{T'+10} \quad (\text{Eşitlik 2})$$

IM : Aylık Kuraklık İndisi

P' : Aylık toplam Yağış (mm)

T' : Aylık ortalama sıcaklık (°C)

De Martonne formülüne göre hesap edilen IDM ve IM değerleri için aşağıdaki tablodan iklim özellikleri bulunur (Tablo 2).

**Tablo 2.** De Martonne indis değerleri ve iklim özelliği <sup>[13]</sup>.

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

1942 yılında De Martonne, Gottmann ile birlikte ilk formülüne bazı eklemeler ve değişiklikler yapmıştır. Oluşturulan yeni formül aşağıdaki gibidir <sup>[13]</sup>.

$$IDMG = \frac{1}{2} * \left( \frac{P}{T+10} + \frac{12*Pd}{Td+10} \right) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

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)

Yeni formülde yıllık yağış toplamı ve yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin yanına en kurak ayın yağış ve sıcaklık değerleri alınmıştır.

### **Erinç Yağış Etkinliği İndisi**

Erinç yağış etkinliği indisi, esas etmen olarak yağış ve buharlaşmanın neden olduğu su kaybına yol açan yıllık ortalama maksimum sıcaklık dikkate alınmıştır. Erinç yönteminde evapotranspirasyon ile su kaybının neden olduğu kuraklık ve yağış ilişkisi formülize edilerek bir indis bulunur ve bu indis değerlerine göre iklim tipi belirlenmiş olur <sup>[14]</sup>.

$$Im = \frac{P}{Tom} \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Im : Yağış etkinlik indisi

P : Yıllık Toplam Yağış (mm)

Tom : Yıllık Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)

Erinç yağış etkinliği indis değerlerini aşağıdaki şekilde karakterize etmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Erinç yağış etkinlik indisi ve iklim özelliği <sup>[10]</sup>.

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

### **Thornthwaite İklim Sınıflandırması**

Thornthwaite'in iklim sınıflandırması nem ve sıcaklık etkenliğine dayanır. Thornthwaite'dan önceki araştırmacılar, yağış ve buharlaşma arasındaki ilişkileri ele alarak yağış etkinliğini ortaya koymaya çalışmışlardır. Thornthwaite yağış-buharlaşma arasındaki ilişkileri belirten indisler saptayarak yeryüzündeki nemli ve kurak bölgeleri belirtmiştir. Thornthwaite'in 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 [11].

Thorntwaite 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 indisini, yıllık toplam potansiyel evapotranspirasyon değerine göre yapılıdır. 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. Thorntwaite iklim sınıflandırmasının üçüncü aşamasında, nemli iklimler için kuraklık, kurak iklimler için nemlilik indisini hesaplanır. Nemlilik ve kuraklık 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 tanımlanır [15].

### **Köppen-Geiger İklim Sınıflandırması**

Dünya iklimlerinde ilk sınıflandırmalardan biri 1900 yılında Alman bilim adamı Wladimir Köppen (1846-1940) tarafından sunulmuştur. Bilim insanları yeni iklim sınıflandırmaları geliştirmiş olsa da, dünya üzerinde en çok kullanılan iklim sınıflandırması Köppen İklim Sınıflandırması'dır. Köppen'e göre beş iklim grubu vardır. Bu iklim gruplarını üç harf ile ifade etmiştir. Köppen'e göre bu iklim gruplarının ilk harfi; ekvator bölgesi (A), kurak bölge (B), sıcak ılıman bölge (C), kar bölgesi (D) ve kutup bölgesi (E) dir. Sınıflandırmada ikinci harf bölgenin yağış durumunu, üçüncü harf ise bölgenin sıcaklığını ifade etmektedir [16].

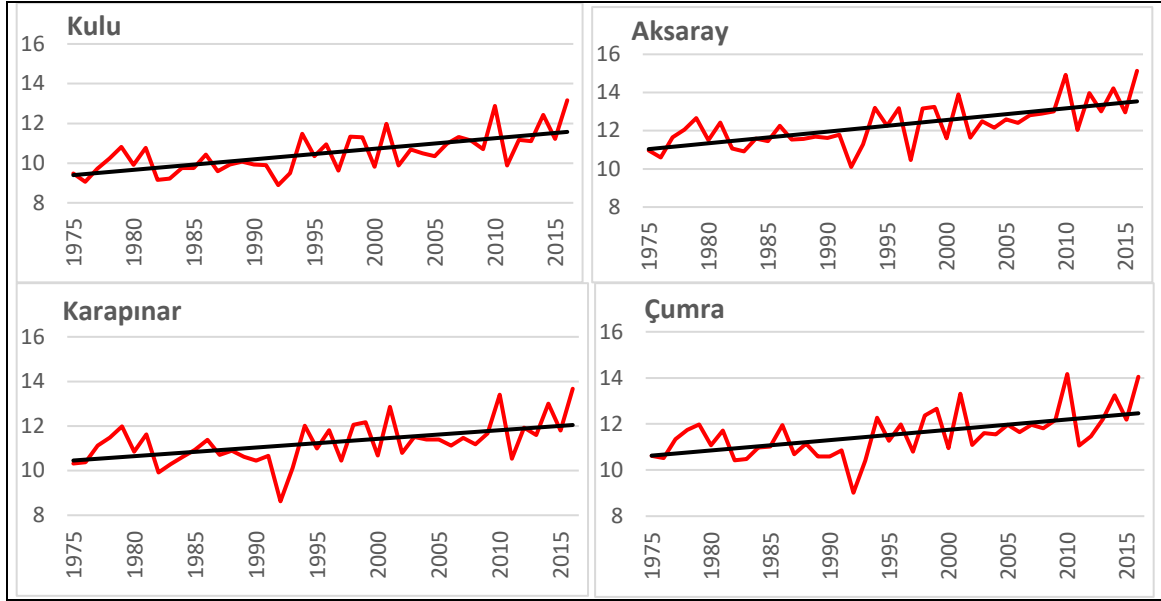
Köppen sınıflandırmasına göre iklimler 5 ana kuşakta, 24 tipte toplanmıştır. Bu sınıflandırmada büyük iklim grupları (makroklimalar) sıcaklık ve yağış değerlerinin yıllık ya da yılın belirli ayları için hesaplanan uzun süreli ortalamaları için belirlenen belli eşik değerlerine göre ayrılır. Aynı zamanda 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 [12]. 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 [17].

## **BULGULAR**

### **Sıcaklığın ve Yağışın Yıllara Göre Değişim ve Eğilimleri**

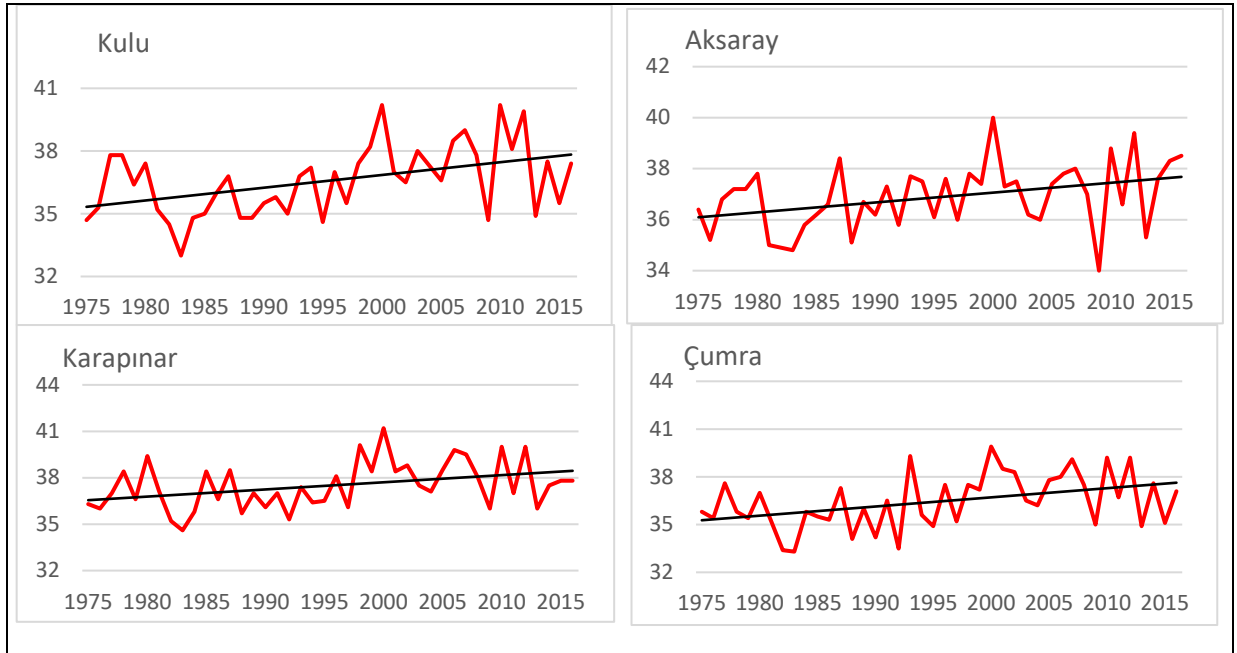
Çalışma alanında, gözlem periyotları içerisinde meydana gelen, sıcaklık ve yağışın değişimlerini ve eğilimlerini ortaya koymak için, istasyonlara ait yıllık ortalama sıcaklık, en yüksek maksimum sıcaklık, en düşük minimum sıcaklık ve yıllık ortalama yağış verilerine doğrusal trend yöntemi uygulanmıştır. 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 ortalama 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.

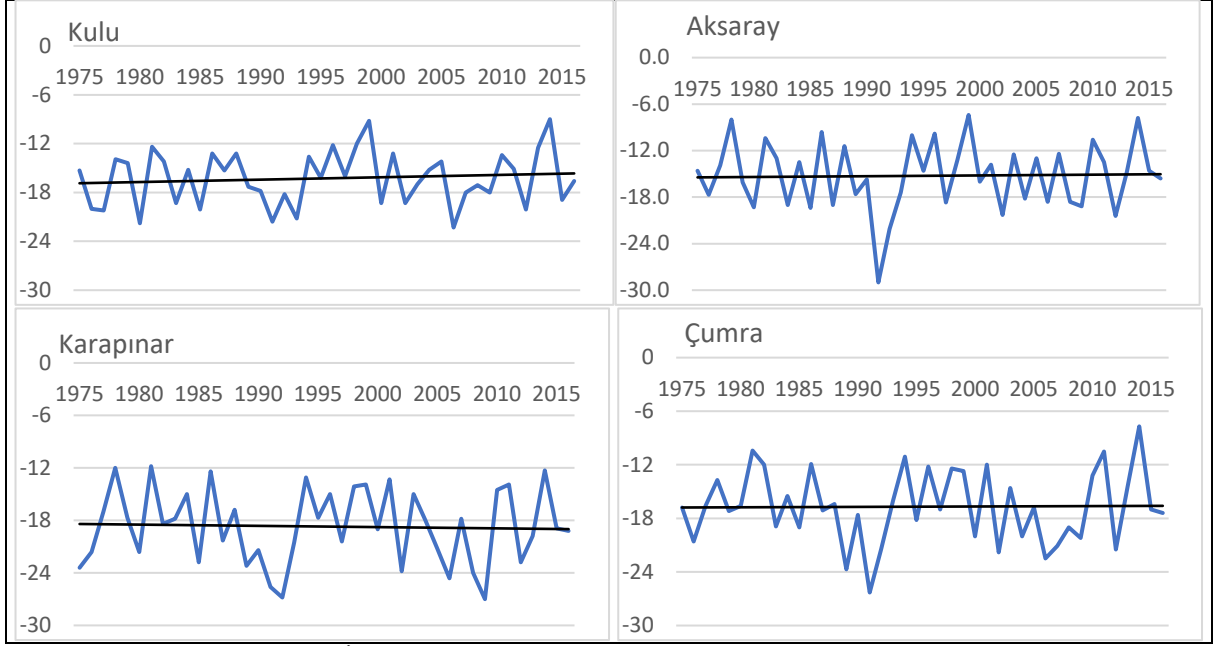


Şekil 2. Çalışma Alanındaki İstasyonların Yıllık Ortalama Sıcaklık Eğrileri

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.

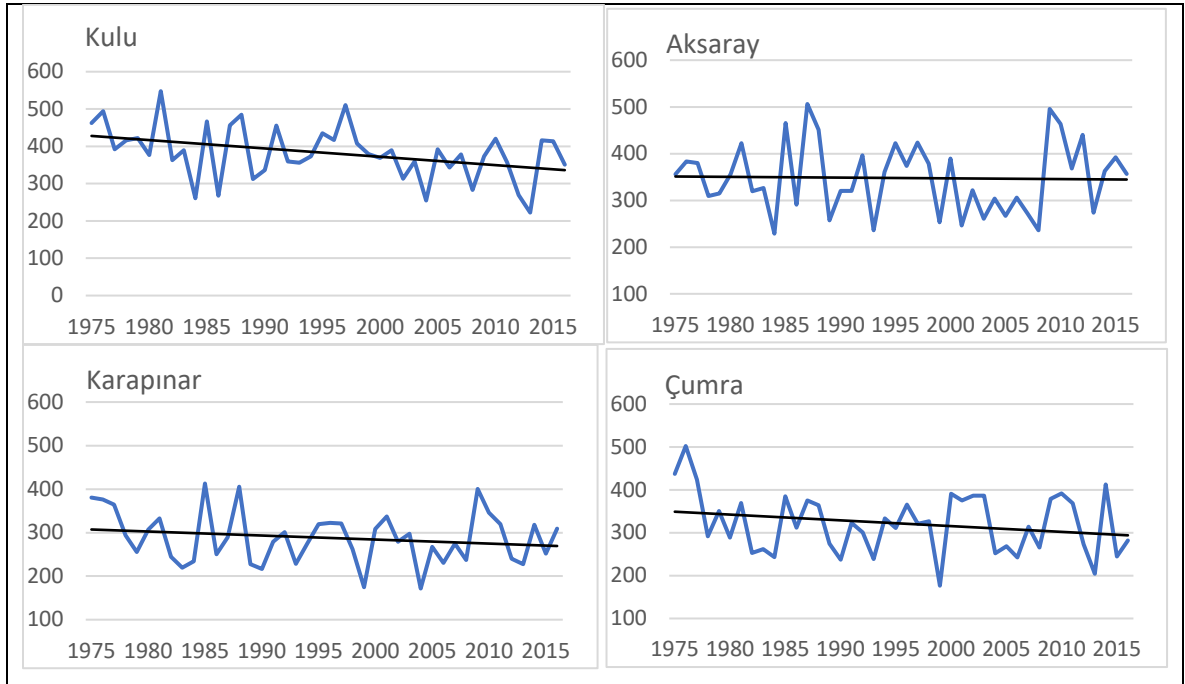


Şekil 3. Çalışma Alanındaki İstasyonların En Yüksek Maksimum Sıcaklık Eğrileri



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 Eğilimle

#### 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 4).

**Tablo 4.** De Martonne Kuraklık İndisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra ve Karapınar istasyonlarının indisleri

	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	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Kurak	Kurak	Kura k	Yarık urak	Nemli	Nemli	Yarıku rak
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	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Kurak	Kurak	Kurak	Kura k	Yarık urak	Yarıku rak	Nemli	Yarıku rak
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	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Kurak	Kurak	Kurak	Kura k	Yarık urak	Yarıku rak	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	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Yarıku rak	Kurak	Kurak	Kura k	Yarık urak	Yarıku rak	Nemli	Kurak

**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 5). Erinç'e göre hesaplanan indis sonucuna göre havzanın yarı kurak iklimde yer aldığı söylenebilir.

**Tablo 5.** Erinç Yağış Etkinliği İndisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra, Karapınar istasyonlarının indis 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. Sic.	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
<b>KULU</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Nemli</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>
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. Sic.	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
<b>Aksaray</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>
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. Sic.	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
<b>Karapınar</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Kurak</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>
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. Sic.	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
<b>Çumra</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Tam Kurak</b>	<b>Yarı Kurak</b>	<b>Yarı nemli</b>	<b>Çok nemli</b>	<b>Yarı Kurak</b>

**Thorntwaite İklim Sınıflandırması**

Bu çalışmada, Tuz Gölü Havzası'nın kuraklık durumunu belirlemek için, kuraklık analizlerinde temel olarak kullanılan Thorntwaite 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 Thorntwaite Sıcaklık Etkinlik İndisi sonucunda, Aksaray 2. derece mezotermal, diğer istasyonların tümü 1. Derece mezotermal olarak tespit edilmiştir. Thorntwaite İklim Sınıflandırmasının yağış rejimi kuraklık indisine göre, Kulu, Aksaray, Çumra su fazlası kış mevsiminde ve 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, Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına ait yapılan analizleri sonucunda, yağış azlığı ve yarı kurak iklim koşulları etkisi altında kaldığı söylenebilir (Tablo 6).

**Tablo 6.** Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına göre Tuz Gölü Havzası'ndaki istasyonların iklim özellikleri

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

**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 kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak 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 7).

**Tablo 7.** Köppen İklim Sınıflandırmasına göre Tuz Gölü Havzası istasyonlarının iklim tiplerinin belirlenmesi

İstasyon Adı	İklim Tipi	İklim Özellikleri
<b>KULU</b>	Csa	Kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (Akdeniz iklimi)
<b>AKSARAY</b>	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)
<b>KARAPINAR</b>	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)
<b>ÇUMRA</b>	BSk	Yarı Kurak Step İklimi (Soğuk)

**SONUÇ**

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 ve kuraklık indisleri, iklim sınıflandırmaları yöntemleri ile 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 De Martonne Kuraklık İndisi sonucuna göre; havzanın kuzeyinde kalan Kulu yarı kurak-nemli, Aksaray yarı kurak, Karapınar ve Çumra kurak olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2016) tarafından yapılan 'De Martonne Kuraklık İndekslerine Göre Türkiye İklimi' adlı çalışmada 1981-2010 periyodundaki verilerden yararlanılarak çıkan sonuçlara göre yarı kurak iklim sınıflandırmasına giren Karapınar ve Çumra, 1975-2016 periyodundaki verilerden yararlanılan bu çalışmada kurak iklim sınıflandırmasına girdiği tespit edilmiştir. Bu sonuca göre 2010-2016 yılları arasında kuraklığın daha belirgin bir şekilde arttığı söylenebilir.

Çalışma alanında kullanılan diğer bir yöntem de Erinç Yağış Etkinliği İndisi'dir. Erinç'e göre havzada meteoroloji verileri 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. Thornthwaite İklim Sınıflandırmasında 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. Kuraklık indisine göre; Kulu, Aksaray, Çumra su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan iklim (s), Karapınar su fazlası olmayan veya pek az olan iklim (d) özelliğinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmada Köppen İklim Sınıflandırılması'na da yer verilerek havzanın buna göre iklim tipleri belirlenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre; Kulu kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim olan Akdeniz iklim (Csa) tipi içerisinde yer almaktadır. Aksaray, Karapınar, Çumra yarı kurak step iklim (BSk) tipine ait olduğu belirlenmiştir.

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.

Tuz Gölü Havzası'nda uzun yıllar ortalama sıcaklıklar incelendiğinde ise, ortalama sıcaklık eğilimlerinin sürekli arttığı gözlemlenmiştir. 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 daha çok son yıllarda artan sıcaklıklardaki artış ve yağışlardaki kararlı düşüş tespit edilmiştir. Bu durumda Tuz Gölü Havzası'nın iklim özelliklerinin olumsuz etkilendiği ve gitgide kurak bir hal aldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre, havzanın önümüzdeki yıllar içerisinde daha kurak ve çölleşmeye açık bir alan haline geleceği öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Türkeş, M., 2010, Klimatoloji ve Meteoroloji, Kriter Yayınları, İstanbul.
- [2] Erol, O., 1999, Genel Klimatoloji, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- [3] Türkeş, M., 2012, Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen Kuraklık ve Çölleşme, Uluslararası 'Meteoroloji, Toz Taşınımı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele' Çalıştayı, Ankara.
- [4] Ustaoglu, B., 2018, "Sakarya'nın İklim Özellikleri". Sakarya'nın Fiziki, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Özellikleri, Editör: İkiel, C., Sakarya Üniversitesi Yayınları. No:190, Sakarya.
- [5] Kapluhan, E., 2013, Türkiye'de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı:27, S. 487-510, İstanbul.
- [6] Erol, O., 1963, İç Anadolu Haymana Tuz Gölü Çevrelerinin İklimi Hakkında, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, Cilt XXI – Sayı: 3-4, Ankara.

- [7] Ekercin, S., 2007, 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, İstanbul.
- [8] Türkeş, M., Akgündüz, A.S., Demirörs, Z., 2009, Palmer Kuraklık İndisi'ne Göre İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Bölümü'ndeki Kurak Dönemler ve Kuraklık Şiddeti, Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 7 (2), 129-144.
- [9] TVKGM, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 2014-2018, Tuz Gölü Özel Çevre Koruma Bölgesi Yönetim Planı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [10] Erinç, S., 1996, Klimatoloji ve Metotları, Alfa Yayınları, İstanbul.
- [11] Atalay, İ., 2013, Uygulamalı Klimatoloji, Meta Yayınları, İzmir.
- [12] Erhat, E., 2014, Dünya İklimleri, Ege Üniversitesi Yayınları, Yayın No:186, İzmir.
- [13] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016a, De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü.
- [14] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016b, Erinç İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- [15] Yılmaz, E., Çiçek, İ., 2016, Türkiye Thornthwaite İklim Sınıflandırması. Journal of Human Sciences, 13-3.
- [16] Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2016c, Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- [17] Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., Aydın, S., 2017, Köppen-Geiger İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'nin İklim Tipleri, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi, 35 / 17-27.