

EGE BÖLGESİ KURAKLIK PROJEKSİYONLARI

Gülten ÇAMALAN¹, Hanifi AYVACI¹, A.Serap AKGÜNDÜZ¹, S.ÇETİN¹, H.ARABACI¹, M.ÇOŞKUN¹,

Meteoroloji Genel Müdürlüğü-Ankara

gcamalan@mgm.gov.tr¹; hayvaci@mgm.gov.tr¹; sakgunduz@mgm.gov.tr¹; sinancetin@mgm.gov.tr¹;
harabaci@mgm.gov.tr¹ mustafacoskun@mgm.gov.tr¹

Özet:

Çalışma Ege Bölgesi'nde yer alan 10 meteoroloji gözlem istasyonunun mevcut gözlem verileri (1971-2015) ile küresel iklim modellerinden HadGEM2-ES modelinin RCP4.5 senaryosunun 2016 – 2098 periyodu bölgesel iklim projeksiyon çıktıları kullanılarak egemen kurak dönemlerin, kuraklıkların başlangıç ve bitişi ile şiddetinin zamansal değişimleri Normalleştirilmiş Yağış- Buharlaştırma (SPEI) ve Standartlaştırılmış Yağış (SPI) kuraklık İndisi ile 12 aylık ölçekte belirlenerek, geçmiş dönemlerdeki klimatolojisi referans alınarak gelecekte de var olabilecek kuraklaşma eğiliminin klimatolojik açıdan değerlendirilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri ile 12 aylık ölçekteki SPEI ve SPI değerlerinin uzun süreli eğilimleri Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı yöntemine göre incelendi.

ABSTRACT

This study present observations of 10 meteorological observation stations in the Aegean region (1971-2015) and the HadGEM2-es model of global climate models RCP4.- Evaporation (SPEI) and standardized precipitation (SPI) were determined on a 12-month scale with drought index, and it was aimed to evaluate and compare the drought tendency in the future by reference to climatology in the past. The mean annual average temperature and annual total rainfall values and the long-term trends of SPEI and SPI values in 12 months were analyzed by Mann-Kendall sequence correlation coefficient method.

Keywords: SPEI, SPI, Drought, HadGEM2-ES

GİRİŞ

Kuraklık en karmaşık ve zararlı doğal felaketlerden biridir. Doğal ekosistemler, su kaynakları, tarım üretimi ve toplum üzerinde ciddi etkilere sahiptir. Kuraklık diğer aşırı olaylardan birçok açıdan farklıdır; özellikle ne zaman başlayacağını belirlemek ve ne zaman biteceğini önceden tahmin etmek çok zordur. Kuraklık indeksleri, çeşitli iklim ve hidrolojik rejimlerle kuraklık şiddetini, süresini ve kapsamını objektif olarak ölçmek ve karşılaştırmak için kullanılır. Kuraklık analizi ve izleme sistemleri ile ilgili birçok çalışma, bir toprak suyu dengesi denklemine dayanan Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) [1] veya bir yağış olasılığı yaklaşımına dayanan Standartlaştırılmış Yağış İndeksi (SPI) [2] üzerine kurulmuştur. SPI sadece yağış verisine dayanmaktadır. PDSI gibi sıcaklık verilerini içeren kuraklık indisinin kullanılması, özellikle gelecek iklim senaryolarını içeren uygulamalar için tercih edilir. Bazı çalışmalar yağışın, kuraklığın süresi, yoğunluğu ve bitişini belirleyen ana unsur olduğunu ortaya koymuştur. [3;4]. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar, sıcaklığın kuraklık koşulları üzerindeki öneminin sistematik olarak ihmal edilmesine karşı uyarıda bulunmuşlardır. Örneğin, Hu ve Willson (2000) PDSI'deki yağış ve sıcaklığın rolünü değerlendirmişler ve indeksin her iki değişkende de benzer büyüklükteki değişikliklere eşit şekilde tepki verdiğini bulmuşlardır. Sadece sıcaklık dalgalanmasının yağıştan daha küçük olduğu yerlerde, yağışla kontrol edilen PDSI'de değişkenlik olduğunu saptamışlardır [5]. Dubrovsky ve ark. (2008) son zamanlarda, küresel iklim modelleri tarafından öngörülen ısınmanın kuraklık etkilerinin PDSI'de açıkça görülebildiğini, buna karşılık SPI'nın (sadece yağış verisine dayanan) kuraklık koşullarındaki beklenen değişiklikleri yansıtmadığını göstermiştir [6]. Bu nedenle, formülasyonlarında (PDSI gibi) sıcaklık verilerini içeren kuraklık endekslerinin kullanılması, özellikle gelecek iklim senaryolarını içeren uygulamalar için tercih edilir. Bununla birlikte PDSI, hem farklı hidrolojik sistemler ile ilişkili kuraklık değerlendirmesi hem de farklı kuraklık tiplerini ayırt etmek için gerekli çok ölçekli (multi-scalar) kriterler konusunda yetersizdir [7;8;9]. Bu nedenle yeni bir kuraklık indisi olan Normalleştirilmiş Yağış-Buharlaştırma İndisi (SPEI), yağış ve PET'e dayalı olarak formüle edilmiştir ve girdi parametreleri aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verisidir. SPEI kurak periyotların tanımlanmasında önerilmektedir. İndis Vincente-Serrano ve ark. Tarafından geliştirilmiştir [10]. SPI,

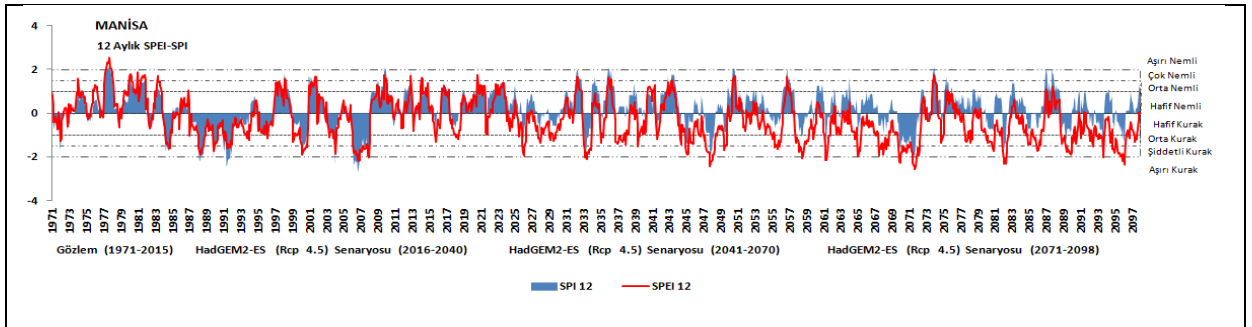
gelecekteki kuraklık koşullarında sıcaklık artışının rolünü ve küresel ısınma senaryolarından bağımsız olarak sıcaklık değişkenliğinin ve sıcak hava dalgalarının rolünü açıklayamamakta buna karşılık SPEI, sıcaklık değişkenliği ve sıcaklık aşırılıklarının küresel ısınmanın ötesinde olası etkilerini açıklayabilmektedir. SPEI, buharlaşma isteğindeki değişimlere karşı PDSI' nin duyarlılığına ve SPI' nin doğal alansal dağılımına sahiptir. SPEI özellikle kuraklığı belirleme, izleme ve küresel ısınmanın kurak şartlar üzerindeki sonuçlarını açıklama konusunda etkindir [11;12].

METOD

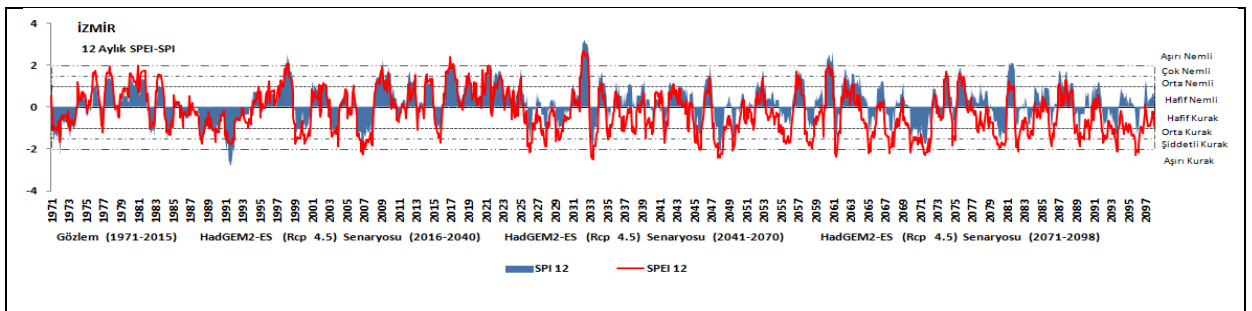
Ege Bölgesinde 10 meteoroloji istasyonuna ait 1971-2015 yılları mevcut gözlem ile küresel iklim modellerinden HadGEM2-ES RCP4.5 senaryosunun 2016 – 2008 bölgesel iklim projeksiyon verileri kullanılarak 12 aylık zaman ölçeklerinde SPEI ve SPI kuraklık indis hesapları yapılarak kuraklığın zamana bağlı değişimleri incelenmiştir. Projeksiyon zaman aralığı üç dönem halinde incelenmiştir (2016-2040, 2041-2070, 2071-2098). Dönemler çalıştırılırken her dönem için başlangıç verisi 1971 olan gözlem verileri ile beraber çalıştırılmıştır. Amaç kuraklık analizinde sürekliliği temin etmektir. Çalışılan dönem için incelenen seride gelecek datasının bir etkisi olmamasına karşılık başlangıç datası önemlidir. Buna karşılık gelecek öngörülerinin gözlem datasını etkilememesi adına dönemler örneğin 1971-2040 periyodunda çalıştırılıp 2016-2040 dönemi ele alınmıştır. Gözlemlerde ve projeksiyonlardaki yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değerleri ile 12 aylık ölçekteki SPEI ve SPI değerlerinin eğilimleri Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı yöntemine göre test edilmiştir. Bildiri metninin kısa tutulmasından dolayı yöntemlerin formülasyonlarına ve çalışılan istasyonların tümüne yer verilememiştir. (Örnek 4 istasyon verildi.)

ANALİZ VE BULGULAR:

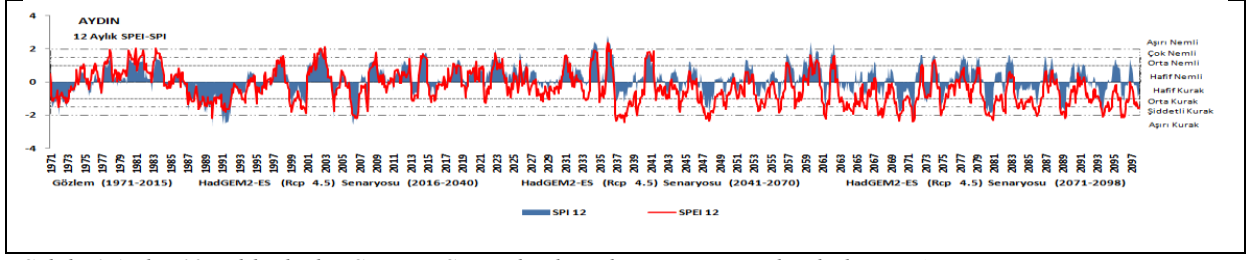
Ege Bölgesi'ndeki nemli ve kurak dönemlerin değişimlerini görebilmek ve değerlendirmek amacıyla SPEI ve SPI zaman dizisi grafikleri çizildi (Manisa, İzmir, Aydın ve Bodrum verildi). Aynı zamanda, SPEI ve SPI değerlerinin zaman dizisi grafiklerinden, iklim koşulları açısından hangi koşullara ya da evreye (yarı kurak, kurak, yarı-nemli, ya da nemli, vb.) ulaşıldığı konusunda bilgi elde edebiliriz. Ege Bölgesi'ndeki istasyonların, 1971-2015 mevcut gözlemlerdeki SPEI ve SPI indis zaman serileri incelendiğinde, temel kuraklık dönemleri istasyonlar bazında birbirleriyle oldukça uyum göstermektedir. Her iki sınıflandırma yönteminde de hemen hemen 1973-1975; 1984-1986; 1988-1994; 1998-2001 ve 2004-2008 ortak kurak dönemler olarak ortaya çıkmaktadır.



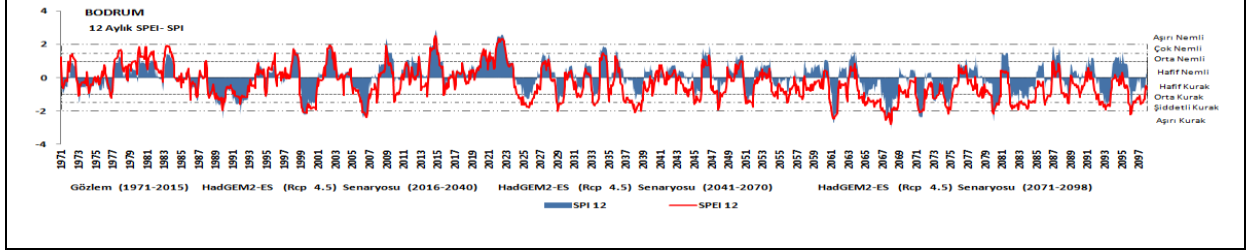
Şekil: 3 Manisa 12 aylık ölçekte SPEI ve SPI indis değerlerinin zamana bağlı değişimleri



Şekil: 5 İzmir 12 aylık ölçekte SPEI ve SPI indis değerlerinin zamana bağlı değişimleri

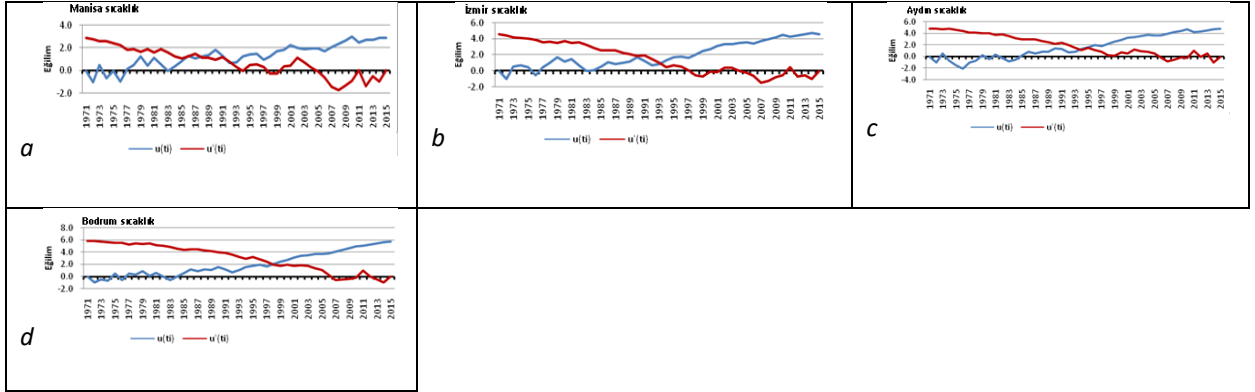


Şekil: 6 Aydın 12 aylık ölçekte SPEI ve SPI indis değerlerinin zamana bağlı değişimleri



Şekil: 8 Bodrum 12 aylık ölçekte SPEI ve SPI indis değerlerinin zamana bağlı değişimleri

İstasyonların SPEI ve SPI zaman dizisi analizleri incelendiğinde (Şekil-10) diziler arasında birkaç fark görülmüştür. Bu sonuç, yıllar arası sıcaklık değişkenliğinin baskın olduğu iklim şartlarında her iki indisinde esas olarak yağış değişkenliğine tepki verdiğini göstermektedir.



Şekil:11a,b,c,d. Mann-Kendall ardışık analizinden elde edilen $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerine göre bazı istasyonların yıllık ortalama sıcaklık dizilerindeki eğilimler

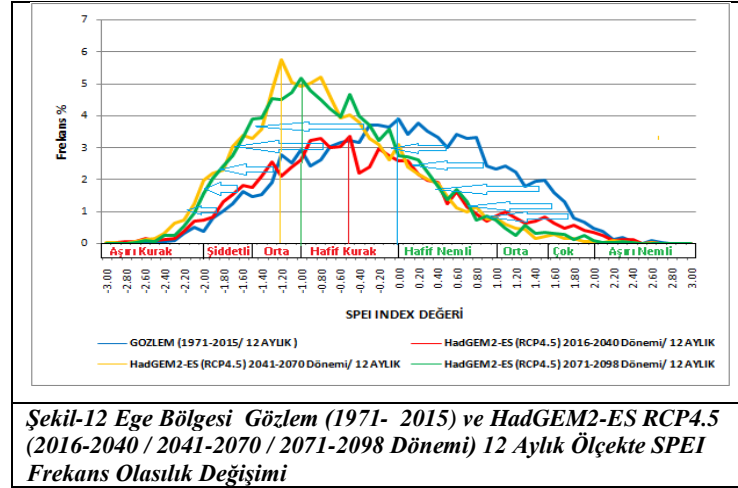
Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde görülen istatistik açıdan önemli yükselme eğilimi; Manisa, İzmir, Aydın ve Denizli istasyonlarında (Şekil:11 a,b,c) 1995'lerin başında; Kütahya, Bodrum, Muğla ve Marmaris istasyonlarında (Şekil:11 d) ise 1999'ların başlarında; Afyon ve Dikili istasyonlarında 2005'lerin başından itibaren görülmektedir.

Tablo 1.M-K Trend analizi Yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık z değerleri

İstasyon adı	Gözlem Yıllık toplam yağış (z) değerleri	Gözlem Yıllık ortalama sıcaklık (z) değerleri	Gözlem 12 aylık SPEI (z) değerleri	Gözlem 12 aylık SPI (z) değerleri	Model Yıllık ortalama sıcaklık (z) değerleri	Model Yıllık toplam yağış (z) değerleri
Kütahya	-0,66	3,98*	-8,36*	-3,37*	7,43*	-0,58
Dikili	-0,16	3,41*	-2,89*	0,28	8,12*	-0,20
Manisa	-1,22	2,70*	-5,14*	-2,12*	8,05*	-1,01
Afyon	2,44*	3,83*	0,15	7,76*	7,54*	-0,77
İzmir	-0,27	4,39*	-1,93	2,41*	7,91*	-1,06
Aydın	0,81	4,35*	-1,62	2,97*	8,25*	-1,49
Denizli	0,96	5,45*	-4,48*	4,27*	7,97*	-1,47
Bodrum	0,05	5,26*	-4,30*	1,54	8,73*	-2,03*
Muğla	-0,14	4,02*	-2,50*	-0,09	8,40*	-2,04*
Marmaris	0,94	4,91*	-0,57	3,41*	8,78*	-2,44*

İki yanlı sınamalar için % 5 anlamlılık düzeyinde kritik z değeri ± 1.96 dır.

Tablo 1’ de Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı yöntemine göre Ege Bölgesinde yer alan istasyonların yıllık ortalama sıcaklık, yıllık toplam yağış ve 12 aylık SPEI ve SPI (z) değerleri verilmiştir. SPEI indisinin 12 aylık ölçekte çok yüksek oranda negatif değer ürettiği görülmektedir. Negatif değerlerdeki bu artış 12 aylık ölçekte kuraklığın belirgin olduğunu göstermektedir. Yıllık toplam yağış değerlerinde istatistik yönden anlamlı bir artma ve/ veya azalma (Afyon dışında) eğilimi olmamasına rağmen yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde belirgin ve istatistik yönden önemli artma eğilimi söz konusudur. Bu da kurak dönemlerin oluşumu, süresi ve şiddetinde etkili olmaktadır. Aynı şekilde HadGEM2-ES (RCP4.5) senaryosunun bölgesel iklim projeksiyon çıktılarının eğilim analizleri incelendiğinde Yıllık toplam yağış değerlerinde istatistik yönden anlamlı bir azalma (Bodrum, Muğla, Marmaris dışında) eğilimi olmamasına rağmen yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde belirgin ve istatistik yönden önemli bir artma eğilimi söz konusudur. İklim değişikliğinden kaynaklanan yağıştaki azalma, kuraklık şiddetini etkileyecektir. Yağış oranındaki azalmanın gelecekteki kuraklık koşullarına etkisi hem SPEI hem de SPI tarafından tanımlanmaktadır. HadGEM2-ES modelinin RCP4.5 senaryosunda beklenen sıcaklıklardaki artış ve yağışlardaki azalış trendine karşılık 2016-2098 projeksiyonların SPEI zaman dizileri incelendiğinde, sıcaklıklardaki artışın kuraklıkların büyüklüğü ve süresini arttıracığı buna karşılık SPI indisinin belirgin bir sıcaklık artışı ile ilişkili olan bu ciddi kuraklıkları tanımlayamayacağı öngörülmektedir. Bu da bize yüzyılın sonundaki kuraklık süresinin ve şiddetinin doğrudan sıcaklık artışıyla ilişkili olarak arttığını açıkça göstermektedir.



Şekil-12 Ege Bölgesi Gözlem (1971- 2015) ve HadGEM2-ES RCP4.5 (2016-2040 / 2041-2070 / 2071-2098 Dönemi) 12 Aylık Ölçekte SPEI Frekans Olasılık Değişimi

HadGEM2-ES (RCP4.5) senaryosunun bölgesel iklim projeksiyon çıktılarının eğilim analizleri incelendiğinde beklenen sıcaklıktaki artış ve yağıştaki azalış eğilimi sonucunda; Ege Bölgesi, mevcut gözlemlerde normal sınıfın “Hafif Nemli” bölümünde yoğunlaşan SPEI kuraklık şiddet frekans olasılıklarının, HadGEM2-ES RCP4.5 senaryosunun 2016-2040 ve 2071-2098 periyotlarında “Hafif Kurak”, 2041-2070 periyodunda ise “Orta Kurak” sınıfta yoğunlaşacak şekilde kuraklık şiddet sınıflarında bir üst kuraklık sınıfına doğru kayma eğilimi göstermesi öngörülmektedir (Şekil: 12).

KAYNAKLAR

1. Palmer, W.C., (1965). *Meteorological Drought Research Paper No. 45. Office of Climatology U.S. Weather Bureau, Washington.*
2. Mckee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1993: *The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight of Con. on Applied Climatology, Anaheim, CA, Amer. Met. Soc. 179-184*
3. Chang, T. J., and X. A. Cleopa, 1991: *A proposed method for drought monitoring. Water Resour. Bull., 27, 275-281.*
4. Heim, R. R., 2002: *A review of twentieth-century drought indices used in the United States. Bull. Amer. Meteor. Soc., 83, 1149-1165.*
5. Hu, Q., and G. D. Willson, 2000: *Effect of temperature anomalies on the Palmer drought severity index in the central United States. Int. J. Climatol., 20, 1899-1911.*
6. Dubrovsky, M., M. D. Svoboda, M. Trnka, M. J. Hayes, D. A. Wilhite, Z. Zalud, and P. Hlavinka, 2008: *Application of relative drought indices in assessing climate-change impacts on drought conditions in Czechia. Theor. Appl. Climatol., 96, 155-171.*
7. Karl, T. R., 1986: *The sensitivity of the Palmer drought severity index and Palmer's Z-index to their calibration coefficients including potential evapotranspiration. J. Climate Appl. Meteor., 25, 77-86.*
8. Soule, P. T., 1992: *Spatial patterns of drought frequency and duration in the contiguous USA based on multiple drought event definitions. Int. J. Climatol., 12, 11-24.*
9. Alley, W. M., 1984: *The Palmer drought severity index: Limitations and applications. J. Appl. Meteor., 23, 1100-1109.*
10. Vicente-Serrano, Sergio M. *A Multi-Scalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index-SPEI, 2009*
11. <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/standardized-precipitation-evapotranspiration-index-spei>
12. <http://spei.csic.es/index.html>