

# Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile Bilecik Merkez İlçe ve Bozüyük İlçesinin Kuraklık Durumunun Belirlenmesi

## Determination of the Drought Status of Bilecik Central District and Bozüyük District with Standardized Precipitation Index

Serpil MENTEŞE<sup>1</sup>   
Semanur AKBULUT<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik, Türkiye

<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Bilecik, Türkiye



### ÖZ

Kuraklık, hem doğal çevrenin hem de tüm canlıların karşı karşıya kaldığı en ciddi çevre problemlerinden birisidir. Kuraklık her ne kadar bir mevsimde ya da yıllar içinde meydana gelse de toplum üzerindeki etkileri (ekonomik, sosyal ve çevresel) uzun yıllar boyunca sürebilmektedir. Yavaş bir şekilde başlayıp uzun yıllar boyunca etkisini sürdüren kuraklığın izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışmada Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile Bilecik istasyonu (1964–2021) ve Bozüyük istasyonlarının (1964–2021) kuraklık durumunun tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca bu istasyonların yağış verileri kullanılarak istasyonlara ait kuraklık-nemlilik durumları ile ilgili genel bir değerlendirme yapmak hedeflenmektedir. Bu amaç çerçevesinde her iki istasyona ait uzun yıllık yağış verileri kullanılmaktadır. Yöntem olarak Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SYİ) tercih edilmektedir. SYİ ile çalışma alanında incelenen yıllar arasında 1, 3, 6, 12, 24 aylık olarak kuraklık durumu ortaya konulmaktadır. 1, 3, 6, 12, 24 aylık SYİ değerlerinin zamansal değişimi grafiklerle gösterilmekte ve buna bağlı olarak da çeşitli sonuçlara varılmaktadır. Sonuç olarak iki ilçenin kurak, normal ve nemli periyot oranlarının birbirine benzerlik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca SYİ-1, SYİ-3, SYİ-6 analizlerinde hafif kuraklıklar daha sık görülürken SYİ-12 ve SYİ-24 değerlerinde ise daha şiddetli kuraklıklar belirlenmektedir. Bu uzun süreli periyotların (SYİ-12 ve SYİ-24) kuraklık süresinin kısa periyotlara (SYİ-1, SYİ-3, SYİ-6) oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Mevsimsel olarak yaz mevsiminin diğer mevsimlere oranla daha kurak olduğu ancak kış mevsiminde de kuraklıkların yaşandığı tespit edilen sonuçlar arasındadır. Bu bağlamda çalışmanın yürütüldüğü iki meteoroloji istasyonunun henüz ciddi bir kuraklıkla karşı karşıya olmadığı ancak bu riskin her zaman var olduğu söylenebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bilecik, Bozüyük, Çevre Sorunları, Kuraklık, Standartlaştırılmış Yağış İndisi

### ABSTRACT

Drought is one of the most serious environmental problems faced by both the natural environment and all living things. Although drought occurs in a season or over years, its effects on society (economic, social, and environmental) can last for many years. It is of great importance to monitor the drought, which started so slowly and continued to affect for many years. Therefore, in this study, it is aimed to reveal the meteorological drought of Standardized Precipitation Index with the Bilecik station (1964–2021) and Bozüyük station (1964–2021). In addition, it is aimed to make a general assessment of the drought-humidity status of these stations by using the precipitation data. For this purpose, long annual rainfall data of both stations are used. Standardized Precipitation Index is preferred as the method. Among the years examined in the field of study with Standardized Precipitation Index, drought status is revealed in 1, 3, 6, 12, and 24 months. The temporal variation of the 1-, 3-, 6-, 12-, and 24-month Standardized Precipitation Index values are shown with graphs, and various conclusions are reached accordingly. As a result, it is determined that the arid, normal, and humid period rates of the two districts are similar to each other. In addition, mild droughts are observed in SPI-1, SPI-3, and SPI-6 analyses, while more severe droughts are observed in SPI-12 and SPI-24 values. It is seen that the duration of drought in these long-term periods (SPI-12 and SPI-24) is higher than in short periods. Seasonally, the summer season is drier than the other seasons, but droughts are also experienced in the winter season. In this

Geliş Tarihi/Received: 08.09.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 13.04.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 05.06.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:  
Semanur AKBULUT  
E-mail: semanurakbulut1405@gmail.com

Cite this article as: Menteşe, S., & Akbulut, S. (2023). Determination of the drought status of bilecik central district and bozüyük district with standardized precipitation index. *Eastern Geographical Review*, 28(49), 40-51.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

context, it can be said that the two meteorological stations where the study is carried out are not yet facing a serious drought, but this risk has always existed.

**Keywords:** Bilecik, Bozüyük, drought, environmental problems, standardized precipitation index

## Giriş

Kuraklık insanoğlunun karşı karşıya kaldığı önemli çevre problemleri arasında yer almaktadır (Türkeş, 2012). Birçok kişi kuraklığı, doğal tehlikeler arasında en az anlaşılan ve diğer tüm tehlikelerden daha fazla insanı etkileyen karmaşık bir durum olarak nitelendirmektedir (Wilhite, 2000). Bu karmaşıklık yağış, akış, sızma, buharlaşma, yer altı ve yüzey suyu gibi çok sayıda hidrolojik duruma etkileşimlerinden kaynaklanmaktadır (Sırdaş & Şen, 2003). Kuraklığa bağlı ölümler, ıstıraplar ve ekonomik zararlar düşünüldüğünde diğer doğal afetlerden kuraklığın daha yıkıcı olduğu ve bu yıkıcı doğrudan etkilerinin yanı sıra kıtlık, salgın hastalıklar, yangın gibi ikincil felaketlerin kuraklık olayını izlediği görülmektedir (Panagoulia & Dimou, 1998). Bu nedenle yoğunluğu ne olursa olsun kuraklık hem ekosistemlerin hem de insanoğlunun karşı karşıya olduğu en ciddi çevre konularından birisini oluşturmaktadır. Çünkü her ne kadar bir mevsimde ya da yıllar içinde meydana gelse de toplum üzerindeki etkileri uzun yıllar boyunca sürmektedir (Wilhite & Glantz, 1985). Yağış miktarında meydana gelen önemli düşüş, sıcaklık artışları, ormansızlaşma, aşırı nüfus artışı gibi çeşitli fiziki ve beşeri faktörler kuraklığa sebebiyet vermek ve pek çok sektörü etkilemektedir. Pek çok sektörü etkileyen kuraklık, disiplinlere bağlı olarak farklı şekillerde algılanmakta ve bu nedenle de farklı şekillerde tanımlanmaktadır (Agwata, 2014). Farklı alanların uzmanları açısından konsept, gözlemsel parametreler ve ölçüm prosedürleri farklılaştığından tüm alanlara uygulanabilen evrensel tek bir kuraklık tanımının formüle edilmesi oldukça zordur (Bhuiyan, 2004; Pablos ve ark., 2017; Wilhite & Glantz, 1985). Örneğin kuraklığı bir çiftçi mahsulünün kök bölgesindeki nem eksikliği; ekonomist yerleşik ekonomiyi etkileyen bir kıtlık (Panu & Sharma, 2002); hidrolog ise alışılmadık derecede düşük yüzey akışının ve yeraltı suyu seviyelerinin olduğu uzun dönem olarak tanımlamaktadır (Maybank ve ark., 1995). İki ana tür (kavramsal ve operasyonel) kuraklık tanımı vardır. Kavramsal tanımlar genel terimlerle formüle edilmekte ve kuraklığın ne olduğunu açıklamaya yardımcı olmak için; operasyonel tanımlar ise çok spesifik ve bir kuraklığın başlangıcını, sonunu ve şiddet derecesini belirlemek için kullanılmaktadır (Quiring, 2009). Kuraklık "yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belirli bir zaman süresince ve bölgesel ölçekte uzun süreli ortalamasının ya da normalin altında gerçekleşmesi sonucunda oluşan su açığı" olarak tanımlanabilmektedir (Türkeş, 2012). Kısaca kuraklık küresel veya bölgesel ölçekte yağışların uzun süreli ortalamalardan düşük olmasındadır (Çiçek, 1995). Kuraklığın birden çok türü bulunmakta ve genellikle meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kriterlere göre dört türe ayrılmaktadır (Deo ve ark., 2017; Pablos ve ark., 2017). Tüm kuraklık türleri için ortak olan, bazı faaliyetler (örneğin bitki büyümesi) veya bazı gruplar (örneğin çiftçi) için su kıtlığına neden olan bir yağış eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Wilhite & Glantz, 1985).

Kuraklığın tarımsal üretim azlığından (Agwata, 2014; Maybank ve ark., 1995) yetersiz beslenmeye (Nişancı, 1987) ve açlık sorunlarına varan çok çeşitli sosyal ve ekonomik sonuçları olabilmektedir (Bacanlı & Saf, 2005). Bu etkilerin büyüklüğü kalkınma düzeyi,

nüfus yoğunluğu ve yapısı, su ve diğer doğal kaynaklar üzerindeki talepler, hükümet politikaları, kurumsal kapasite, teknoloji ve siyasi sistem tarafından belirlenmektedir (Eriyagama ve ark., 2009). Çok sayıda ve ciddi sosyal ve ekonomik etkileri bulunan kuraklığın ölçülmesi, yönetilmesi zordur. Bu nedenle kuraklık özelliklerini değerlendirmek ve izlemek için birçok indis geliştirilmiştir (Almedeij, 2014). İndisler, kuraklık olaylarının ciddiyeti, yeri, zamanlaması ve süresinin nicel değerlendirmesini sağlamak için kullanılmaktadır (Svoboda & Fuchs, 2016). Bu indisler, yağışların normalden ayrılması gibi basit meteorolojik kuraklık ölçümlerinden, toprak nem koşullarını ve arazi kullanım parametrelerini içeren daha ayrıntılı ürün-hava modellerine kadar uzanmaktadır (Maybank ve ark., 1995). İndislerin en önemli özelliğini, karmaşık ilişkileri basitleştirebilmesi ve halk da dahil olmak üzere çeşitli izleyiciler ve kullanıcılar için yararlı iletişim araçları sağlayabilmesi oluşturmaktadır. Standartlaştırılmış Yağış İndisi (SPI), Normalleştirilmiş Yağış Anomali İndisi (NPAI), Palmer Kuraklık Şiddet İndisi (PDSI) ve Onda Birler (Desiller) günümüzde dünyada yaygın olarak uygulanan kuraklık indislerini teşkil etmektedir (Kurnaz, 2014; Türkeş, 2012). Ana indekslerin hiçbiri doğası gereği diğerlerinden her koşulda üstün olmasa da bazı indisler belirli kullanımlar için diğerlerinden daha uygundur (Sırdaş & Şen, 2003). McKee ve diğerleri tarafından sunulan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYI)'nin popüleritesi, temel olarak farklı zaman ölçeklerine uygulanabilirliğine (Bacanlı & Kargı, 2019) ve herhangi bir istatistiksel kısıtlama gerektirmeden testlerin uygulanmasındaki rahatlığına dayanmaktadır (Gümüş, 2017). Aynı zamanda SYI, 3 kuraklık türünde de kullanılan yaygın bir yöntemi teşkil etmektedir.

İndisler kuraklığın ölçülmesi ve izlenmesi adına iklimsel değişkenler ve iklim ile ilişkili süreçler arasındaki karmaşık ilişkileri basitleştirip daha rahat anlaşılmasına olanak verdiği için yararlı yöntem ve yaklaşımlar olarak kabul edilmektedir (Akbaş, 2014). Kuraklığın ölçülmesi ve belirlenmesinde farklı indisler kullanılarak hem ulusal hem de uluslararası literatürde kuraklığın zamansal ve mekansal dağılımının izlenmesi ve analizi konusunda farklı çalışmalar yürütülmüştür (Akbaş, 2014; Almedeij, 2014; Bacanlı & Kargı, 2019; Bacanlı & Saf, 2005; Bhuiyan, 2004; Çelik ve ark., 2018; Çelik & Gülersoy, 2018; Çiçek, 1995; Deo ve ark., 2017; Dikici, 2019; Dinç ve ark., 2016; Eriyagama ve ark., 2009; Gümüş & Algin, 2017; Jain ve ark., 2015; Oğuztürk & Yıldız, 2014; Pablos ve ark., 2017; Pamuk ve ark., 2004; Panu & Sharma, 2002; Rahmat ve ark., 2015; Sırdaş & Şen, 2010; Sönmez ve ark., 2005; Türkeş, 2011; Yetmen, 2013). Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yağış değişebilirliği fazla olduğundan bu sahalarda kuraklık daha büyük ekonomik/ekolojik problemlere yol açmaktadır (Yetmen, 2013). Bu nedenle bu çalışmada Bilecik ilinde kuraklık koşullarının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Çalışmada SYI indisi ile 1964–2021 periyodunu kapsayan veriler kullanılarak Bilecik merkez ve Bozüyük ilçesinin farklı zaman ölçeklerinde kuraklık özelliklerini belirlemek amaçlanmaktadır.

## Çalışma Alanı

Çalışma alanını Bilecik merkez ilçesi ile Bozüyük ilçesi teşkil etmektedir (Şekil 1). Bilecik Merkez ilçe ile Bozüyük ilçesi, Marmara,

İç Anadolu, Ege ve Karadeniz bölgelerinin birbirlerine en çok yaklaştıkları bir alanda yer alan Bilecik ili sınırları içerisinde bulunmaktadır (Özgür, 1994). Bilecik'in merkez ilçesi batıdan Bursa, güneyden Bilecik'in Pazaryeri ilçesi, doğudan Bilecik'in Gölpazarı ve Söğüt ilçeleri, kuzeyden ise Bilecik'in Osmaneli ilçesi ile çevrilidir. Bozüyük güneyden Kütahya, kuzeyden Bilecik'in Pazaryeri ve merkez ilçeleri, doğudan Bilecik'in Söğüt ilçesi ve Eskişehir, batıdan ise Kütahya ve Bursa illeri ile çevrilidir.

2021 yılı verilerine göre merkez ilçenin nüfusu 86.442 kişi iken Bozüyük ilçesinin nüfusu 78.010 kişidir. Sakarya Nehri ilin en önemli akarsuyudur. Bilecik şehir merkezinin, en önemli akarsuyu Sakarya'nın bir kolu olan Karasu; Bozüyük'ün en önemli akarsularını ise, Karasu ve Karasu'ya karışan Kocadere ile yine Porsuk Çayı vasıtasıyla Sakarya'ya karışan Sarısu'dur (Altaş, 2009).

Bilecik merkez ilçenin 1929–2021 ölçüm periyodunda yıllık ortalama sıcaklığı 11,3°C iken Bozüyük ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 10°C'dir. Yıllık ortalama yağış ise Bilecik merkez ilçede 459,3 mm, Bozüyük'te ise 689,0 mm'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], 2022). 4 farklı bölgenin kesişim noktasında yer alan Bilecik ilinde 3 farklı iklim tipi görülmektedir. Genel olarak Merkez ilçede Marmara Bölgesi iklimi görülürken Bozüyük ilçesinde ise Marmara Bölgesi sınırlarında olmasına rağmen karasal iklim görülmektedir. Kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak olan Bozüyük ilçesinin bu iklimsel farkında coğrafi yapısı ve özellikle yükselti faktörü etkili olmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda Bilecik için bir geçiş iklimine sahip olduğu söylenebilmektedir.

## Yöntem

### Veri

Bilecik il genelinde yapılması planlanan çalışma uzun süreli meteorolojik verinin olmaması sebebiyle Merkez ilçe ve Bozüyük ilçesi ile sınırlandırılmıştır. Bilecik merkez ve Bozüyük ilçelerinin kuraklık analizi için kullanılan yağış ve sıcaklık verileri Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Tablo 1'de istasyonların numaraları, adları, rakımları, gözlem yılları ve konumları verilmiştir. Kuraklık analizi için gözlem yılı aralığını 1964–2021 yılları arasındaki dönem teşkil etmektedir.

### Yöntem

#### Standart Yağış İndeksi (Standardized Precipitation Index-SPI)

Meteorolojik kuraklığın tespiti için kullanılan standartlaştırılmış yağış indeksi oldukça güvenilir ve kullanımı kolay olması açısından sıklıkla tercih edilmektedir. İndeks yalnızca yağış verisi gerektirmektedir. SYİ değeri belirli bir zaman diliminde meydana gelen yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilmektedir (McKee, 1993). Yaygın olarak kullanılan bu yöntem ile belirlenen çalışma sahasının kuraklık durumu tespit edilebilmektedir.

$$SPI = \frac{(X_{ij} - X_{imj})}{\sigma}$$

**SPI:** Standart Yağış İndeksi

$X_{ij}$ : Aktüel yağış miktarı

$X_{imj}$ : Ortalama yağış miktarı - XJ/σ

$\sigma$ : Standart sapma değeri

İndeks sürekli olarak negatif olduğu zaman periyodu kurak dönem olarak tanımlanmaktadır (Tablo 2). SYİ yönteminde aylık toplam yağış veri setleri kesintisiz şekilde minimum 30 yıllık olmalıdır. Bu metodun en önemli avantajı sadece yağış verisi ile

kuraklık analizi yapabilme imkânı sunmasıdır. Ayrıca zamansal esnekliği ve tüm zaman ölçeklerinde su kaynakları için uygulanabilmesi önem arz etmektedir (Hayes ve ark., 1999). Buna karşın dezavantajı ise diğer iklim elemanlarını hesaba katmamasıdır. Bu çalışmada birçok kuraklık tespit yöntemi içinden standartlaştırılmış yağış indeksinin seçilmesinin sebebi kullanım kolaylığı ve çeşitli kuraklık türleri hakkında bilgi sunmasıdır.

7 farklı sınıflandırma düzeyinden 3'ü nemli dönemleri, 3'ü kurak dönemleri ve 1 tanesi ise normal yağış düzeyini temsil etmektedir (Tablo 2).

## Bulgular

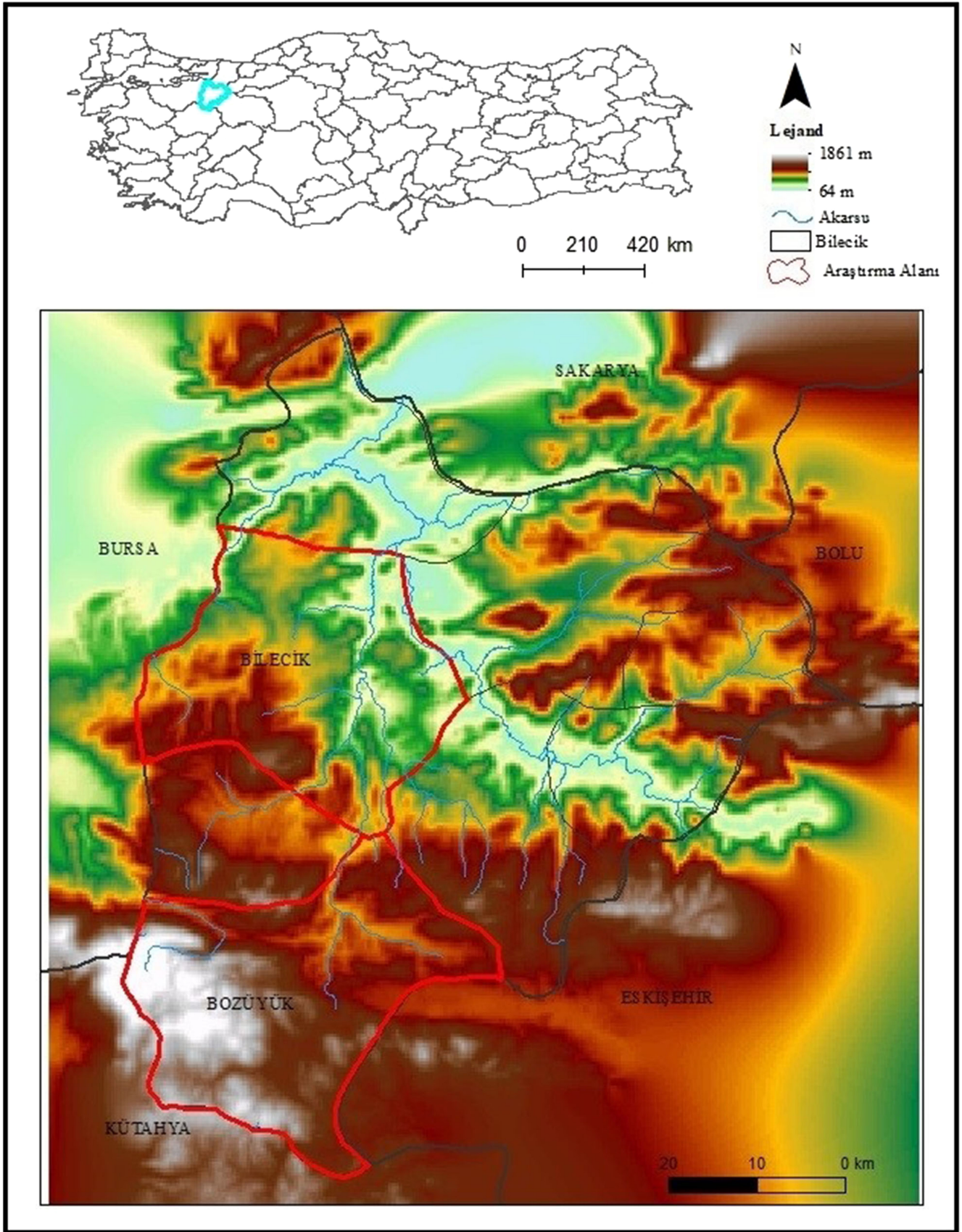
Bilecik merkez ilçe ve Bozüyük istasyonunun 1964–2021 yılları arasında maksimum yağış ve ortalama yağışları Tablo 3'de gösterilmektedir. Bilecik istasyonunda maksimum yağışın 2010 yılı ekim ayında olduğu tespit edilirken Bozüyük istasyonunda maksimum yağışın 2001 yılı aralık ayında olduğu gözlenmektedir. Her iki istasyonunda yağış ortalamalarının birbirine yakın olduğu tespit edilmektedir. Bundan dolayı yapılan analizlerde kurak periyot sayıları birbirine oldukça benzer değerler göstermektedir.

Bilecik ve Bozüyük ilçelerinin yıllık toplam yağış grafikleri incelendiğinde, yıllar arasında büyük farklılıklar gözlemlenmemektedir. Yağışın Bilecik istasyonunda 2010 yılında Bozüyük istasyonunda ise 2000 yılında zirve yaptığı tespit edilmektedir (Şekil 2). Bu yağışlar ise çalışma alanında meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik analizlerde normal-nemli dönemler olarak yansımaktadır.

Bilecik istasyonunda belirli periyotta en fazla kuraklığın kış mevsiminde (Aralık, Ocak ve Şubat), en nemli dönemin ise bahar aylarında olduğu (Şekil 3) görülmektedir. SYİ analiz sonuçları incelenerek hazırlanmış olan bu grafik belirli yıllar arasında meydana gelen toplam kuraklık sayılarını vermesi açısından önem arz etmektedir. İlkbahar mevsiminde yağışların artışıyla birlikte kuraklıkların azaldığı ve nemli dönemin başlangıcı olduğu (Şubat-Mart geçişi), yaz aylarının bitimi ile kış mevsimine geçişte ise (Kasım-Aralık arası) kurak periyotların arttığı tespit edilmektedir. Mevsimsel olarak yağışlı olması beklenen mevsimlerde oluşan kuraklık, kurak bir mevsim olan yaz mevsiminde oluşan kuraklıktan daha ciddidir ve belirlenmesi önemlidir (Yetmen ve ark., 2017). Çünkü yağışın büyük bir bölümü sonbahar ve kış aylarında olması beklenirken bu ayların kurak geçmesi ve ardından yaz kuraklıkları ile birleşmesi meteorolojik kuraklığın yanı sıra tarımsal ve hidrolojik kuraklıklara da neden olmaktadır. Yeraltı su seviyesinin düşmesi ve tarımın böyle ciddi bir sorundan etkilenmesi başka birçok felakete sebebiyet verecektir. Ayrıca bu çalışmanın bulguları, Türkiye'deki yağış eğilimlerine ilişkin önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Türkiye'de kış yağış toplamlarında genel bir azalma eğiliminin egemen olduğu literatürdeki çalışmalarda da tespit edilmiştir (Topuz ve ark., 2020; Türkeş ve ark., 2007).

Bilecik meteoroloji istasyonunda yapılan analize göre (Şekil 4) aylık periyotta %69 normal civarı (479 ay), %16 kurak (110 ay) ve %15 nemli (107 ay) dönem tespit edilmektedir. Bu kurak 110 ayın %64'ü orta derece kurak (71 ay), %22'si aşırı kurak (24 ay), %14'ü çok aşırı kurak (15 ay) olarak belirlenmektedir. Nemli ve kurak periyot oranının birbirine yakın olduğu gözlemlenmektedir.

Şekil 5'de Bozüyük istasyonunun 1964–2021 arasında meydana gelen toplam kuraklık sayıları verilmektedir. Buna göre mevsimsel olarak en fazla kuraklık kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat) yaşanırken bu ayları ilkbahar ayları (Mart, Nisan, Mayıs) takip etmektedir.



Şekil 1.  
Çalışma Alanı.

**Tablo 1.**  
İstasyon Bilgileri

İstasyon No	İstasyon Adı	Rakım(m)	Gözlem Yılı	Enlem	Boylam
17120	Bilecik	539	1964–2021	40°14' K	29°98' D
17702	Bozüyük	754	1964–2021	39°90' K	30°05' D

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022).

**Tablo 2.**  
SYİ Metoduna Göre İndeks Değerleri ve Sınıflandırma

SYİ İNDİS DEĞERLERİ	SINIFLANDIRMA	CLASSIFICATION
$SYİ \geq 2,00$	Çok Aşırı Nemli	Extremely wet
1,99–1,50	Aşırı Nemli	Very wet
1,49–1,00	Orta Derece Nemli	Moderately wet
0,99– (-0,99)	Normal	Near normal
(-1,00) – (-1,49)	Orta Derece Kurak	Moderately dry
(-1,50) – (-1,99)	Aşırı Kurak	Severely dry
$-2,00 \leq SYİ$	Çok Aşırı Kurak	Extremely dry

McKee ve ark (1993).

**Tablo 3.**  
İstasyonlara Ait Maksimum Yağış ve Ortalama Yağış Değerleri

İstasyon Adı	Maksimum Yağış (mm)	Ortalama Yağış (mm)
Bilecik	238,70 (Ekim 2010)	465
Bozüyük	186,70 (Aralık 2001)	480

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022).

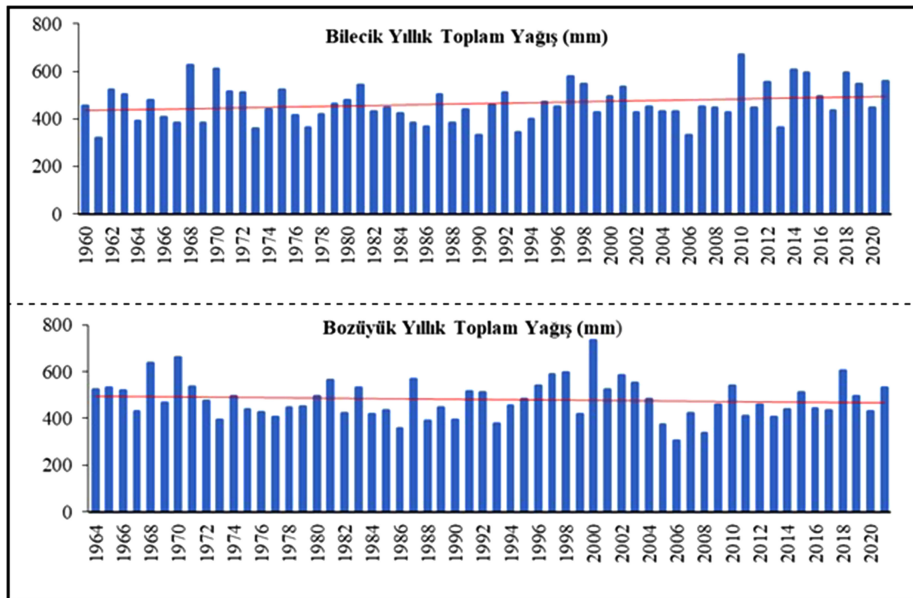
En nemli ayları ise sonbahar ayları oluşturmaktadır. Ayrıca kış kuraklıkları hafif seyredirken yaz kuraklıklarının daha şiddetli olduğu gözlemlenmektedir.

Bozüyük istasyonunda yapılan analize göre (Şekil 6) aylık periyotta %69 normal civarı (482 ay), %17 kurak (114 ay) ve %14 nemli (100 ay)

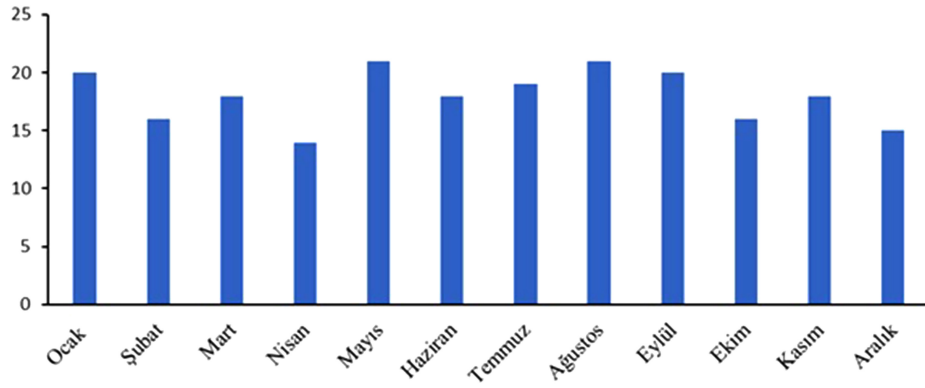
dönem tespit edilmektedir. Bu kurak 114 ayın %57'si orta derece kurak (65 ay), %26'sı aşırı kurak (30 ay), %17'si çok aşırı kurak (19 ay) olarak belirlenmektedir. Bilecik istasyonuna paralel olarak kurak ve nemli dönemlerin birbirine paralel oranlar gösterdiği tespit edilmektedir. Ayrıca her iki istasyonda ağırlıklı olarak normal civarı periyot gözlemlenmektedir.

Bilecik istasyonunun verilerine göre belirli periyotta en şiddetli kuraklıklar yaz aylarında olmuştur. Bundan dolayı analiz sonuçlarında ağustos ayı SYİ değerlerinden yararlanarak grafikler oluşturulmaktadır (Şekil 7). SYİ-1 analiz sonuçları incelendiğinde en kurak ayın ocak ayı olduğu buna karşın SYİ-12 ve SYİ-24 analizlerinde ise yaz aylarının kurak olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmada meteorolojik ve hidrolojik kuraklık değerlendirmesi yapmak için kısa ve uzun süreli analiz sonuçları değerlendirmeye alınarak grafikler oluşturulmaktadır. Kısa süreli analiz sonuçları incelendiğinde SYİ değerlerinde azalma yani kuraklaşma tespit edilirken uzun süreli analizlerde ise henüz bu kuraklaşmanın etkisi tespit edilmemektedir. Bunun sebebi standartlaştırılmış yağış indeksinde yağışların yıllık analizlere yansımaya süresinin uzunluğudur.

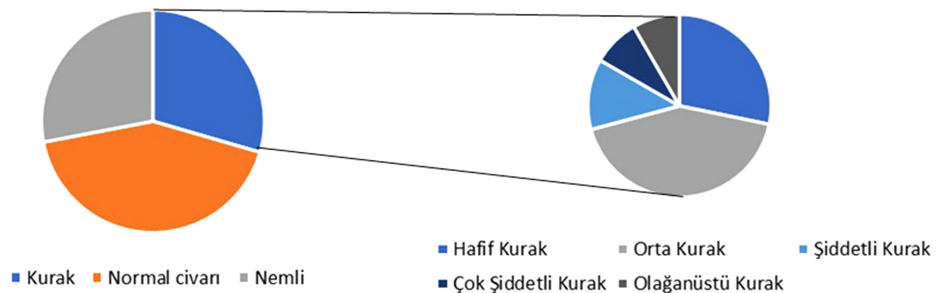
Bozüyük istasyonunun verilerine göre SYİ değerleri ile grafikler oluşturulmuştur (Şekil 8). Bilecik istasyonu ile karşılaştırma imkânı sunması için yine ağustos ayı SYİ değerleri kullanılarak oluşturulan grafiklere göre kısa süreli analizlerde (SYİ-1, SYİ-3 ve SYİ-6) artma eğilimi tespit edilirken uzun süreli analizlerde (SYİ-12 ve SYİ-24) ise azalma eğilimi görülmektedir. Ayrıca SYİ-1 ve SYİ-3 analizi incelendiğinde, belirli yıllar içerisinde yaz kuraklıklarının yanında kış kuraklıklarının da dikkat çektiği görülmektedir. Buna karşın özellikle SYİ-12 ve SYİ-24 analizlerinde en kurak ayları yaz aylarının teşkil ettiği belirlenmektedir



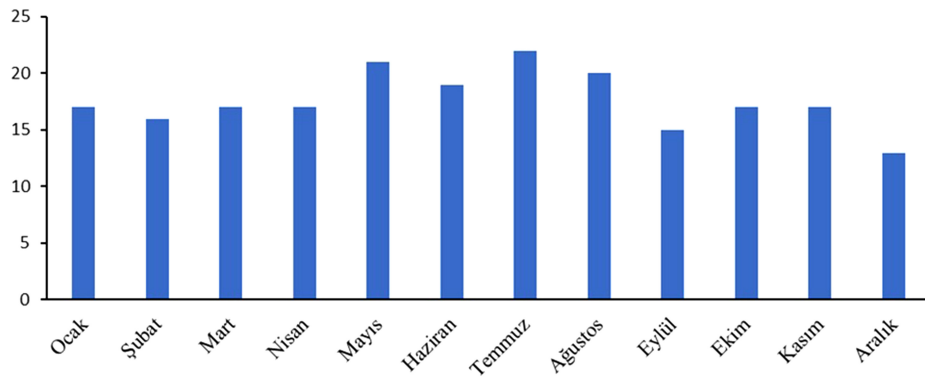
**Şekil 2.**  
Bilecik ve Bozüyük (1964–2021) Yıllık Toplam Yağış Miktarları.



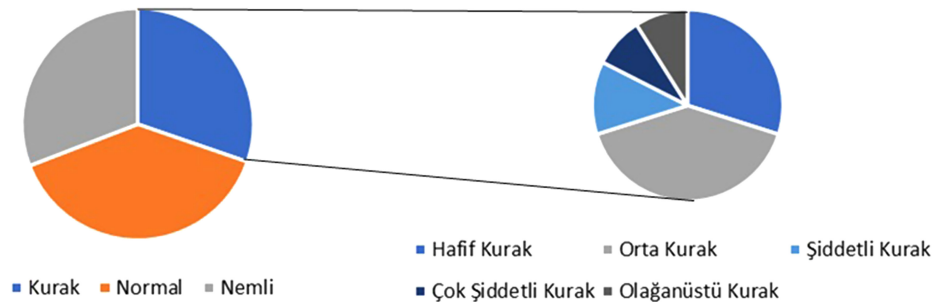
**Şekil 3.**  
1964–2021 Arasında Meydana Gelen Toplam Kuraklık Sayısı (Bilecik Merkez).



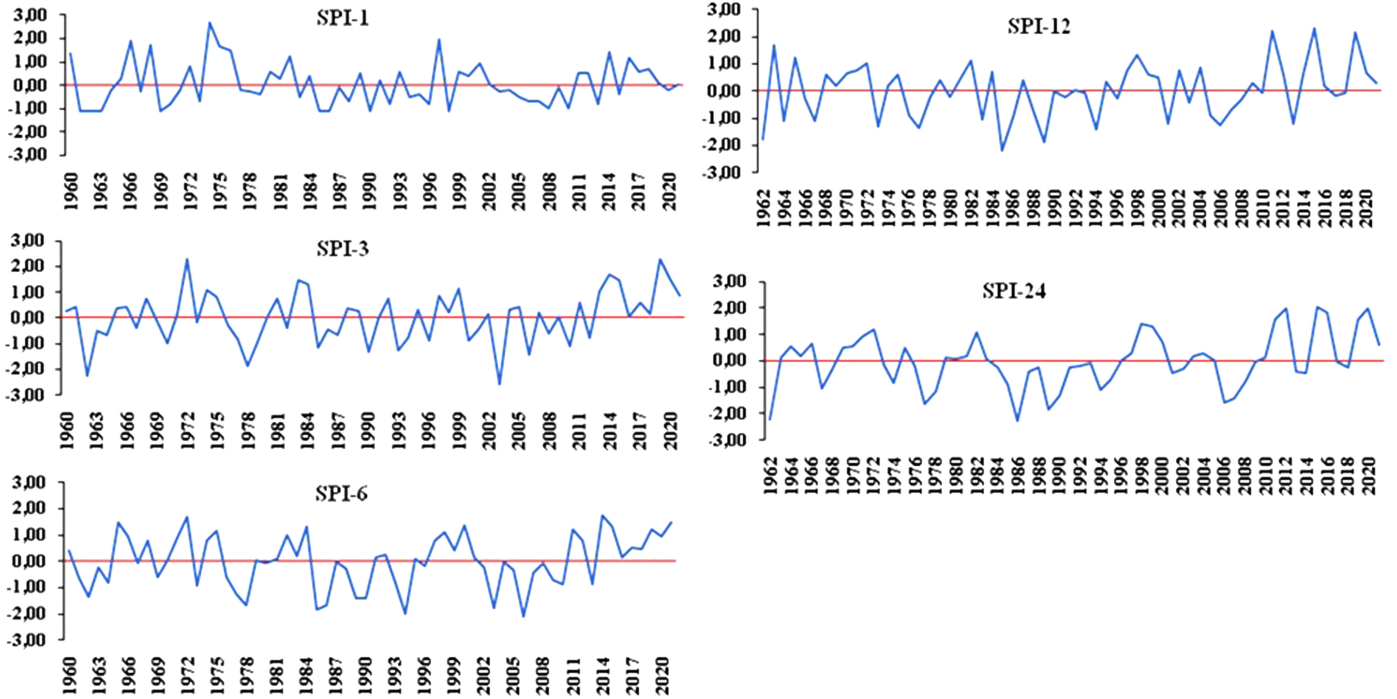
**Şekil 4.**  
Bilecik istasyonu için aylık SYİ değerlerinin dağılımı.



**Şekil 5.**  
1960–2021 Arasında Meydana Gelen Toplam Kuraklık Sayısı (Bozüyük).



**Şekil 6.**  
Bozüyük istasyonu için aylık SYİ değerlerinin dağılımı.

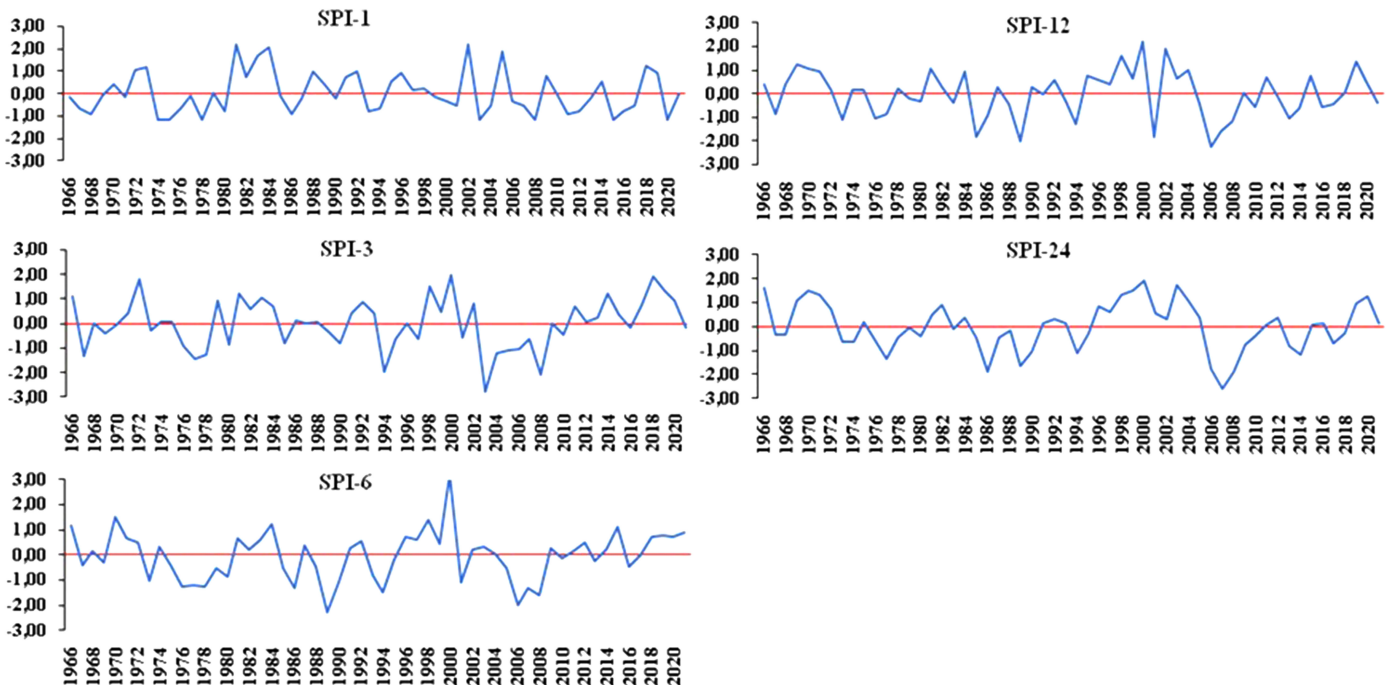


Şekil 7. 1964–2021 Arasında Bilecik İstasyonu Ağustos SYİ-1, SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12, SYİ-24 Analizi.

Tablo 2'de SYİ metoduna göre indeks değerleri ve sınıflandırma düzeyleri verilmektedir. Bu sınıflandırmaya göre hazırlanan Tablo 4'te Bilecik istasyonunun en yüksek ve en düşük SYİ değerleri görülmektedir. Bilecik istasyonunda 1, 3, 6, 12 ve 24 aylık SYİ değerlerinin tespit edilmesiyle yıllar içinde kuraklığın gelişimi incelenmektedir. Aylık periyotta en kurak dönem Aralık 1972 (-3,32) iken, yıllık periyotta en kurak dönem Mayıs 1983 (-2,49)

olarak tespit edilmektedir. Buna karşın aylık periyotta Ekim 2010 (3,18) çok aşırı nemli iken, yıllık periyotta Şubat 2015'in (3,28) çok aşırı nemli olduğu belirlenmektedir (Tablo 4).

Bozüyük istasyonunda yıllar içinde kuraklığın gelişimi ise şu şekildedir: aylık periyotta en kurak dönem Aralık 1972 (-2,73) iken yıllık periyotta en kurak dönem Şubat 2007 (-2,63) olarak tespit



Şekil 8. 1964–2021 Arasında Bozüyük İstasyonu Ağustos SYİ-1, SYİ-3, SYİ-6, SYİ-12, SYİ-24 Analizi.

**Tablo 4.**

Bilecik Merkez İlçenin Belirli Periyotlarda Minimum ve Maksimum Değerleri

	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	12 Aylık	24 Aylık
Çok Aşırı Nemli	Ekim 2010 (3,18)	Ağustos 1982 (2,93)	Ekim 1972 (2,50)	Şubat 2015 (3,28)	Mart 2016 (3,05)
Çok Aşırı Kurak	Aralık 1972 (-3,32)	Ağustos 1980 (-3,58)	Aralık 2020 (-2,90)	Mayıs 1983 (-2,49)	Kasım 1986 (-2,50)

**Tablo 5.**

Bozüyük İlçesinin Belirli Periyotlarda Minimum ve Maksimum Değerleri

	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	12 Aylık	24 Aylık
Çok Aşırı Nemli	Mayıs 2000 (3,05)	Mayıs 2000 (3,71)	Haziran 2000 (3,51)	Aralık 2000 (2,79)	Aralık 2001 (2,29)
Çok Aşırı Kurak	Aralık 1972 (-2,73)	Haziran 2005 (-3,49)	Aralık 2020 (-3,02)	Şubat 2007 (-2,63)	Eylül 2007 (-2,91)

edilmektedir (Tablo 5). Buna karşın aylık periyotta Mayıs 2000 (3,05) olağanüstü nemli iken yıllık periyotta Aralık 2000 (2,79) olduğu gözlenmektedir.

Yapılan analiz sonuçları değerlendirildiğinde kurak dönemler bir süre sonra yerini nemli dönemlere bırakmaktadır. Her iki istasyon incelendiğinde meteorolojik kuraklık (SYİ-1, SYİ-3, SYİ-6) değerlerinde kısa süreli kuraklıklar tespit edilirken hidrolojik kuraklık (SYİ-12 ve SYİ-24) değerlerinde daha uzun süreli kurak periyotlar gözlemlenmektedir. Kısacası 1,3 veya 6 aylık kısa zaman periyotlarında SYİ negatif değerleri oldukça değişken olmasına karşın 12 ve 24 aylık zaman periyotlarında ise değişim daha yavaştır (Şen, 2003). Tablo 6'da Bilecik merkez ilçenin kurak dönem başlangıç ve bitişleri verilmektedir. SYİ-24 değerlerine göre merkez ilçede en uzun kuraklık döneminin -0,99 değerinin altına düşmesiyle Nisan 2006 ve Mayıs 2008 arasında (26 ay boyunca) yaşandığı görülmektedir. Yapılan analizde yine bu süreye yakın birkaç dönem olmakla birlikte bu çalışmada yalnızca en uzun periyot örnek olarak verilmektedir. Aylık analizlerde kuraklıkların daha hafif seyrederken uzun süreli analizlerde ise kuraklık şiddetlerinin artışı gözlemlenmektedir. Türkiye'de yapılan çeşitli kuraklık analiz sonuçlarında da benzer sonuçlara ulaşılmaktadır. Oruç (2017) 1960–2015 yılları arasında 33 farklı istasyonun yağış ve sıcaklık verilerini incelediği çalışmasında Standartlaştırılmış Yağış İndeksini kullanarak analiz yapmıştır. Çalışma sonucunda kısa dönemlerde (3–6 ay) normale yakın kuraklık ve orta şiddetli kuraklıklar daha çok görülürken süre arttıkça (12–24 ay) çok şiddetli kuraklığın yüzdesinin arttığı belirlenmiştir (Oruç, 2017). Türkiye'nin bulunduğu coğrafi konum ve çeşitli iklim elemanlarının

**Tablo 6.**

Bilecik İstasyonu SYİ Değerlerine Göre En Uzun Kurak Dönemler

Kurak Dönem	Başlangıç	Bitiş	Geçen süre
SYİ-1	Ocak 1989	Nisan 1989	4 Ay
SYİ-3	Şubat 1973	Nisan 1973	3 Ay
SYİ-6	Ocak 1989	Ağustos 1989	8 Ay
SYİ-12	Temmuz 1985	Aralık 1986	18 Ay
SYİ-24	Nisan 2006	Mayıs 2008	26 Ay

**Tablo 7.**

Bozüyük İstasyonu SYİ Değerlerine Göre En Uzun Kurak Dönemler

Kurak Dönem	Başlangıç	Bitiş	Geçen süre
SYİ-1	Ocak 1989	Nisan 1989	4 Ay
SYİ-3	Şubat 1989	Haziran 1989	5 Ay
	Mayıs 1994	Eylül 1994	5 Ay
	Nisan 2006	Ağustos 2006	5 Ay
SYİ-6	Ocak 2006	Eylül 2006	9 Ay
SYİ-12	Kasım 2005	Mart 2008	29 Ay
SYİ-24	Ocak 2006	Mart 2009	39 Ay

etkileri bu sonuçların temel sebebi olmaktadır. Türkiye'de yağış tutarlarının coğrafi dağılışında ve yağış rejimindeki bölgesel farklılıklar üzerinde morfolojinin, özellikle orografik etkilerin rolü büyük olmaktadır (Koçman, 1993). Bölgesel ölçekte Güneydoğu ve Doğu Anadolu'da daha kısa zaman dilimlerinde orta dereceli kuraklıklar görülürken, ülkenin kıyı dışı kesimlerinde daha kısa zaman dilimlerinde şiddetli kuraklıkların meydana geldiği görülmektedir (Sönmez ve ark., 2005).

Bozüyük istasyonunun 5 farklı periyotta kuraklık başlangıç ve bitişleri incelendiğinde, en uzun kuraklığın SYİ-24 analizinde Ocak 2006 ile Mart 2009 arasında 39 ay boyunca yaşandığı tespit edilmektedir (Tablo 7).

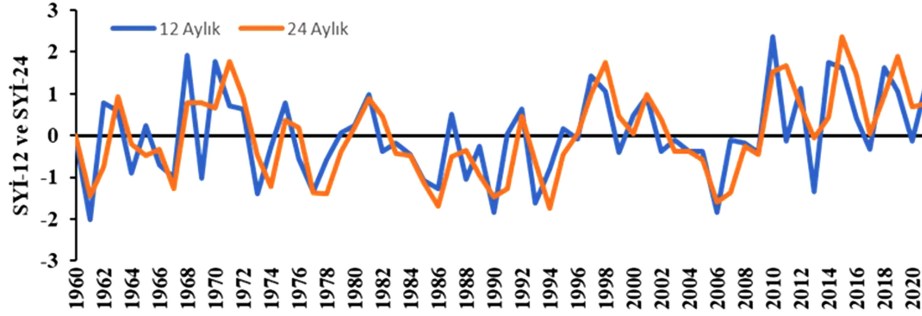
Bilecik istasyonunun SYİ-12 ve SYİ-24 değerleri Şekil 9'da verilmektedir. 1964–2021 yılları arasındaki SYİ değerleri incelendiğinde, kurak ve nemli dönemlerin birbirini takip ettiği görülmektedir. SYİ-12 değeri 2010 yılında (2,37 (çok aşırı nemli)) zirve yapmaktadır. Buna karşın 1990 yılında (-1,88 (aşırı kurak)) ise en düşük değeri görmektedir. SYİ-24 değerlerinde ise en yüksek değerin (2,34 (çok aşırı nemli)) 2015 yılında, en düşük değerin ise (-1,77 (aşırı kurak)) 1994 yılında olduğu tespit edilmektedir.

Bozüyük istasyonunun 1964–2021 yılları arası SYİ-12 değerleri incelendiğinde yıllar içinde dalgalanmaların olduğu, özellikle 1999 (-0,75) ve 2000 (2,79) yılları arasında nemli döneme keskin bir geçiş olduğu, 2002–2004 arası normal civarında seyretmekle birlikte sonraki yıllarda kurak periyotlara geçiş olduğu belirlenmektedir (Şekil 10). Yıllık analizde en düşük değer 2006 yılında -2,48 (çok aşırı kurak), en yüksek değer ise 2000 yılında 2,79 (çok aşırı nemli) olmuştur. SYİ-24 değerlerinde ise 2003 yılı itibarıyla ciddi bir düşüş görülmektedir. En düşük değer Bilecik istasyonuna paralel bir şekilde 2006 yılında -2,52'dir. En yüksek değer ise 2001 yılında 2,29'dur. Buna göre Bozüyük istasyonu için 2006 yılının hidrolojik açıdan kurak geçtiği söylenebilmektedir. Bunun sebebi ise yaz yağışlarının oldukça az olmasıdır.

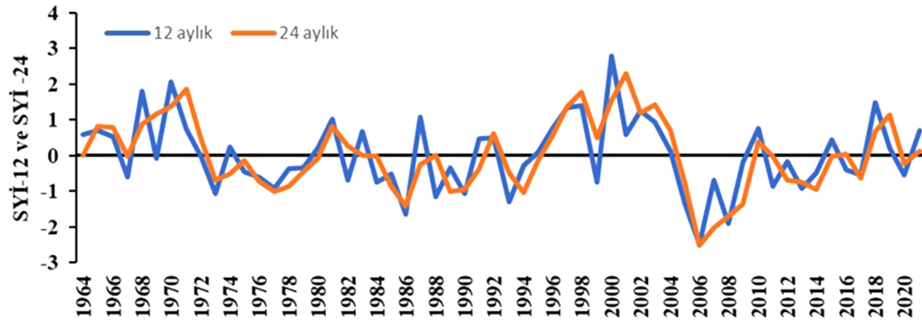
Hidrolojik kuraklık tespiti için sıklıkla SYİ-12 ve SYİ-24 analizleri tercih edilirken meteorolojik kuraklığın tespiti için genellikle SYİ-1 ve SYİ-3 değerleri kullanılmaktadır. Bu doğrultuda Bilecik istasyonu SYİ-1 ve SYİ-3 değerleri ile her ay için en düşük kuraklık değerlerine ulaşan yıllar Tablo 8'de verilmektedir. Bu doğrultuda SYİ-1 değerlerinden en kurak dönemin Aralık 1972, SYİ-3 değerinde ise Ağustos 1980 olduğu tespit edilmektedir.

Tablo 9'da Bozüyük istasyonunun SYİ-1 ve SYİ-3 değerlerinde farklı yıllarda meydana gelen minimum değerler gösterilmektedir. Bu doğrultuda SYİ-1 değerlerinden en kurak dönemin Aralık 1972 olduğu SYİ-3 değerinde ise en kurak dönemin Haziran 2005 olduğu belirlenmektedir.





**Şekil 9.**  
Bilecik İstasyonunun SYİ-12 ve SYİ-24 Analizi.



**Şekil 10.**  
Bozüyük İstasyonunun SYİ-12 ve SYİ-24 Analizi.

Nemli ve kurak dönemler incelendiğinde bu dönemlerin birbirini takip ettiği görülmektedir. Her iki istasyonda da meydana gelen kuraklıklar hafif seyretmektedir. Bilecik istasyonu SYİ-1 ve SYİ-3 analizlerine göre 215 ayda, SYİ-12 ve SYİ-24 analizlerinde ise 234 ayda kuraklık tespit edilmektedir. Buna göre Bilecik istasyonunda hidrolojik kuraklık dikkat çekmektedir. Bozüyük istasyonunda ise kurak dönem en fazla SYİ-1 ve SYİ-3 analizinde toplam 217 ayda meydana gelmiştir. Ayrıca bu istasyonda uzun dönemli analizlerde ise 215 ayda kuraklık gözlemlenmektedir. Her iki istasyon incelendiğinde kuraklık analizlerinin birbirine yakın sonuçlar verdiği söylenebilmektedir. Ayrıca meteorolojik kuraklığın Bozüyük istasyonunda daha fazla dikkat çektiği tespit edilmektedir.

Yaz aylarında kuraklığın diğer aylara oranla daha yüksek olduğu ve mevsimsel geçişlerde SYİ değerlerinin dalgalandığı belirlenmektedir. Yıllık standart yağış indisi grafiklerine bakıldığında ise her iki istasyonda da pozitif ve negatif değerler bulunduğu ancak özellikle son yıllarda Bilecik istasyonunda pozitif bir eğilim, Bozüyük istasyonunda ise negatif bir eğilim olduğu görülmektedir. Yaz aylarında olduğu gibi kış aylarında da kuraklık tespit edilmekte ve belirli periyotlarda toplam kuraklık sayıları çalışmada verilmektedir.

Zaman serileri incelendiğinde her iki istasyonda da SYİ değerlerinde bir azalmanın mevcut olduğu görülmektedir. Çalışma alanında şiddetli kuraklıkların tespit edildiği ancak genellikle normal

**Tablo 8.**  
Bilecik İstasyonunun SYİ-1 ve SYİ-3 Analizinde Aylara Göre Minimum Değerleri

Ay	Yıl	SYİ-1	Yıl	SYİ-3
Ocak	1964, 1973, 2001	-1,94	2008	-2,57
Şubat	1995	-2,57	1971	-2,37
Mart	1983,1986	-2,88	1977	-2,95
Nisan	2006	-2,66	2010	-2,30
Mayıs	1995	-1,82	1972	-3,33
Haziran	1982, 2003	-2,36	1978	-2,66
Temmuz	1975, 2003, 2008, 2012, 2015	-1,36	1966	-1,63
Ağustos	1969, 1985, 1986, 1990, 1998	-1,36	1980	-3,58
Eylül	1965, 1969, 1984, 1985, 1987, 2004, 2007, 2012	-1,09	2004	-2,27
Ekim	1964	-2,22	2009	-1,94
Kasım	2011	-2,11	2006	-2,52
Aralık	1972	-3,32	1984	-2,17

**Tablo 9.**  
Bozüyük İstasyonunun SYİ-1 ve SYİ-3 Analizinde Aylara Göre Minimum Değerleri

Ay	Yıl	SYİ-1	Yıl	SYİ-3
Ocak	2014	-2,33	1973	-3,03
Şubat	2017	-2,5	2014	-3,2
Mart	1986	-2,6	1972	-2,35
Nisan	1989	-2,44	1989	-2,78
Mayıs	2005	-2,11	1986	-2,79
Haziran	2005	-2,11	2005	-3,49
Temmuz	1974	-1,17	2003	-2,78
Ağustos	1969	-1,36	2003	-3,04
Eylül	1965	-1,82	2007	-2,54
Ekim	1964	-2,11	1984	-2,84
Kasım	2011	-2,11	1966	-2,6
Aralık	1972	-2,73	2020	-2,55

civarı (0,99 ile -0,99 arası) bir eğilimin olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle son yıllarda kış kuraklıklarının dikkat çektiği belirlenmektedir. Yapılan analizler sonucunda Bilecik'te orta ve hafif şiddetli kuraklığın görülme riskinin her zaman var olduğu tespit edilen bulgular arasında yer almaktadır (Karaer & Gültaş, 2018). Ayrıca Karaer ve Gültaş Bilecik'te 1980–2014 yılları arasında yaptıkları çalışmada yaşanan kuraklıkların genelde hafif seyrettiğini mevsimsel olarak en çok yaz aylarında olmakla beraber kış aylarında da kuraklık olduğunu belirtmişlerdir.

Bozüyük istasyonunda da Bilecik istasyonuna paralel şekilde kuraklık riskinin her zaman olduğu görülmektedir. Günümüzde kuraklık ile ilgili yapılan pek çok çalışmada kış kuraklıkları dikkat çekmektedir. Kurak dönemlerin özellikle kış mevsiminde gerçekleşme nedenleri arasında atmosferdeki uzak bağlantıların ve desenlerin etkisinin (Akbaş, 2014) yanı sıra yağışların azalması gösterilmektedir. Türkiye'de yaz mevsiminde azalan yağışlar ile birlikte görülen kuraklıkların kış mevsiminde de yağışların azalmasına bağlı olarak görülmeye başlaması farklı çalışma alanlarında da tespit edilmektedir. İrcan ve Duman (2020) tarafından 1975–2019 yılları arasında Şanlıurfa ilinin kuraklık özelliğinin incelendiği çalışmada sahadaki tüm istasyonlarda kuraklık şiddeti, sıklığı ve sürelerindeki gidişlerin günümüze doğru arttığını tespit etmişlerdir. Karabulut (2020) Sivas ilinde 1964–2018 periyodu boyunca çeşitli zaman ölçeklerinde (1, 3, 6, 12 aylık) kuraklık olaylarını incelemiştir. Kuraklık koşullarını belirlemek için Standart Yağış İndeksi (SPI) ve kümülatif sapma eğrisi tekniklerini kullandığı çalışmasında son zamanlarda kurak koşulların frekanslarında artma eğiliminin olduğunu tespit etmiştir. Bonaccorso (2003) tarafından Sicilya Ada'sında yapılan çalışmada çok yıllık dalgalanmalarla birlikte bir kuraklık değişkenliği ve yetmişlerden itibaren kurak dönemlere doğru bir eğilim olduğu söylenmiştir. Çalışma alanında kuraklığın tespiti için yapılan analizlerde kurak ve nemli dönemler belirlenmiş ve normal değerlerin daha sık yaşandığı gözlemlenmiştir. Bulunan coğrafi konum, iklim özellikleri ve çeşitli coğrafi faktörler sebebiyle eğilimin genelde normal olması yapılan çeşitli çalışmalar ile de paralellik göstermektedir. Dinç ve ark. (2016) 1970–2014 yılları arasında 8 farklı istasyonun yağış verilerini incelediği ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemini kullandığı çalışmasında SYİ değerleri eğiliminin normale yakın kurak (0,99 \* -0,99) arasında yer aldığını hesaplanmıştır (Dinç ve ark., 2016). Gocic ve Trajkovic (2014) tarafından 1948–2012 yılları arasında Sırbistan'daki 29 istasyonun Standart Yağış İndisi ve S-modu temel bileşen analizi ile kuraklık durumu ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda kuraklık sıklığının yaklaşık %70'inin normale yakın kuraklık kategorisine ait olduğu bulunmuştur.

Kuraklık iklimin normal bir özelliğidir ve farklı iklim bölgelerinde meydana gelmektedir. Yalnızca kuru bölgeleri değil aynı zamanda nemli bölgeleri de etkilemektedir (Bordi ve ark., 2001). Öte yandan kuraklık aşamalıdır ve farklı zaman dilimlerinde farklı alanları etkilemektedir (Karavitis ve ark., 2011). Bundan dolayı kurak ve nemli bölgelerde çalışmalar yapılarak olası riskler önceden tespit edilmelidir. Çalışma alanındaki nemli dönemler incelendiğinde son yıllarda genellikle bahar aylarında yağışların artışı dikkati çekmektedir. Genellikle "çok aşırı nemli" aylar sonbahar aylarında gerçekleşmiştir. Yapılan son çalışmalarda da bahar yağış artışları dikkati çekmektedir. Ramos (2001) Akdeniz'deki yağış desenini incelediği çalışmasında sonbahar yağış ortalamalarında önemli bir artış olduğunu Türkes (1998, 1999) ise karasal yağış rejimine sahip iç bölgelerdeki bazı istasyonların ilkbahar ve yaz yağışlarında artış eğilimi olduğunu söylemektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Günümüzde küresel ısınmanın etkisini artırmasıyla birlikte sıkça gündeme gelen kuraklık sorunu dünyanın pek çok yerinde gözlemlenmektedir. İklimin değişmesi, kuraklıkların şiddetini artırması ve kuraklık sürelerinin uzaması; su kaynaklarını, tarımı, doğal çevreyi ve toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir. Türkiye'nin birçok yerinde kuraklık riski bulunduğu için çeşitli çalışmalar yapılarak bu alanlara yönelik gerekli tedbirlerin alınması hedeflenmektedir. Bu çalışmada Marmara Bölgesi'nde yer alan Bilecik merkez ve Bozüyük ilçelerinin kuraklık durumunun tespiti amaçlanmaktadır. Çalışmada SYİ yöntemi kullanılmaktadır.

Sonuç olarak araştırma alanı olan Bilecik merkez ve Bozüyük ilçelerinde yaz mevsiminde olduğu gibi kış mevsiminde de kuraklığın yaşandığı belirlenmiştir. 5 farklı periyotta yapılan analizler sonucunda Bilecik merkez ilçede SYİ-12 ve SYİ-24 değerlerinde kurak ve nemli dönemlerde dalgalanmalar olduğu ve sürekli bir şekilde birbirini takip ettiği gözlemlenmiştir. Bozüyük ilçesinde ise özellikle belirli yıllarda keskin geçişlerin olduğu ancak genel olarak Bilecik merkez ilçeye paralel bir grafik çizdiği belirlenmiştir. Her iki istasyonda da meydana gelen kuraklıkların hafif seyrettiği görülmüştür. Kısacası çalışma alanında yaşanan bu kuraklıkların ileri boyutta olmadığı söylenebilmektedir. Özellikle son yıllarda kuraklık durumu fazla görünmemekte ve analiz değerleri genellikle normal civarında seyretmektedir. Kısa süreli meydana gelen kuraklıklar ise iki istasyon için kuraklık riskinin her zaman mevcut olduğunu göstermektedir. 5 farklı zaman periyodunda incelenen iki farklı ilçe sıklıkla birbirine yakın değerler vermekte ancak Bozüyük ilçesinin yüksekliğinin fazla olmasına bağlı olarak bazı yıllarda farklılık gösterdiği tespit edilmektedir. Ayrıca nemli ve kurak dönemlerin birbirini takip ettiği ve devamlılık gösteren kuraklık veya nemliliğin söz konusu olmadığı belirlenmektedir. Kış kuraklıklarının yağış azlığı nedeniyle bir artış göstermesi ve gelecek yıllar için değerlendirilmesini ve üzerine gerekli çalışmaların yapılmasını gerektirmektedir.

Bundan dolayı gelecek yıllara yönelik gerekli tedbirlerin alınması Türkiye'nin pek çok yerinde olduğu gibi çalışma alanında da gerekmektedir. Kuraklık yönetimi için yapılacak stratejiler ise kuraklık başlamadan önce belirlenmeli ve kuraklığa karşı direnci artırıcı olmalıdır. Bu tedbirlerden bazıları su kaynaklarının etkin kullanımı, sürdürülebilirliğin teşvik edilmesi, su kaynakları yönetim planlarının düzenlenmesi, tarımda suyun uygun kullanımının sağlanması şeklinde sıralanabilir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Yazar Katkıları:** Fikir – S.A.; Tasarım – S.M., S.A.; Denetleme – S.M.; Kaynaklar – S.M., S.A.; Malzemeler – S.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – S.M., S.A.; Analiz ve/veya Yorum – S.M., S.A.; Literatür Taraması – S.M., S.A.; Yazıyı Yazan – S.M., S.A.; Eleştirel İnceleme – S.M.

**Teşekkür:** Çalışmaya katkılarından dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat KARAEER'e teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

**Finansal Destek:** Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Author Contributions:** Concept – S.A.; Design – S.M., S.A.; Supervision – S.M.; Resources – S.M., S.A.; Materials – S.A.; Data Collection and/or Processing – S.M., S.A.; Analysis and/or Interpretation – S.M., S.A.; Literature Search – S.M., S.A.; Writing Manuscript – S.M., S.A.; Critical Review – S.M.

**Acknowledgments:** For his contribution to the study, Dr. Instructor Member Murat KARAER thank you.

**Declaration of Interests:** The authors declare that they have no competing interest.

**Funding:** The authors declared that this study has received no financial support.

## Kaynaklar

- Agwata, J. (2014). A review of some indices used for drought studies. *Civil and Environmental Research*, 6(2), 14–21.
- Akbaş, A. (2014). Türkiye üzerindeki önemli kurak yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 101–118.
- Almedej, J. (2014). Drought analysis for Kuwait using standardized precipitation index. *The Scientific World Journal*, 2014, 451841. [CrossRef]
- Altaş, N. T. (2009). *Bozüyük kent coğrafyası* (Tez No: 235813). [Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Bacanlı, Ü. G., & Kargı, P. G. (2019). Uzun ve kısa süreli periyotlarda kuraklık analizi: Bursa örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(1), 166–174. [CrossRef]
- Bacanlı, Ü. G., & Saf, B. (2005). Kuraklık belirleme yöntemlerinin Antalya ili örneğinde incelenmesi. *Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Sempozyumu*, 1–13.
- Bhuiyan, C. (2004). Various drought indices for monitoring drought condition in Aravalli terrain of India. In Proceedings of the XXth ISPRS Congress (pp. 12–23). Istanbul, Turkey.
- Bonaccorso, B., Bordi, I., Cancelliere, A., Rossi, G., & Sutera, A. (2003). Spatial variability of drought: An analysis of the SPI in Sicily. *Water Resources Management*, 17(4), 273–296. [CrossRef]
- Bordi, I., Frigio, S., Parenti, P., Speranza, A., & Sutera, A. (2001). The analysis of the Standardized Precipitation Index in the Mediterranean area: Large-scale patterns. *Annals of Geophysics*, 44(5–6), 965–978.
- Çelik, M. A., & Gülersey, A. E. (2018). Climate classification and drought analysis of Mersin. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 1–26.
- Çelik, M. A., Kopar, İ., & Bayram, H. (2018). Doğu Anadolu bölgesi'nin mevsimlik kuraklık analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3), 1741–1761.
- Çiçek, İ. (1995). Türkiye'de kurak dönemin yayılışı ve süresi (Thorntwaite metoduna göre). *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 4, 77–102.
- Deo, R. C., Byun, H. R., Adamowski, J. F., & Begum, K. (2017). Application of effective drought index for quantification of meteorological drought events: A case study in Australia. *Theoretical and Applied Climatology*, 128(1–2), 359–379. [CrossRef]
- Dikici, M. (2019). Asi Havzası'nda (Türkiye) kuraklık analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(1), 22–40. [CrossRef]
- Diñç, N., Aydınşakir, K., Işık, M., & Büyüktaş, D. (2016). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SPI) yöntemi ile Antalya ili kuraklık analizi. *Derim*, 33(2), 279–298.
- Eriyagama, N., Smakhtin, V., & Gamage, N. (2009). Mapping drought patterns and impacts: A global perspective. *International Water Management Institute Research Report*, 133.
- Gocic, M., & Trajkovic, S. (2014). Spatiotemporal characteristics of drought in Serbia. *Journal of Hydrology*, 510, 110–123. [CrossRef]
- Gümüş, V. (2017). Akım kuraklık indeksi ile Asi Havzasının hidrolojik kuraklık analizi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C*, 5(1), 65–73.
- Gümüş, V., & Algin, H. M. (2017). Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey. *Meteorological Applications*, 24(1), 62–73. [CrossRef]
- Hayes, M. J., Svoboda, M. D., Wilhite, D. A., & Vanyarkho, O. V. (1999). Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index.

*Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(3), 429–438. [CrossRef]

- İrcan, M. R., & Duman, N. (2021). Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) yöntemi ile Şanlıurfa ili kuraklık analizi. *Coğrafya Dergisi*, 42, 1–18.
- Jain, V. K., Pandey, R. P., Jain, M. K., & Byun, H. R. (2015). Comparison of drought indices for appraisal of drought characteristics in the Ken River Basin. *Weather and Climate Extremes*, 8, 1–11. [CrossRef]
- Karabulut, M. (2020). Standart yağış indeksi kullanılarak Sivas ilinde kuraklık analizi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(71), 216–230.
- Karaer, M., & Gültaş, H. T. (2018). Kuraklık oluşumunun Bilecik İli'nde standartlaştırılmış yağış indeksi yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi. *1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı*, 303–308. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduzfd/issue/40528/453017>
- Karavitis, C. A., Alexandris, S., Tsismelis, D. E., & Athanasopoulos, G. (2011). Application of the standardized precipitation index (SPI) in Greece. *Water*, 3(3), 787–805. [CrossRef]
- Koçman, A. (1993). Türkiye'de yağış yetersizliğine bağlı kuraklık sorunu. *Ege Coğrafya Dergisi*, 7, 77–88.
- Kurnaz, L. (2014). *Drought in Turkey*. İstanbul Policy Center. Sabancı Üniversitesi. <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200323-16034498.pdf>
- Maybank, J., Bonsai, B., Jones, K., Lawford, R., O'Brien, E. G., Ripley, E. A., & Wheaton, E. (1995). Drought as a natural disaster. *Atmosphere-Ocean*, 33(2), 195–222. [CrossRef]
- McKee, T. B. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eighth Conference on Applied Climatology (ss. 1–6). Anaheim, CA: Department of Atmospheric Science Colorado State University.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022). *İllere ait mevsim normalleri*. Resmi İstatistikler. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022). *Kuraklık analizi*. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx?d=aylik#sfB>
- Nişancı, A. (1987). Türkiye'nin kurak ve nemli sahaları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 59–66.
- Oğuztürk, G., & Yıldız, O. (2014). Kırıkkale ilinde farklı zaman periyotları için kuraklık analizi. *Kırıkkale Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 6(2), 1–7.
- Oruç, N. (2017). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuraklık analizi* (Tez No: 450624). [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. Yüksek Öğretim Kurulu Tez Merkezi.
- Özgür, E. M. (1994). Bilecik ilinde farklı karakterde iki şehir: Bilecik ve Bozüyük. *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 3, 179–193.
- Pablos, M., Martínez-Fernández, J., Sánchez, N., & González-Zamora, Á. (2017). Temporal and spatial comparison of agricultural drought indices from moderate resolution satellite soil moisture data over Northwest Spain. *Remote Sensing*, 9(11), 1168. [CrossRef]
- Pamuk, G., Özgürel, M., & Topçuoğlu, K. (2004). Standart yağış indeksi (SPI) ile Ege Bölgesinde kuraklık analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(1), 99–106.
- Panagoulia, D., & Dimou, G. (1998). Definitions and effects of droughts. In Proceedings of the Conference on Mediterranean Water Policy: Building on Existing Experience, Mediterranean Water Network, Valencia, Spain (Vol.16).
- Panu, U. S., & Sharma, T. C. (2002). Challenges in drought research: Some perspectives and future directions. *Hydrological Sciences Journal*, 47(sup1), S19–S30. [CrossRef]
- Quiring, S. M. (2009). Monitoring drought: An evaluation of meteorological drought indices. *Geography Compass*, 3(1), 64–88. [CrossRef]
- Rahmat, S. N., Jayasuriya, N., & Bhuiyan, M. (2015). Assessing droughts using meteorological drought indices in Victoria, Australia. *Hydrology Research*, 46(3), 463–476. [CrossRef]
- Ramos, M. C. (2001). Rainfall distribution patterns and their change over time in Mediterranean area. *Theoretical and Applied Climatology*, 69(3–4), 163–170. [CrossRef]

- Sırdaş, S., & Şen, Z. (2003). Spatio-temporal drought analysis in the Trakya region, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 48(5), 809–820. [\[CrossRef\]](#)
- Sırdaş, S., & Şen, Z. (2010). Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. *İTÜ Dergisi/d*, 2(2), 95–103.
- Sönmez, F. K., Kömüscü, A. Ü., Erkan, A., & Turgu, E. (2005). An analysis of spatial and temporal dimension of drought vulnerability in Turkey using the standardized precipitation index. *Natural Hazards*, 35(2), 243–264. [\[CrossRef\]](#)
- Svoboda, M., & Fuchs, B. (2016). *Handbook of drought indicators and indices*. National Drought Mitigation Center. [https://www.droughtmanagement.info/literature/GWP\\_Handbook\\_of\\_Drought\\_Indicators\\_and\\_Indices\\_2016.pdf](https://www.droughtmanagement.info/literature/GWP_Handbook_of_Drought_Indicators_and_Indices_2016.pdf)
- Şen, Z. (2003). *Su Bilimi ve Yöntemleri*. Su Vakfı Yayınları. ISBN: 975-6455-02-0.
- Topuz, M., Feidas, H., & Karabulut, M. (2020). Trend analysis of precipitation data in Turkey and relations to atmospheric circulation:(1955–2013). *Italian Journal of Agrometeorology*, 2, 91–107.
- Türkeş, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 18(6), 649–680. [\[CrossRef\]](#)
- Türkeş, M. (1999). Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 23, 363–380.
- Türkeş, M. (2011). Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 79–99.
- Türkeş, M. (2012). Kuraklık, çölleşme ve birleşmiş milletler çölleşme ile savaşım sözleşmesi'nin ayrıntılı bir çözümlemesi. *Marmara Üniversitesi Avrupa Topluluğu Enstitüsü Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 20(1), 7–55.
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarış, F. (2007). Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(1), 57–73.
- Wilhite, D. A. (2000). Drought as a natural hazard: Concepts and definitions. *Nebraska-Licoln*, 1, 1–18.
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: The drought phenomenon: The role of definitions. *Water International*, 10(3), 111–120. [\[CrossRef\]](#)
- Yetmen, H. (2013). Van Gölü Havzası'nın kuraklık analizi. 21. *Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(5), 184–198.
- Yetmen, H., Aytaç, A. S., & Özcanlı, M. (2017). Harran Ovası'nın kuraklık analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(46), 132–146.