

ATMOSFERİK SALINIMLARIN İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: HATAY İLİ ÖRNEĞİ

Emir Cengiz DURGUN¹, Utku ZEYBEKOĞLU², Oğuz ŞİMŞEK^{3*}

¹⁻³Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, 063050, Türkiye

²Sinop Üniversitesi, Boyabat Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Sinop, 57200, Türkiye

Geliş Tarihi/Received Date: 11.05.2024 Kabul Tarihi/Accepted Date: 21.08.2024 DOI: 10.54365/adyumbd.1482163

ÖZET

İklim değişikliği ve küresel ısınma neticesinde, azalan yağış ve artan sıcaklık kuraklığın oluşumunu hızlandırmaktadır. Kuraklığın zamansal ve mekansal değerlendirilmesi, kuraklığın neden olacağı olumsuzlukların yaşanmasını veya etkilerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'nin güneyinde Suriye sınırında bulunan Hatay il sınırları içerisinde bulunan dört farklı meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasındaki yağış ve SYİ yöntemiyle hesaplanan meteorolojik kuraklık indis değerlerinin zamansal ve mekansal değişimi değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu iki parametrenin Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Arktik Salınımı (AS), Akdeniz 1 Salınımı (AKS1) ve Akdeniz 2 Salınımı (AKS2) ile olan ilişkisi belirlenmiştir. Kuraklığın değerlendirilmesinde Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ), parametrelerin trendinin belirlenmesinde ise Mann-Kendall (MK) ve Spearman Rho (SR) yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, 12 aylık SYİ indis değerlerinde sadece Antakya istasyonunda kuraklık oluşum oranı %50'den büyük olmuştur. En şiddetli kuraklık Antakya istasyonunda 1989 yılında, İskenderun istasyonunda 1972 yılında, Dörtyol ve Samandağ istasyonlarında ise 2022 yılında yaşanmıştır. Çalışma bölgesinde "Hafif Kurak" ve "Hafif Yağışlı" kuraklık sınıflarının oluşma oranı diğer kuraklık sınıflarından daha büyüktür. İncelenen istasyonlar arasında sadece İskenderun istasyonunda, MK ve SR yöntemlerinde istatistiksel olarak artan trend belirlenmiştir. Dörtyol istasyonunda elde edilen yağış ve SYİ değerleriyle atmosferik salınımlar arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Yıllık kuraklıklarda AS ve KAS ile tüm istasyonlar arasında negatif ilişki görülmektedir. Sonuç olarak, mekansal değerlendirmelerden gelecek yıllarda İskenderun istasyonunun bulunduğu bölgenin taşkın veya sel açısından büyük riskler taşıdığı, çalışma bölgesinin güney kesiminin ise kuraklık açısından daha riskli olduğu tespit edilmiştir. Bölgede, yağış ve kuraklıkta meydana gelen değişimin incelenen salınımlarla ilişkisinin zayıf olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hatay, Meteorolojik kuraklık, Atmosferik salınım, Trend analizi, Korelasyon katsayısı

ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF ATMOSPHERIC OSCILLATIONS ON CLIMATE CHANGE: THE EXAMPLE OF HATAY PROVINCE

ABSTRACT

As a result of climate change and global warming, decreasing precipitation and increasing temperature accelerate the occurrence of drought. Temporal and spatial evaluation of drought helps prevent or reduce the effects of drought. In this study, the temporal and spatial changes of meteorological drought index values calculated by the rainfall and SPI method between 1970 and 2022 at four different meteorological observation stations within the borders of Hatay province, located on the Syrian border in the south of Turkey, were evaluated. Additionally, the relationship of these two parameters with the North Atlantic (NAO), Arctic (AO), Mediterranean 1 (MIO1) and Mediterranean 2 (MIO2) oscillations was determined. Standardized Precipitation Index (SPI) was used to evaluate drought, and Mann-Kendall (MK) and Spearman Rho (SR) methods were used to determine the trend of the parameters. As a result of the study, the drought occurrence rate was greater than 50% only in Antakya station in the 12-month SYI index values. The most severe drought was experienced at Antakya station in 1989, at İskenderun station in 1972, and at Dörtyol and Samandağ stations in 2022. The occurrence rate of "Mild Dry" and "Mild Rainy" drought classes in the study region is higher than other drought classes. Among the stations

e-posta¹ : emir_cengiz89@hotmail.com ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-7594-2240>

e-posta² : utkuz@sinop.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5307-8563>

* e-posta³ : oguzsimsek@harran.edu.tr ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6324-0229> (Sorumlu Yazar)

examined, a statistically increasing trend was determined only in Iskenderun station in MK and SR methods. A negative correlation was found between precipitation and SPI values obtained at Dörtöyol station and atmospheric oscillations. There is a negative relationship between AO and NAO and all stations in annual droughts. As a result, from spatial evaluations, it has been determined that the region where the Iskenderun station is located carries great risks in terms of floods in the coming years, and the southern part of the study area is more risky in terms of drought. It has been determined that the change in precipitation and drought in the region has a weak relationship with the oscillations examined.

Keywords: *Hatay, Meteorological drought, Atmospheric oscillation, Trend analysis, Correlation coefficient*

1. GiriŐ

Günümüzde, iklim deđiŐikliđinin etkileri giderek daha bir net Őekilde hissedilmeye baŐlanmış ve dünya genelindeki iklim sistemleri üzerinde yıkıcı ve kalıcı etkilere neden olduğu yaŐanan afetlerden anlaşılmaktadır. Bu etkiler arasında, atmosferik salınımların ve kuraklık olgusunun ilişkisi, bilim dünyasının ve karar vericilerin yakından incelediği konulardan biridir. Atmosferik salınımlar, dünya atmosferindeki basınç, sıcaklık, nem gibi meteorolojik faktörlerde meydana gelen deđiŐiklikler olarak tanımlanırken ve bu salınımlar genellikle bölgesel veya küresel iklim sistemlerini etkileyebilmektedir. Bu salınımların büyüklüğu, süresi ve mevsimsel dağılımı, yağış desenleri ve iklim modelleri üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Öte yandan, kuraklık; belirli bir bölgede normalden daha az yağış alınması, su kaynaklarının azalması veya toprak neminin azalmasıyla karakterize edilen bir doğa olayıdır [1-2]. Kuraklık, tarım, su kaynakları, ekosistemler ve insan sağlığı gibi birçok alanda ciddi sonuçlara neden olabilir [3]. Atmosferik salınımların etkisiyle yağış gibi parametrelerde meydana gelecek azalma sonucunda kuraklık olayı kaçınılmaz olacaktır. Atmosferik salınımlar neticesinde deđiŐim iklim koŐulları altında yađıŐta meydana gelecek artış ani sel ve taŐkınların yaŐanmasına neden olabilecektir.

Bu bağlamda, atmosferik salınımlar ile kuraklık arasındaki iliŐkinin belirlenmesi ve anlaŐılması büyük önem taŐımaktadır [4]. Bu iliŐkinin doğru bir Őekilde anlaŐılması, gelecekteki kuraklık olaylarını tahmin etme ve bu olayların etkilerini azaltma çabalarına önemli bir katkı sağlayabilecektir. Atmosferik salınımların kuraklık oluŐumuna etkileri, iklim modelleri ve veri analizi aracılığıyla incelenmektedir [5]. Bu çalışmalar, kuraklıkla mücadele stratejilerinin geliŐtirilmesine, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine ve tarımın iklim deđiŐikliđiyle uyumlu hale getirilmesine yardımcı olabilir [6]. Ayrıca, tarım, su kaynakları yönetimi, ormancılık gibi sektörlerde karar vericilerin, kuraklık riskini azaltmak için daha etkili politikalar geliŐtirmelerine yardımcı olabilir. Özellikle, gelecekteki kuraklık olaylarının olası etkilerini değerlendirmek ve bu etkilere hazırlıklı olmak için atmosferik salınımlar ile kuraklık arasındaki iliŐkiyi anlamak kritik öneme sahiptir.

Kuraklığın analizinde farklı kuraklık indisleri geliŐtirilmiŐ olsa da en yaygın kullanılan yöntem Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ) yöntemidir [7-8]. Bu yöntemin araŐtırmacılar tarafından sık tercih edilmesinde indis değerinin hesaplanması için sadece yağış parametresini gerektirmesi ve hesaplama kolaylığının olması etkin rol oynamaktadır. Daha sonraki yıllarda, farklı araŐtırmacılar tarafından geliŐtirilen ve kuraklığın değerlendirilmesinde yağış verisinin yanında sıcaklık, nem ve potansiyel evapotranspirasyon değerleri gibi daha fazla parametrenin kullanımını gerektiren diğer yöntemlerin sonuçlarıyla SYİ yöntemi sonuçlarının benzer olduğu birçok çalışma sonucunda ortaya konmuŐtur [9-10]. Kuraklığın zamansal değeriminin yanında kuraklıkta meydana gelen azalıŐ veya artış trendlerinin de belirlenmesi kuraklığın daha etkin izlenmesi ve tedbir düzeyinin belirlenmesi açısından önemlidir. Herhangi bir zaman serisindeki trendin belirlenmesinde Mann-Kendall (MK) ve Sperman Rho yöntemleri oldukça sık kullanılan bir yöntemlerdir [11-12]. Bu yöntemler sonucunda elde edilen test istatistiklerinin anlamlı olup olmadığı farklı anlamlılık düzeylerinde belirlenmektedir [13-15].

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi, iklim deđiŐikliđinin etkilerini oldukça yoğun bir Őekilde hissedilen bir bölgedir [16]. Bu bölgedeki kuraklık olayları, tarım, su kaynakları yönetimi ve ekosistemler üzerinde önemli etkilere sahiptir [17]. Atmosferik salınımlar, bu kuraklık olaylarının oluŐumunda ve süresinde kritik bir rol oynayabilir. Özellikle, Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ndeki kuraklık ve atmosferik salınımlar arasındaki iliŐkiyi inceleyen çalışmalar genellikle iklim modellemesi, meteorolojik verilerin analizi ve uzun vadeli iklim trendlerinin değerlendirilmesi gibi yöntemleri kullanmıŐtır [18]. Bu çalışmalar,

bölgedeki kuraklık eğilimlerini belirlemeye, kuraklık dönemlerinin atmosferik koşullarla nasıl ilişkilendirildiğini anlamaya ve gelecekteki kuraklık risklerini tahmin etmeye odaklanabilir [19]. Özetle, atmosferik salınımlar ile Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ndeki kuraklık ilişkisini belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar, bölgedeki iklim değişikliği etkilerini anlamak ve uygun çözümler geliŐtirmek için önemlidir. Bu çalışmalar, bölgedeki su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, tarımın iklim değişikliğiyle uyumlu hale getirilmesi ve kuraklık risklerinin azaltılması gibi konularda politika yapıcılar ve yerel yönetimler için önemli bilgiler sağlayabilir [20]. Akdeniz bölgesi gibi yoğun tarımsal ve turistik faaliyetlerin yürütüldüğü bir bölgede iklim parametreleri ve meteorolojik kuraklık indis değerlerinin trendinin belirlenmesi ve bu deđerŐenkenlerin hava olayları üzerinde etkili olduğu bilinen salınımlarla olan ilişkisinin ortaya konması bu çalışmanın ana motivasyon kaynağını oluŐturmaktadır. Ayrıca, farklı kuraklık sınıflarının oluŐumlarının ve trend istatistiklerinin mekansal dağılımlarının irdelenmesi çalışmayı literatürden ayıran bir diğer özellik olmuştur.

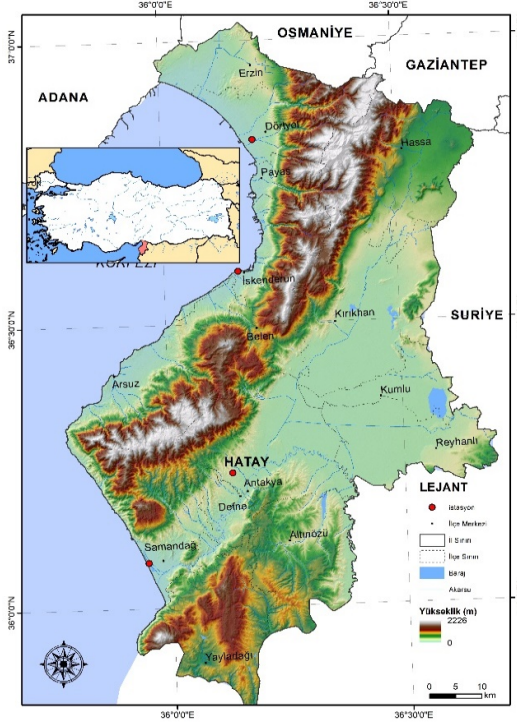
Bu çalışmada, atmosferik salınımlar ile Akdeniz Bölgesinin doğu kesiminde bulunan Hatay ilinde konumlanmış dört farklı meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasındaki yağış verileri kullanılarak, SYİ yöntemiyle yıllık kuraklık indis değerleri hesap edilmiş kuraklık oluşum oranı, farklı kuraklık türlerinin meydana gelme yüzdeleri ve trendleri hesap edilmiştir. Ayrıca, yağış ve meteorolojik kuraklık indis değerlerinin Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Arktik Salınım (AS) ve Akdeniz Salınımları (AKS1 ve AKS2) olmak üzere dört farklı atmosferik salınımla olan ilişki düzeyleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunun, iklim değişikliği ile mücadelede daha etkili stratejiler geliŐtirmeye katkıda bulunması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın ana motivasyonu, Hatay ili özelinde iklimde meydana gelen deđerŐişimlerin ve olası kuraklığın atmosferik salınımlarla olan ilişkisinin belirlenmesidir.

2. Çalışma Alanı ve Yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Hatay, tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmış stratejik bir konumda bulunmuştur. Türkiye'nin güneyinde Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Türkiye'nin Suriye ile olan sınırının bir kısmını oluŐturmaktadır. Kuzeyinde Osmaniye, kuzeybatısında Adana doğusunda Suriye ve kuzeydoğusunda Gaziantep, batısında ise Antakya Körfezi ve Akdeniz bulunmaktadır. Yüzölçümü yaklaşık olarak 5.500 km²'dir. Hatay ilinin enlemi 36° 16' ve 37° 39' kuzey enlemleri, boylamı ise 35° 24' ve 36° 17' doğu boylamları arasındadır. Hatay, iklim ve coğrafi çeŐitliliđi nedeniyle zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. İlin dağlıklı bölgelerinde çam, meŐe ve ardıç gibi ağaç türleri yaygındır. Ovalık alanlarda ise zeytin, narenciye, incir, nar, üzüm gibi tarım ürünleri yetiŐtirilir. Hatay ilinde Akdeniz iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. İl genelinde yıl boyunca güneŐli günlerin sayısı fazladır. Dağlıklı bölgelerde karasal iklim görülmektedir.

Bu çalışmada, Hatay il sınırları içerisinde bulunan Şekil 1'de konumları ve Tablo 1'de istasyon bilgileri verilen dört farklı meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasında Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından kaydedilen yağış verileri, MGM'den temin edilip kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan istasyonların adları, istasyon numaraları, enlem, boylam ve tanımlayıcı istatistiksel parametreler Tablo 1'de verilmiştir. Antakya istasyonu ele alınan istasyonlar arasında en büyük yükseltiye sahip iken İskenderun ve Samandağ istasyonları en düşük yükseltiye sahiptir. Ortalama yıllık toplam yağış en büyük değerine Antakya istasyonunda, en küçük değerine ise İskenderun istasyonunda sahiptir. Dağlıklı bölgelerde yağış miktarının daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Ortalamanın büyük olduğu istasyonda standart sapma ve çarpıklık değerleri en büyük olurken, ortalamanın küçük olduğu değerlerde bu parametreler küçük olmuştur. Samandağ istasyonu bölgenin en güneyinde yer alırken, Dört Yol istasyonu çalışma bölgesinin en kuzeyinde yer almaktadır. Hatay istasyonu çalışma bölgesinin orta kesiminde bulunurken, diğer üç istasyon çalışma bölgesinin Akdeniz ile olan sınırına oldukça yakın yerde bulunmaktadır. Çalışma bölgesinin ortasında kuzey -güney doğrultusunda Nurdağları bulunmakta ve bu bölge çalışma bölgesinde en büyük yükseltiye sahiptir.



Şekil 1. Çalışma bölgesi

Tablo 1. İstasyona ait bilgiler ve tanımlayıcı istatistikler

İstasyon Adı	İstasyon No	Yükselti (m)	Enlem	Boylam	Ort. Yağış (mm/m ²)	Standart sapma	Çarpıklık
Antakya	17372	104	36.2368	36.1329	1082.76	281.81	0.63
Dört Yol	17962	29	36.8244	36.1981	913.44	205.41	-0.46
İskenderun	17370	4	36.5924	36.1582	736.31	126.10	0.15
Samandağ	17986	4	36.0814	35.9492	860.28	236.43	-0.39

Tablo 2. SYİ yöntemine ait kuraklık sınıfları ve indis değerleri aralığı

Kuraklık Sınıfı	İndis değeri aralığı
Aşırı Kurak	SYİ < -2.00
Çok Kurak	-2.00 ≤ SYİ < -1.50
Orta Kurak	-1.50 ≤ SYİ < -1.00
Hafif Kurak	-1.00 ≤ SYİ < 0
Hafif Yağışlı	0 < SYİ ≤ 1.00
Orta Yağışlı	1.00 < SYİ ≤ 1.50
Çok Yağışlı	1.50 < SYİ ≤ 2.00
Aşırı Yağışlı	SYİ > 2.00

2.2. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SYİ)

SYİ, birden fazla zaman ölçeğinde yağış açığını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır [21]. SYİ, belirli bir zaman dilimi için bir lokasyondaki yağış verilerinin frekans dağılımının oluşturulmasıyla belirlenir. Yağış verilerine bir gamma olasılık yoğunluk fonksiyonu uydurulur ve yağışın kümülatif dağılımı belirlenir. Daha sonra kümülatif dağılımdan ortalaması sıfır ve varyansı bir olan standart normal dağılıma bir eş olasılık dönüşümü yapılır. Bu dönüştürülmüş olasılık, +2,0 ile -2,0 arasında

deđiŐen SYİ değeridir [22-23]. McKee ve ark. [21], SYİ'den kaynaklanan kuraklık yoğunluklarını tanımlamak amacıyla Tablo 2'de sunulan sınıflandırma sistemini kullanmıŐtır.

2.3. Trend Analizi Yöntemleri

2.3.1. Mann-Kendall (MK) Testi

Mann-Kendall testi monotonik eğilimleri belirlemek amacıyla kullanılan sıralamaya dayalı istatistiki bir testtir [24]. Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından kullanılması önerilen bu testte belirlenen eğilimler farklı anlamlılık düzeyleri için değerlendirilmektedir. MK test istatistiği ve iŐaret fonksiyonu Denklem 1-2 kullanılarak hesaplanır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (1)$$

$$\text{sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j > x_i \\ 0 & x_j = x_i \\ -1 & x_j < x_i \end{cases} \quad (2)$$

burada n veri sayısıdır, x ise i ve j zamanlarındaki veri noktasıdır (j > i). S'nin varyansı Denklem 3 aracılığı ile hesaplanır.

$$\text{var}(S) = \frac{[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m i(i-1)(2i+5)]}{18} \quad (3)$$

burada ti, i boyutundaki bağların sayısıdır ve m, bağlı grupların sayısıdır. 10'dan büyük n için standart test istatistiği Z, MK test istatistiği olarak Denklem 4 ile hesaplanır.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Z değerinin negatif değerler azalan eğilimleri gösterirken, pozitif değerler ise artan eğilimleri belirtmektedir. Seçilen α anlamlılık düzeyinde belirlenen eğilimlerin istatistiki olarak anlamlı olabilmesi için |Z| değerinin düzeye ait sınır değerleri aşması gerekmektedir [25-26].

2.3.2. Spearman'ın Rho (SR) Testi

MK'ye benzer Őekilde Spearman's Rho, bir zaman serisindeki monotonik eğilimi tespit etmek amacıyla tercih edilen sıra tabanlı parametrik olmayan istatistiksel testtir [27-28]. Spearman'ın rho test istatistiği, rs ve standartlaştırılmış test istatistiği Z_{SR} , Denklem 5-6 ile hesaplanır.

$$r_s = 1 - \frac{6[\sum_{i=1}^n (R(x_i) - i)^2]}{(n^3 - n)} \quad (5)$$

$$Z_{SR} = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} \quad (6)$$

Burada $R(x_i)$, zaman serisindeki i 'inci gözlem x_i 'nin sırasdır ve n , zaman serisinin uzunluğudur. Z_{SR} 'nin pozitif değerleri zaman serisindeki yükseliŐ eğilimlerini, negatif Z_{SR} değerleri ise düşüş eğilimlerini gösterir. Sonucun anlamlı olabilmesi belirlenen değerin sınır değerleri aşması ile değerlendirilir [25].

2.4. Atmosferik Salınım

Çalışma kapsamında yıllık yağış ile yıllık kuraklık indis değerleri Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Arktik Salınım (AS) ve Akdeniz Salınımı (AKS) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yıllık indis değerleri ilgili linklerden temin edilmiştir (<https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/moi/>; <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/pna/nao.shtml>; https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao.shtml).

Kuzey Atlantik Salınımı (KAS), Subtropikal (Azorlar) Yüksek ve Subpolar Alçak arasındaki yüzey deniz seviyesi basınç farkına dayanmaktadır [29]. Kuzey Yarımküre'nin iklimi üzerinde güçlü bir kontrol uyguladığı önem arz etmektedir [30-33].

Arktik Salınım (AS), Kuzey Yarımküre halkasal modu olarak da adlandırılan, iklim değişkenliğinin büyük ölçekli bir modudur. AO, Kuzey Kutbu çevresinde yaklaşık 55° Kuzey enleminde saat yönünün tersine dönen rüzgarlarla karakterize edilen bir iklim düzenidir [34-36].

Akdeniz Salınımı (AKS), ile ilgili iki farklı indis üretilmiştir [37-38]. İlki (AKS1), Palutikof ve ark. [39] ve Conte ve ark. [40] tarafından Cezayir (36,4°K, 3,1°D) ve Kahire (30,1°K, 31,4°D) arasındaki normalleştirilmiş basınç farkı olarak tanımlanır. Endeksin ikinci bir versiyonu (AKS2) ise Cebelitarık'ın Kuzey Kalesi (36,1°K, 5,3°B) ve İsrail'deki Lod Havaalanından (32,0°K, 34,5°D) arasındaki basınç farkından hesaplanmaktadır [39].

2.5. Korelasyon Analizi

Yıllık atmosferik indis değerleri ile yıllık kuraklık ve yağış kayıtları arasındaki ilişki Denklem 7 ile ifade edilen Pearson Korelasyon Katsayısı aracılığı ile incelenmiştir [41-42].

$$r_{x,y} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{NS_x S_y} \quad (7)$$

Korelasyon katsayılarının istatistiksel değerlendirmesi ise Denklem 8'de belirtilen t testi kullanılarak $\alpha=0.05$ önem seviyesi için değerlendirilecektir.

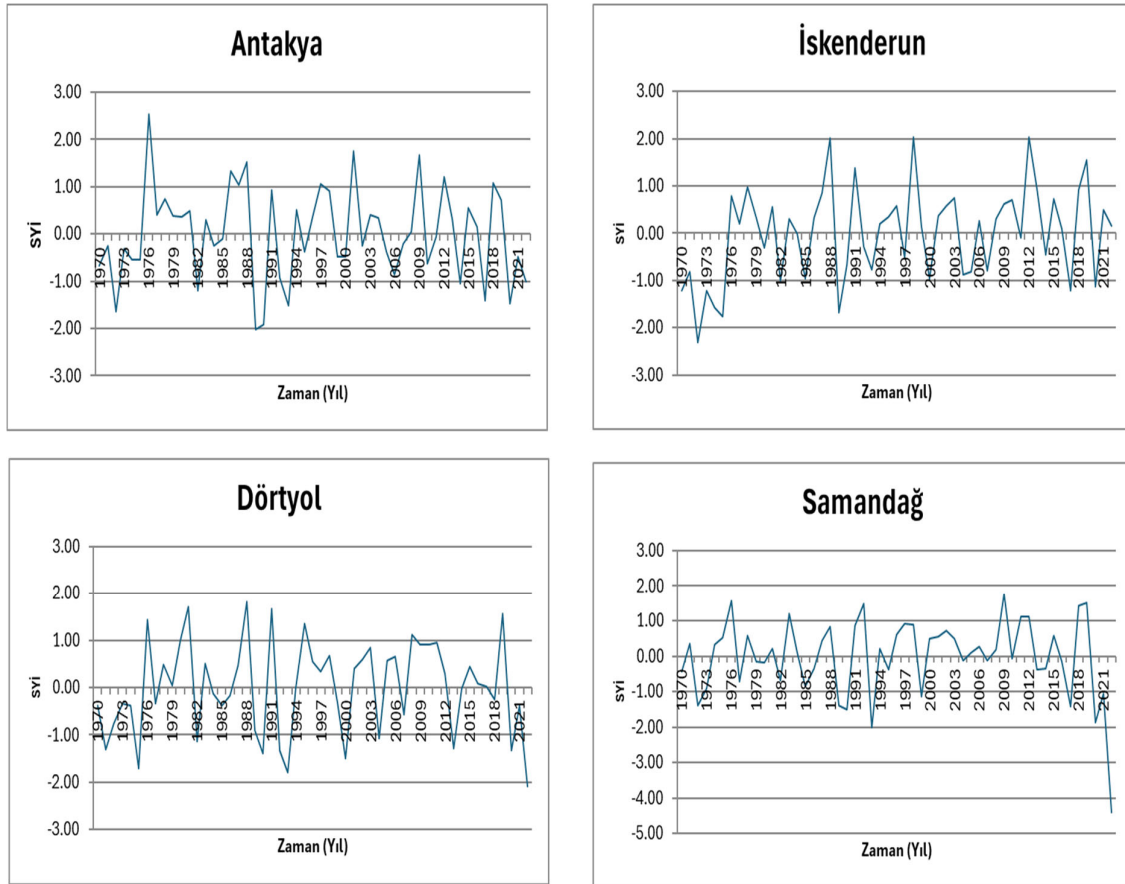
$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad (8)$$

r korelasyon değerini ve N veri sayısını ifade etmektedir.

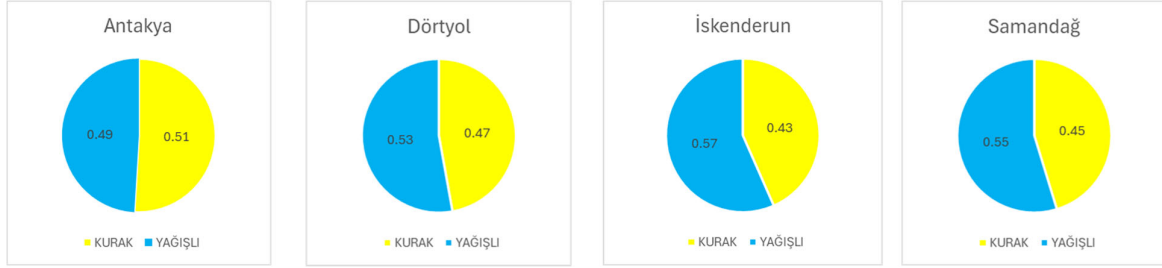
3. Bulgular

3.1. Kuraklık Analizi Sonuçları

Antakya, İskenderun, Dörtıyol ve Samandağ istasyonlarının SYİ yöntemine göre 1970-2022 yılları arasındaki yıllık kuraklık indis değerleri Şekil 2’de, yıllık SYİ göz önünde bulundurularak hazırlanan kurak ve yağışlı yılların oransal dağılımlar ise Şekil 3’te sunulmuştur. Dörtıyol, İskenderun ve Samandağ’da yağışlı olarak sınıflandırılan yılların oransal dağılımı kurak yıllardan daha fazla olmaktadır. Belirtilen istasyonlarda yağışlı geçen yıllar oransal olarak sırasıyla %53 (28 yıl), %57 (30 yıl) ve %55 (29 yıl) olmaktadır. Yalnızca Antakya istasyonunda kurak geçen yıllar %51 (27 yıl) oran ile baskın haldedir. Antakya, Dörtıyol ve İskenderun istasyonlarında en uzun kuraklık 1970-1975 arasındaki 6 yıl süresince yaşanırken, Samandağ’da en uzun kuraklığın yaşandığı periyot 1970-1973 arası 4 yıl olarak belirlenmiştir. Antakya ve İskenderun’da en Şiddetli kuraklık ise sırasıyla 1989 (-2.01) ve 1972 (-2.31) yıllarında yaşanmıştır. İskenderun ve Samandağ’da 2022 en kurak yıl olurken SYİ değerleri -2.10 ve -4.41’dir. En uzun sulak dönemler ise Antakya istasyonunda 1976-1981 periyodundaki 6 yıl, İskenderun’da 1976-1979 ve Samandağ’da 2000-2003 arasını kapsayan 4 yıl süresince da yaşanmıştır. Dörtıyol’da en uzun yağışlı dönem 1994-1998 ve 2008-2012 periyotlarında ve 5’er yıl olarak belirlenmiştir. Antakya, Dörtıyol ve Samandağ en yağışlı yıllar ise sırasıyla 1976 (2.54), 1988 (1.81) ve 2009 (1.76) olarak belirlenirken İskenderun’da 2.03 indis değerine sahip 1998 ve 2012 yılları en yağışlı yıllar olmaktadır.



Şekil 2. SYİ değerlerinin zamansal değişimi

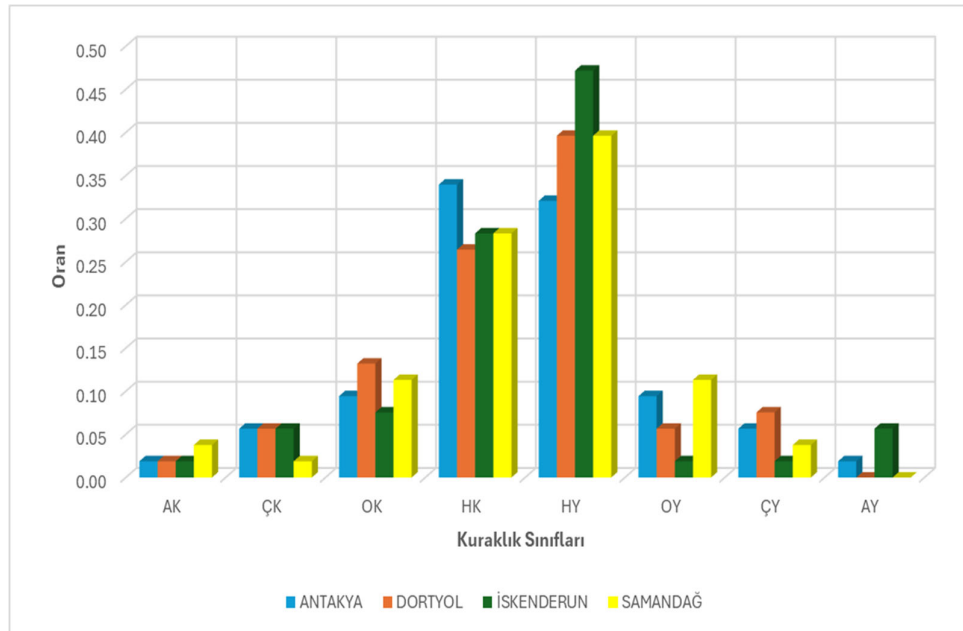


Şekil 3. Kurak ve yağışlı dönem oluşma oranları

İstasyonların SYİ göre hesaplanan yıllık kuraklık değerlerinin kuraklık sınıflarına göre oransal dağılımları Şekil 4'te görülmektedir. İstasyonlara ait yıllık kuraklık değerlerinin HK ve HY sınıflarında yoğunlaşmaktadır. Antakya'da oransal olarak HK (%34) yılların HY (%32) yıllarda daha fazla yaşanmıştır. Antakya'da 1970-1971, 1973-1975, 1984-1985, 1992, 1995, 1999-2000, 2002, 2005-2007, 2010-2011 ve 2021 hafif kuraklığın yaşandığı yıllardır.

Antakya'ya kıyasla Dört Yol, İskenderun ve Samandığ'da ise HY yıllar HK yıllar karşısında oransal olarak daha fazladır. HY yılların oransal dağılımı sırasıyla %40, %47 ve %40 olurken, HK yılların oransal dağılımı %26, %28 ve %28'dir.

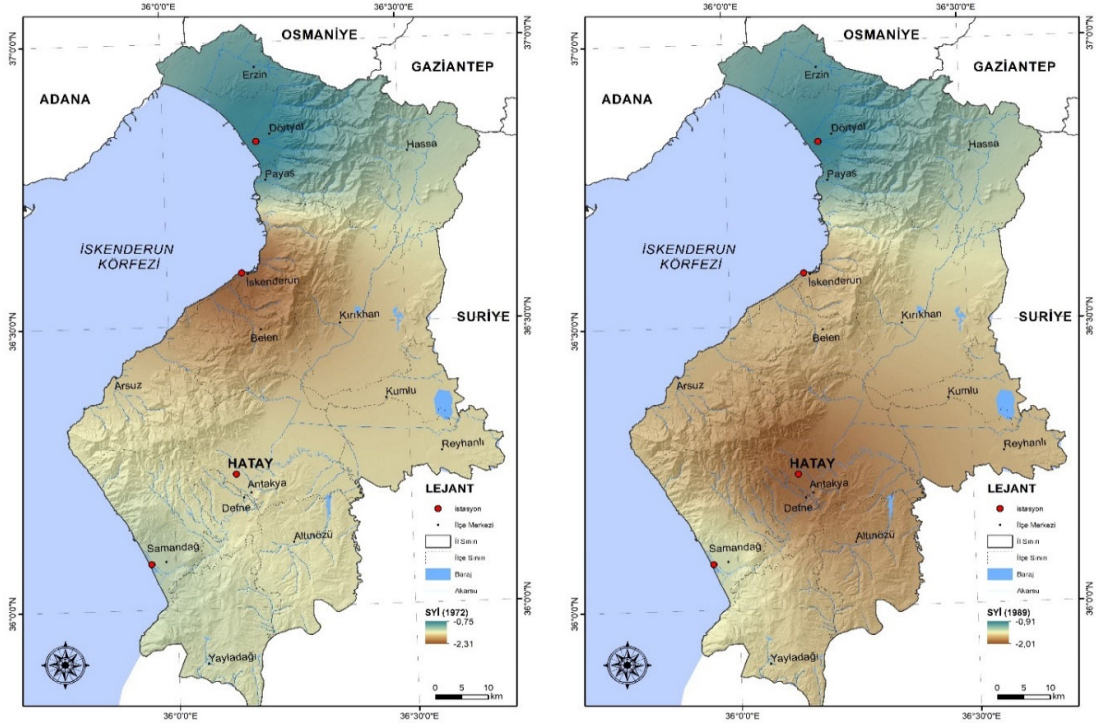
HY olarak belirlenen yıllar Dört Yol'da 1978-1980, 1983, 1987, 1994, 1996-1998, 2001-2003, 2005-2006, 2009-2012, 2015-2017; İskenderun'da 1976-1979, 1981, 1983, 1986-1987, 1994-1996, 1999, 2001-2003, 2006, 2008-2010, 2013, 2015-2016, 2018, 2021-2022 ve Samandığ'da 1971, 1974-1975, 1978, 1981, 1984, 1987-1988, 1991, 1994, 1996-1998, 2000-2003, 2005-2006, 2008, 2015 olarak belirlenmektedir.



Şekil 4. Kuraklık sınıflarının oluşma oranları

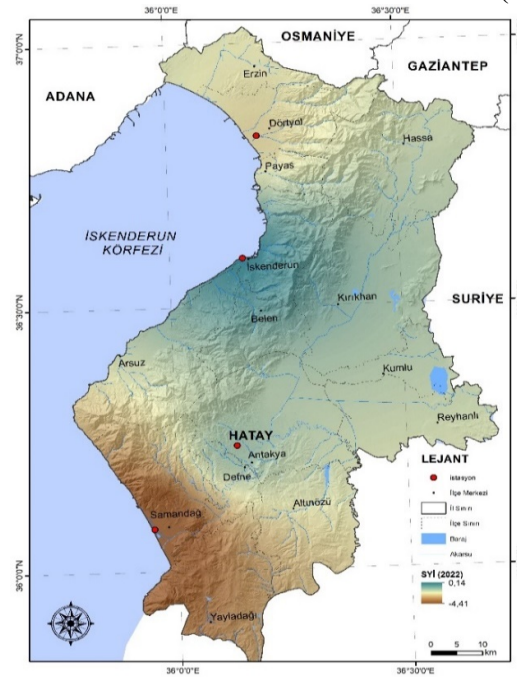
Şekil 5'te, ele alınan 4 farklı istasyonda en şiddetli kuraklığın yaşandığı yıllarda istasyonlarda elde edilen indis değerlerinin mekansal dağılımı sunulmuştur. İskenderun istasyonunun en şiddetli kuraklığı yaşandığı 1978 yılında çalışma bölgesinde bulunan diğer istasyonlar da kurak geçmiş ve en küçük indis değeri İskenderun istasyonunda elde edilmiştir. Hatay istasyonunda en şiddetli kuraklığın

yaşandığı 1989 yılında da 1978 yılına benzer olarak çalışma bölgesinde kuraklık etkilidir. Samandağ ve Dört Yol istasyonlarında en şiddetli kuraklık 2022 yılında yaşanmış ve bu yılda İskenderun istasyonu dışında kuraklık hakim olarak yaşanmaktadır. Tüm şekiller dikkate alındığında çalışma bölgesinin güney kesiminin kuraklık riskinin daha yüksek olduğu söylenebilir.



(a) 1972

(b) 1989



(c) 2022

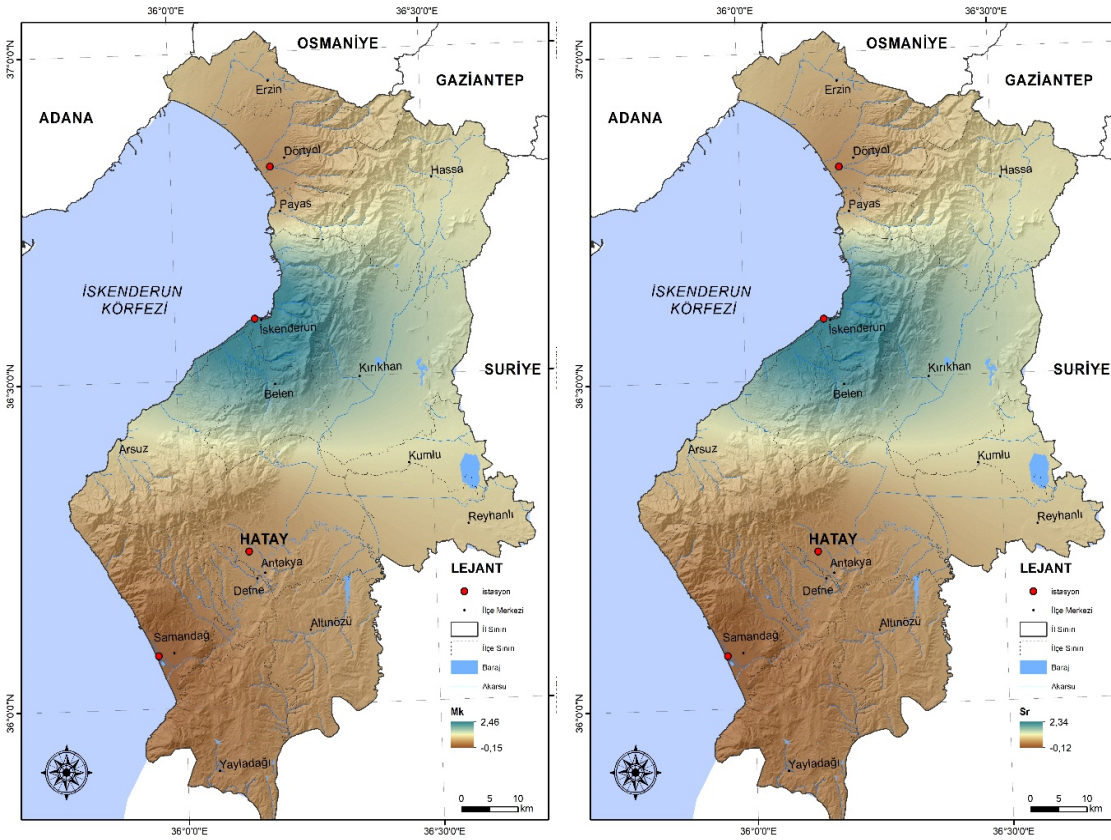
Şekil 5. En şiddetli kuraklığın yaşandığı yıllara ait SYİ indis değerlerinin mekansal dağılımı

3.2. Trend Analizi Sonuçları

Antakya, Dörtöyol, İskenderun ve Samandağ'a ait yıllık toplam yağışlar ile hesaplanan yıllık SYİ değerlerindeki muhtemel eğilimleri belirlemek amacı ile parametrik olmayan MK ve SR testleri uygulanmıştır. Trend analizlerine ait sonuçlar Tablo 3'te verilmektedir. Tablo 2'de yıllık toplam yağış serilerine ait MK ve SR sonuçlarına göre Antakya, Dörtöyol ve İskenderun'da artan trend, Samandağ'da ise azalan trend belirlenmektedir. Belirlenen eğilimlerden İskenderun'a ait belirlenen artan trend %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmaktadır. Yıllık kuraklık indis değerlerinde ise Dörtöyol, İskenderun ve Samandağ artan eğilime, Antakya ise azalan eğilime sahiptir. İstatistiksel olarak anlamlı eğilim ise yağış gözlemlerindeki sonuçlara paralel olarak sadece İskenderun'a ait olmaktadır. İskenderun'da yağışlar ile SYİ değerlerinde artma olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak İskenderun istasyonunda kuraklık etkisinin azalacağı söylenebilir.

Tablo 3. Yağış ve SYİ değerlerinin trend analizi sonuçları

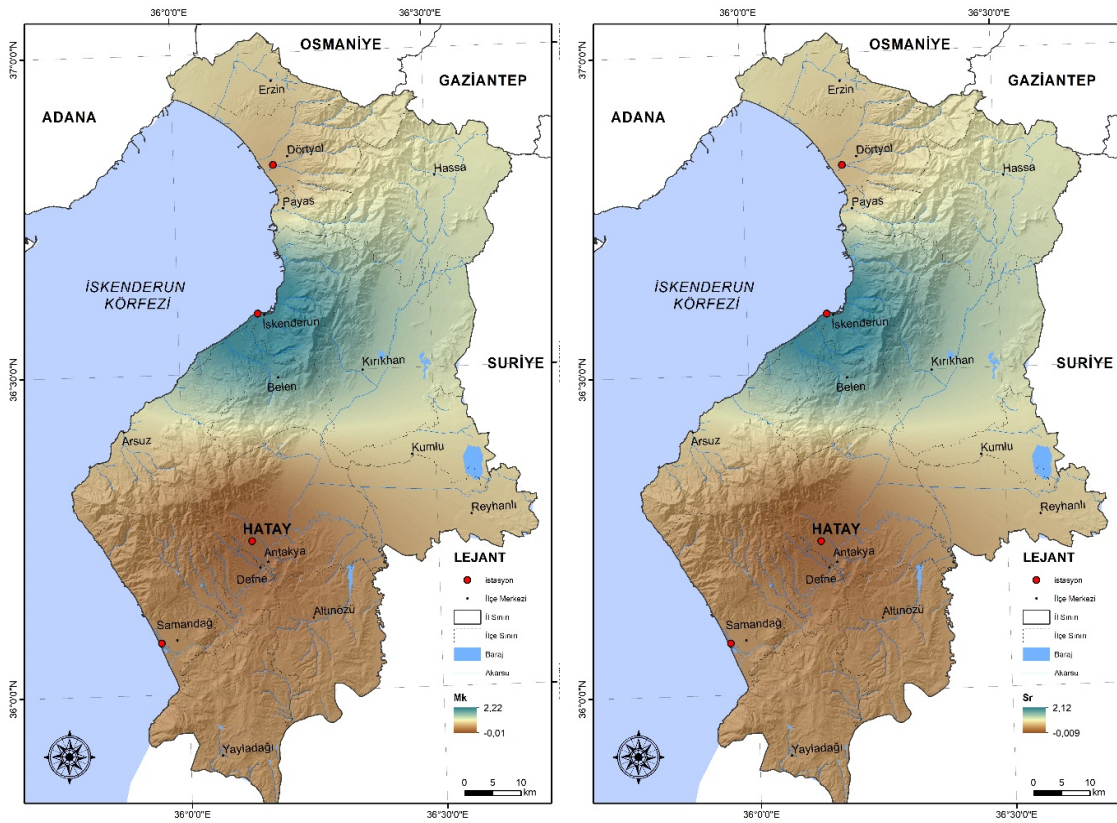
	Yağış				SYİ			
	Z _{MK}	Eğilim	Z _{SR}	Eğilim	Z _{MK}	Eğilim	Z _{SR}	Eğilim
Antakya	0.30	-	0.20	-	-0.02	-	-0.01	-
Dörtöyol	0.28	-	0.28	-	0.61	-	0.64	-
İskenderun	2.46	▲	2.34	▲	2.22	▲	2.12	▲
Samandağ	-0.15	-	-0.12	-	0.29	-	0.32	-



Şekil 6. Yağış verilerinin trend analizi sonuçlarının mekansal dağılımı

Şekil 6'da, çalışma bölgesinde bulunan dört farklı meteoroloji gözlem istasyonunda 1970-2022 yılları arasında ölçülen 53 yıllık yağış verilerinin MK ve SR trend yöntemleri sonucunda elde edilen trend analizi sonuçlarının haritaları verilmiştir. Her iki yöntemle ait sonuçların mekansal dağılımlardan İskenderun istasyonunun en büyük trend değerine sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak MK ve SR yöntemleri benzer sonuçlar vermiştir. Çalışma bölgesinin orta kesimi hariç diğer bölgelerde istatistiksel olarak anlamlı artan veya azalan trend varlığından söz edilememektedir. İskenderun bölgesinde yağışlarda meydana gelen artış eğilimi, çalışma bölgesinin orta kesiminde gelecek yıllarda taşkın ve sel olaylarının yaşanma ihtimalini arttırmaktadır.

Çalışma bölgesinde 1970-2022 yılları arasında elde edilen yağış verileri kullanılarak elde edilen SYİ değerlerine ait MK ve SR yöntemlerine ait trend analizi sonuçları Şekil 7'de sunulmuştur. Şekil 6'da yağış parametresine ait trend analizi sonuçlarıyla SYİ indis değerlerine ait trend analizi sonuçları birbirine oldukça benzerdir. İskenderun istasyonunda kuraklık indis değerlerinde her iki trend analizi yöntemi sonucuna göre indis değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artan trend belirlenmiş ve bu istasyon çalışma bölgesinin orta kesiminde yer almaktadır. Çalışma bölgesinin güney kesiminde kuraklık indis değerlerinde meydana gelen azalma eğiliminden bu bölgenin kuraklık riskinin diğer kesimlere göre daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.



(a) MK yöntemi

(b) Spearman Rho yöntemi

Şekil 7. Kuraklık indis değerlerinin trend analizi sonuçlarının mekansal değişimi

Şimşek ve ark. [43], Hatay ilinde bulunan Antakya ve İskenderun istasyonlarında 1970-2010 yılları arasında ölçülen yağış, sıcaklık, nem ve rüzgar hızı parametrelerinin mevsimsel ve yıllık zaman ölçeklerinde trendini MK ve SR yöntemleriyle ve trend büyüklüğü Sen'in eğim metodu ile analiz belirlemişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmada Antakya istasyonunda Kış mevsimi hariç diğer

mevsimlerde ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinde istatiksels olarak anlamlı artan trend ve İskenderun istasyonunda ise yıllık zaman ölçeğinde yağış verilerinde istatiksels olarak artan trend varlığı tespit edilmiştir. Yağış verilerine ait trend analizi sonuçlarının sunulan bu çalışma ile benzer olduğu görölmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada Şimşek ve ark. [43] tarafından dikkate alınmayan 2010-2022 yılları arasındaki verilerin trend analizi sonuçlarında değişiklik meydana getirmediği söylenebilir. Soylu Pekpostalci ve ark. [44], Akdeniz bölgesinde 1971-2021 yılları arasında çok sayıda meteoroloji gözlem istasyonunda ölçölen yağış verileri yardımıyla SYİ indis değerleri ile bölgenin meteorolojik kuraklığını 3, 6 ve 12 aylık zaman ölçeklerinde analiz etmişlerdir. Farklı zaman ölçeklerinde elde edilen farklı kuraklık sınıflarının oluşum yüzdeleri bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerliklere sahiptir. Kuraklık oluşum oranlarının mekansal değerlendirildiği çalışmada bu çalışmaya konu olan bölgede SYİ 12 için “Aşırı Kurak”, “Çok Kurak” ve “Orta Kurak” sınıflarının oluşma yüzdesi sırasıyla yaklaşık %1.9, %5.4 ve %8 olarak hesap edilirken, sunulan bu çalışmada bu oranlar sırasıyla %2, %5 ve %9 olmuştur. Keskiner ve Simsek [45], Akdeniz bölgesini ele aldıkları çalışmada 21, 31 ve 41 yıllık yağış verilerini kullanarak bölgenin meteorolojik kuraklığını SYİ yöntemi ile analiz etmişlerdir. Sunulan bu çalışma ile aynı bölgede 12 aylık SYİ indis değerlerinde 21 ve 41 yıllık verilerle istatiksels olarak anlamlı olmamak kaydıyla çoğunlukla artan, 31 yıllık verilerle ise istatiksels olarak anlamlı olmayan çoğunlukla azalan trend belirlenmiştir. Bu çalışma ile aynı veri aralığını kapsayan 41 yıllık veri aralığı için elde edilen indis değerlerine ait MK trend analizi sonuçları istasyon bazlı olarak genel olarak aynıdır. Çalışma sonucunda elde edilen kuraklık, kuraklık sınıflarının oluşum oranları ve trendlerine ait bulguların literatürdeki çalışmalar ile genel olarak uyumlu olduğu görölmüştür.

3.3. Korelasyon Analizi Sonuçları

Küresel atmosferik salınımlardan olan AKS1, AKS2, AS ve KAS ile yağış ve yıllık kuraklık indis değerleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanarak sırayla Tablo 4 ve 5’te sunulmaktadır. Tablolarda 0.05 anlamlılık düzeyinde belirlenen korelasyon değerleri koyu renk ile gösterilmektedir. Seçilen atmosferik indisler ile istasyonlara ait yıllık toplam yağış değerleri arasındaki sonuçlara göre Antakya’da AKS1, AS ve KAS ile negatif; AKS2 ile pozitif korelasyon katsayıları belirlenmektedir. İskenderun’da AKS1 ve AKS2 pozitif, AS ve KAS ile negatif ilişki, Samandağ’da ise AKS1 ve AS ile negatif; AKS2 ve KAS ile pozitif korelasyon değerleri belirlenmektedir. Dörtöyol’da ise bütün atmosferik indisler ile negatif korelasyon değerleri hesaplanmaktadır. Antakya’da AS ile anlamlı negatif ilişki ile İskenderun’da KAS ile anlamlı negatif ilişki belirlenmiştir. Antakya’da AS ile İskenderun’da KAS ile belirlenen anlamlı negatif ilişki neticesinde anlamlı ilişki belirlenen istasyonlarda indis değerlerinin azalması ile yağışların artması beklenmektedir. İstasyonlarla atmosferik indisler arasında belirlenen diğer pozitif/negatif korelasyon değerleri sonucunda ise anlamlı bir ilişki belirlenememiştir.

Tablo 4. Yağış parametresi ile atmosferik salınımlar arasındaki korelasyon analizi sonuçları

	Antakya	Dörtöyol	İskenderun	Samandağ
AKS1	-0.01	-0.09	0.01	-0.03
AKS2	0.16	-0.13	0.16	0.02
AS	-0.31	-0.24	-0.22	-0.05
KAS	-0.17	-0.25	-0.27	0.01

Yıllık kuraklık indis değerleri ile atmosferik indisler arasında Antakya, İskenderun ve Samandağ’da AKS1 ve AKS2 ile pozitif, AS ve KAS ile negatif ilişki belirlenmekteyken Dörtöyol’da bütün indisler ile negatif ilişki bulunmaktadır. Antakya ve Dörtöyol’da AS ile anlamlı negatif ilişkiler belirlenmiştir. KAS ile yıllık kuraklık değerleri arasındaki sonuçlara göre ise sadece Dörtöyol’da anlamlı

negatif ilişki bulunmaktadır. Belirlenen anlamlı korelasyon değereler dışında atmosferik indisler ile istasyonlar arsında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

Tablo 5. Yıllık SYİ ile atmosferik salınımlar arasındaki korelasyon analizi sonuçları

	Antakya	Dörtyol	İskenderun	Samandağ
AKS1	0.01	-0.03	0.01	0.06
AKS2	0.19	-0.06	0.16	0.1
AS	-0.31	-0.31	-0.23	-0.1
KAS	-0.21	-0.37	-0.24	-0.10

4. Sonuçlar

Kuraklığın tarihsel ve mekansal değerlendirilmesi, kuraklığın olumsuzlukların etki düzeylerini ve alınacak tedbirlerin seviyelerinin belirlenmesine yardımcı olacağı aşıkardır. Bu çalışmada, ülkemizin güneyinde bulunan ve Suriye ile sınırımızın bir kısmını oluşturan Hatay ilinin meteorolojik kuraklığı değerlendirilmiştir. Kuraklığın değerlendirilmesinde çalışma bölgesi içinde bulunan Antakya, Dörtyol, İskenderun ve Samandağ istasyonlarında 1970-2022 yılları arasında kaydedilen yağış verileri yardımıyla Standartlaştırılmış Yağış İndeksi yöntemi kullanılmıştır. Yağış ve 12 aylık zaman ölçeğinde elde edilen indis değerlerinde meydana gelen değişimin belirlenmesinde parametrik olmayan Mann-Kendall ve Sperman Rho trend yöntemlerinden yararlanılmıŐtır. Ayrıca, çalışma bölgesindeki yağış ve indis değerlerinin Kuzey Atlantik, Arktik , Akdeniz 1 ve Akdeniz 2 salınımlarıyla olan ilişkisi %95 güven aralığında belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular özetle;

- Kuraklık oluşum oranı Antakya, Dörtyol, İskenderun ve Samandağ istasyonları için sırasıyla %51, %47, %43 ve %45 olmuştur.
- En fazla “AŞırı Yağışlı” sınıf %6 ile İskenderun istasyonunda, “AŞırı Kurak” sınıf ise %4 ile Samandağ istasyonunda yaşanmıştır.
- En Şiddetli kuraklık Antakya, Dörtyol, İskenderun ve Samandağ istasyonları için sırasıyla 1989, 2022, 1972 ve 2022 yıllarında meydana gelmiŐtir.
- En uzun kuraklık Antakya, Dörtyol ve İskenderun istasyonlarında 1970-1975 arasında 6 yıl, Samandağ istasyonunda ise 1970-1973 arasında 4 yıl sürmüŐtür.
- Çalışma bölgesinde İskenderun bölgesinin yağışlı geçtiği, kuraklığın çalışma bölgesinin güneyinde risk oluşturduğu belirlenmiştir.
- %95 güven aralığında MK ve SR yöntemleriyle yağış ve kuraklık indis değerlerinde sadece İskenderun istasyonunda istatistiksel olarak artan trend belirlenmiştir.
- AS ile bütün istasyonlar ait yıllık toplam yağışlar arasında negatif iliŐkiye sahiptir.
- Kuraklık indis değerleri ile AS ve KAS arasında tüm istasyonlar negatif ilişki bulunmaktadır.
- Dörtyol istasyonuna ait yağış ve SYİ indis değerleriyle çalışmada kullanılan bütün atmosferik indisler arasında negatif ilişki söz konusudur.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulardan, Hatay sınırları içerisinde kuraklığın genel olarak riskli olmadığı, bölgedeki yağış ve meteorolojik kuraklık olaylarında atmosferik salınımların negatif iliŐkinin bulunduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarının, çalışma bölgesinde yürütölen yađıŐa bağlı tarımsal faaliyetlerin sürdürölmesinde ve planlanmasında ve yađıŐtan daha fazla yararlanılmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Özellikle, İskenderun istasyonu bölgesinde meydana gelebilecek taşkın ve sel olaylarına dikkat edilmesi önerilmektedir.

TeŐekkür

Yazarlar olarak, çalışmada kuraklığın analizinde kullanılmak üzere meteorolojik parametrelerin ücretsiz teminini sağlayan Meteoroloji Genel M¼d¼rl¼đ¼ne (MGM) teŐekkür ederiz.

Bu alışma Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (HBAP) tarafından 24071 nolu ‘‘Atmosferik İndisler İle Akdeniz B¼lgesi Kuraklıkları İlişkisinin Araştırılması’’ adlı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı HBAP’a teŐekkür ederiz.

ıkar atışması Beyanı

Yazarlar olarak herhangi bir kurum, kuruluş veya şahışlarla çıkar atışması olmadığını beyan ederiz.

Kaynaklar

- [1] Robleh HB, Yuce MI, Esit M, Deger IH. Meteorological drought monitoring in Kızılırmak Basin, T¼rkiye. *Environmental Earth Sciences*, 2024; 83(9): 265. <https://doi.org/10.1007/s12665-024-11550-0>.
- [2] Akturk G, Zeybekoglu U, Yıldız O. Assessment of meteorological drought analysis in the Kızılırmak River Basin Turkey. *Arab. J. Geosci.*, 2022; 15:850. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10119-0>.
- [3] Deger IH, Yuce MI, Esit M. An Investigation of Hydrological Drought Characteristics in Kızılırmak Basin, T¼rkiye: Impacts and trends. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2023; 12:126–139. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1200742>.
- [4] Tosunoglu F, Can I, Kahya E. Evaluation of spatial and temporal relationships between large-scale atmospheric oscillations and meteorological drought indexes in Turkey. *International Journal of Climatology*, (2018); 38(12): 4579-4596. <https://doi.org/10.1002/joc.5698>.
- [5] Vazifekkhah S, Kahya E. Hydrological drought associations with extreme phases of the North Atlantic and Arctic Oscillations over Turkey and northern Iran. *International Journal of Climatology*, 2018; 38(12): 4459-4475. <https://doi.org/10.1002/joc.5680>.
- [6] Bouguerra H, Derdous O, Tachi SE, Hatzaki M, Abida H. Spatiotemporal investigation of meteorological drought variability over northern Algeria and its relationship with different atmospheric circulation patterns. *Theoretical and Applied Climatology*, 2024; 155(2): 1507-1518. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04705-9>.
- [7] Yuce MI, Esit M. Drought monitoring in Ceyhan Basin, Turkey. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 2021; 9(4): 293–314. <https://doi.org/10.1080/23249676.2021.1932616>.
- [8] Gumus, V. Evaluating the effect of the SPI and SPEI methods on drought monitoring over Turkey. *Journal of Hydrology*, 2023; 626, 130386. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.130386>.
- [9] Katipoğlu OM, Acar R, Őeng¼l S. Comparison of meteorological indices for drought monitoring and evaluating: a case study from Euphrates basin, Turkey. *Journal of Water and Climate Change*, 2020; 11(S1): 29-43.
- [10] Simsek O, Yıldız-Bozkurt S, Gumus V. Analysis of meteorological drought with different methods in the Black Sea region, Turkey. *Acta Geophys.* 2024; 72, 1927–1943. <https://doi.org/10.1007/s11600-023-01099-0>.
- [11] Citakoglu H, Minarecioglu N. Trend analysis of monthly average flows of Kızılırmak Basin. *Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 2019; 4(3): 435-440. <https://doi.org/10.35229/jaes.595095>.

- [12] Muse NM, Tayfur G, Safari MJS. Meteorological Drought Assessment and Trend Analysis in Puntland Region of Somalia. *Sustainability*, 2023; 15(13): 10652.
- [13] Katipoğlu OM, Yeşilyurt SN, Dalkılıç H.Y. Yeşilirmak havzasındaki hidrolojik kuraklıkların Mann-Kendall ve Yenilikçi Şen yöntemi ile trend analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2022; 12(2): 422-442. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1026893>.
- [14] Gümüş V, Şimşek O, Açar MK. Artvin ve Rize İstasyonlarına ait Aylık Toplam Yağış Verilerinin Trendinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2022; 7(3): 204-216. <https://doi.org/10.46578/humder.1207593>.
- [15] Esit M, Yuce MI, Deger İH, Yasa I. Trend and variability analysis in rainfall and temperature records over Van Province, Türkiye. *Theor. Appl. Climatol.* 2024; 155, 451–472. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04644-5>.
- [16] Simsek O. Hydrological drought analysis of Mediterranean basins, Turkey. *Arab. J. Geosci.*, 2021; 14: 2136. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08501-5>.
- [17] Soylu Pekpostalci D, Tur R, Danandeh Mehr A. Spatiotemporal variations in meteorological drought across the mediterranean region of Turkey. *Pure Appl Geophys.*, 2023; 180, 3089–3104 <https://doi.org/10.1007/s00024-023-03312-z>.
- [18] Uzun A, Ustaoglu B. The effects of atmospheric oscillations on crop (olive, grape and cotton) yield in the eastern part of the Mediterranean region, Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 2022; 9(1): 147-161. <https://doi.org/10.30897/ijegeo.1010181>.
- [19] Rezaei A. Ocean-atmosphere circulation controls on integrated meteorological and agricultural drought over Iran. *Journal of Hydrology*, 2021; 603, 126928. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126928>.
- [20] Erkol ZI, Yesilyurt SN, Dalkilic HY. Impacts of climate change on spatial drought distribution in the Mediterranean Basin (Turkey): different climate models and downscaling methods. *Theor. Appl. Climatol.* 2024; 155, 4065–4087. <https://doi.org/10.1007/s00704-024-04867-0>.
- [21] Mckee TB, Doesken NJ, Kleist J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: *In: Proc. 8th Conf. on Applied Climatol*, 1993, 17-22 January, Americ Meteorol Soc, Mass.179-184.
- [22] Edwards D, Mckee T. *Characteristics of 20th Century Drought in the United States at Multiple Time Scales*. 1997.
- [23] Wu H, Hayes MJ, Weiss A, Hu Q. An evaluation of the Standardized Precipitation Index, the China-Z Index and the statistical Z-Score. *International Journal of Climatology*, 2001; 21, 745-758.
- [24] Helsel DR, Hirsch RM. *Statistical Methods in Water Resources Techniques of Water Resources Investigations*. 2002. U.S. Geological Survey.
- [25] Rahmat SN, Jayasuriya N, Bhuiyan M. Trend analysis of drought using standard precipitation index (SPI) in Victoria, Australia. *34th Hydrology & Water Resources Symposium 2012*, pp.441-448.
- [26] Esit, M. Investigation of innovative trend approaches (ITA with significance test and IPTA) comparing to the classical trend method of monthly and annual hydrometeorological variables: a case study of Ankara region, Turkey. *Journal of Water and Climate Change*, 2023; 14(1): 305-329. <https://doi.org/10.2166/wcc.2022.356>.
- [27] Yue S, Pilon P, Cavadias G. Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 2002; 259, 254-271.
- [28] Yenigün K, Gümüş V, Bulut H. Trends in streamflow of the Euphrates basin, Turkey. In: *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Water Management 2008*; 189-198.

- [29] Hurrell JW. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation, *Science*, 1995; 269, 676-679.
- [30] Barnston AG, Livezey RE. Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, 1987; 115, 1083-1126.
- [31] Chen WY, van den Dool H. Sensitivity of Teleconnection Patterns to the Sign of Their Primary Action Center, *Mon. Wea. Rev.*, 2003; 131, 2885-2899.
- [32] van den Dool, HM, Saha S, Johansson Å. Empirical Orthogonal Teleconnections. *J. Climate*, 2000; 13, 1421-1435.
- [33] Osborn TJ. Winter 2009/2010 temperatures and a record-breaking North Atlantic Oscillation index. *Weather* 2011; 66, 19-21.
- [34] Higgins RW, Leetmaa A, Xue Y, Barnston A. Dominant factors influencing the seasonal predictability of U.S. precipitation and surface air temperature. *J. Climate*, 2000, 13, 3994-4017.
- [35] Higgins RW, Leetmaa A, Kousky VE. Relationships between climate variability and winter temperature extremes in the United States. *J. Climate*, 2002; 15, 1555-1572.
- [36] Zhou S, Miller AJ, Wang J, Angell JK. Trends of NAO and AO and their associations with stratospheric processes. *Geophys. Res. Lett.*, 2001; 28, 4107-4110.
- [37] Çiçek İ, Türkoğlu N, ÇalıŐkan A. Akdeniz Salınımı'nın (AS) Türkiye'de Sıcaklık Üzerine Etkisi. TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu 2008; 349-356.
- [38] Sezen C, Partal T. Wavelet combined innovative trend analysis for precipitation data in the Euphrates-Tigris basin, Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 2020; 65(11): 1909-1927.
- [39] Palutikof JP, Conte M, Casimiro Mendes J, Goodess CM, Espirito Santo, F. Climate and climate change. In: Brandt, C.J., Thornes, J.B., (eds) *Mediterranean desertification and land use*. 1996. John Wiley and Sons, London.
- [40] Conte M, Giuffrida A, Tedesco S. The Mediterranean Oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy. 1989. Publications of the Academy of Finland, Helsinki.
- [41] Bayazıt M, Yeğen Oğuz EB. Mühendisler İçin İstatistik, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2005. 197.
- [42] Kebapçıoğlu, E, Partal, T. Küresel Atmosferik Salınımının Büyük Menderes ve Gediz Akarsularının Akımları Üzerindeki Etkisi. *Doğal Afetler Ve evre Dergisi*, 2022; 8(1): 1-13.
- [43] Şimşek O, Gümüş V, Soydan NG, Yenigün K, KavŐut ME, Topçu E. Hatay ilinde bazı meteorolojik verilerin gidiŐ analizi. *SDU International Journal of Technological Sciences*, 2013; 5(2): 132-144.
- [44] Soylu Pekpostalci D, Tur R, Danandeh Mehr A. Spatiotemporal Variations in Meteorological Drought Across the Mediterranean Region of Turkey. *Pure Appl. Geophys.* 2023, 180: 3089–3104.
- [45] Keskiner A.D., Simsek, O. Evaluation of the sensitivity of meteorological drought in the Mediterranean region to different data record lengths. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2024;196 (7): 1-29.