



HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK DERGİSİ

HARRAN UNIVERSITY JOURNAL of ENGINEERING

e-ISSN: 2528-8733 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/humder>

Aydeniz Yöntemiyle Şanlıurfa İlinin Meteorolojik Kuraklık Riski Altındaki Alanlarının Belirlenmesi

Identifying the Areas at Risk of Meteorological Drought by Aydeniz Method in Sanliurfa

Yazar(lar) (Author(s)): Ali Demir KESKİNER¹

¹ ORCID ID: 0000-0002-7930-9363

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Keskiner A.D., “Aydeniz Yöntemiyle Şanlıurfa İlinin Meteorolojik Kuraklık Riski Altındaki Alanlarının Belirlenmesi”, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 7(3): 139-151, (2022).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.org.tr/humder/archive>



Aydeniz Yöntemiyle Şanlıurfa İlinin Meteorolojik Kuraklık Riski Altındaki Alanlarının Belirlenmesi

Ali Demir KESKİNER^{1,*}

¹Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Haliliye/Şanlıurfa

Öz

Kuraklığın şiddeti, sıklığı ve alansal boyutu hakkında geliştirilen kuraklık indeksleri yardımıyla kuraklıkla ilgili önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Yüz ölçümü olarak 19.242 km² olan Şanlıurfa ilinde yürütülen bu çalışmada; *Aydeniz Yıllık Nemlilik Katsayısı* ($N_{(ks)yıllık}$) yardımıyla Şanlıurfa ilinin meteorolojik kuraklık riski altındaki alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Şanlıurfa il sınırları içerisinde ve dışarıysından 11 adet meteoroloji gözlem istasyonundan uzun yıllar aylık olarak temin edilen; toplam güneşlenme süresi (saat), ortalama nispi nem (%), ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) serileri indis değerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Her istasyon için *Aydeniz* $N_{(ks)yıllık}$ değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllara sahip olan istasyonlar ile seri uzunluğu tam olan istasyonlar arasında %5 önem düzeyinde korelasyon ve regresyon analizleri uygulanarak eksik yıllar tamamlanmıştır. Her istasyon için elde edilen $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin ortalamaları kullanılarak *Ters Uzaklık Yöntemi* ile 100x100 m çözünürlükte Şanlıurfa iline ait "*Aydeniz* $N_{(ks)yıllık}$ İklim Sınıfı" haritası üretilmiştir. Elde edilen bulgulara göre Şanlıurfa ilinin sırasıyla kuzeyden güneye "*Kurak*", "*Çok Kurak*" ve "*Çöl*" iklim sınıfları ile temsil edildiği ve tüm ilin farklı şiddetlerde meteorolojik kuraklık riski altında olduğu sonucuna varılmıştır. Tüm bu bilgiler dikkate alındığında, Suriye sınırından kuzeye doğru Ceylanpınar, Akçakale, Harran, Viranşehir, Suruç ve Şanlıurfa il merkezini kapsayan bölge, kuraklıktan öncelikli etkilenecek alanlar olarak belirlenmiştir.

Makale Bilgisi

Başvuru: 11/08/2022

Yayın: 30/12/2022

Anahtar Kelimeler

Aydeniz Yöntemi
Şanlıurfa
Meteorolojik Kuraklık
İklim Sınıflandırması

Keywords

Aydeniz Method
Sanliurfa
Meteorological Drought
Climate Classification

Identifying the Areas at Risk of Meteorological Drought by Aydeniz Method in Sanliurfa

Abstract

Important information on the severity, frequency and the spatial extents of drought can be obtained with the help of the developed drought indicators. This research carried out in the province of Sanliurfa which covers a total of 19 242 km² surface area, it is aimed to determine the areas at risk of meteorological drought by using "*Aydeniz Annual Humidity Coefficient* ($N_{(hc)annual}$)". To this end, the long-term monthly data; precipitation (mm), average relative humidity (%), average annual temperature (°C) and total sunshine duration (hour) were obtained from 11 meteorological observation stations within and outside the provincial borders of Sanliurfa and used to calculate the indices value. $N_{(hc)annual}$ values were calculated for each station. The missing years were completed by applying correlation and regression analysis at 5% significance level between stations with missing years in $N_{(hc)annual}$ values and stations with no missing years. Mean values of the Aydeniz $N_{(hc)annual}$ series for each meteorological station were utilized to produce "*Aydeniz* $N_{(hc)annual}$ Climate Classification" map by the Inverse Distance Weighted Interpolation technique with a spatial resolution of 100 x 100 m. According to the findings, it was concluded that Sanliurfa province is represented by climate classes of "*Dry*", "*Very dry*" and "*Desert*" from north to south, respectively and the whole province is at risk of the meteorological drought of different severity levels. Considering all this information, the region covering Ceylanpınar, Akcakale, Harran, Viranşehir, Suruc and Sanliurfa city center from the Syrian border to the north was determined as the areas most affected by the drought.

*İletişim yazarı, e-mail: adkeskiner@harran.edu.tr,

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Isı bir enerjidir ve herhangi bir sistemin ısısı artırıldığında sistemde değişimin olması muhtemeldir. Atmosfer, litosfer, biyosfer, hidrosfer ve kriyosferden oluşan küresel iklim sistemi içerisinde sera gazı emisyonunun artması, yeryüzünden geri yansıyan uzun dalga boylu ışınların yerkürenin ısı dengesini bozarak daha fazla ısınmasına neden olmaktadır [1, 2]. Sera etkisi olarak tanımlanan bu durum, küresel ısınmanın en önemli etkenlerinden biri olarak sayılır ve iklim değişiminin nedenleri arasında gösterilir [3, 4]. Bir bölge üzerinde uzun yıllar devam eden ortalama hava koşulları olarak tanımlanan iklim, son yıllarda büyük değişiklikler göstererek kıtalarda, okyanuslarda, doğal ve beşeri sistemler üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır [5, 6]. Atmosferin ve okyanusların ısınması, deniz seviyesinin yükselmesi, buzullar ve buz tabakalarının küçülmesi gibi olaylar iklim değişiminin olumsuz etkilerine örnek verilebilir [7]. Üstelik, ortalama küresel sıcaklıklardaki artışların 2100 yılına kadar 3°C ile 5°C aralığında olması beklenmektedir [8].

Türkiye, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine duyarlı Akdeniz Havzasında yer almasının yanı sıra; iklim değişimi, kuraklık vb. konuları kapsayan tüm çalışmalar Türkiye'nin yağış ve su miktarında azalma, su kalitesinde bozulma, yıllık sıcaklık ortalamalarında yükselmeler, sel ve kuraklık gibi doğal afetlerin sıklığı ve büyüklüğünde artışları işaret etmektedir. Gelecekte, Türkiye'nin iklim değişikliği kaynaklı önemli sorunlar ile karşı karşıya olması söz konusudur [9-14]. Su kıtlığı olarak ifade edilen kuraklığın son yıllarda frekansını artırmasının yanısıra küresel iklim değişiminin bir sonucu olarak Türkiye'de kuraklığa meyilli alanların genişlediği de yapılan araştırmalarda ortaya konmaktadır [15-17]. İklim değişikliği projeksiyonlarına göre 2016-2099 döneminde Türkiye'nin tüm nehir havzalarında yağışların önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir. Üstelik, Güneydoğu Anadolu'daki Fırat ve Dicle havzalarının iklim değişikliğinden en çok etkileneceği vurgulanmaktadır [18]. Ayrıca, Türkiye'nin sosyo ekonomik kalkınma amaçlı önemli yatırımlarından biri olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bu bölgede planlanmıştır. GAP sulama alanlarının yaklaşık % 50'si ise Şanlıurfa ili sınırlarındadır [19]. Bu bağlamda, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde gelecekte uzun kurak dönemler beklenmekte ve kuraklığın bölgede yoğun şekilde yapılmakta olan tarımsal faaliyetleri ve diğer sektörleri etkilemesi öngörülmektedir [20, 21]. Sorunların kapsamı ve şiddeti konumsal-zamansal özelliklerdedir. Bu nedenle; GAP bölgesindeki iklim değişikliğinin izlenmesi için iklim sınıflarının konumsal-zamansal eğilimlerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bir bölgenin iklim sınıfını belirlemek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Ancak, her yöntemin farklı iklim koşullarında kullanmak için kendi sınırlamaları, güçlü ve zayıf yönleri vardır. Bu yöntemlerden, Eriç Kuraklık İndeksi (EKİ), Normalin Yüzdesi İndeksi (NYİ), Standart Yağış İndeksi (SYİ), Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PKŞİ), Thornthwaite (TW), De Martonne (DM), Aydeniz vb. yöntemler Türkiye'de bölgesel iklim sınıflandırması ve kuraklık çalışmalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir [21-24]. Bir çok yöntemden farklı olarak Aydeniz yöntemi ile iklim sınıflandırması ve kuraklık analizi yapılırken 4 farklı iklim elemanı kullanılarak indeks değerleri hesaplanmaktadır [2]. Aydeniz yönteminin bu özelliğinin; aynı bölgede yapılacak araştırmalarda Aydeniz yöntemiyle elde edilecek bulguların daha az parametre kullanan farklı karakterdeki EKİ, NYİ, SYİ, DM vb. yöntemlerden elde edilecek sonuçlar ile kıyaslandığında gerçeğe yakın bulguların elde edilmesi adına önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kuraklığın zamanının, süresinin, şiddetinin ve etki alanının belirsiz olmasına karşın kuraklığın büyüklüğü [24], şiddeti, sıklığı ve alansal boyutu hakkında önemli bilgiler geliştirilen kuraklık indeksleri yardımıyla elde edilebilmektedir [25, 26]. Dolayısıyla, iklimdeki bölgesel değişiklikler hakkında makul çıkarımlarda bulunabilmek için iklim sınıflarının mekansal-zamansal eğilimlerinin belirlenmesi [24] oldukça önemli bir konudur. Şanlıurfa ilini kapsayan bu çalışmada; *Aydeniz Yıllık Nemlilik Katsayısı* ($N_{(ks)yıllık}$) kullanılarak Şanlıurfa ilinin meteorolojik kuraklık riski altındaki alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

2.1. MATERYAL (MATERIALS)

Bu çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) uzun yıllar aylık olarak temin edilen; toplam güneşlenme süresi (saat), ortalama nispi nem (%), ortalama sıcaklık (°C) ve toplam yağış (mm) serileri kullanılmıştır. Bu veriler Şanlıurfa il sınırları içerisinde; Şanlıurfa Merkez (1955-2020), Siverek (1966-2011), Bozova (2000-2020), Birecik (1966-2011), Akçakale (1996-2011) ve Ceylanpınarı (2005-2017)

meteoroloji gözlem istasyonlarından temin edilmiştir. İl sınırları dışından ise; Adıyaman (1965-2020), Diyarbakır (1970-2020), Ergani (1985-2020), Gaziantep (1959-2020) ve Mardin (1955-2020) meteoroloji gözlem istasyonlarından sağlanan veriler kullanılmıştır (Şekil 1). Elde edilen verilerde; Aydeniz nemlilik (N_{ks}) katsayısı değerlerinin hesaplanmasında kullanılan güneşlenme sürelerinin istasyon bazında diğer iklim elemanlarıyla eş zamanlı gözlemlerinin olmadığı belirlenmiştir. Bu durum hesaplamalarda *Aydeniz Yıllık Nemlilik Katsayısı* ($N_{(ks)yıllık}$) serilerinin uzunluğunun kısalması yönünde doğrudan etkide bulunmuştur. Yüz ölçümü 19.242 km² olan Şanlıurfa ilinde [27] yürütülen bu çalışmada kullanılan istasyonların koordinatları; UTM projeksiyonu 6 derece dilim genişliği, Datum=WGS84, ZON=36 ve dilim orta boylamı (DOM)=33 referans yüzeyine göre hesaplanmıştır.



Şekil 1. Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait araştırma kapsamında kullanılan gözlem istasyonlarının Türkiye'deki konumu.

2.2. YÖNTEM (METHODS)

2.2.1. KORELASYON ANALİZİ (CORRELATION ANALYSIS)

Korelasyon analizi ile iki sayısal değişken arasındaki ilişkinin yönü ve derecesi deterministik olarak saptanabilir. Kesici ve Kocabaş [28], Ryan ve Cryer [29] tarafından korelasyon katsayısına ilişkin matematiksel eşitlikler ve tanımlamalar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Çalışma kapsamında her istasyon için yıllık olarak hesaplanan Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerlerinin hesaplanamayan eksik yıllarının tamamlanmasında kullanılacak yüksek ilişkiye sahip istasyonlar $\alpha= 0.05$ önem düzeyinde Pearson korelasyon katsayıları yardımıyla belirlenmiştir.

2.2.2. REGRESYON ANALİZİ (REGRESSION ANALYSIS)

İki değişken arasındaki ilişkinin matematiksel olarak modellenmesi regresyon analizi yardımıyla elde edilebilir. Bu çalışmada; doğrusal regresyon modeli ile eksik veriler tamamlanmıştır. İstasyonlar arasında en büyük belirtme katsayısına (R^2) ve en küçük standart sapmaya sahip model seçilerek $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllara ait değerler hesaplanmıştır. Yüksek korelasyona sahip istasyonlar arasında Eşitlik 1'de verilen doğrusal regresyon modeli kurulabilir [29] ve model parametreleri $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde belirlenebilir.

$$Y = b_0 + b_1X + e \quad (1)$$

Burada: b_i , regresyon katsayılarını; e , hata terimini; Y , serisi uzatılacak istasyonun eksik verisi olan yıla ait hesaplanacak Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerini diğer bir ifadeyle bağımlı değişkeni ve X , bağımsız değişkeni ifade etmekte olup eksik gözlemi olan istasyon ile yüksek ilişkiye sahip eksik gözlemi olmayan istasyonun Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerini göstermektedir.

2.2.3. AYDENİZ YÖNTEMİ (AYDENİZ METHOD)

Aydeniz [30] geliştirdiği nemlilik (N_{ks}) ve kuraklık (K_{ks}) katsayısı yardımı ile aylık mevsimlik ve yıllık kuraklık analizi ve iklim sınıflandırması yapmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Aydeniz yöntemi nemlilik (N_{ks}) ve kuraklık (K_{ks}) katsayısına bağlı iklim sınıflandırması [30, 31].

N_{ks}	İklim Sınıfı	K_{ks}
<0.40	Çöl	>2.50
0.40-0.67	Çok Kurak	1.50-2.50
0.67-1.00	Kurak	1.00-1.50
1.00-1.33	Yarı Kurak	0.75-1.00
1.33-2.00	Yarı Nemli	0.50-0.75
2.00-4.00	Nemli	0.25-0.50
>4.00	Çok Nemli	<0.25

Birçok kuraklık analiz yöntemi yağış ve sıcaklık parametrelerini kullanırken Aydeniz yöntemi bu iki parametre ile birlikte nispi nem ve güneşlenme sürelerini de dikkate almıştır [32]. Aydeniz yöntemi ile yıllık meteorolojik kuraklık analizi yapabilmek için Eşitlik 2 ile ifade edilen her ay için aylık nemlilik katsayısı ($N_{(ks)aylık}$) değerleri hesaplanmalıdır [30-32].

$$N_{(ks)aylık} = \frac{Y N 12}{S G_s + 15} \quad (2)$$

Burada Eşitlik 2’de kullanılan her iklim elemanı aylık değerleri temsil etmekte üzere: $N_{(ks)aylık}$, nemlilik katsayısı; Y , toplam yağış (cm); N , ortalama nispi nem (%); S , ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$); G_s , gerçek aylık toplam güneşlenme süresinin her enlem derecesine göre değişen aylık toplam teorik güneşlenme süresine oranı (%) ve +15, sıcaklığa bağlı negatif değerleri pozitif değerlere dönüştürmek için kullanılan katsayısı ifade etmektedir.

Aydeniz yönteminde yıl süresince her gün için hesaplanan günlük teorik güneşlenme süresi hesap algoritması Eşitlik 3, 4 ve 5 yardımıyla uygulanabilir. İlk adım olarak; güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı sapma açısı olarak ifade edilen deklinasyon açısı (δ) Eşitlik 3 ile elde edilebilir.

$$\delta = -23.45 \cos[0.986 (n + 10.5)] \quad (3)$$

Burada: δ , deklinasyon açısı ve n , 1 Ocak’tan başlayan gün sayısıdır. Örneğin 16 Şubat için hesaplanacak deklinasyon açısı n değeri; 31(Ocak ayı gün sayısı)+16=47’dir. Derece cinsinden hesaplanan deklinasyon açısı ise;-12.90°’dir. Deklinasyon açıları geliştirilen cetveller yardımıyla da bulunabilmektedir [33].

İkinci adım olarak; günlük teorik güneşlenme süresinin hesaplanmasında güneş batış saat açısı [34] Eşitlik 4 ile elde edilebilir [35]. Enlemi 37.16° olan Şanlıurfa meteoroloji gözlem istasyonunun 16 Şubat için güneş batış saat açısı (h) Eşitlik 4 yardımıyla 80° olarak hesaplanır.

$$h = \arccos[-\tan(\delta)\tan(\alpha)] \quad (4)$$

Burada: h , güneş batış saat açısı (derece); α , teorik güneşlenme süresi (teorik gün uzunluğu) hesaplanacak noktanın enlemi (derece) ve δ , deklinasyon açısını (derece) ifade etmektedir. Güneş batış saat açısı; $|\cos(h)| \leq 1$ ve 15°’lik saat açısının 1 saat’e eşit olması nedeniyle teorik gün uzunluğu

Eşitlik 5 ile elde edilebilir [36]. Eşitlik 5 yardımıyla Şanlıurfa için 16 Şubat teorik gün uzunluğu ise 10.67 saat olarak hesaplanır.

$$tg = \frac{2h}{15} \quad (5)$$

Burada: tg , teorik gün uzunluğu (saat) ve h , güneş batış saat açısını (derece) ifade etmektedir. Yıllık nemlilik ve kuraklık katsayısı ise Eşitlik 6 ve 7 ile hesaplanabilmektedir.

$$N_{(ks)yıllık} = \frac{Y N N_p}{S G_s + 15} \quad (6)$$

$$K_{(ks)yıllık} = \frac{1}{N_{(ks)yıllık}} \quad (7)$$

Burada Eşitlik 6'da kullanılan her iklim elemanı yıllık değerleri temsil etmekte üzere: $N_{(ks)yıllık}$, nemlilik katsayısı; Y , toplam yağış (cm); N , ortalama nispi nem (%); S , ortalama sıcaklık (°C); G_s , gerçek yıllık toplam güneşlenme süresinin her enlem derecesine göre değişen yıllık toplam teorik güneşlenme süresine (4380.3 saat) oranı (%); $K_{(ks)yıllık}$, yıllık kuraklık katsayısı ve N_p , nemli periyot yüzdesini (%) ifade eder. Her gözlem yılı için Eşitlik 2 yardımıyla gözlem yılına ait her ay için hesaplanan nemlilik katsayısı ($N_{(ks)aylık}$) değerleri kullanılarak nemli periyot yüzdesi (N_p) değerleri Eşitlik 8 ile elde edilebilir.

$$N_p = \frac{(12 - K_p)}{12} 100 \quad (8)$$

Burada: N_p , nemli periyot yüzdesi (%) ve K_p , gözlem yılına ait her ay için Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanan $N_{(ks)aylık}$ değerlerinin % 40'dan küçük olan kurak ayların toplam sayısını (adet) ifade etmektedir.

2.2.4. TERS UZAKLIK ENTERPOLASYON TEKNİĞİ (INVERSE DISTANCE WEIGHTED INTERPOLATION TECHNIQUE)

Ters uzaklık enterpolasyon tekniği (IDW), bir alan üzerinde ölçülmüş noktasal dağılım gösteren gözlemler ile o alan üzerinde gözlemi olmayan bir noktanın tahmininde noktalar arasındaki uzaklıkları referans olarak kestirim yapan deterministik bir enterpolasyon tekniğidir. Bu yöntemin esası yakın olan nesnelere uzak olan nesnelere göre daha fazla ilişkili olduğu varsayımdır. Dolayısıyla, bu yöntemde tahmin edilecek noktaya yakın olan noktaların kestirimdeki etkisi diğer bir ifadeyle ağırlığı artırılmıştır [37, 38]. Eşitlik 9 ile verilen denklem takımıyla tahmin edilecek noktaya ait kestirilen değer hesaplanabilir.

$$\left. \begin{aligned} d_{i0} &= \sqrt{(x_0 - x_i)^2 + (y_0 - y_i)^2} \\ w_i &= \frac{d_{i0}^{-p}}{\sum_{i=1}^n d_{i0}^{-p}}, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1, \quad \hat{e} = \sum_{i=1}^n w_i a_i \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Burada: a_i , tahminde kullanılan istasyona ait hesaplanan $N_{(ks)yıllık}$ değeri; \hat{e} , tahmin edilen noktadaki kestirilen $N_{(ks)yıllık}$ değeri; n , tahminde kullanılan gözlem sayısı (araştırma kapsamında her grid merkezi için tahmin edilen $N_{(ks)yıllık}$ (\hat{e}) değeri toplam 11 istasyondan her gride en yakın 6 istasyon verisi (a_i) kullanılarak hesaplanmıştır; d_{i0} , gözlenen (istasyona ait hesaplanan $N_{(ks)yıllık}$) ve tahmin edilen nokta arasındaki Öklid mesafesini (m); $[(x_0, y_0); (x_i, y_i)]$, sırasıyla tahmin edilen (\hat{e}) ve gözlenen noktaların (a_i) UTM koordinatlarını (m); w_i , gözlem değerine (a_i) atanan ağırlık değerini; p , uzaklığın artmasına bağlı olarak tahminde ağırlıkların azalmasını sağlayan üs değerini ifade etmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

3.1. EKSİK VERİLERİN TAMAMLANMASI (COMPLETING MISSING DATA)

Şanlıurfa il sınırları içerisinde ve dışından toplam 11 meteoroloji gözlem istasyonundan aylık olarak temin edilen; G_s (saat), S ($^{\circ}C$), N (%) ve Y (mm) serileri kullanılarak Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerleri hesaplanmıştır. G_s verilerinin eksik gözlemi olan istasyonlarda hesaplanmayan eksik yıllara ait $N_{(ks)yıllık}$ değerleri korelasyon ve regresyon analizi yardımıyla tamamlanmıştır. İstasyonların Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yılların tamamlanmasında öncelikli olarak verisi tamamlanacak istasyona ile eksiksiz seriye sahip en yakın istasyonlar belirlenmiştir. Bu istasyonlar arasında yapılan korelasyon analizi sonucu; serisi eksik olan istasyonla en yüksek ilişkiye sahip serisi tam olan istasyon tespit edilmiştir (Tablo 2). Ceylanpınarı istasyonunun civar istasyonlarla anlamlı düzeyde ($r>0.5$) korelasyona sahip olmaması nedeniyle Ceylanpınarı gözlem istasyonunun 2018-2020 yılları arasında Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerleri hesaplanamamıştır. Bu nedenle, hesaplamalarda 2005-2017 yılları için elde edilen 13 yıllık $N_{(ks)yıllık}$ serileri değerlendirilmiştir.

Tablo 2. Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yılları olan istasyonlarla eksiksiz seriye sahip istasyonlar arasındaki korelasyon.

Eksiksiz Seriye Sahip İstasyonlar	Şanlıurfa			Mardin	
	Birecik	Siverek	Akçakale	Ergani	Diyarbakır
Serilerinde Eksik Yılları Olan İstasyonlar					
Pearson Korelasyon Katsayısı (r)	0.90	0.88	0.92	0.65	0.75

Tablo 2’de görüldüğü üzere; Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllara sahip Birecik, Siverek Akçakale istasyonları Şanlıurfa istasyonu ile, Ergani ve Diyarbakır istasyonlarının ise Mardin istasyonu ile anlamlı ($r>0.5$) korelasyona sahip olduğu bulunmuştur. $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllara sahip istasyonların eksik yıllarının tamamlanması için oluşturulacak doğrusal regresyon modeli bağımlı ve bağımsız değişkenleri ise Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yılların tamamlanmasında kullanılacak doğrusal regresyon modeli bağımlı ve bağımsız değişkenleri.

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişken	Bağımlı Değişken			
		Gözlem Süresi	Gözlem Periyodu	Tamamlanan Eksik Yıllar	Tamamlanan Süre
(Y)	(X)	(Yıl)	(Başlangıç-Bitiş Yılları)	(Başlangıç-Bitiş Yılları)	(Yıl)
Birecik	Şanlıurfa	46	1966-2011	2012-2020	9
Siverek	Şanlıurfa	44	1966-1982 1985-2011	1983-1984 2012-2020	11
Akçakale	Şanlıurfa	16	1996-2011	2012-2020	9
Ergani	Mardin	34	1985-2015 2018-2020	2016-2017	2
Diyarbakır	Mardin	48	1970-2008 2012-2020	2009-2011	3

Tablo 4’te ise $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yılları olan istasyonlar ile eksiksiz seriye sahip yüksek korelasyonlu istasyonlar arasında oluşturulan model denklemleri verilmiştir. Bu denklemler yardımıyla Birecik, Siverek Akçakale, Ergani ve Diyarbakır istasyonlarının uzun yıllar $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllara ait değerler hesaplanmıştır.

Tablo 4. Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin tamamlanmasında kullanılan doğrusal regresyon modelleri.

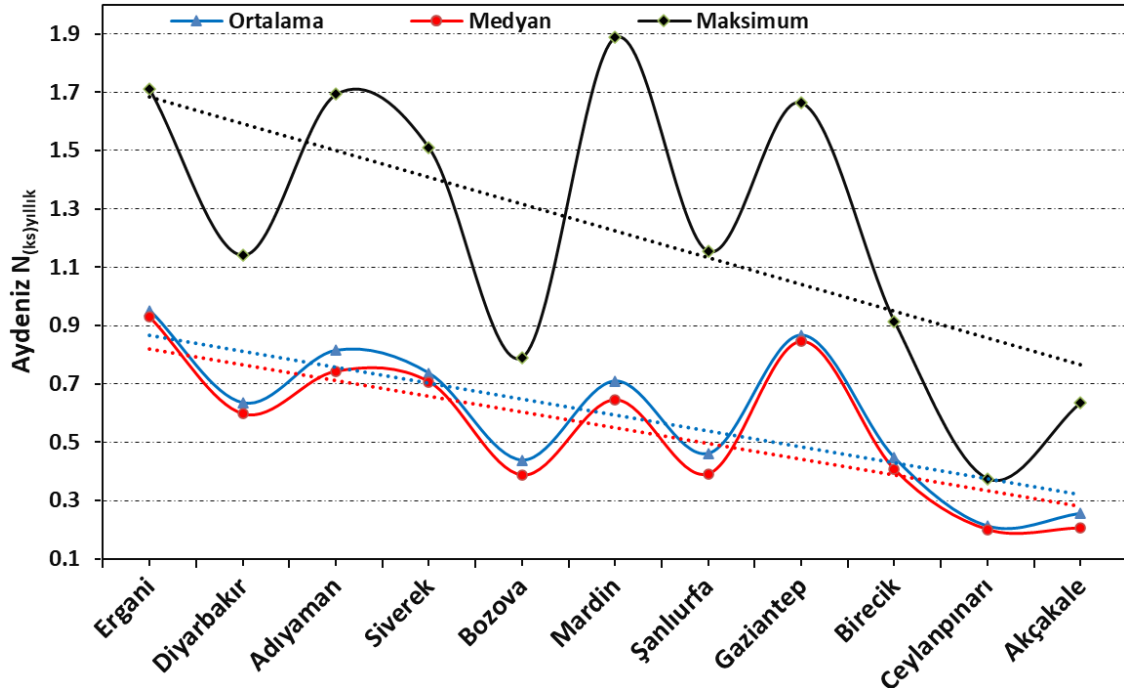
Uzun Yıllar $N_{(ks)yıllık}$ Serilerinde Eksik Yılları Olan İstasyonlar (Bağımlı Değişken)	Model Denklemi	Model Determinasyon Katsayısı	Model Standart Sapması
(Y)	$b_1X + b_0$	(%R ²)	(STD)
Birecik	0.6795 <i>Şanlıurfa</i> + 0.1212	80.1	0.084
Siverek	1.0910 <i>Şanlıurfa</i> + 0.2142	77.6	0.149
Akçakale	0.5879 <i>Şanlıurfa</i> – 0.0196	83.7	0.060
Ergani	0.7329 <i>Mardin</i> + 0.4659	42.3	0.256
Diyarbakır	0.5788 <i>Mardin</i> + 0.2729	55.6	0.154

3.2. TANIMLAYICI İSTATİSTİKLER (DESCRIPTIVE STATISTICS)

Birecik, Siverek, Akçakale, Ergani ve Diyarbakır meteoroloji istasyonlarının $N_{(ks)yıllık}$ serilerinde eksik yıllar tamamlandıktan sonra çalışma kapsamındaki tüm istasyonların ortalama (M), medyan (Med), standart sapma (STD), çarpıklık katsayısı (ÇK), basıklık katsayısı (BK), minimum (Min) ve maksimum (Mak) tanımlayıcı istatistikleri belirlenmiştir (Tablo 5). Enlemlerine göre kuzeyden güneye doğru sıralanan bu istasyonlarda iklim değişimine neden olan etmenlerden bir olarak kabul edilen enlem etkisi kendini göstermektedir. İstasyonlara ait Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin M, Med ve Mak istatistiklerinde kuzeyden güneye doğru kuraklık şiddetinin arttığı daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmıştır. Şekil 2’de $N_{(ks)yıllık}$ değerlerindeki bu azalış eğilimi istasyonların üç istatistik ile oluşturduğu dağılımlara çizilen doğrusal regresyon modeli ile grafiksel olarak ifade edilmiştir. Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin STD istatistiği incelendiğinde ise Bozova (STD =0.18), Birecik (STD=0.19) ve en güneyde bulunan Ceylanpınarı (STD=0.10) ile Akçakale (STD=0.15) istasyonları en küçük STD değerleriyle temsil edilmiştir. Bu istasyonların $N_{(ks)yıllık}$ verilerinin diğer istasyonlara göre farklılığı az, daha homojen veri dağılımına sahip olduğu görülmektedir. Önümüzdeki yıllarda bu istasyonlarda beklenen $N_{(ks)yıllık}$ değerlerinin ise ortalama etrafında yığılacağı öngörülmektedir. Ayrıca bu durum $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin Mak ve Min değerleri arasındaki farkın diğer istasyonlara göre daha küçük olmasından da anlaşılabilir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakıldığında ise tüm istasyonlarda bu katsayıların ± 1.5 sınırları içerisinde olması nedeniyle serilerin normal dağılımla temsil edildiği kabul edilmiştir. Farklı kaynaklarda bu katsayıların ± 1 veya ± 2 aralıklarında bulunması durumunda da verilerin normal dağılımla temsil edilebileceği kabul edilmektedir [39-41].

Tablo 5. Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonlarının uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin tanımlayıcı istatistikleri.

İstasyonlar	M	Med	STD	ÇK	BK	Min	Mak
Ergani	0.95	0.93	0.34	0.34	-0.21	0.36	1.71
Diyarbakır	0.64	0.60	0.24	0.06	-0.56	0.10	1.14
Adıyaman	0.82	0.74	0.34	0.64	-0.37	0.24	1.69
Siverek	0.74	0.71	0.30	0.29	-0.36	0.22	1.51
Bozova	0.44	0.39	0.18	0.36	-1.01	0.16	0.79
Mardin	0.71	0.65	0.37	0.99	0.76	0.19	1.89
Şanlıurfa	0.46	0.39	0.24	1.05	0.81	0.08	1.15
Gaziantep	0.87	0.85	0.33	0.41	-0.69	0.35	1.66
Birecik	0.45	0.41	0.19	0.71	0.00	0.17	0.91
Ceylanpınarı	0.21	0.20	0.10	-0.04	-1.16	0.04	0.37
Akçakale	0.26	0.21	0.15	0.91	0.41	0.03	0.64



Şekil 2. Meteoroloji istasyonlarının uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin ortalama (M), medyan (Med) ve maksimum (Mak) istatistiklerinin doğrusal regresyon modeli ile temsil edilen eğilimleri.

3.3. METEOROLOJİK KURAKLIK RİSKİ ALTINDAKİ ALANLARIN BELİRLENMESİ (IDENTIFYING OF THE AREAS AT RISK OF METEOROLOGICAL DROUGHT)

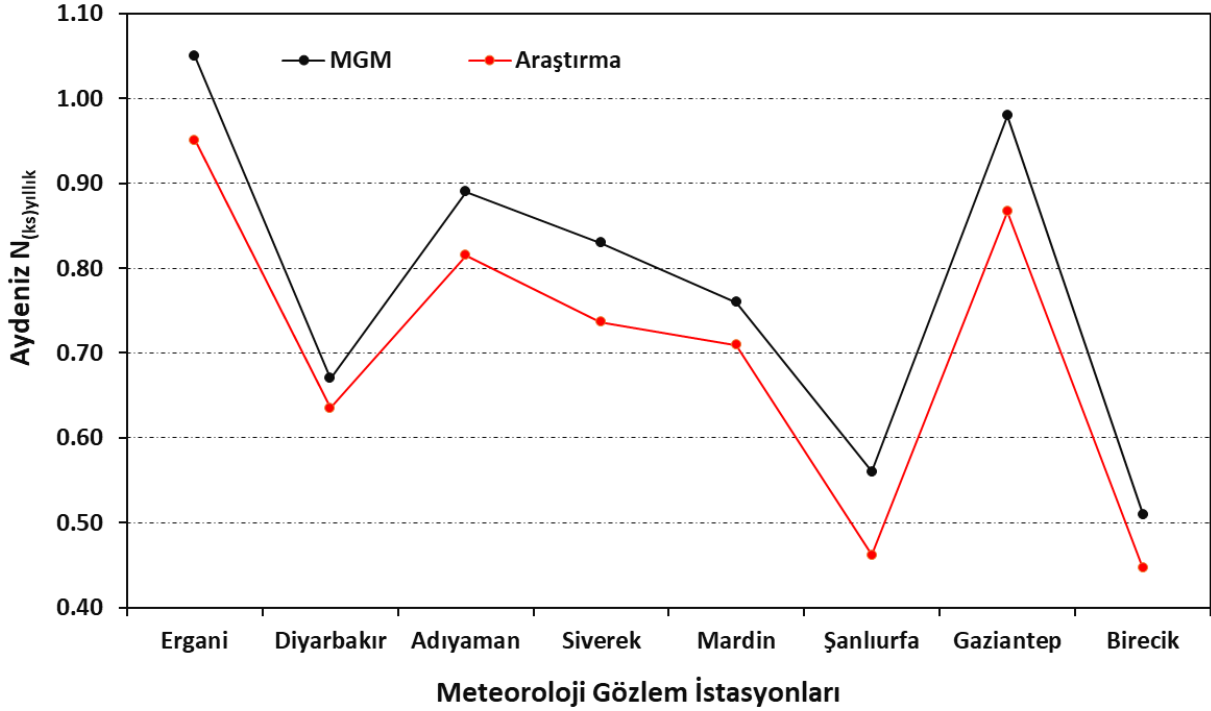
Aydeniz yöntemi ile ülke bazında en kapsamlı iklim sınıflandırması çalışması Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından yapılmıştır. Yapılan çalışmada, Aydeniz iklim sınıflandırması için 171 meteoroloji istasyonunun aylık olarak temin edilen G_s (saat), S ($^{\circ}C$), N (%) ve Y (mm) verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, 1981-2010 dönemine ait 30 yıllık Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serileri elde edilmiş ve bu serilerin ortalamaları alınarak istasyonu temsil eden değerler hesaplanmıştır [2]. Şanlıurfa ilinde yürütülen bu araştırmada ise 11 adet meteoroloji gözlem istasyonundan elde edilen farklı uzunlukta seriye sahip her istasyon için Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ değerleri hesaplanmıştır. Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin ortalamaları esas alınarak istasyonları temsil eden $N_{(ks)yıllık}$ değerleri bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar ile MGM tarafından aynı istasyonlar için hesaplanan $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin ortalama değerleri Tablo 6'da karşılaştırılmıştır.

Tablo 6. Yapılan araştırma ve MGM tarafından elde edilen uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ serilerinin ortalamaları.

İstasyonlar	Gözlem Periyodu\Süre (Yıl)		Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ (Ortalama)		İklim Sınıfı	
	MGM	Araştırma	MGM	Araştırma	MGM	Araştırma
Ergani	1981-2010\30	1985-2020\36	1.05	0.95	Yarı Kurak	Kurak
Diyarbakır	1981-2010\30	1970-2020\51	0.67	0.64	Kurak	Kurak
Adıyaman	1981-2010\30	1965-2020\56	0.89	0.82	Kurak	Kurak
Siverek	1981-2010\30	1966-2020\55	0.83	0.74	Kurak	Kurak
Bozova	NA*	2000-2020\21	N/A	0.44	N/A	Çok Kurak
Mardin	1981-2010\30	1955-2020\66	0.76	0.71	Kurak	Kurak
Şanlıurfa	1981-2010\30	1955-2020\66	0.56	0.46	Çok Kurak	Çok Kurak
Gaziantep	1981-2010\30	1959-2020\62	0.98	0.87	Kurak	Kurak
Birecik	1981-2010\30	1966-2020\55	0.51	0.45	Çok Kurak	Çok Kurak
Ceylanpınarı	N/A	2005-2017\13	N/A	0.21	N/A	Çöl
Akçakale	N/A	1996-2020\25	N/A	0.26	N/A	Çöl

*MGM tarafından yapılan çalışmada araştırma kapsamına alınmayan istasyonlar

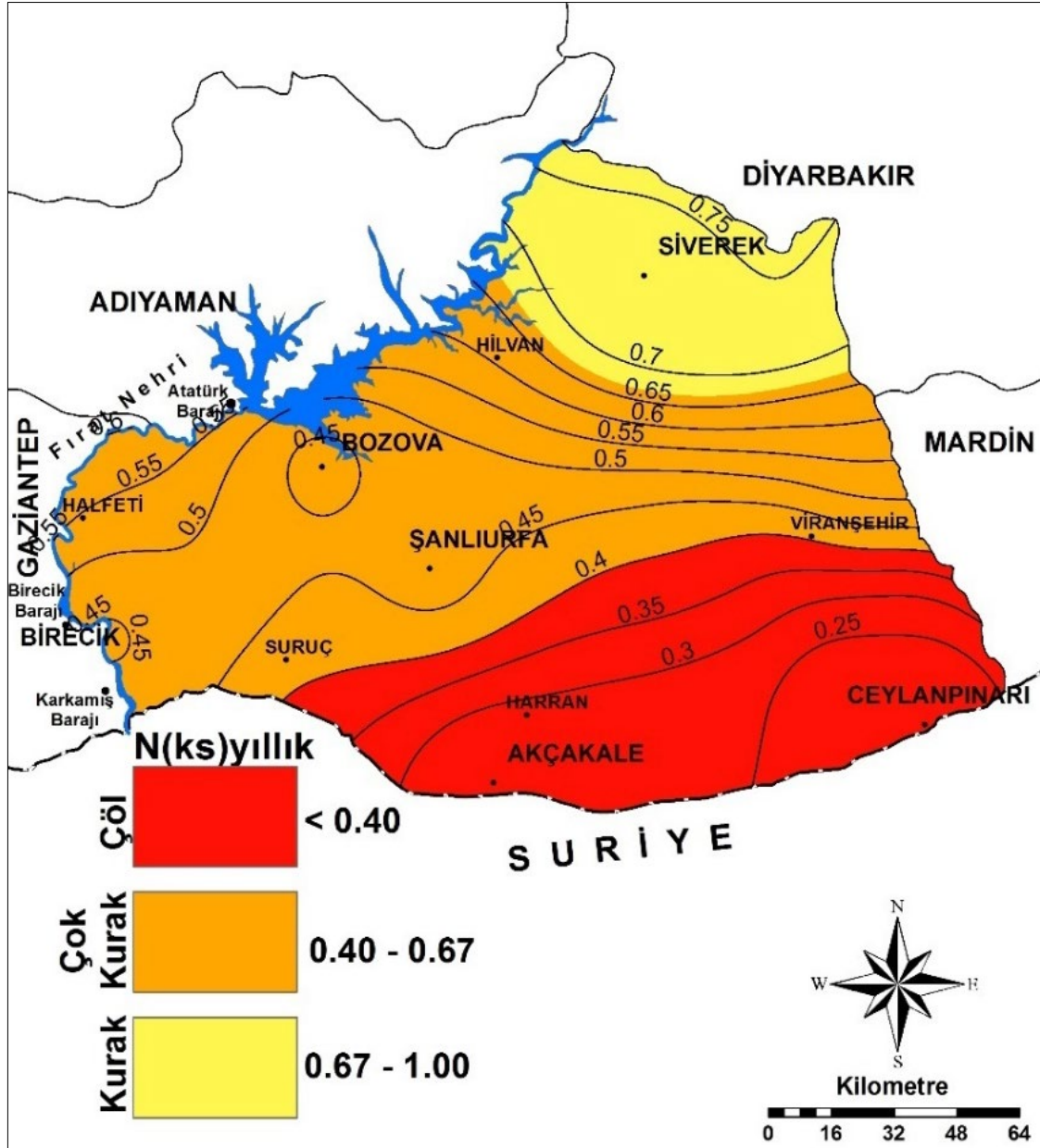
Tablo 6 incelendiğinde; iklim sınıflandırması bakımından Şanlıurfa için yapılan araştırma bulgularının MGM tarafından yapılan araştırma bulguları ile örtüştüğü görülmektedir. Sadece Ergani istasyonunda araştırma kapsamında elde edilen değer ($N_{(ks)yıllık} = 0.95$) eşik değerin ($N_{(ks)yıllık} = 1.00$) hemen altında olması, Ergani istasyonunun “Yarı Kurak” iklim sınıfı yerine “Kurak” iklim sınıfı ile temsil edilmesine neden olmuştur. En dikkat çekici bulgu ise; Şanlıurfa ili için yapılan araştırma kapsamında istasyonları temsil eden uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ ortalamalarının MGM tarafından yapılan araştırma bulgularına göre kuraklık şiddetinin arttığını gösteren daha küçük $N_{(ks)yıllık}$ değerleri ile temsil edildiği saptanmıştır. Çalışma kapsamında istasyonları temsil eden uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ ortalamalarının kuraklık şiddetinin artması yönünde bir eğilime sahip olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. MGM ve araştırma kapsamında aynı istasyonların uzun yıllar Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ ortalamaları.

Meteorolojik kuraklık riski altındaki alanların tespit edilebilmesi için ise Şanlıurfa ilinin *Ters Uzaklık Yöntemi* ile Aydeniz $N_{(ks)yıllık}$ iklim sınıfı haritası elde edilmiştir (Şekil 4). Elde edilen haritaya göre Şanlıurfa ilinde meteorolojik kuraklık şiddetinin kuzeyden güneye doğru arttığı, kuraklık yayılımının ise güneyden kuzeye doğru gerçekleştiği görülmektedir. Kuzeyde, Siverek-Hilvan arasında buluna bölgelerin “Kurak”, Hilvandan başlayarak Suruç-Viranşehir hattı arasında kalan alanların “Çok Kurak”, Suruç-Viranşehir hattından Akçakale-Ceylanpınarı hattı arasında kalan alanların ise “Çöl” iklim sınıfıyla temsil edildiği ve Şanlıurfa’nın tamamının farklı şiddetlerde meteorolojik kuraklık riski altında olduğu belirlenmiştir. Aydeniz yöntemiyle elde edilen bu sonuçlarının GAP bölgesi ve Şanlıurfa ili kapsamında yürütülen farklı çalışmalarla da örtüştüğü görülmektedir. Bu çalışmalarda özellikle küresel ısınma kaynaklı sıcaklık artışı ve yağışların azalmasının yanı sıra; bölgesel olarak Basra Alçak Basınç Merkezi etkisinde gelişim gösteren sıcak hava kütlelerinin Şanlıurfa ili ve çevresindeki güneyden kuzeye doğru gelişen bir kuraklık yayılımının olduğu ve bölgenin çölleşme riski taşıdığı ortaya konmaktadır [2, 24, 42-48].

Elde edilen tüm bulgular değerlendirildiğinde farklı şiddette meteorolojik kuraklık riski altında olan Şanlıurfa’da kuraklık afet risk yönetimi kapsamında yapılacak çalışmaların öncelikle; Ceylanpınar, Akçakale, Harran, Viranşehir, Suruç ve Şanlıurfa merkezi içine alacak şekilde planlanması gerektiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 4. Şanlıurfa iline ait Aydeniz $N_{(ks)}$ yıllık iklim sınıfları.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Olası bir kuraklığın zamanının, süresinin, şiddetinin ve kapsayacağı etki alanının ne olacağı ile ilgili belirsizlikler henüz tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Ancak, kuraklığın büyüklüğü, şiddeti, sıklığı ve alansal boyutu hakkında geliştirilen kuraklık indeksleri yardımıyla önemli çıkarımlar yapılabilmektedir. Şanlıurfa ilinin meteorolojik kuraklık riski altındaki alanlarının belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışmada; Aydeniz yöntemi yıllık nemlilik katsayısına ($N_{(ks)}$ yıllık) göre Şanlıurfa'nın tamamının farklı şiddetlerde meteorolojik kuraklık riski altında olduğu ortaya konmuştur. Suriye sınırından kuzeye doğru; Ceylanpınar, Akçakale, Harran, Viranşehir, Suruç ve Şanlıurfa il merkezini kapsayan bölge kuraklıktan öncelikli etkilenecek alanlar olarak tespit edilmiştir. Literatürde bulunan Şanlıurfa'yı içine alan farklı kuraklık indeksleriyle yapılan çalışma sonuçlarının yapılan bu araştırma ile paralellik arz ettiği belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında Aydeniz yöntemi nemlilik katsayısı ($N_{(ks)}$) değerlerinin hesaplanmasında kullanılan güneşlenme süresi parametresinin özellikle ilçe merkezlerinde bulunan meteoroloji gözlem istasyonlarında

tam seriye sahip olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla bu durum alansal boyutta yapılacak çalışmalarda yöntemin kullanılabilirliğini sınırlayacaktır. Bu nedenle yöntemin kullanılabilirliğini artırmak adına güneşlenme süresi tahim modellerine [49, 50] yönelik yapılacak çalışmalara daha çok yer verilmelidir. Ayrıca, aynı bölgede yapılacak iklim sınıflandırması ve kuraklık çalışmalarında farklı karakterdeki yöntemlerin birlikte kullanılmasının elde edilecek sonuçların doğruluğunu arttıracığı öngörülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] K. von Schuckmann, Coauthors, Heat stored in the Earth system: where does the energy go?. *Earth Syst. Sci. Data*, 12: (2020) 2013-2041.
- [2] MGM, Aydeniz İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, (2016).
- [3] A. Mikhaylov, N. Moiseev, K. Aleshin, T. Burkhardt, Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7:4 (2020) 2897-2913.
- [4] M. Tüzer, S. Doğan, İklim değişikliğinin bilimsel temelleri. *Social Sciences Research Journal*, 10:3 (2021) 639-656.
- [5] IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf, (erişim 03 Ağustos 2021).
- [6] İ. Demiroğlu, F.B. Ernst, Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak Zernek Barajı'nın alansal, hacimsel ve kıyı değişimlerinin zamana bağlı analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 7:1 (2022) 15-26.
- [7] A. Cazenave, Climate change and sea level rise. *SPATIUM*, 46: (2020) 1-16.
- [8] WMO, World Meteorological Organization statement on the state of the global climate in 2018, [https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789#:~:text=The%20global%20mean%20temperature%20for,their%20spread%20\(Figure%201\)](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=5789#:~:text=The%20global%20mean%20temperature%20for,their%20spread%20(Figure%201)), (erişim 03 Ağustos 2021).
- [9] TAGEM, İklim değişikliğinin ülkemizdeki önemli tarım ürünlerinin uygunluk alanları üzerine etkilerini belirliyoruz. *Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü E-Bülten*, 7: (2020) 1-27.
- [10] T. Tonkaz, Spatio-temporal assessment of historical droughts using SPI with GIS in GAP Region, Turkey. *Journal of Applied Sciences*, 6:12 (2006) 2665-2571.
- [11] M. Tayanç, U. İm, M. Doğruel, M. Karaca, Climate change in Turkey for the last half century. *Climatic Change*, 94: (2009) 483-502.
- [12] MEU, Republic of Turkey climate change strategy 2010-2023. Ministry Of Environment and Urbanization, [https://webdosya.esb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_stratejisi_EN\(2\).pdf](https://webdosya.esb.gov.tr/db/iklim/editordosya/iklim_degisikligi_stratejisi_EN(2).pdf), (erişim 03 Ağustos 2021).
- [13] A.G. Yılmaz, M.A. Imteaz, Climate change and water resources in Turkey: a review. *International Journal of Water*, 8:3 (2014) 299-313.
- [14] A. İrvem, M. Özbuldu, C. Çıplak, Seyhan Göksu-Himmetli alt-havzasının akım verileri ile kuraklık analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23:2 (2018) 148-157.

- [15] G. Naumann, L. Alfieri, K. Wyser, L. Mentaschi, R. A. Betts, H. Carrao, Global changes in drought conditions under different levels of warming. *Geophysical Research Letters*, 45: (2018) 3285–3296.
- [16] E.S. Turan, Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4:1 (2018) 63-69.
- [17] V. Gümüş, M. S. Yıldız, O. Şimşek, Hidrolojik kuraklık değerlendirmesi: Murat Nehri-Palu Örneği. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3:3 (2018) 297-301.
- [18] M. Demircan, H. Gürkan, O. Eskioğlu, H. Arabacı, M. Coşkun, Climate change projections for Turkey: Three models and two scenarios. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 1:1 (2017) 22-43.
- [19] M. Y. Sepetçioğlu, K. Yenigün, S. Karakuş, V. Aslan, Şanlıurfa ili sulamaları ışığında sulama şebekelerinin karşılaştırılması. *Türk Hidrolik Dergisi*, 2:1 (2018) 19-30.
- [20] M.E. Birpınar, C. Tuğaç, Impacts of climate change on water resources of Turkey. 4th International Conference Water Resources and Wetlands, 5-9 September, Tulcea (Romania), (2018)145-152.
- [21] V. Gümüş, A. Başak, N. Oruç, Standartlaştırılmış yağış indeksi (SYİ) ile Şanlıurfa istasyonunun kuraklık analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 1:1 (2016) 36-44.
- [22] S. Aktaş, Ü.Y. Kalyoncuoğlu, N.C. Anadolu Kılıç, Eğirdir göl havzasının De Martonne yöntemi ile kuraklık analizi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. 6:2 (2018) 29-238.
- [23] E. Topçu, F. Karaçor, Erzurum istasyonunun standartlaştırılmış yağış evapotranspirasyon indeksi ve bütünleşik kuraklık indeksi kullanılarak kuraklık analizi. *Politeknik Dergisi*, 24:2 (2021) 565-574.
- [24] A.D. Keskiner, M. Çetin, Kuraklık gidiş ve büyüklüğünün zaman ve mekan boyutunda belirlenmesi: Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanında bir uygulama. *Politeknik Dergisi*, (2022). <https://doi.org/10.2339/politeknik.1000596>.
- [25] A.K. Mishra, V.P. Singh, A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391: (2010) 202-216.
- [26] A.D. Keskiner, M. Cetin, M. Simsek, S. Akin, I. Cetiner, Probabilistic regional meteorological drought analysis with Standardized Precipitation Index and Normal Precipitation Index methods in geographic information systems environment: A case Study in Seyhan Basin. *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, 28:7 (2019) 5675-5688.
- [27] HGM, 2022. Türkiye'nin il ve ilçe yüz ölçümleri. Harita Genel Müdürlüğü <https://www.harita.gov.tr/urun/il-ve-ilce-yuzolcumleri/176>, (erişim 03 Ağustos 2021).
- [28] T. Kesici, Z. Kocabaş, Biyoistatistik, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:79, Ankara, 1998.
- [29] B.F. Ryan, J. Cryer, Minitab Handbook Fifth Edition Regression and Correlation, Belmont, California, 2005.
- [30] A. Aydeniz, Toprak Amenajmanı-I, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara,1985.
- [31] T. Güngör, Belirli İklim Sınıflandırmalarının Türkiye İçin Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 2019.
- [32] Ç. Alkan, Porsuk Çayı Havzasında İklim Değişikliğinin Kuraklığa ve Buğday Verimine Etkisinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, 2021.
- [33] P.E. Kılınç, 500 kw'lık güneş enerjisi panel tasarımında optimizasyon ve ekonomik analiz, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, 2019.

- [34] M.A. Kallioğlu, Niğde İli İçin Yatay Düzleme Gelen Günlük Tüm Yayılı ve Direkt Güneş Işınımını Hesaplama Modeli Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, 2014.
- [35] M. Abuşka, Güneş Enerjisi ve Uygulamaları Ders Notları, <https://dokumen.tips/download/link/guenes-enerjisi-ve-uygulamaları-ders-notları>, (erişim 03 Ağustos 2021).
- [36] E. Görçelioğlu, Güneş açıları ve bunların peyzaj düzenlemelerindeki önemi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 36:3 (1986) 33-52.
- [37] M. Çetin, K. Diker, Assessing drainage problem areas by GIS: A case study in the Eastern Mediterranean region of Turkey. Irrigation and Drainage, 52: (2003) 343-353.
- [38] Environmental Systems Research Institute, Implementing Inverse Distance Weighted, [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Implementing_Inverse_Distance_Weighted_\(IDW\)](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Implementing_Inverse_Distance_Weighted_(IDW)), (erişim 03 Ağustos 2021).
- [39] S. Demir, Comparison of normality tests in terms of sample sizes under different skewness and kurtosis coefficients. International Journal of Assessment Tools in Education, 9:2 (2022) 397-409.
- [40] E. Demir, Ö. Saatçioğlu, F. İmrol, Uluslararası dergilerde yayımlanan eğitim araştırmalarının normallik varsayımları açısından incelenmesi. Current Research in Education, 2:3 (2016) 130-148.
- [41] C. Ramos, P.A. Costa, T. Rudnicki, et al., The effectiveness of a group intervention to facilitate posttraumatic growth among women with breast cancer. Psycho-Oncology, 27: (2018) 258-264.
- [42] V. Gümüş, O. Şimşek, Y. Avşaroğlu, B. Agun, Spatio-temporal trend analysis of drought in the GAP Region, Turkey. Natural Hazards, 109:2 (2021) 1759-1776.
- [43] M. R. İrcan, N. Duman, Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Şanlıurfa iklimi. DTCF Dergisi, 61:1(2021) 68-9.
- [44] MGM, Köppen İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, (2016).
- [45] MGM, De Martonne İklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye İklimi, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, (2016).
- [46] S. Çağlak, T. Özlü, S. Gündüz, Şanlıurfa ili iklim özelliklerinin enterpolasyon teknikleri ile analizi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9:45 (2016) 360-372.
- [47] S. Özüpekçe, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde kuraklık, çölleşme ve tarımsal ürün verimi arasındaki ilişkiler. Turkish Studies - Social, 15:8 (2020) 3713-3726.
- [48] N. Oruç, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Kuraklık Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, 2017.
- [49] H. Kılıç, B. Gümüş, M. Yılmaz, Güneydoğu Anadolu bölgesi için global güneş ışınımının ve güneşlenme süresinin istatistiksel metodlar ile tahmin edilmesi ve karşılaştırılması. Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 7:1(2016) 73-84.
- [50] M. T. Zateroglu, Statistical models for sunshine duration related to precipitation and relative humidity. European Journal of Science and Technology, Special Issue 29: (2021) 208-213.