



# Kuantil Regresyon ile İstasyon Bazlı Kuraklıkların Büyük Ölçekli Atmosferik Kuraklıklarla İlişkilerinin Araştırılması

## Quantile Regression to Investigate the Relations Between Large Scale Atmospheric Droughts and Station Based Droughts

Doğan Aslan <sup>1</sup>, Okan Fıstıkoğlu <sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Programı, İzmir, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: okan.fistikoglu@deu.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 01.04.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 07.05.2020

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI:10.21205/deufmd.2021236720

*Atıf şekli/ How to cite:* ASLAN, D., FISTIKOĞLU, O. (2021). Kuantil Regresyon ile İstasyon Bazlı Kuraklıkların Büyük Ölçekli Atmosferik Kuraklıklarla İlişkilerinin Araştırılması. DEUFMD, 23(67), 233-246.

### Öz

Kuraklık indisleri kuraklık şiddetinin, süresinin ve sıklığının analiz edilebilmesi için geliştirilmiş sayısal göstergelerdir. Gelecek iklim koşullarını tahmin etmede kullanılan küresel iklim modellerinin düşük çözünürlüklü hesap hücreleri içindeki kuraklık indislerinin mekansal dağılımı çok değişken olabilmektedir. Dolayısıyla, düşük çözünürlüklü atmosferik modellerin tahminlerinden elde edilen kuraklık göstergeleri, hücre içindeki durumu yansıtmamaktadır. Sunulan çalışmada, düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR Yeniden Analiz verilerinden elde edilmiş ve sık kullanılan bir kuraklık göstergesi olan Standard Yağış İndisi (SYİ) değerleri ile aynı bölgeye ait istasyon bazlı SYİ değerlerinin kuantilleri arasındaki ilişkiler kuantil regresyon yöntemi ile incelenmiştir. Elde edilen bu ilişkiler yardımıyla düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR atmosferik kuraklık koşulları altında, istasyonlardaki kuraklıkların kuantilleri belirlenerek, bölgedeki mekansal değişimleri irdelenmiştir. Alt Kuzey Ege havzalarında yer alan Soma, Bergama, Aliağa ve Dikili istasyonlarının 1963-2014 yılları arasındaki yağış verileriyle gerçekleştirilen analizler neticesinde, düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR SYİ değerlerinin şiddetli ve aşırı kurak olduğu dönemlerde, iç bölgelerdeki istasyon kuraklıklarına ait SYİ kuantillerin kıyı istasyonların kuantillerinden çok daha düşük yani çok daha kurak olduğu; uzun süreli kuraklıklar söz konusu olduğunda ise kıyı istasyonlardaki kuraklık kuantillerinin NCEP/NCAR SYİ değerlerine daha yakın oldukları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Standart yağış indisi (SYİ), kuraklık, NCEP/NCAR, kuantil regresyon

### Abstract

Drought indices are numerical indicators developed to analyze drought severity, duration and frequency. The spatial distribution of drought indices within a low resolution calculation cell of global climate model used to predict future climate conditions can be very variable. Therefore, drought

indicators estimated from low resolution atmospheric models do not reflect the real situation within the cell. In the study presented, the relationships between the SPI which is a frequently used drought index, of the low resolution NCEP / NCAR Re-Analysis data, and the quantiles of the station based SPI values are investigated by quantile regression method. By these relations, the quantiles of droughts in stations under atmospheric drought conditions were examined. As a result of the analysis carried out with the precipitation data of Soma, Bergama, Aliğa and Dikili stations located in the lower North Aegean basins between 1963-2014, during the periods when NCEP / NCAR SPI values are severe and extremely dry conditions, the quantities of station droughts in the inner regions are higher than the quantiles of the coastal stations. In the case of prolonged droughts, drought quantiles at coastal stations are determined to be closer to the NCEP/NCAR SPI values.

**Keywords:** Standard precipitation index (SPI), drought, Ncep/Ncar, quantile regression

## 1. Giriş

Küresel iklim koşullarının doğrudan etkili olduğu kuraklık; toprak ve su kaynaklarını olumsuz etkileyen; ciddi hidrolojik dengesizliklere yol açan doğal bir süreçtir [1]. Belirli bir sürede düşen yağışın, ortalamanın altında kalması olarak başlayan kuraklık süreci, deprem veya taşkın olaylarındaki gibi, şiddetine, süresine ve sıklığına bağlı olarak canlı yaşamını tehdit eden felaketlerle sonuçlanabilmektedir [2].

Kuraklığın erken tahmini; kıtlıkla sonuçlanabilecek zirai kayıpları önlemek yada en azından kayıpları azaltmak, kuruyan bitki örtüsü sebebiyle yangınların önüne geçmek ve su havzalarındaki arz-talep dengesini sağlamak açısından son derece büyük önem arz etmektedir. Meteorolojik kuraklık, hidrolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve nihayetinde sosyo-ekonomik kuraklık olarak ortaya çıkabilen kuraklığı sayısal olarak tanımlayabilmek, ne kadar süreceğini, şiddetini ve türünü deterministik ya da istatistiksel olarak tahmin edebilmek amacıyla farklı kuraklık göstergeleri geliştirilmiştir [1].

Standard yağış indisi (SYİ), McKee vd. (1993) tarafından geliştirilmiş, sadece yağış gözlemleri kullanılarak hesaplanan bir meteorolojik kuraklık göstergesidir [3]. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından meteorolojik kuraklığın küresel çapta izlenmesinde ve analizinde kullanılması önerilen SYİ, kuraklığın zaman ve mekan boyutundaki değişiminin analiz edilmesinde sıklıkla kullanılan ortak bir gösterge niteliğindedir [1].

Ülkemizde farklı indislerle gerçekleştirilmiş kuraklık analizleri incelendiğinde, ulusal ve/veya bölgesel çapta çok sayıda çalışma

dikkati çekmektedir [4-9]. Bu çalışmalardan elde edilen önemli bulgular irdelendiğinde, Türkiye'nin yarıkurak ve kurak bölgelerinde 1-3 ay gibi kısa süreli kuraklık göstergelerinin, mevsimsel yağışlardaki yüksek değişkenlik nedeniyle yanlış değerlendirmelere neden olabileceği, bu nedenle kuraklık analizlerinde 6 ay veya daha uzun süreli kuraklıkların mevcut durumla uyumlu sonuçlar gösterdiği; ülkenin batı ve güney kesimlerinde orta ve uzun süreli kuraklıkların şiddetlenerek artmakta olduğu ve ülke genelinde hidrolojik kuraklıkla meteorolojik kuraklık arasında yaklaşık 1 yıllık faz farkının bulunduğu belirlenmiştir [4-9]. Geçmiş istasyon gözlemleriyle gerçekleştirilen bu çalışmalarda, ülke genelindeki en şiddetli kuraklıkların 1970'li yılların başında, 1980'li yılların ortalarında ve 1990'lı yılların başında görüldüğü, yaklaşık 10-15 yılda bir görülen şiddetli kuraklıkların 2000'li yılların başından itibaren 2007-2008 ve 2010-2014 yıllarında tekrar ederek sıklığının arttığı gösterilmiştir [4-10].

Ülkemizde, geleceğe yönelik kuraklık tahminlerine ilişkin analizler son derece sınırlı sayıdadır [11, 12]. Farklı iklim senaryoları altında çalıştırılan kaba çözünürlüklü GCMlerin atmosferik sonuçları, bölgesel iklim modelleriyle (RegCM) daha yüksek çözünürlüğe indirgenmiş ve kuraklık indisleri RegCM sonuçlarına dayalı olarak hesaplanmıştır. Öte yandan, GCM sonuçları ile istasyon verilerine dayanan kuraklık indisleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmemiştir. Halbuki, enlem ve boylam cinsinden birkaç derece (150-600km) çözünürlüğe sahip GCM'lerin her bir hesap hücresi içerisindeki meteorolojik koşullar, yüksek alansal değişkenliğe sahip olabilmektedir [13]. Bu nedenle, küresel iklim

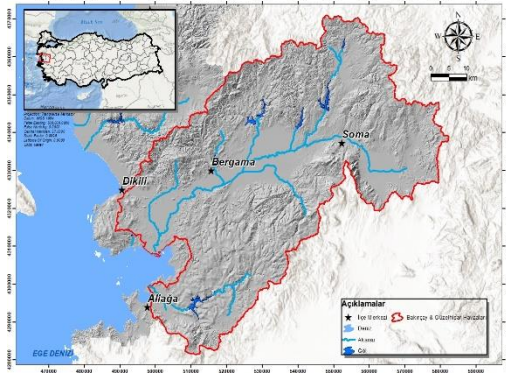
modellerinin sonuçlarının kuraklığın tahmininde doğrudan kullanılmaları yerine, istasyon bazlı kuraklık göstergeleriyle ilişkilerinin incelenmesi, bir bölgedeki kuraklık davranışı hakkında önemli bilgilerin elde edilmesine imkan tanıyacaktır [13,14].

Bu amaçla, sunulan çalışmada Ege bölgesinde yer alan Bakırçay ve Güzelhisar havzalarını kapsayan Alt-Kuzey Ege bölgesindeki uzun süreli gözlemlere sahip meteoroloji istasyonlarından elde edilmiş kuraklık indislerinin, aynı alanı kapsayan düşük çözünürlüklü atmosferik yağış değerlerinden elde edilmiş kuraklık indisleriyle kuantil ilişkileri incelenmiş, düşük çözünürlüklü kuraklık koşullarının istasyonların kuraklık kuantilleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Uygulama Alanı ve Veriler

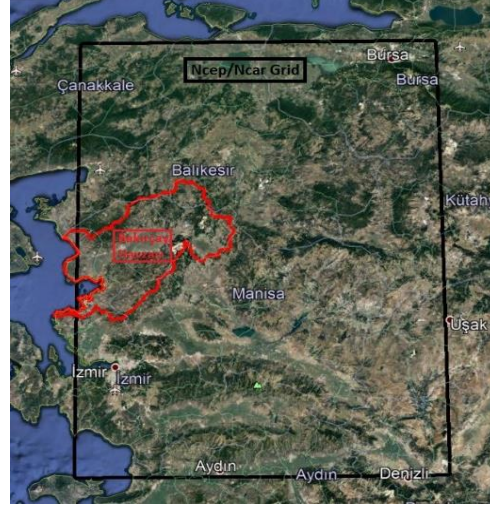
Uygulama alanı, Kuzey Ege Havzalarından Alt Kuzey Egeyi temsil eden Bakırçay ve Güzelhisar havzalarını kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışmada uygulama sahasında yer alan ve uzun süreli yağış gözlemlerine sahip olan Bergama, Soma, Dikili ve Aliğa meteoroloji istasyonlarının 1963-2014 yılları arasındaki aylık yağışları kullanılmıştır.



Şekil 1. Uygulama sahası

Uygulama sahasını temsil eden düşük çözünürlüklü yağış verileri ise NCEP/NCAR Yeniden Analiz veri setlerinden derlenmiştir. 1948 yılından günümüze kadar küresel olarak sürekli güncellenen NCEP/NCAR veri setleri, dünya atmosferinin durumunu gözlenmiş veriler ve sayısal iklim modeli (NWM) sonuçlarına dayanarak düşük çözünürlükte temsil etmektedir [15]. Şekil 2'de uygulama alanını örten 2.5°x2.5° çözünürlüklü NCEP/NCAR Yeniden Analiz verisine ait hücrenin kapsadığı alan verilmektedir. Şekil 2'den de görülebileceği

gibi, uygulama alanındaki NCEP/NCAR hücresi (gridi) GCM'lere benzer şekilde son derece büyük bir alanı kapsamaktadır.



Şekil 2. Alt Kuzey Ege havzası ve NCEP/NCAR hücresinin kapsadığı alan

### 2.2. Standart Yağış İndisi (SYİ)

Standart Yağış İndisi (SYİ), kuraklığın izlenmesi amacıyla, McKee ve diğerleri (1993) tarafından geliştirilmiş olan önemli bir boyutsuz kuraklık göstergesidir [1]. SYİ kuraklık sınıfları, standart normal dağılımlı (Gaussian) yağış dizilerinden elde edilmektedir[1]. Halbuki yağış dizilerinin olasılık dağılım fonksiyonu (ODF) genelde normal dağılıma uymamaktadır. Bu yüzden SYİ'lerinin hesaplanmasında, ham yağış verilerine genellikle iyi uyduğu kabul edilen Gamma dağılım fonksiyonu kullanılmaktadır [10]. Gama Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu (OYF) Denklem 1 ile verilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} \exp\left(-\frac{x}{\beta}\right) \quad (1)$$

Burada, x yağış miktarlarını (mm/ay),  $\alpha$  ve  $\beta$ , sırasıyla gamma OYF'nin şekil ve ölçek parametrelerini ve  $\Gamma(\alpha)$  ise Gama fonksiyonunu ifade etmektedir. Gama dağılımının  $\alpha$  ve  $\beta$  parametreleri örnek veri sayısına bağlı olarak Denklem 2-4'de verilen eşitlikler ile yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir [10].

$$D = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{1}{4D} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4D}{3}} \right) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (4)$$

$\alpha$  ve  $\beta$  parametreleri hesaplandıktan sonra yağışın herhangi bir aydaki kümülatif olasılık değeri Denklem 5 ile hesaplanabilmektedir.

$$F(x) = \frac{1}{\beta^{\alpha} \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} \exp^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad x > 0 \quad (5)$$

Gamma Fonksiyonu  $x$ 'in 0 olduğu değerler için tanımsız olduğundan, yağış olmayan periyotlara ait kümülatif olasılık değerleri Denklem 6 ile elde edilmektedir.

$$H(x) = q + (1 - q)F(x) \quad (6)$$

Denklem 6'da  $q$ , veri setinde yağışsız verilerin sayısının, toplam veri sayısına bölünmesi ile hesaplanmaktadır.  $H(x)$  değerleri Denklem 7 ve 8 ile ortalaması 0 varyansı 1 olan SYİ indis değerlerini ifade eden standart normal  $Z$  değişkenine dönüştürülmektedir.

$$t = \begin{cases} \sqrt{\left\{ \ln \left( \frac{1}{H(x)^2} \right) \right\}} & 0 < H(x) \leq 0.5 \\ \sqrt{\left\{ \ln \left( \frac{1}{1-H(x)^2} \right) \right\}} & 0.5 < H(x) \leq 1 \end{cases} \quad (7)$$

$$SYİ = \begin{cases} - \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) & 0 < H(x) \leq 0.5 \\ \left( t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) & 0.5 < H(x) \leq 1.0 \end{cases} \quad (8)$$

Yukarıda verilen denklemlerde  $H(x)$  yağış verilerinin kümülatif olasılık değerlerini,  $c_0, c_1, c_2, d_1, d_2, d_3$  katsayıları ise eşdeğer normal dağılımlı standardize değişken dönüşümünü gerçekleştiren katsayıları göstermektedir. Bu katsayılar sırasıyla, 2.515517, 0.802853, 0.010328, 1.432788, 0.189269 ve 0.001308 sabit değerlerini almaktadır [10]. Mckee ve diğerleri (1993), hesaplanmış olan standartlaştırılmış yağış indisi değerlerinin temsil ettikleri kuraklık sınıflarını Tablo 1 deki gibi önermişlerdir.

**Tablo 1.** SYİ kuraklık sınıfları

SYİ değeri	Kuraklık Sınıfı
$SYİ \geq 2$	Aşırı nemli
$1.5 \leq SYİ < 2$	Çok nemli
$1 \leq SYİ < 1.5$	Orta düzeyde nemli
$0.5 \leq SYİ < 1$	Normale yakın nemli
<b><math>-0.5 \leq SYİ &lt; 0.5</math></b>	<b>Normal</b>
$-1 \leq SYİ < -0.5$	Normale yakın kurak
$-1.5 \leq SYİ < -1$	Orta düzeyde kurak
$-2 \leq SYİ < -1.5$	Şiddetli kurak
$SYİ < -2$	Aşırı kurak

### 2.3. Kuantil Regresyon

Regresyon analizi; bağımlı bir değişkenin bir veya birden fazla bağımsız değişkenle arasındaki ilişkinin En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle matematiksel bir fonksiyon şeklinde ifade edilmesi olarak tanımlanabilir. Bu fonksiyonlar bağımlı değişkenin koşullu beklenen değerlerini ifade eden fonksiyonlardır. Regresyon analizinde değişkenlerin normal dağılımlı olduğu, hata terimlerinin varyansının sabit olduğu (homoskedastik) kabul edilmektedir. Ancak pratikte çoğu zaman hata varyansı değişken olmakla birlikte (heteroskedastik), değişkenlerin dağılımları çoğunlukla normal dağılımlı değildir.

Koenker ve Basset tarafından (1978) alternatif bir regresyon modeli olarak geliştirilmiş olan kuantil regresyon yönteminde ise; bağımlı değişkenlerin koşullu kuantilleri, bağımsız değişkenler ile ifade edilebilen bir fonksiyon olarak hesaplanabilmektedir [16, 17]. Kuantil regresyon olarak isimlendirilen bu yöntemde;  $Y$ 'nin farklı  $X$  değerleri için ( $X=x_i$ ) koşullu kuantilleri hesaplanmaktadır (Denklem 9 ve 10).

$$P(YIX = x_i) = \tau \quad (9)$$

$$Y = P^{-1}(\tau|X=x_i) \quad (10)$$

Burada  $P^{-1}$  koşullu kuantil fonksiyonudur ve Denklem 11 ile ifade edilebilmektedir [16, 17]. Denklem 11'deki  $\tau$  kuantil seviyesini,  $Q_\tau$   $\tau$  kuantili göstermektedir.

$$Q_\tau(y_i) = \beta_{0(\tau)} + \beta_{1(\tau)}x_{i1} + \dots + \beta_{j(\tau)}x_{ij} \quad (11)$$

$$i = 1: n$$

Denklem 11'de bulunan  $\beta_{j(\tau)}$  katsayıları aşağıda verilen ifadenin minimize edilmesiyle elde edilmektedir [16, 17].

$$\epsilon_i = (y_i - x_i \beta_\tau) \quad (12)$$

$$\min_{(\beta_\tau)} = \sum_{\epsilon_i \geq 0} \tau |\epsilon_i| + \sum_{\epsilon_i < 0} (1 - \tau) |\epsilon_i| \quad (13)$$

Yukarda verilen Denklem 12 ve Denklem 13 yardımıyla farklı kuantil seviyelerine karşılık gelen denklemler elde edilebilmektedir [16, 17]. Kuantil regresyon yöntemi farklı kuantil seviyeleri için bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki farklı ilişkileri tanımlayabilmesi, normal dağılıma uymayan verilerle çalışılabilmesi, aykırı değerlerden etkilenmemesi nedenleriyle klasik regresyon yöntemine göre önemli üstünlüklere sahiptir.

Sunulan çalışmada, kuantil regresyon yöntemiyle düşük çözünürlüklü atmosferik yağış değerlerinden elde edilmiş kuraklık indisleri ile istasyon bazlı kuraklık indislerinin %10, %50 ve %90 kuantilli değerleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sayede, atmosferik kuraklık göstergelerinin bilinmesi durumunda istasyonlardaki kuraklıkların uç değerleri ve bunların alan içindeki değişimleri hakkında değerlendirmeler yapılabilecektir.

### 3. Bulgular

#### 3.1 İstasyon bazlı SYİ değerleri

Uygulama alanında yer alan Aliğa, Dikili, Bergama ve Soma istasyonları için 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık SYİ değerleri hesaplanmıştır. İstasyonların SYİ gidiş grafikleri Şekil 4-7'de verilmektedir.

Şekil 4-7'de verilen ve 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 ay süren kuraklıklara ait SYİ değerleri incelendiğinde 1963-2014 yılları arasında kuraklığın (SYİ < -0.5) en sık görüldüğü aylar; 1 ve 3 aylık kısa süreli kuraklıklarda Ocak ve Aralık ayı, 6, 9 ve 12 aylık kuraklıklarda ise Eylül, Aralık ve Ağustos ayları olduğu ön plana çıkarken 24 aylık kuraklıklarda ise Şubat ayı ön plana çıkmaktadır. Bu sonuç kısa süreli kuraklıkların sonbahar yağışlarındaki eksikliklerden ortaya çıkarken, orta süreli kuraklıkların sonbahar, kış veya kış, ilkbahar dönemindeki yağış eksikliklerinden, uzun süreli kuraklıkların ise ilkbaharda başlayıp iki kış

dönemini içine alan yağış eksikliklerinden kaynaklandığını söylemek mümkündür. İstasyon verilerinin tümünün yıllara göre kuraklıkları değerlendirildiğinde şiddetli kuraklığın görüldüğü yıllar; 1 aylık periyotlarda 1990 ve 2006 yılları, 3 aylık periyotlarda 2004 ve 2008 yılları, 6 aylık periyotlarda 1990, 1994 ve 2007 yılları, 9 aylık periyotlarda 1992, 1994 ve 2004 yılları, 12 aylık periyotlarda 1992, 1994 ve 2007 yılları, 24 aylık periyotlarda 1991-1994, 2007-2008 yılları olmuştur. Tüm istasyonlar ve periyotlar bir arada değerlendirildiğinde bölgede en şiddetli kuraklıkların 1992, 1994 ve 2007 yıllarında görüldüğü dikkati çekmektedir. Elde edilen bu bulgular, önceki çalışmalarda [9-14] elde edilen sonuçlarla paralellikler göstermektedir.

#### 3.2 NCEP/NCAR Yeniden Analiz Yağışlarının SYİ değerleri

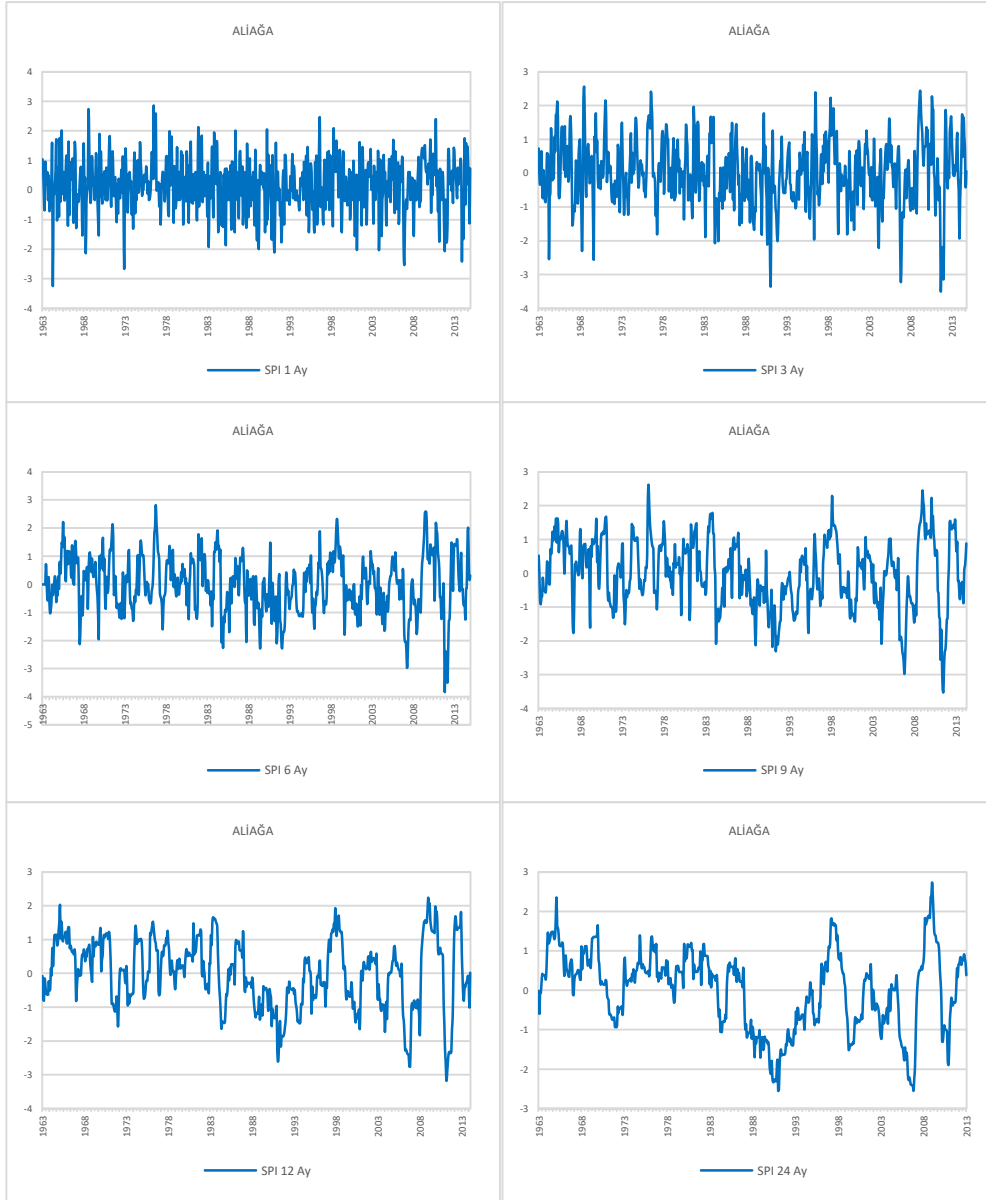
Uygulama sahasını kapsayan düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR Yeniden Analiz yağış veri seti için 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 ay süren kuraklıklara ait SYİ değerleri 1963-2014 yılları arasında hesaplanmış ve gidiş grafikleri Şekil 8'de sunulmuştur.

Düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR yağış verileri ile gerçekleştirilen kuraklık analizinde, SYİ gidişlerinden 1963-2014 yılları arasında kuraklığın en sık görüldüğü aylar; 1 aylık kuraklıklarda Ekim, 3 aylık kuraklıklarda Eylül, 6 aylıklarda Aralık, 9 aylıklarda Haziran, 12 aylıklarda Ekim ve 24 aylık periyotlarda ise Ağustos ayları olarak belirlenmiştir.

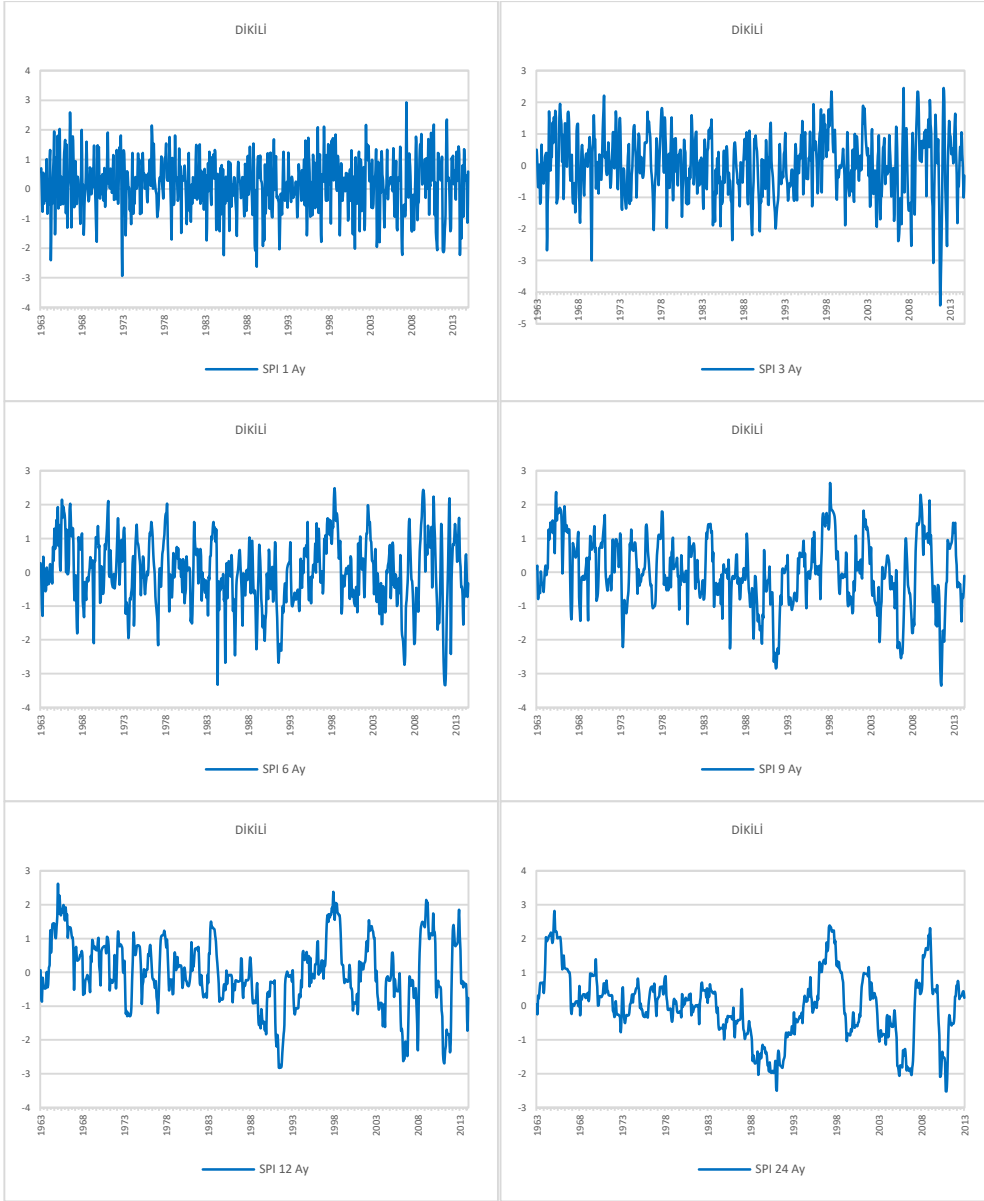
Bu sonuçlar itibariyle NCEP/NCAR verilerine göre kısa süreli kuraklıklar yaz yağışlarındaki eksikliklerden kaynaklanırken, orta süreli kuraklıklar kış veya ilk bahar dönemi yağış eksikliklerinden kaynaklanmaktadır. Uzun süreli kuraklıklarda ise yine ilkbahar döneminden başlayan ve iki kış dönemini içeren yağışlardaki eksikliklerin etkili olduğu görülmektedir. Büyük ölçekli NCEP/NCAR verilerinin SYİ gidişleri yıllar bazında değerlendirildiğinde; 1 aylık periyotlarda 1968, 1972, 1981, 1989, 1990, 1992, 1995, 2003, 2011, 2013 yıllarının, 3 aylık periyotlarda 1968, 1969, 1981, 1984, 1986, 1989, 1990, 1992, 2003, 2008 yıllarının, 6 aylık periyotlarda 1969, 1981, 1984, 1990, 1992, 2004, 2007, 9 aylık periyotlarda 1985, 1986, 1989, 1990, 1992, 2004, 2005 yıllarının, 12 aylık

periyotlarda 1985, 1990, 1992, 2004, 2005 yıllarının, 24 aylık periyotlarda ise 1988, 1990, 1991, 1992 yıllarının aşırı kurak yıllar olduğu görülmektedir. Tüm periyotlar göz önüne alındığında NCEP/NCAR yağış verileri en şiddetli

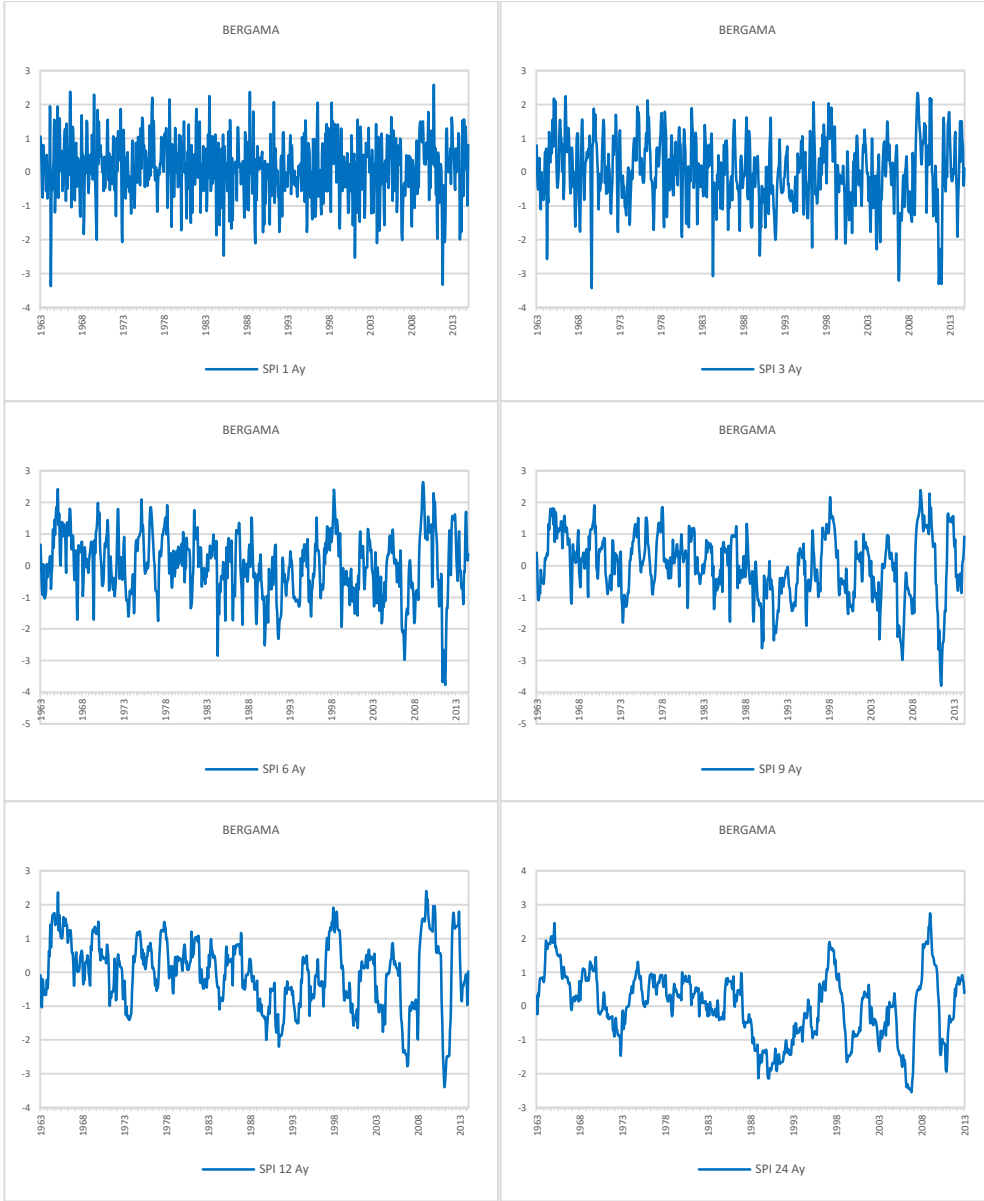
kurak yılların 1990, 1992 ve 2003-2004 dönemi olduğu görülmektedir.



Şekil 4. Aliğa istasyonu SYİ gidiş grafikleri

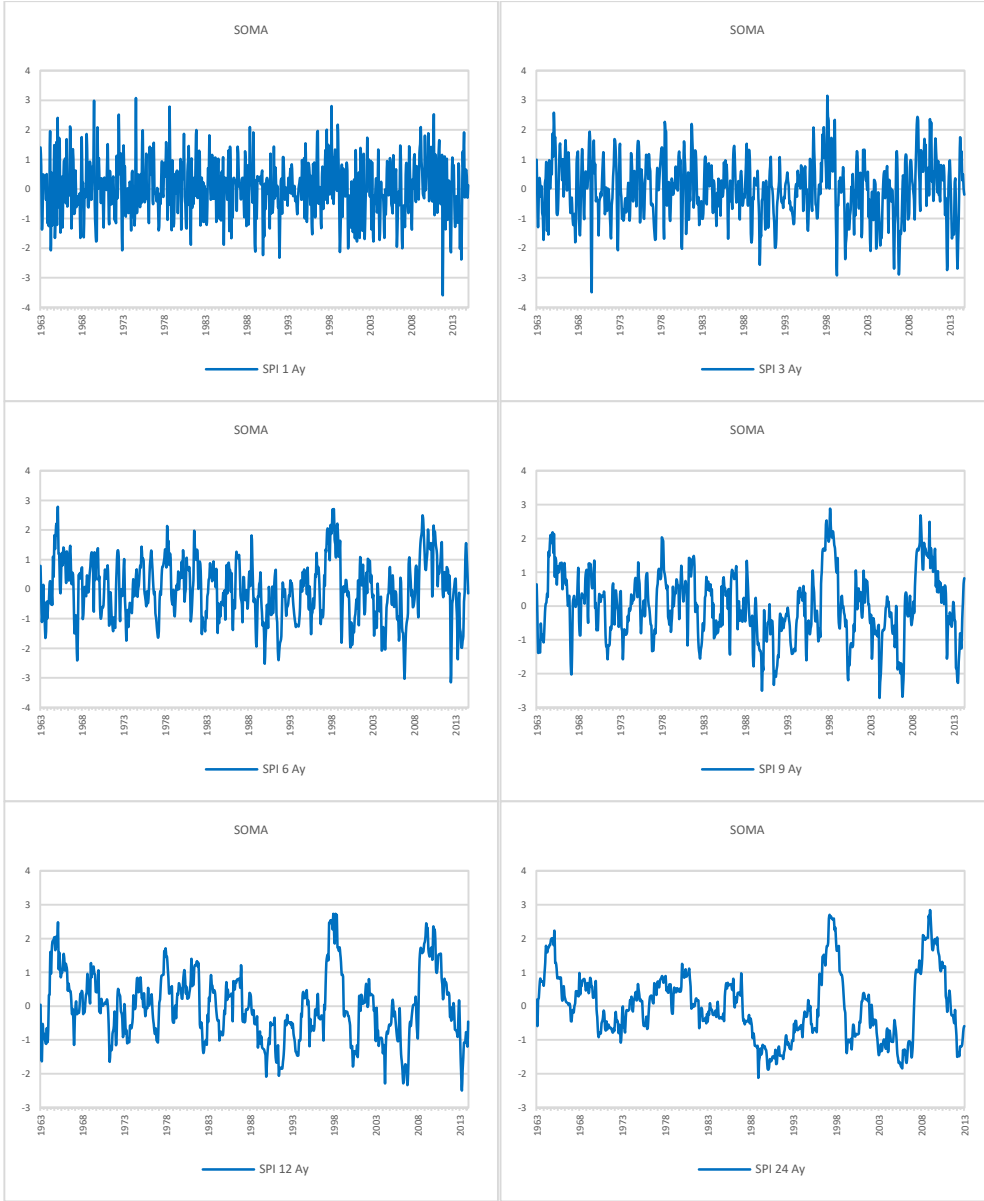


Şekil 5. Dikili istasyonu SYİ gidiş grafikleri

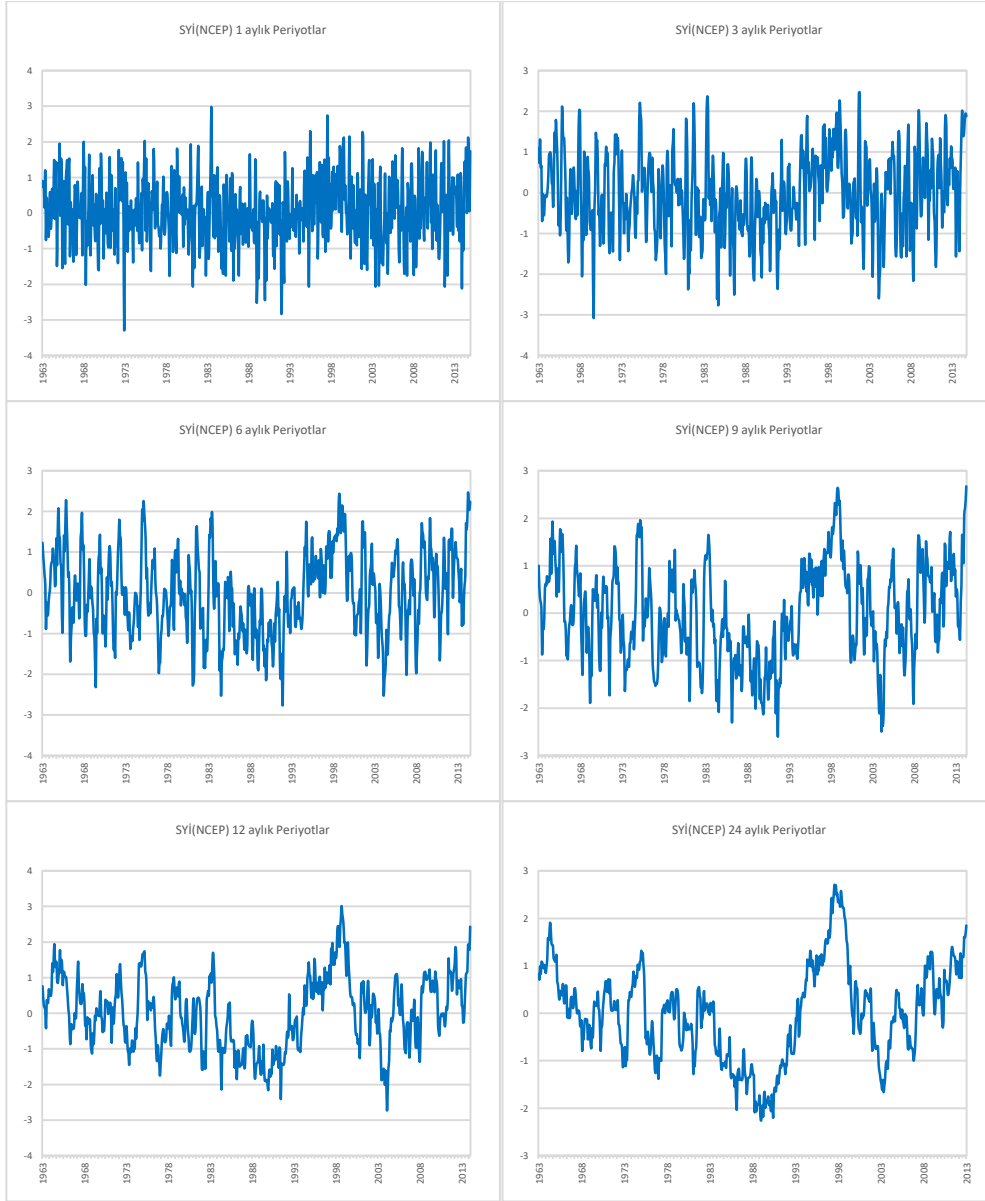


Şekil 6. Bergama istasyonu SYİ gidiş grafikleri





Şekil 7. Soma istasyonu SYİ gidiş grafikleri



**Şekil 8.** Düşük çözünürlüklü NCEP/NCAR SYI gidış değerleri

NCEP/NCAR kuraklıklarının, istasyon bazlı kuraklıklara karşılaştırılması durumunda kuraklıklarda etkili olan yağış dönemlerinin ve kurak yılların büyük ölçüde farklı sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bir başka değişle, NCEP/NCAR değerleriyle gerçekleştirilen kuraklık analizlerinin, istasyon ölçeğine inildiğinde hem zaman hemde mekan boyutunda oldukça farklılaştığı görülmektedir. Bu durum, NCEP/NCAR parametrelerinin bölgenin

tümündeki değişkenliği yok eden ortalınmış bir karaktere sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, Fıstıkoğlu ve Okkan (2011)'in çalışmalarında gösterdiği gibi atmosferik yağışların istasyon ölçeğine indirgenerek değerlendirilmeleri bir zorunluluk olmaktadır [14]. Söz konusu bu ölçek indirgeme sürecinde regresyon ya da benzeşim esaslı istatistiksel yöntemler kullanılabilirdiği gibi, bölgesel iklim

modellerine dayanan dinamik esaslı yöntemler de kullanılabilir [12, 13, 14].

### 3.3 Kuantil regresyon sonuçları

İstasyon ve NCEP/NCAR yağışları için hesaplanmış olan kuraklık indisleri arasındaki kuantil ilişkiler, detayları önceki bölümde verilen kuantil regresyon analizi ile incelenmiştir.  $\tau=0.1$ ,  $\tau=0.5$  ve  $\tau=0.9$  kuantil seviyelerine karşı belirlenen regresyon katsayıları Tablo 2'de; kuantil regresyon grafikleri de; 1, 3, 6, 9, 12 ve 24 aylık periyotlar için örnek olması amacıyla sadece Soma istasyonu için Şekil 9'da verilmektedir.

Tablo 2'de  $\tau=0.5$  seviyesi için elde edilen kuantil regresyon katsayıları, istasyon ve NCEP/NCAR serilerinin medyan değerleri arasındaki ilişkinin katsayılarını ifade ederken  $\tau=0.1$  ve  $\tau=0.9$  için elde edilen katsayılar NCEP/NCAR SYİ değerlerinin bilinmesi koşuluyla istasyonlardaki %10 kuantil seviyesindeki kurak ( $\tau=0.1$ ) ve %90 seviyesindeki sulak ( $\tau=0.9$ ) indis değerlerini ifade etmektedir. Bir başka ifade ile, istasyonların  $\tau=0.1$  kuantilli SYİ değerleri, NCEP/NCAR SYİ'nin bilinmesi durumunda istasyonda gözlemlenebilecek SYİ değerinin en düşük %10uncu sıradaki değerini (en kurak);  $\tau=0.9$  kuantilli SYİ değerleri ise istasyonda gözlemlenebilecek (en sulak) %90ıncı sıradaki değerlerini göstermektedir.

Tablo 2'de verilen kuantil regresyon katsayılarına göre, tüm kuraklık süreleri dikkate alındığında NCEP/NCAR SYİ'nin 0 olduğu dönemlerde (atmosferik alansal yağış normal seviyede) Soma ve Bergama istasyonlarının %10 kuantilleri, Dikili ve Aliğa istasyonlarına kıyasla daha yüksek değerler almaktadır. Bir başka deyişle, atmosferik yağış normal değerlerdeyken, iç bölgelerdeki istasyonlar kıyı bölgelere kıyasla daha kurak bir davranış gösterme eğilimindedir. Bu durum %90 kuantil değerleri incelendiğinde sulak dönemler için tersine dönmekte, iç bölgelerdeki istasyonlar kıyı istasyonlara nazaran daha sulak dönemler geçirmektedir.

Aliğa ve Bergama istasyonunda %90 ve %10 kuantilli SYİ değerlerinin değişim hızı hemen hemen birbirine yakın iken Dikili ve Soma istasyonundaki %90 kuantiller, %10 kuantillere kıyasla daha hızlı değişmektedir. Bu durum NCEP/NCAR SYİ'nin sulak ve kurak değerlerine bağlı olarak Aliğa ve Bergama istasyonlarındaki değişimlerin atmosferik değerlere paralel

olduğunu ancak Dikili ve Soma istasyonlarında kurak değerlerin sulak değerlere kıyasla daha hızlı değiştiğini göstermektedir.

NCEP/NCAR SYİ kuraklık indisinin şiddetli ve aşırı kuraklık gösterdiği 1, 3, 6, 9 ve 12 ay süren kuraklıklarda Bergama ve Soma istasyonları, Aliğa ve Dikili istasyonlarına kıyasla daha kurak olma eğilimindeyken, 24 ay süren uzun süreli kuraklıklarda kıyı bölgesindeki Dikili ve Aliğa istasyonları iç bölgelerdeki Bergama ve Soma istasyonlarına kıyasla daha kurak dönemler geçirme eğilimindedir. Bir başka deyişle, NCEP/NCAR SYİ şiddetli ve aşırı kurak dönemleri işaret ettiğinde kısa süreli kuraklıklarda (1-12 ay) iç bölgelerdeki istasyonlarda, uzun süreli kuraklıklarda (24 ay) ise kıyı istasyonlarda şiddetli ve aşırı kurak evreler gözlenmektedir.

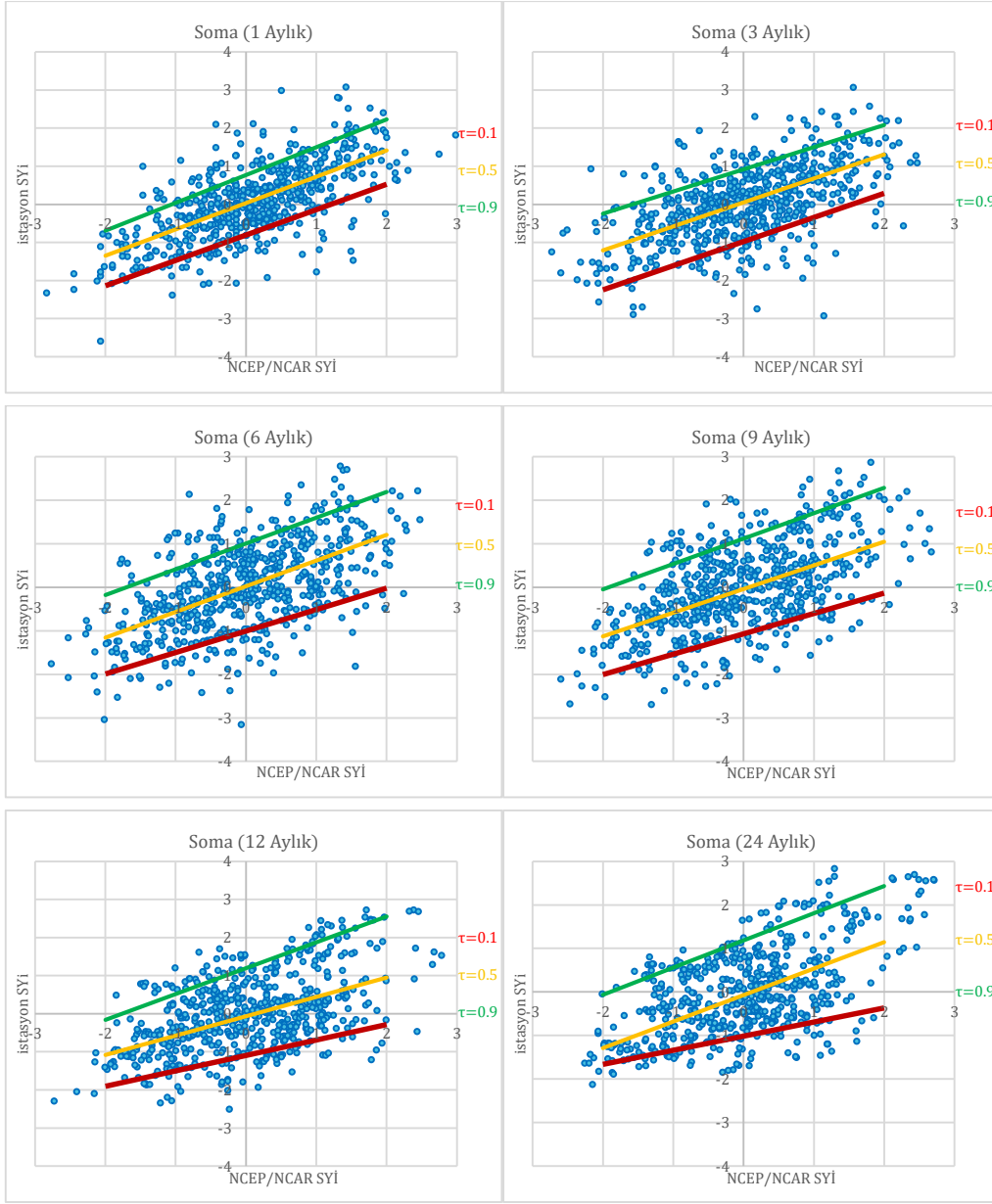
### 4. Tartışma ve Sonuç

Önceki bölümde elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, çalışma sahasında istasyon bazında farklı kuraklık süreleri için hesaplanan SYİ'leri ile aynı bölgeyi temsil eden düşük çözünürlüklü atmosferik yağış değerlerinden elde edilen SYİ değerleri arasında hem kurak aylar hemde yıllar açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu sonuç, GCM'lerde olduğu gibi düşük çözünürlüklü yağış değerleriyle elde edilen kuraklık indislerinin bölge içinde farklı zaman ve mekan dağılımına sahip olduğunu göstermekte ve GCM'lerin çıktıkları olan düşük çözünürlüklü atmosferik parametrelerin kuraklık analizlerinde doğrudan kullanılmalarının, istasyonlardan elde edilmiş kuraklık bilgilerine kıyasla farklı yorumlara neden olacağı görülmektedir.

**Tablo 2.** NCEP/NCAR SYİ leri ile istasyon SYİ leri arasındaki kuantil regresyon katsayıları

Süre	Kuantil Regresyon Katsayıları	ALIAĞA			DİKLİ		
		$\tau = 0.1$	$\tau = 0.5$	$\tau = 0.9$	$\tau = 0.1$	$\tau = 0.5$	$\tau = 0.9$
(1ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-0.69091	0.15673	0.93778	-0.70192	0.15194	0.88788
	$\beta_{1(\tau)}$	0.61364	0.62092	0.65341	0.65836	0.65568	0.67340
(3ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-0.89737	0.02730	1.09644	-0.94839	0.02069	1.03844
	$\beta_{1(\tau)}$	0.47368	0.51351	0.50758	0.51058	0.60481	0.55376
(6ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.01750	0.03400	1.10045	-1.01464	0.02827	0.98057
	$\beta_{1(\tau)}$	0.37500	0.49825	0.55455	0.47813	0.58025	0.65537
(9ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.03863	0.03348	1.08590	-0.99588	0.05375	0.98577
	$\beta_{1(\tau)}$	0.39485	0.54040	0.30970	0.52672	0.62500	0.61340
(12ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.10185	0.04968	1.10755	-0.93175	0.02750	0.97333
	$\beta_{1(\tau)}$	0.37815	0.48387	0.34266	0.49402	0.55233	0.66667
(24ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.16306	0.02915	1.10748	-1.04419	0.05677	0.89269
	$\beta_{1(\tau)}$	0.58125	0.58511	0.39806	0.56452	0.63077	0.78756
Süre	Kuantil Regresyon Katsayıları	BERGAMA			SOMA		
		$\tau = 0.1$	$\tau = 0.5$	$\tau = 0.9$	$\tau = 0.1$	$\tau = 0.5$	$\tau = 0.9$
(1ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-0.75717	0.09466	0.85328	-0.80333	0.03082	0.77034
	$\beta_{1(\tau)}$	0.66304	0.67241	0.64964	0.66667	0.69085	0.73034
(3ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-0.89253	0.05444	0.97468	-0.98076	0.04893	0.91868
	$\beta_{1(\tau)}$	0.53165	0.57778	0.57447	0.63359	0.63095	0.58242
(6ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-0.95773	0.05813	0.95529	-1.00583	0.02292	1.00514
	$\beta_{1(\tau)}$	0.49498	0.56911	0.52941	0.49167	0.58989	0.59286
(9ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.02736	0.06500	0.99200	-1.07011	-0.04208	1.11917
	$\beta_{1(\tau)}$	0.47112	0.57463	0.47500	0.46927	0.54455	0.58333
(12ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.05372	0.07148	1.09168	-1.09281	-0.06789	1.19536
	$\beta_{1(\tau)}$	0.44186	0.48901	0.42437	0.40523	0.50904	0.67857
(24ay)	$\beta_{0(\tau)}$	-1.16780	0.06161	1.13736	-1.01623	-0.07115	1.18391
	$\beta_{1(\tau)}$	0.46073	0.54839	0.50167	0.32384	0.60766	0.62391

$\beta_{0(\tau)}$ :Kuantil regresyon sabiti,  $\beta_{1(\tau)}$ : Kuantil regresyon katsayısı,  $\tau$ : Kuantil



Şekil 9. NCEP/NCAR SYI değerleri ile Soma SYI değerleri arasındaki kuantil regresyon grafikleri

Ayrıca, çalışma alanındaki istasyonlar ile düşük çözünürlüklü atmosferik kuraklık indisleri arasındaki ilişkiler kurak ve sulak dönemlerin sürelerine göre farklılıklar göstermektedir. Kısa süreli kuraklıklarda iç bölgelerdeki istasyonlar atmosferik kuraklık indislerinden daha çok

etkilenirken, uzun süreli kuraklıklarda kıyı istasyonlar atmosferik indislerden daha çok etkilenmektedir. Bu durum, sulak dönemler için tamamen tersine dönerken, istasyonlardaki kuraklığın üst atmosferik parametrelerle

ilişkisinin kurak ve sulak dönemlerde farklılaşabildiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, gelecek dönem kuraklıkların tahmin edilmesinde kullanılan düşük çözünürlüklü küresel iklim modellerinden elde

edilmiş kuraklık tahminleri, istasyon ölçeğine indirgenmeden değerlendirilmemeli, küresel modellerin hesap hücreleri içindeki istasyon bazlı kuraklığın şiddetinin ve zaman dağılımının istasyondan istasyona değiştiği gözardı edilmemelidir.

### Kaynakça

- [1] World Meteorological Organization (WMO) 2016. Handbook of drought indicators and indices, [http://www.droughtmanagement.info/literature/GWP\\_Handbook\\_of\\_Drought\\_Indicators\\_and\\_Indices\\_2016.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/GWP_Handbook_of_Drought_Indicators_and_Indices_2016.pdf) (Erişim Tarihi: 15.11.2019)
- [2] Aksoy, H., Onoz, B., Cetin, M., Yuçe, M. I., Eris, E., Selek, B., Cavus, Y. 2018. SPI-based drought severity-duration-frequency analysis. In Proceedings of the 13th International Congress on Advances in Civil Engineering, Izmir, Turkey, 12-14.
- [3] McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, California.
- [4] Sırdaş, S., Şen, Z. 2003. Meteorolojik kuraklık modellenmesi ve Türkiye uygulaması, İTÜ Dergisi, Cilt. 2, Sayı. 2, s. 95-103.
- [5] Kapluhan, E., 2013. Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı. 27, s. 487-510.
- [6] Türkes, M., 2012. Türkiye’de Gözlenen ve Öngörülen Kuraklık ve Çölleşme, Uluslararası ‘Meteoroloji, Toz Taşınımı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele’ Çalıştayı, Ankara.
- [7] Ceylan, A., Turgu, E., İnal, İ., Mollamahmutoğlu, A., Aydoğan, A. 2009. Türkiye’de Son Yıllarda Gözlenen Kuraklık Hadiselerinin Değerlendirilmesi. Su Kaynakları, Cilt. 2, Sayı. 1, s. 1-11.
- [8] Gumus, V., Algin, H. M. 2017. Meteorological and hydrological drought analysis of the Seyhan–Ceyhan River Basins, Turkey. Meteorological Applications, Cilt. 24, Sayı. 1, s. 62-73.
- [9] Dogan, S., Bertay, A., Singh, V. P. 2012. Comparison of multi-monthly rainfall-based drought severity indices, with application to semi-arid Konya closed basin, Turkey. Journal of Hydrology, Cilt. 470, s. 255-268.
- [10] Kumanlioğlu, A. A., Fistikoglu, O. 2019. Yukarı Gediz Havzası Yağışlarının Meteorolojik Kuraklık Analizleri, DEUFMD, Cilt. 21, Sayı. 62, s. 509-523.
- [11] Yildirim Poyraz, A., Yücel, I., Aziz, R., Tugrul Yilmaz, M. 2018. Assessing Drought Using Cordex Ensemble Climate Models In Mediterranean Climate Region Of Turkey. In EGU General Assembly Conference Abstracts Cilt. 20, EGU2018-13538-1.
- [12] Danandeh Mehr, A., Sorman, A. U., Kahya, E., Hesami Afshar, M. 2020. Climate change impacts on meteorological drought using SPI and SPEI: case study of Ankara, Turkey. Hydrological Sciences Journal, Cilt. 65, Sayı. 2, s. 254-268.
- [13] Vasiliades, L., Loukas, A., Patsonas, G. 2009. Evaluation of a statistical downscaling procedure for the estimation of climate change impacts on droughts. Natural Hazards and Earth System Sciences, Cilt. 9, Sayı. 3, s. 879-894.
- [14] Fistikoglu, O., Okkan, U. 2011. Statistical downscaling of monthly precipitation using NCEP/NCAR reanalysis data for Tahtali River Basin in Turkey. Journal of Hydrologic Engineering, Cilt. 16, Sayı. 2, s. 157-164.
- [15] Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Zhu, Y. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. Bulletin of the American Meteorological Society, Cilt. 77, Sayı. 3, s. 437-472.
- [16] Koenker, R., Bassett, G. W. 1978. Regression Quantiles. Econometrica, Cilt. 46, Sayı. 1, s. 33-50.
- [17] Koenker, R., Hallock, K. 2001. Quantile regression. Journal of Economic Perspectives, Cilt. 15, Sayı. 4, s. 143-156.