

Kuraklık analizi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi örneği Drought analysis and Southeast Anatolia Region example

İlteriş TAŞKOLU^{1*}, Mahmud GÜNGÖR¹

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.
taskolulteris@gmail.com, mgungor@pau.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 09.10.2023
Kabul Tarihi/Accepted: 06.08.2024

Düzeltilme Tarihi/Revision: 30.07.2024

doi: 10.5505/pajes.2024.35079
Araştırma Makalesi/Research Article

Öz

İklim değişikliğinin su kaynaklarına olan olumsuz etkileri günümüzde büyük bir endişe kaynağıdır. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuraklık durumunu belirlemek amacıyla meteorolojik veriler kullanılarak 18 farklı istasyon için kapsamlı bir kuraklık risk analizi gerçekleştirilmiştir. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ve Keşif Kuraklık İndeksi yardımıyla 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman aralığı için detaylı kuraklık analizleri yapılmıştır. SYİ için; 6 aylık dönem harici tüm zaman aralıklarında Gölbaşı istasyonu en yüksek kurak olma yüzdesine sahip istasyon olmuştur. KKİ için ise; 9-12 aylık zaman aralıklarında Kilis istasyonu en yüksek kurak olma yüzdesiyle dikkat çekmiştir. SYİ analizlerinde tüm zaman aralıkları için; -4.56 indeks değeriyle Diyarbakır Havalimanı Ocak 1971'de en kurak ayı geçiren istasyon olurken, KKİ analizinde tüm zaman aralıkları için; -4.27 indeks değeriyle yine Diyarbakır Havalimanı Ocak 1971'de en kurak ayı geçiren istasyon olmuştur. Bu çalışma, kuraklıkla mücadele ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi konularında önemli bir katkı sunmakta olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesi için etkili su kaynakları planlamasına yardımcı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ), Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ).

Abstract

The negative impacts of climate change on water resources are a major concern today. In this study, a comprehensive drought risk analysis was carried out for 18 different stations using meteorological data to determine the drought status of the Southeastern Anatolia Region. With the help of Standardized Precipitation Index and Exploratory Drought Index, detailed drought analyses were performed for 3, 6, 9 and 12 months time intervals. For SRI, Gölbaşı station had the highest drought percentage in all time intervals except for the 6-month period. For CHI, Kilis station was the station with the highest drought percentage in the 9-12 month time intervals. Diyarbakır Airport was the station with the driest month in January 1971 with an index value of -4.56 for all time intervals in CWI analysis, while Diyarbakır Airport was the station with the driest month in January 1971 with an index value of -4.27 for all time intervals in CWI analysis. This study provides an important contribution to the issues of drought mitigation and sustainable management of water resources and will help effective water resources planning for the Southeastern Anatolia Region.

Keywords: Drought, Standardized Precipitation Index (SPI), Reconnaissance Drought Index (RDI).

1 Giriş

Bilindiği üzere yaşamın temel unsuru su olup, bilinen yaşam formları için hayati bir öneme sahiptir. Ortalama bir yetişkin insanın bedeninin yaklaşık %60'ı sudan oluşmaktadır. Yetersiz su alımı, uyku bozuklukları, stres, dikkat eksikliği gibi sağlık sorunlarına yol açmaktadır.

Daha fazla su kaynaklarına sahip olan ülkelerde bile su sıkıntısı yaşanmaktadır. Bu sorun, kötü altyapı, su kirliliği, çatışmalar veya kötü su yönetimi gibi bir dizi faktörün bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği ve insan etkileri de su kaynaklarının kullanımında önemli bir rol oynamaktadır [1].

Kuraklık, geleneksel olarak belirli bir zaman diliminde belirli bir kara parçasında yağışın eksikliği ve kuru hava koşulları olarak tanımlanır. Tarih boyunca, kuraklığın toplumlar ve ekosistemler üzerinde olumsuz etkileri olduğu gözlemlenmiştir, çünkü canlılar ve insanlar suya büyük ölçüde bağlıdır. Son yıllarda oldukça sık meydana gelen ve hızlı bir şekilde gerçekleşen doğal afetlerden birisi kentsel taşkınlardır. Kentsel taşkınlar ani ve hızlı bir şekilde meydana gelir ve başlangıcı ve sonu bellidir [2]. Kuraklık ise bu gibi doğal

afetlerin aksine yavaş bir süreçte gerçekleşir ve etkileri uzun süreli veya kısa süreli olabilir. Diğer doğal felaketlerle karşılaştırıldığında, kuraklık daha geniş alanları etkileyebilir ve çevresel, tarımsal ve ekonomik sorunlara yol açabilir [3].

Türkiye'deki kuraklığı etkileyen ana faktörler arasında atmosfer koşulları, fiziksel coğrafya faktörleri ve iklim şartları bulunmaktadır. Fiziksel coğrafya faktörleri iklim koşullarının oluşmasında büyük bir rol oynar. Bunlar arasında denizden uzaklık, yükseklik ve topografik özellikler yer alır. İklim değişikliği, tarım, hayvancılık, balıkçılık ve ekosistemleri olumsuz etkileyen hava olaylarına neden olabilir ve gıda üretimi için ciddi tehdit oluşturabilir. Özellikle tropikal bölgelerde, ürün yetiştirmek için uygun mevsimlerde aşırı sıcaklıklar ürün verimini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, iklim değişikliğinin yarattığı tehditleri azaltmak için çeşitli tedbirler alınmalıdır [4].

Küresel ısınma nedeniyle artan kuraklık sorunu, özellikle tarımın yoğun olduğu bölgelerde ciddi zararlara yol açmaktadır. Bu nedenle, hükümetler kuraklıkla başa çıkmak için büyük bütçeler ayırmaktadır. Kuraklık analizi çalışmaları, kuraklığın etkilediği sektörlerde zararları azaltmak ve gıda

*Yazışılan yazar/Corresponding author

üretimini artırmak için hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmalar sayesinde kuraklığın şiddeti belirlenir ve gerekli önlemler alınarak zararlar minimize edilebilir [5].

Keşif Kuraklık İndeksi'nin evapotranspirasyon ve yağış içerme dolayısıyla meteorolojik kuraklığı analiz etmek için güçlü bir indeks olduğunu belirtmiştir [6].

Akdeniz Kıyısında bulunan 15 meteoroloji istasyonundan alınan veriler kullanılarak mevsimsel SYİ kuraklık analizi yapılmıştır. Bu çalışmada Akdeniz kıyılarında özellikle bahar mevsiminde kuraklık eğiliminin önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir [7].

SYİ yöntemi kullanılarak Kuzey Irak'taki 11 istasyona ait 49 yıllık günlük ortalama yağış verileri ile 6, 9 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde meteorolojik kuraklık analizi yapılmıştır. Seçilen istasyonların çoğunda bölgenin hafif kurak olarak sınıflandırılacağı ifade edilmiştir [8].

Türkiye'de yapılan kuraklık analiz çalışmaları üzerine derlemede 90 adet uluslararası makalede kuraklık şiddetini belirlemede çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerin 63'ü Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, 5'i ise Keşif Kuraklık İndeksidir [9].

Keşif Kuraklık İndeksi yöntemiyle Asi, Ceyhan, Seyhan, Doğu Akdeniz havzalarını içine alan bölgede 35 istasyonun verilerini kullanarak kuraklık analizi yapılmıştır. 3-6-9-12 aylık KKİ değerleri hesaplanmış ve bu hesaplamalar sonucunda ilgili bölgede hafif kuraklık yaşandığı görülmüştür. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Standartlaştırılmış Yağış İndeksi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Daha sonra Keşif Kuraklık İndeksi yöntemi için bölgede kullanılan istasyonların yıllık değerleri ile kuraklık haritası yapılmıştır. Bu sayede kuraklığın yayılımı görsel açıdan daha net bir şekilde gösterilmiştir [10].

Genel olarak literatürde üç tür kuraklık tipi vardır. Bunlar; meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıktır [11].

Çin'de yaptıkları çalışmada, 1980-2015 yılları arasındaki kuraklığı ele almışlardır. Bunun için iki indeks kullanmışlardır: SPI ve SPEI. Çalışma sonucunda SPEI'nin SPI'dan farklı olarak buharlaşma-terleme parametrelerini kullanmasından ötürü iklim değişikliği altındaki kuraklık izlemesinde SPEI'nin daha uygun olacağını belirtmişlerdir [12].

Oruç (2017) yaptığı çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki 33 meteorolojik istasyonun 1960-2015 yılları arasındaki yağış ve sıcaklık verileri kullanarak Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile kuraklık analizi yapmıştır. SYİ zaman serileri 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık zaman ölçeklerinde hesaplanmış ve kısa dönemlerde (3-6 ay) normale yakın ve orta şiddetli kuraklıkların, uzun dönemlerde ise (12-24 ay) çok şiddetli kuraklıkların daha yaygın olduğu belirlenmiştir. En kurak dönemin 1971-1980 yılları arasında yaşandığı ve en uzun süreli kuraklığın Pervari istasyonunda gözlemlendiği tespit edilmiştir [13].

Özfidaner ve Topaloğlu (2020) yaptıkları çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki 17210, 17261 ve 17912 nolu meteorolojik istasyonlardan elde edilen yağış verileri kullanarak Standart Yağış İndeksi (SYİ) ile 1 ve 12 aylık meteorolojik kuraklık analizi yapmışlardır. 1 aylık analizde %52-%71 oranında normal, %16-%48 oranında şiddetli kuraklık tespit edilirken, çok şiddetli kuraklık sadece 17261 nolu istasyonda %8 oranında görülmüştür. 12 aylık analizde ise %80-%88 oranında normal, %12-%20 oranında şiddetli

kuraklık saptanmış ve çok şiddetli kuraklık belirlenmemiştir [14].

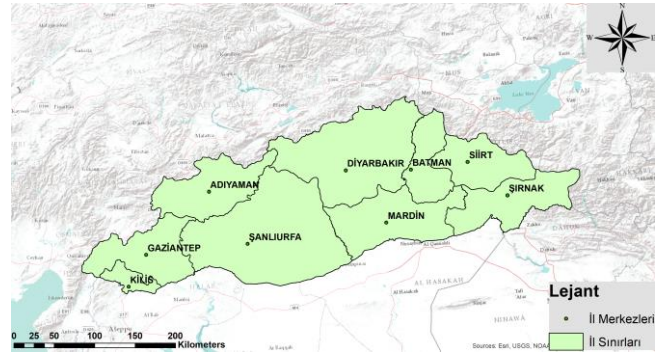
Tuğrul ve diğerleri (2019) yaptıkları çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki 9 istasyondan alınan 1960-2016 yılları arasındaki aylık toplam yağış verilerini kullanarak Efektif Kuraklık İndeksi (EKİ) ile kuraklık analizi yapmışlardır. Toplamda 154 kuraklık olayı tespit edilmiş ve 1970-1979 dönemi en fazla kuraklık yaşanan dönem olarak belirlenmiştir. Analiz edilen 681 aylık zaman periyodunun ortalama %19'u kuraklıkla geçmiştir. Şırnak istasyonu veri yetersizliği nedeniyle analize dahil edilmemiştir [15].

Anlı (2014) yaptığı çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerde RDI (Reconnaissance Drought Index) yöntemi ile meteorolojik kuraklık analizi yapmıştır. RDI yöntemine göre illerde genelde hafif kuraklıklar yaşanmış olmakla birlikte, orta ve şiddetli kuraklık olaylarının da önemli ölçüde meydana geldiği tespit edilmiştir [16].

2 Materyal ve metot

2.1 Çalışma alanı

Bölgede Şırnak, Gaziantep, Şanlıurfa, Batman, Adıyaman, Siirt, Mardin, Kilis ve Diyarbakır olmak üzere 9 tane il bulunur. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 57.000 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinin en küçüğüdür. Bölgenin doğal bitki örtüsü bozkuftur. Ormanların en az bulunduğu bölge olan Güneydoğu Anadolu'da var olan ormanların büyük bir bölümü de bölge halkı tarafından tahribata uğramıştır. Yazın yüksek sıcaklık değerlerine ulaşan bu bölgede yaz kuraklıkları oldukça etkilidir. Buna rağmen geniş düzlüklere sahip olan Güneydoğu Anadolu, Antep fıstığı üretiminde Türkiye'de bir numaradır. Zeytin, incir, nohut, buğday, mercimek gibi ürünlerde yetişmektedir. Bu bölgede tarımla birlikte ağırlıklı olarak küçükbaş hayvancılıkta yapılmaktadır.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi.

Figure 1. Southeastern Anatolia Region.

2.2 Veri seti

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuraklık analizinde kullanılan veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) 18 farklı meteoroloji istasyonundan toplanan yağış ve sıcaklık verilerine dayanmaktadır.

Tablo 1. Meteoroloji gözlem istasyonları bilgileri.

Table 1. Meteorology observation stations information.

Bulunduğu il	İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Yılları
Siirt	Siirt	17210	1966-2021
Batman	Batman	17282	1966-2021
Diyarbakır	Diyarbakır Havalimanı	17280	1966-2021
	Çermik	17874	1986-2021
	Ergani	17847	1966-2021
Kilis	Kilis	17262	1966-2021
Gaziantep	Gaziantep	17261	1966-2021
Mardin	Mardin	17275	1966-2021
	Nusaybin	17948	1966-2021
Şanlıurfa	Şanlıurfa	17270	1966-2021
	Birecik	17966	1966-2021
	Akçakale	17980	1966-2021
	Siverek	17912	1966-2021
	Ceylanpınar TİGEM	17968	1966-2021
Adıyaman	Adıyaman	17265	1966-2021
	Gölbahşı	17871	1986-2021
	Kahta	17871	1986-2021
Şırnak	Cizre	17950	1966-2021

2.3 Yöntem

2.3.1 Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ)

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi, yağışın gözlemlenerek bir istasyondaki kümülatif olasılığının temel alınması prensibine dayanır. Belirlenen zaman dilimi içerisinde yağışın normalleştirilmiş değerinin yine belirlenen zaman içerisinde ortalamasından çıkarılması ile farkın standart sapmaya bölünmesi, Standartlaştırılmış Yağış İndisini vermektedir [17]. Denklem (1)'de gösterilmiştir.

$$SYI_{ij} = \frac{X_j - \bar{X}_j}{\sigma_j} \quad (1)$$

Bu eşitlikte, SYI_{ij} Standartlaştırılmış Yağış İndisini, X_j yağış miktarını, \bar{X}_j yağış ortalamasını ve σ_j standart sapmayı ifade etmektedir.

12 ay ve üstü analizlerde yağış verileri normal dağılıma uymayabilir. Gamma dağılımı seçilmesinin nedeni yağış verilerini normal dağılıma uygun hale getirmek içindir. Eğer yağış verilerinde sıfır değerler bulunuyorsa, sıfır olasılık ve sıfır olmayan olasılıkların hesaplanması için Thom'un karma dağılımı tercih edilebilir [3]. Denklem (2)'de gösterilmiştir.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (2)$$

Burada, q ifadesi sıfır yağış olasılığını temsil ederken, $G(x)$ ise gama kümülatif olasılık fonksiyonunu ifade eder. Denklem 2 ile hesaplanan olasılıklar, SYİ (Standart Yağış İndeksi) değerlerini hesaplamak için standart normal dağılıma dönüştürülür [18].

SYİ yöntemi, kuraklık kategorilerini belirlemek için kullanılır (Tablo 2). SYİ negatif değerler üretiyorsa, bu kuraklık dönemini ve yağışın yetersiz olduğunu gösterir. SYİ pozitif değerler ise kuraklık olmadığını ve yağışın yeterli olduğunu gösterir. Bir istasyonun kuraklık sıklığı, toplam gözlem sayısına bölünerek hesaplanır. Bu sıklık değerleri, belirli bir zaman diliminde bir istasyonda ne sıklıkta kuraklık koşullarının meydana geldiğini gösterir.

Tablo 2. SYİ ve KKİ kuraklık indeksine göre kuraklık sınıflandırması.

Table 2. Drought classification according to SPI and KKI drought index [19].

SYİ ve KKİ Değerleri	SYİ ve KKİ Sınıfları
2.0 ve üzeri	Olağanüstü Nemli
1.5-1.99	Aşırı Nemli
1.0-1.49	Orta Nemli
0.0-0.99	Hafif Nemli
0.0-(-0.99)	Hafif Kurak
(-1.0)-(-1.49)	Orta Kurak
(-1.5)-(-1.99)	Aşırı Kurak
-2.0 ve altı	Olağanüstü Kurak

2.3.2 Keşif kuraklık indeksi (KKİ)

Keşif Kuraklık İndeksi ilk olarak tarımsal ve meteorolojik kuraklığın izlenmesi için önerilmiştir [20]. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde Keşif Kuraklık İndeksi sıklıkla kullanılmaktadır. KKİ'nin hesaplanması için gereken temel veriler, kümülatif yağış (P) ve potansiyel evapotranspirasyon (PET) içerir.

Keşif Kuraklık İndeksi, ifade edilirken (α_k^i) ve (KKI_{st}^i) (standartlaştırılmış) kullanılır. Hesaplamaya Keşif Kuraklık İndeksi başlangıç değeri (α_k^i) bulunarak başlanmalıdır. P'nin i. yılın j. ayına ait (j = 1 (Ekim),..., 12 (Eylül)) yağışı ve PET'in i. yılın j. ayına ait (j = 1 (Ekim),..., 12 (Eylül)) potansiyel evapotranspirasyonu gösterdiğini kabul edelim. Bu durumda N hidrolojik yıl sayısını, k ayları göstermek üzere (α_k^i) Denklem (3)'te verildiği gibi hesaplanabilir.

$$\alpha_k^i = \frac{\sum_{j=1}^k P_{ij}}{\sum_{j=1}^k PET_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (3)$$

Thornthwaite potansiyel evapotranspirasyon yöntemi, Keşif Kuraklık İndeksi hesap edilirken bu çalışma için seçilen yöntem olmuştur. Thornthwaite metodunda potansiyel evapotranspirasyon Denklem (4)'te verildiği gibi tahmin edilmektedir;

$$PET = 16 \left(\frac{N}{12} \right) \left(\frac{m}{30} \right) \left(10 \frac{T_{mean}}{I} \right)^a \quad (4)$$

T_{mean} aylık ortalama sıcaklığı ($^{\circ}C$ derece), N aylık ortalama günışığı saati (saat/gün) [21] ve m her bir aydaki gün sayısını temsil etmektedir. a katsayısı ise Denklem (5)'te verildiği gibi bulunur.

$a = (6.75)10^{-7}I^3 + (-7.71) * 10^{-5}I^2 + (1.79)10^{-2}I + 0.49(5)$
Potansiyel evapotranspirasyon son olarak I ısı indeksi 12 aylık değerlerin toplamı olarak verilen Denklem (6)'daki gibi bulunur.

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_{mean}}{5} \right)^{1.514} \quad (6)$$

Bu çalışmada kullanılan meteorolojik istasyonların enlemleri kullanılarak interpolasyon yöntemiyle N değerleri hesaplanmıştır. Thornthwaite metoduyla PET (potansiyel evapotranspirasyon) bulunduktan sonra yağış verisi de dahil edilerek Keşif Kuraklık İndeksi hesaplaması yapılmıştır. Ekim

ayından başlayarak 3, 6, 9 ve 12 aylık kümülatif dönemler için indeks değerleri hesaplanmıştır.

2.3.3 Çalışmada kullanılan program (DrinC)

Drought Indices Calculator (DrinC), kuraklık indislerini hesaplamak için geliştirilen basit ve özelleştirilebilir bir yazılım paketidir. Program, Tigkas ve diğerleri (2015) tarafından oluşturulmuştur [22]. Bu yazılım aracılığıyla, Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ), Akım Kuraklık İndeksi (AKİ) ve sıkça kullanılan diğer iki indeks olan Ondalık Kuraklık İndeksi (OKİ) ve Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) hesaplamalarını kolayca gerçekleştirilebilir. DrinC programı, KKİ hesaplamaları için kullanılan yağış verilerine ek olarak sıcaklık verilerini içeren PET hesaplama eklentisini de içermektedir.

DrinC yazılımı, kuraklık analizi yapma, kuraklığın mekansal dağılımını değerlendirme, kuraklık izleme, iklim değişikliği ve kuraklık senaryolarını inceleme gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki uygulamaları, kuraklık analizi için son derece faydalı bir program olduğunu göstermekte olup kullanımı giderek artmaktadır.

3 Bulgular ve tartışma

3.1 Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ)

Standart Yağış İndeksi (SYİ) değerlerini hesaplamak için yağış verileri kullanılır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kuraklık analizi yapmak amacıyla, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından 18 farklı istasyondan aylık toplam yağış verileri toplanmış ve bu verilerle SYİ değerleri incelenmiştir. SYİ değeri sıfırın üstünde olan değerleri "kuraklık yok" olarak kabul edilirken, sıfırın altında olan indeks değerleri farklı kuraklık sınıflarına göre sınıflandırılmaktadır. Tüm illerin detaylı analizlerini makalede sayfa sınırı nedeniyle veremeyeceğimiz için, bu makalede sadece Adıyaman ili analiz detayları verilmiştir.

Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık SYİ değerleri hesaplanmıştır. SYİ analizlerine göre Adıyaman ilinde 3-6-9-12 aylık dönemlere ait en kurak ve en nemli aylar Tablo 3'te verilmiştir. Tuğrul ve diğerleri (2019) yaptıkları çalışma sonucunda en şiddetli kuraklıkların 1980-1999 yılları arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Burada SYİ ve EKİ yöntemlerinin benzer sonuçlar verdiğini söylemek mümkündür [15].

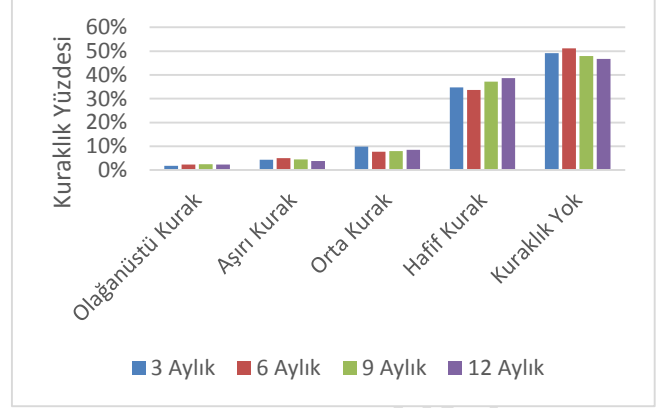
Tablo 3. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık SYİ değerleri için gözlemlenen en nemli ve en kurak ayları.

Table 3. The wettest and driest months observed for the 3-6-9-12 month SPI values of Adıyaman (17265) station.

	3 Ay Süreli	6 Ay Süreli	9 Ay Süreli	12 Ay Süreli
SYİ Değeri	2.39	2.35	2.61	2.76
En Nemli Ay	Nisan, 1996	Nisan, 1969	Ocak, 2019	Nisan, 2019
SYİ Değeri	-3.09	-3.58	-3.62	-2.67
En Kurak Ay	Ocak, 1973	Haziran, 1989	Eylül, 1989	Eylül, 1973

Adıyaman istasyonunun kuraklık sınıflarına göre oranları Tablo 4 ve Şekil 2'de verilmiştir. Oruç (2017) yaptığı çalışmada, SYİ yöntemi kullanarak 1960-2015 yılları arasında Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bir kuraklık analizi çalışması yapmıştır. Bu çalışmanın aksine, kısa dönemler (3-6 ay) normale yakın kurak ve orta şiddetli kurak olarak geçtiğini, süre arttıkça (12-24 ay)

çok şiddetli kuraklığın yüzdesinin arttığını belirtmiştir [13].



Şekil 2. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre.

Figure 2. 3-6-9-12 month SPI values of Adıyaman (17265) station according to drought classes.

Şekil 2'den anlaşıldığı gibi tüm zaman aralıkları için "hafif kurak" görülmesi daha yüksek bir yüzdeye sahiptir.

Tablo 4. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık SYİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oranları.

Table 4. 3-6-9-12 month SPI values of Adıyaman (17265) station according to drought classes.

	Olağanüstü Kurak	Aşırı Kurak	Orta Kurak	Hafif Kurak	Kuraklık Yok
3 Aylık	1.8%	4.4%	9.9%	34.8%	49.1%
6 Aylık	2.3%	5.0%	7.8%	33.7%	51.1%
9 Aylık	2.5%	4.4%	8.0%	37.1%	48.0%
12 Aylık	2.3%	3.9%	8.5%	38.7%	46.7%

3.2 Keşif kuraklık indeksi (KKİ)

Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ), Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ile benzer kuraklık sınıflandırmasını kullanmaktadır. SYİ yönteminde yağış verileri kullanılırken, KKİ yöntemi yağış verilerinin yanı sıra sıcaklık verilerini içeren potansiyel evapotranspirasyon (PET) hesaplamasıyla birleştirilir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kuraklık analizi yapmak amacıyla, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından 18 farklı istasyondan yağış verileri toplanmış ve KKİ değerleri incelenmiştir. KKİ değeri sıfırın üzerinde olan indisler "kuraklık yok" olarak kabul edilirken, sıfırın altında olan değerler farklı kuraklık seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır.

Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık KKİ değerleri hesaplanmıştır. KKİ analizlerine göre Adıyaman ilinde 3-6-9-12 aylık dönemlere ait en kurak ve en nemli aylar Tablo 5'te verilmiştir.

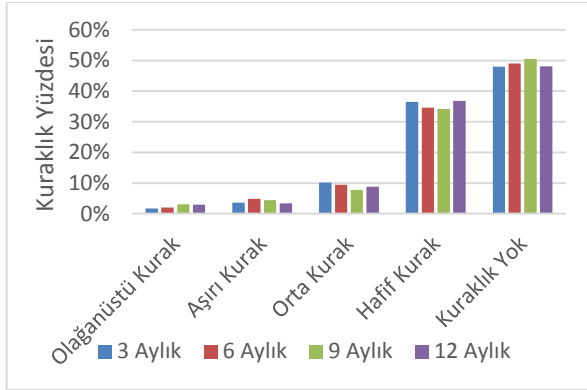
Tablo 5. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık KKİ değerleri için gözlemlenen en nemli ve en kurak ayları.

Table 5. The wettest and driest months observed for the 3-6-9-12 month RDI values of Adıyaman (17265) station.

	3 Ay Süreli	6 Ay Süreli	9 Ay Süreli	12 Ay Süreli
KKİ Değeri	2.75	2.64	2.78	2.75

En Nemli Ay	Mart, 2012	Ocak, 1969	Ocak, 1969	Nisan, 1969
KKİ Değeri	-2.49	-3.53	-3.52	-2.47
En Kurak Ay	Ocak, 1973	Haziran, 1989	Eylül, 1989	Eylül, 1973

Adıyaman istasyonunun kuraklık sınıflarına göre oranları Tablo 6 ve Şekil 3'te verilmiştir. Anlı (2014) yaptığı çalışmada, KKİ yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülen kuraklıkların büyük bir çoğunluğunun hafif kuraklık sınıfında olduğunu belirtmiştir [16]. Yapılan bu çalışmayla paralel sonuç elde etmiştir.



Şekil 3. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık KKİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oranları.

Figure 3. The ratio of 3-6-9-12 month RDI values of Adıyaman (17265) station according to drought classes.

SYİ'de olduğu gibi KKİ sonuçlarında da tüm zaman aralıkları için "hafif kurak" görülmesi daha yüksek bir yüzdeye sahiptir.

Tablo 6. Adıyaman (17265) istasyonunun 3-6-9-12 aylık KKİ değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oranları.

Table 6. Ratios of 3-6-9-12 month RDI values of Adıyaman (17265) station according to drought classes.

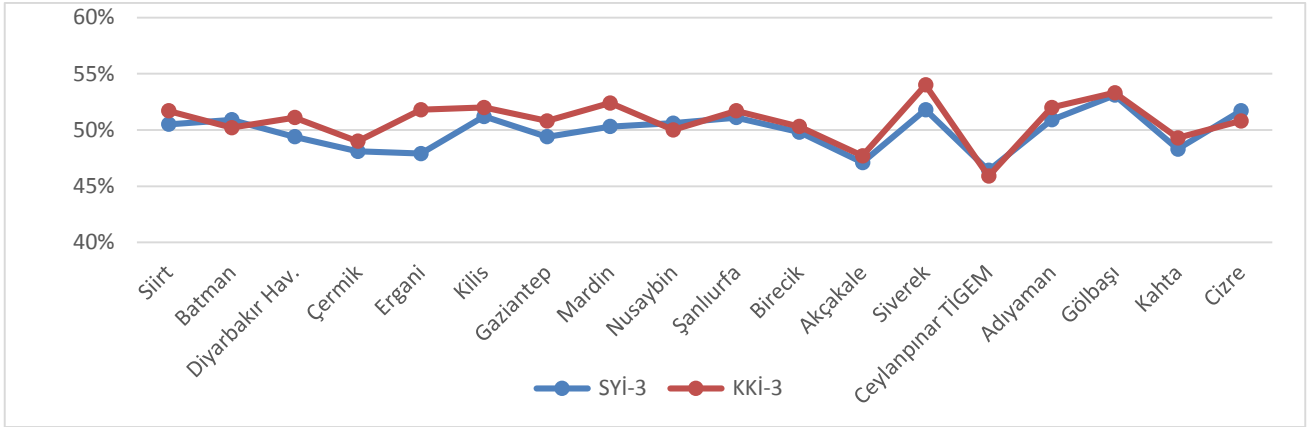
	Olağanüstü Kurak	Aşırı Kurak	Orta Kurak	Hafif Kurak	Kuraklık Yok
3 Aylık	1.7%	3.6%	10.2%	36.5%	48.0%
6 Aylık	2.0%	4.9%	9.5%	34.7%	49.0%
9 Aylık	3.1%	4.4%	7.8%	34.2%	50.5%
12 Aylık	2.9%	3.4%	8.8%	36.8%	48.1%

Çalışma kapsamında kullanılan 18 istasyon, 3-6-9-12 aylık Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ve Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) değerlerine dayanarak kuraklık sınıflandırması yapılmıştır. Tüm istasyonlarda, yaşam formlarını tehdit eden ve tarımın sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen kuraklık durumları gözlemlenmiştir. İki yöntem arasında sayısal olarak küçük farklılıklar tespit edilmiş, bu nedenle bu iki yöntem benzer sonuçlar vermiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre istasyonların 3-6-9-12 aylık kuraklık oranları Tablo 7'de sunulmuştur.

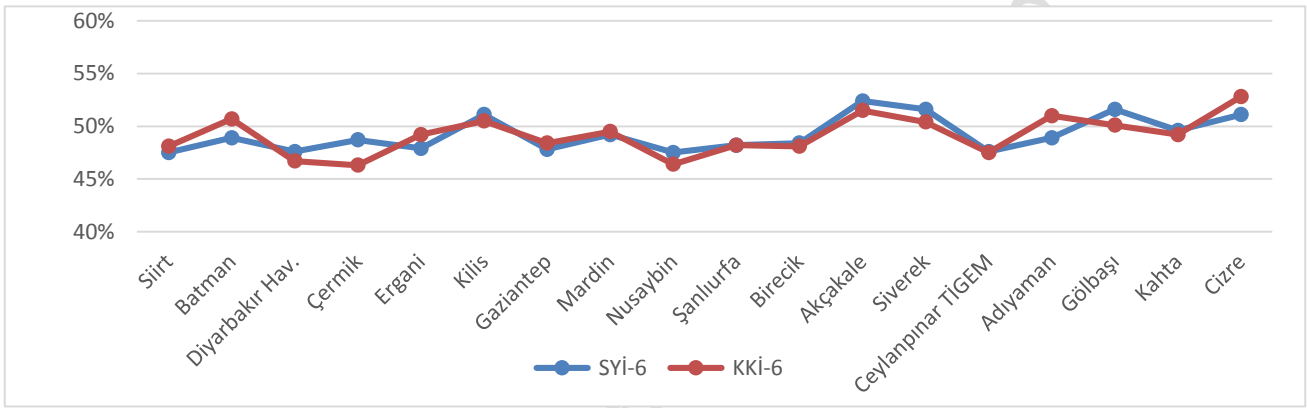
Tablo 7. 3-6-9-12 aylık SYİ ve KKİ değerlerine göre toplam kuraklık yüzdeleri.

Table 7. Percentages of drought according to 3-6-9-12 month SPI and RDI values.

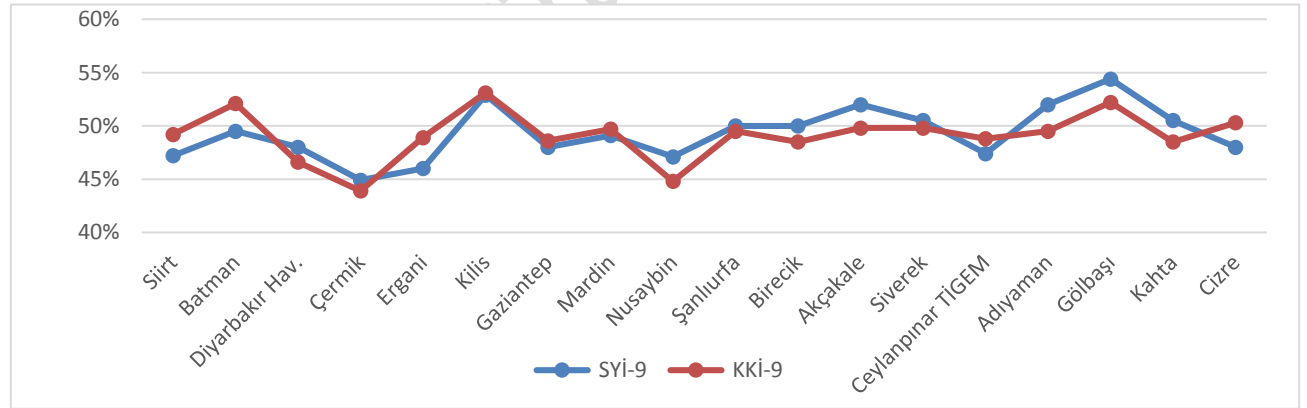
İl	İstasyon Adı	SYİ-3	KKİ-3	SYİ-6	KKİ-6	SYİ-9	KKİ-9	SYİ-12	KKİ-12
Siirt	Siirt	50.5%	51.7%	47.5%	48.1%	47.2%	49.2%	46.5%	48.4%
Batman	Batman	50.9%	50.2%	48.9%	50.7%	49.5%	52.1%	48.5%	50.2%
Diyarbakır	Diyarbakır Havalimanı	49.4%	51.1%	47.6%	46.7%	48.0%	46.6%	48.2%	47.5%
	Çermik	48.1%	49.0%	48.7%	46.3%	44.9%	43.9%	44.5%	44.0%
	Ergani	47.9%	51.8%	47.9%	49.2%	46.0%	48.9%	46.5%	47.9%
Kilis	Kilis	51.2%	52.0%	51.1%	50.5%	52.9%	53.1%	54.5%	53.5%
Gaziantep	Gaziantep	49.4%	50.8%	47.8%	48.4%	48.0%	48.6%	50.4%	49.8%
Mardin	Mardin	50.3%	52.4%	49.2%	49.5%	49.1%	49.7%	47.5%	47.8%
	Nusaybin	50.6%	50.0%	47.5%	46.4%	47.1%	44.8%	47.1%	43.9%
Şanlıurfa	Şanlıurfa	51.1%	51.7%	48.2%	48.2%	50.0%	49.5%	49.2%	48.7%
	Birecik	49.8%	50.3%	48.4%	48.1%	50.0%	48.5%	50.7%	48.7%
	Akçakale	47.1%	47.7%	52.4%	51.5%	52.0%	49.8%	50.7%	49.5%
	Siverek	51.8%	54.0%	51.6%	50.4%	50.5%	49.8%	50.4%	48.7%
	Ceylanpınar TİGEM	46.4%	45.9%	47.6%	47.5%	47.4%	48.8%	47.3%	48.5%
Adıyaman	Adıyaman	50.9%	52.0%	48.9%	51.0%	52.0%	49.5%	53.3%	51.9%
	Gölbashi	53.1%	53.3%	51.6%	50.1%	54.4%	52.2%	55.5%	52.6%
	Kahta	48.3%	49.3%	49.6%	49.2%	50.5%	48.5%	52.6%	50.4%
Şırnak	Cizre	51.7%	50.8%	51.1%	52.8%	48.0%	50.3%	48.1%	51.6%



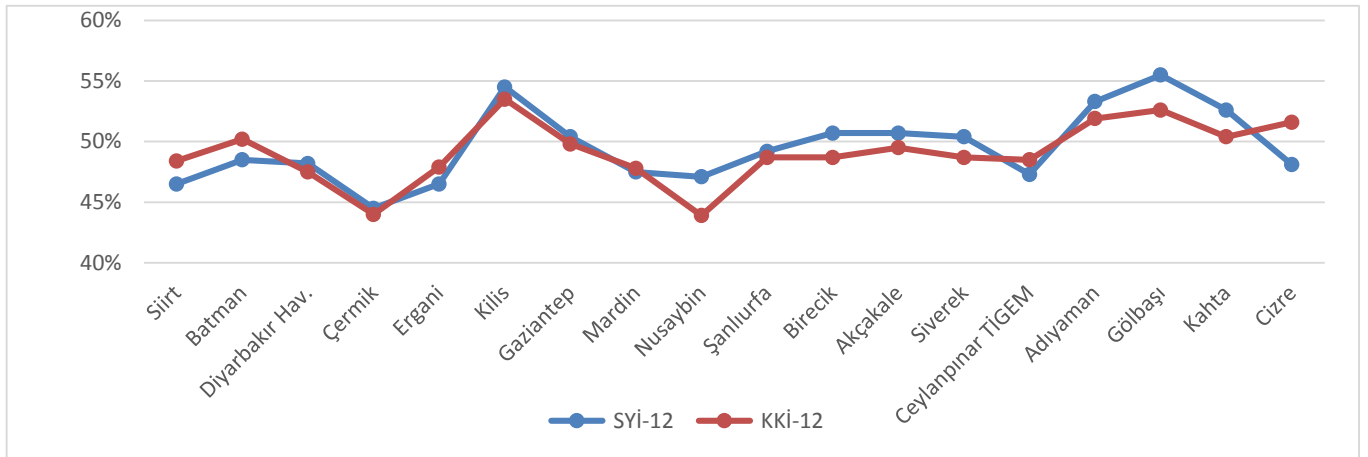
Şekil 4. 3 ay süreli SYİ ve KKI değerlerine göre kuraklık yüzdeleri.
Figure 4. Percentages of drought according to 3 month SPI and RDI values.



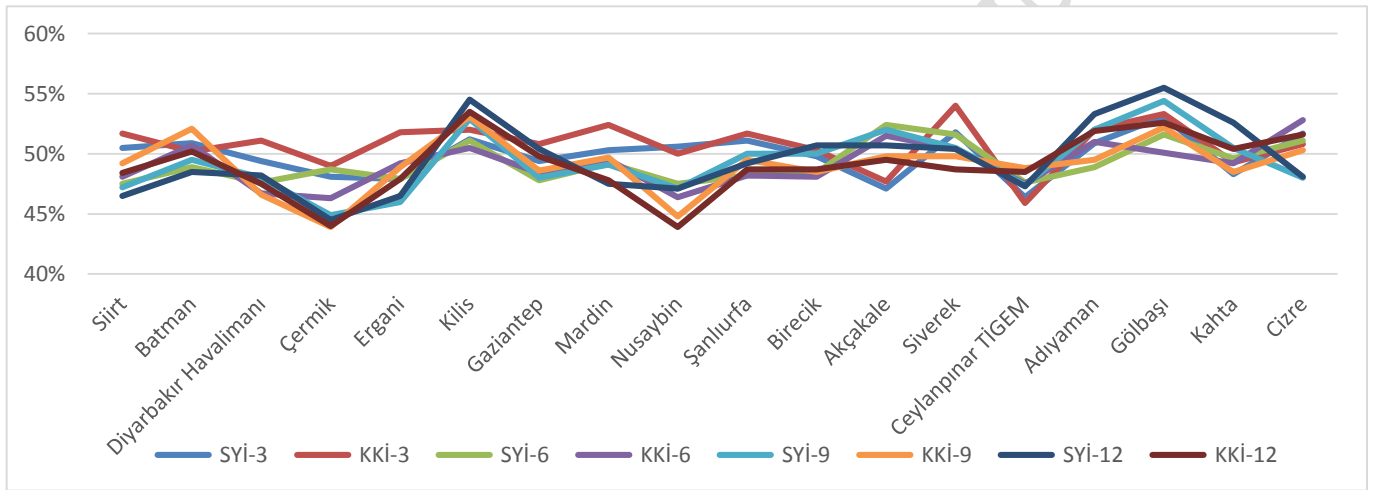
Şekil 5. 6 ay süreli SYİ ve KKI değerlerine göre kuraklık yüzdeleri.
Figure 5. Percentages of drought according to 6 month SPI and RDI values.



Şekil 6. 9 ay süreli SYİ ve KKI değerlerine göre kuraklık yüzdeleri.
Figure 6. Percentages of drought according to 9 month SPI and RDI values.



Şekil 7. 12 ay süreli SYİ ve KKİ değerlerine göre kuraklık yüzdeleri.
Figure 7. Percentages of drought according to 12 month SPI and RDI values.



Şekil 8. 3-6-9-12 aylık SYİ ve KKİ değerlerine göre kuraklık yüzdeleri grafiği.
Figure 8. Graph of drought percentages according to 3-6-9-12 month SPI and RDI values.

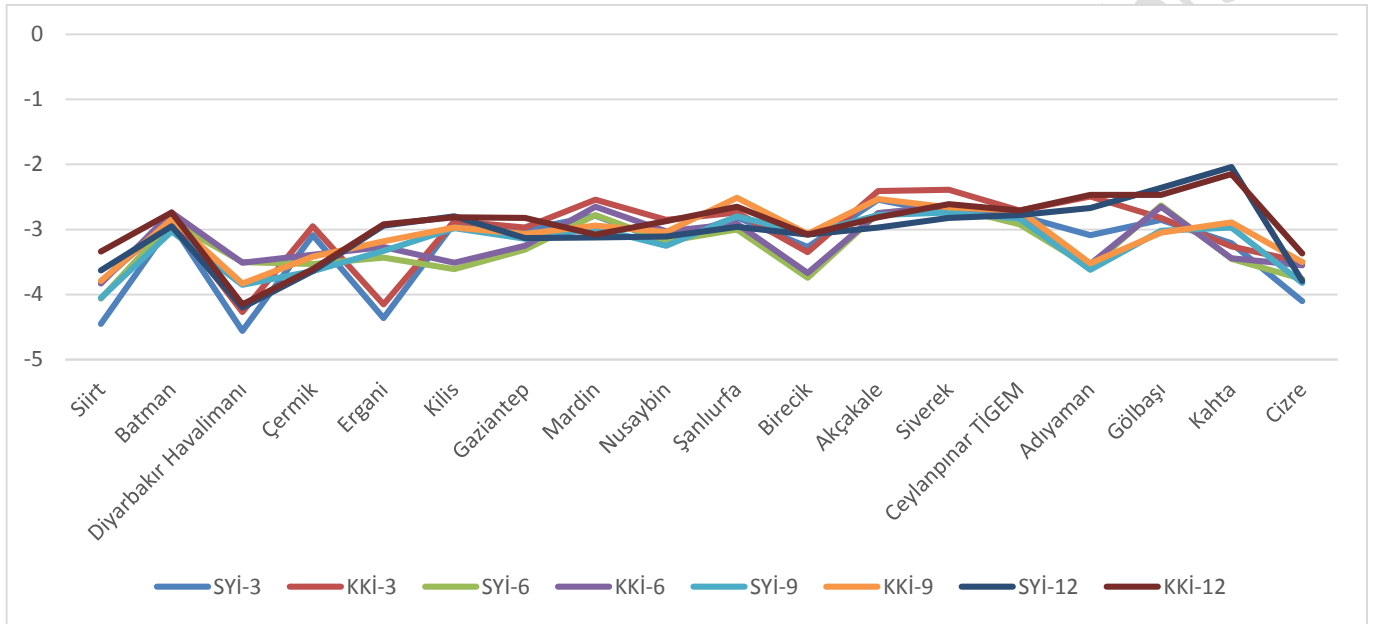
İstasyonlar adına tespit edilen en düşük SYİ ve KKİ değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Sayısal açıdan iki yöntemde birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Bütün istasyonların gözlem yılları içerisindeki en kurak ayları "olağanüstü kurak" sınıfında

gerçekleşmiştir. Bu aylarda su kaynaklarında yetersizlik, elde edilen tarım ürünlerinin verimliliği ve miktarlarında beklenenin dışında olması gibi olumsuz durumların gözlemlendiği düşünülmektedir.

Tablo 8. 3-6-9-12 aylık minimum SYİ ve KKİ değerleri.
Table 8. Minimum SPI and RDI values of 3-6-9-12 months.

il	İstasyon Adı	SYİ-3	KKİ-3	SYİ-6	KKİ-6	SYİ-9	KKİ-9	SYİ-12	KKİ-12
Siirt	Siirt	-4.45	-3.8	-4.06	-3.83	-4.05	-3.79	-3.63	-3.34
Batman	Batman	-2.91	-2.85	-2.88	-2.74	-3.03	-2.84	-2.95	-2.74
Diyarbakır	Diyarbakır Havalimanı	-4.56	-4.27	-3.5	-3.51	-3.85	-3.83	-4.2	-4.15
	Çermik	-3.09	-2.95	-3.53	-3.39	-3.64	-3.42	-3.64	-3.61
	Ergani	-4.36	-4.15	-3.43	-3.27	-3.33	-3.18	-2.94	-2.92
Kilis	Kilis	-2.9	-2.87	-3.61	-3.51	-2.98	-2.97	-2.8	-2.81
Gaziantep	Gaziantep	-3.01	-2.97	-3.31	-3.25	-3.14	-3.07	-3.13	-2.82
Mardin	Mardin	-2.79	-2.54	-2.78	-2.65	-2.98	-2.94	-3.12	-3.08
	Nusaybin	-3.19	-2.85	-3.18	-3.03	-3.25	-3.04	-3.11	-2.87

Şanlıurfa	Şanlıurfa	-2.81	-2.74	-3	-2.91	-2.8	-2.51	-2.96	-2.65
	Birecik	-3.27	-3.35	-3.74	-3.67	-3.07	-3.07	-3.08	-3.08
	Akçakale	-2.54	-2.41	-2.75	-2.75	-2.78	-2.53	-2.97	-2.81
	Siverek	-2.76	-2.39	-2.65	-2.64	-2.74	-2.66	-2.82	-2.61
	Ceylanpınar TİGEM	-2.79	-2.71	-2.92	-2.82	-2.83	-2.71	-2.78	-2.71
Adıyaman	Adıyaman	-3.09	-2.49	-3.58	-3.53	-3.62	-3.52	-2.67	-2.47
	Gölbaşı	-2.85	-2.82	-2.63	-2.65	-3.02	-3.05	-2.36	-2.47
	Kahta	-3.21	-3.26	-3.45	-3.44	-2.97	-2.89	-2.04	-2.15
Şırnak	Cizre	-4.1	-3.5	-3.76	-3.55	-3.82	-3.5	-3.79	-3.37



Şekil 9. 3-6-9-12 aylık minimum SYİ ve KKI değerleri grafiği.
Figure 9. Graph of 3-6-9-12 months minimum SPI and RDI values.

4 Sonuçlar

Yapılan bu çalışmada Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ve Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) için Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan 15 istasyonun 1966-2021 yılları arasındaki, 3 istasyonun (Çermik-Kahta-Gölbaşı) ise 1986-2021 yılları arasındaki MGM tarafından ölçülen yağış verileri kullanılmıştır. 18 istasyonun tümünde ise 1966-2021 yılları arasında ölçülen sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu veriler doğrultusunda 3-6-9-12 aylık SYİ ve KKI değerleri analiz edilip en yüksek ve en düşük SYİ ve KKI değerleri tespit edilmiştir. Tüm istasyonlarda kuraklık sınıflarına göre kuraklığın görülme yüzdeleri ve aylara göre değişimlerinin grafikleri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda sayısal açıdan her iki yöntem arasında küçük farklılıklar gözlemlenmesine rağmen genel olarak birbirleriyle paralellik göstermişlerdir. Oluşan bu küçük farklılıkların sebebi ise Keşif Kuraklık İndeksinde yağış verileriyle birlikte sıcaklık verilerinin de kullanılmasıdır. Bu durum Keşif Kuraklık İndeksinin Standartlaştırılmış Yağış İndeksinde göre daha güvenilir yaptığı düşünülmektedir.

Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) ve Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) yöntemlerine göre negatif değerler kuraklığı, pozitif değerler ise nemli olma durumunu ifade eder. Kurak ve nemli

olma durumları ise değerlerin büyüklüğü ve küçüklüğüne göre bu iki durumun şiddetini belirtmektedir.

SYİ-3 değerlerine göre kuraklık sınıfında bulunma yüzdesi en düşük %46.4 ile Ceylanpınar TİGEM istasyonu olurken %53.1 ile Gölbaşı istasyonu en yüksek kuraklık görülme yüzdesine sahip olan istasyon olmuştur. SYİ-6'ya göre %47.5 ile Nusaybin ve Siirt istasyonları en düşük kuraklık yüzdesine sahip istasyonlar olurken %52.4 oranıyla Akçakale istasyonu en yüksek kuraklık gözlemlenmiş istasyondur. SYİ-9'a göre %44.9 oranıyla en düşük kuraklık gözlenen istasyon Çermik istasyonu olurken %54.4 oranıyla Gölbaşı istasyonu en kurak istasyon olmuştur. SYİ-12'ye bakıldığında ise %44.5 ile Çermik istasyonu en düşük kuraklık yüzdesine sahip istasyon olduğu görülürken %55.5 oranıyla en yüksek kuraklık görülme yüzdesine sahip yine Gölbaşı istasyonu olduğu görülmektedir. 3-9-12 aylık SYİ değerlerine göre Gölbaşı istasyonunda en yüksek kuraklık görülme yüzdesine sahip istasyon olması bu bölgede ciddi bir kuraklık problemi olduğuna işaret etmektedir. Bu durumdan dolayı barajlar, nehirler, göller gibi su ihtiyacının karşılandığı unsurlarda su kapasitesinde önemli derecede kayıplar olacağı öngörülmektedir.

Keşif Kuraklık İndeksi (KKİ) değerleri incelendiğinde; KKI-3 değerlerine göre kuraklık sınıfında bulunma yüzdesi en düşük %45.9 ile Ceylanpınar TİGEM istasyonu olurken %54 ile

Siverek istasyonu en yüksek kuraklık görülme yüzdesine sahip olan istasyon olmuştur. KKİ-6'ya göre %46.3 ile Çermik istasyonu en düşük kuraklık yüzdesine sahip istasyon olurken %52.8 oranıyla Cizre istasyonu en yüksek kuraklık gözlemlenmiş istasyondur. KKİ-9'a göre %43.9 oranıyla en düşük kuraklık gözlenen istasyon Çermik istasyonu olurken %53.1 oranıyla Kilis istasyonu en kurak istasyon olmuştur. KKİ-12'ye bakıldığında ise %43.9 ile Nusaybin istasyonu en düşük kuraklık yüzdesine sahip istasyon olduğu görülürken %53.5 oranıyla en yüksek kuraklık görülme yüzdesine sahip istasyonun Kilis istasyonu olduğu görülmektedir. İki yöntem içinde elde edilen kuraklık sınıfında bulunma yüzdeleri karşılaştırıldığında aralarında sayısal açıdan büyük farklılıkların olmadığı görülmüştür.

Çalışmada tüm istasyonlar için her iki yöntemle de en büyük ve en küçük değerler belirlenmiştir. Bu da her iki yöntem için de 3-6-9-12 aylık en kurak ve en nemli ayların tespit edilmesine olanak sağlamıştır. SYİ değerleri analiz edildiğinde; SYİ-3 için en kurak ay -4.56 değeriyle Ocak 1971'de Diyarbakır Havalimanı istasyonunda gözlemlenmiştir. SYİ-6 için en kurak ay -4.06 değeriyle Şubat 2010'da Siirt istasyonunda gözlemlenmiştir. SYİ-9 için en kurak ay -4.05 değeriyle Şubat 2010'da Siirt istasyonunda gözlemlenmiştir. SYİ-12 için en kurak ay -4.20 değeriyle Ocak 1971'de Diyarbakır Havalimanı'nda tespit edilmiştir.

KKİ değerlerine bakıldığında ise; KKİ-3 için en kurak ay -4.27 değeriyle Ocak 1971'de Diyarbakır Havalimanı istasyonunda gözlemlenmiştir. KKİ-6 için en kurak ay -3.83 değeriyle Şubat 2010'da Siirt istasyonunda gözlemlenmiştir. KKİ-9 için en kurak ay -3.83 değeriyle ve KKİ-12 için en kurak ay -4.15 değeriyle Ocak 1971'de Diyarbakır Havalimanı'nda tespit edilmiştir.

Buzulların erimesi, artan karbondioksit emisyonları, ozon tabakasının incelmeye, doğanın tahrip edilmesi, beşeri unsurlar gibi pek çok sebepten ötürü tüm dünyada agresif bir şekilde sıcaklık artmaktadır. Bu da küresel açıdan iklim değişikliğine neden olmaktadır ve bu olumsuz durumdan ülkemiz de etkilenmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'de kuraklık sorunuyla savaşmak zorunda kalan bölgelerimizden bir tanesidir. Bölgenin yeterli yağış alamaması, tarım ve hayvancılık için zorluklar meydana gelmesine sebep olmaktadır. Kuraklık, bölgede su kaynaklarının azalmasına ve toprak erozyonunun artmasına neden olur. Bu sebeple bölgede kuraklıkla mücadele için çeşitli önlemler alınmasına rağmen, hala ciddi bir sorun olarak devam etmektedir. Yapılan bu çalışma, Güneydoğu Anadolu Bölgesi için kuraklığın oluşturacağı olumsuz etkilerin en aza indirilmesi hususunda ilgili kurum ve kuruluşlara fayda sağlayabilir. Bununla birlikte yöre halkı bilinçlendirilmeli, sanayi ve fabrika yetkililerinde farkındalık oluşturulmalıdır. Yüksek su kapasiteli nehirlerle sahip olan bu bölgede var olan su kaynakları daha etkili şekilde kullanılmalıdır ve daha efektif su projelerine imza atılması gerekmektedir.

5 Conclusions

In this study, for the Standardized Precipitation Index (SPI) and Reconnaissance Drought Index (RDI), precipitation data measured by MGM between 1966-2021 for 15 stations in the Southeastern Anatolia Region and between 1986-2021 for 3 stations (Çermik-Kahta-Gölbaşı) were used. In all 18 stations, temperature data measured between 1966-2021 were used. In line with these data, 3-6-9-12 month SPI and RDI values were analyzed and the highest and lowest SPI and RDI values were

determined. In all stations, the percentages of drought occurrence according to drought classes and graphs of changes according to months were created. In line with the results obtained, although small numerical differences were observed between both methods, they were generally parallel to each other. The reason for these small differences is the use of temperature data along with precipitation data in the Reconnaissance Drought Index. This is considered to make the Reconnaissance Drought Index more reliable than the Standardized Precipitation Index.

According to the Standardized Precipitation Index (SPI) and Reconnaissance Drought Index (RDI) methods, negative values indicate drought and positive values indicate humid conditions. Arid and humid conditions indicate the severity of these two conditions according to the size and smallness of the values.

According to SYI-3 values, Ceylanpınar TİGEM station has the lowest percentage of being in the drought class with 46.4%, while Gölbaşı station has the highest percentage of being in the drought class with 53.1%. According to SYI-6, Nusaybin and Siirt stations had the lowest percentage of drought with 47.5%, while Akçakale station had the highest percentage of drought with 52.4%. According to SYI-9, Çermik station was the station with the lowest drought percentage with 44.9%, while Gölbaşı station was the driest station with 54.4%. When the SPI-12 is analyzed, it is seen that Çermik station has the lowest percentage of drought with 44.5%, while Gölbaşı station has the highest percentage of drought with 55.5%. The fact that Gölbaşı station has the highest percentage of drought according to 3-9-12 month SPI values indicates that there is a serious drought problem in this region. For this reason, it is predicted that there will be significant losses in water capacity in the elements such as dams, rivers and lakes where water needs are met.

When the Reconnaissance Drought Index (RDI) values are analyzed; according to RDI-3 values, Ceylanpınar TİGEM station has the lowest percentage of being in the drought class with 45.9%, while Siverek station has the highest percentage of drought occurrence with 54%. According to RDI-6, Çermik station had the lowest percentage of drought with 46.3%, while Cizre station had the highest percentage of drought with 52.8%. According to RDI-9, Çermik station had the lowest drought percentage with 43.9%, while Kilis station was the driest station with 53.1%. When RDI-12 is analyzed, it is seen that Nusaybin station has the lowest drought percentage with 43.9%, while Kilis station has the highest drought percentage with 53.5%. When the percentages of being in the drought class obtained in the two methods are compared, it is seen that there are not large numerical differences between them.

In the study, the maximum and minimum values were determined by both methods for all stations. This enabled the determination of the driest and wettest months of 3-6-9-12 months for both methods. When the SPI values were analyzed; the driest month for SRI-3 was observed at Diyarbakır Airport station in January 1971 with a value of -4.56. The driest month for SPI-6 was observed at Siirt station in February 2010 with a value of -4.06. The driest month for SPI-9 was observed at Siirt station in February 2010 with a value of -4.05. The driest month for SPI-12 was observed at Diyarbakır Airport in January 1971 with a value of -4.20.

When we look at the RDI values; the driest month for RDI-3 was observed at Diyarbakır Airport station in January 1971 with a value of -4.27. The driest month for RDI-6 was observed at Siirt station in February 2010 with a value of -3.83. The driest month

for RDI-9 was -3.83 and the driest month for RDI-12 was -4.15 at Diyarbakır Airport in January 1971.

Due to many reasons such as melting of glaciers, increasing carbon dioxide emissions, ozone depletion, destruction of nature and human factors, the temperature is aggressively increasing all over the world. This is causing climate change globally and our country is also affected by this negative situation. The Southeastern Anatolia Region is one of the regions in Turkey that has to fight the problem of drought. The fact that the region does not receive sufficient rainfall causes difficulties for agriculture and animal husbandry. Drought causes a decrease in water resources and an increase in soil erosion in the region. For this reason, although various measures have been taken to combat drought in the region, it still remains a serious problem. This study can benefit the relevant institutions and organizations in minimizing the negative effects of drought for the Southeastern Anatolia Region. In addition, awareness should be raised among the local people and awareness should be raised among the industrial and factory authorities. In this region, which has rivers with high water capacity, existing water resources should be used more effectively and more effective water projects should be realized.

6 Yazar katkı beyanı

Gerçekleştirilen çalışmada Yazar 1 fikrin oluşması, tasarımın yapılması, literatür taraması, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi başlıklarında; Yazar 2 sonuçların incelenmesi, yazım denetimi ve içerik açısından makalenin kontrol edilmesi başlıklarında katkı sunmuşlardır.

7 Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

"Hazırlanan makalede etik kurul izni alınmasına gerek yoktur"
"Hazırlanan makalede herhangi bir kişi/kurum ile çıkar çatışması bulunmamaktadır".

8 Kaynaklar

- [1] Dikici, M. (2020). Drought analysis with different indices for the Asi Basin (Turkey). *Scientific Reports*, 10(1), 20739.
- [2] Çırağ, B., & Firat, M. (2023). Two-dimensional (2D) flood analysis and calibration of stormwater drainage systems using geographic information systems. *Water Science & Technology*, 87(10), 2577-2596.
- [3] Topçu, E. (2013). L-Momentler ve Standart Yağış İndeksi (SYI) Yardımıyla Seyhan Havzası Kuraklık Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- [4] Kadioğlu, M. (2012). Türkiye'de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye'nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını.
- [5] Özmen, F. (2022). Batman ve Diyarbakır İllerinin Uzun Yıllar İklim Verileri Kullanılarak Çeşitli Kuraklık İndisleriyle Kuraklık Analizinin Yapılması ve Literatürle Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Batman Üniversitesi, Batman, Türkiye.
- [6] Mohammed, R., & Scholz, M. (2017). Impact of Evapotranspiration Formulations at Various Elevations on the Reconnaissance Drought Index. *Water Resources Management*, 31(1), 531-548.
- [7] Çelik, M. A. (2019). Distribution of extreme wet and dry seasons (1967-2016) along Mediterranean Coast Turkey. *Academic Platform-Journal of Engineering and Science*, 7(1), 56-66.
- [8] Hasan, I. F. (2021). Trend detection of metrological drought in north of Iraq. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 25(3), 60-73.
- [9] Öztürk, Y. D., & Ünlü, R. (2022). Türkiye'de Yapılan Kuraklık Analiz Çalışmaları Üzerine Bir Derleme. *Afet ve Risk Dergisi*, 5(2), 669-680.
- [10] Topçu, E., & Seçkin, N. (2022). Drought assessment using the reconnaissance drought index (RDI): A case study of Eastern Mediterranean, Seyhan, Ceyhan, and Asi basins of Turkey. *Journal of Engineering Research*, 10(2B), 124-141.
- [11] Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1987). Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Drought Mitigation Center Faculty Publications*, 11-27.
- [12] Li, L., She, D., Zheng, H., Lin, P., & Yang, Z. L. (2020). Elucidating diverse drought characteristics from two meteorological drought indices (SPI and SPEI) in China. *Journal of Hydrometeorology*, 21(7), 1513-1530.
- [13] Oruç, N. (2017). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuraklık analizi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [14] Özfıdaner, M., & Topaloğlu, F. (2020). Standart yağış indeksi yöntemi ile güneydoğu anadolu bölgesinde kuraklık analizi. *Toprak Su Dergisi*, 9(2), 130-136.
- [15] Tuğrul, T., Doğan, S., & Dursun, Ş. (2019). Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki İllerin Kuraklık Analizi. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 7(4), 705-712.
- [16] Anlı, A. S. (2014). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Referans Bitki Su Tüketiminin (ET0) Zamansal Değişimi ve RDI (Keşif Kuraklık İndeksi) Yöntemiyle Meteorolojik Kuraklık Analizi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20(3).
- [17] McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, California, USA, 17-22.
- [18] Guttman, N. B. (1998). Comparing the palmer drought index and the standardized precipitation index. *Journal of the American Water Resources Association*, 34(1), 113-121.
- [19] McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. American Meteorological Society Eighth Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA. American Meteorological Society, Boston, MA, 179-186.
- [20] Topçu, E. (2018). Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan ve Asi Havzalarında Farklı Yöntemler Kullanılarak Kuraklık Analizi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- [21] Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1), 55-94.
- [22] Tigkas, D., Vangelis, H., & Tsakiris, G. (2015). DrinC: A software for drought analysis based on drought indices. *Earth Science Informatics*, 8, 697-709.