

L-MOMENTLER VE STANDART YAĞIŞ İNDEKSİ (SYİ) YARDIMIYLA SEYHAN HAVZASI KURAKLIK ANALİZİ*

Drought Analysis of The Seyhan Basin by Using Standart Precipitation Index (SPI) and L-moments

Emre Topçu
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Neslihan SEÇKİN
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada Seyhan Havzası'ndaki 11 meteoroloji gözlem istasyonunun uzun yıllar aylık yağış serileri kullanılarak Standart Yağış İndeksi yöntemi ile havzada kuraklık incelenmiş ve Standart Yağış İndeksi yöntemi ile belirlenen en kurak ayların yağış değerlerine L-momentler yöntemiyle bölgesel frekans analizi uygulanmıştır. Her istasyonun 3, 6, 9 ve 12 ay süreli SYİ değerleri hesaplanmıştır. Kuraklık frekansı değerine göre kuraklığın en çok görüldüğü istasyon Karaisalı iken en az görüldüğü istasyon Tufanbeyli'dir. 3 ve 6 aylık minimum yağış serilerinden homojen bölgeler elde edilememiştir. 9 aylık seride havza iki kısma ayrılarak homojen alt havzalar elde edilmiştir. 12 aylık seride ise tüm havza homojen çıkmıştır. 9 aylık minimum yağış serisi için homojen iki bölgeye en iyi uyan dağılım Pearson Tip 3 iken 12 aylık yağış serisi için Genelleştirilmiş Normal Dağılım'dır.

Anahtar Kelimeler : Seyhan Havzası, Standart Yağış İndeksi (SYİ), L-momentler

ABSTRACT

The aims of this study were to: (1) monitor drought in the Seyhan Basin by using Standart Precipitation Index (SPI) based on long-term monthly precipitation records of 11 meteorological stations and (2) carry out regional frequency analysis using L-Moments method based on recorded precipitation data of the most drought month for each year acquired from Standart Precipitation Index method for each station. SPI values of each station for 3, 6, 9 and 12-month time scales were calculated. According to the drought frequency values, the station that have the highest drought occurrence frequency is the Karaisalı station, whereas the station that have the lowest drought frequency is the Tufanbeyli station. Homogenous regions for 3 and 6-month time scales minimum precipitation series couldn't be obtained. Homogenous regions for 9-month time scale minimum precipitation series were obtained only by dividing the whole basin into two parts. The whole basin is homogenous for the 12-month time scale minimum precipitation series. According to the results, the Pearson Type 3 distribution is found to be most suitable for two homogenous sub-basins with respect to 9-month time scale minimum precipitation series, whereas the Generalized Normal distribution is found to be most suitable for 12- month time scale minimum precipitation series.

Key Words : Seyhan Basin, Standart Precipitation Index (SPI), L-moments

* Yüksek Lisans Tezi-MSc. Thesis

Giriş

Kuraklık, bir bölgede güncel yağışlarda meydana gelen eksiklik veya azalma nedeniyle görülen alışılmadık kuru hava koşuludur. Kuraklık iklimsel bir olaydır. Kuraklık genellikle, insanların yaşam tarzlarını, aktivitelerini etkiler ve kullanılabilir su kaynaklarında azalmayla sonuçlanır. Ürün üretkenliğinin azalması çiftçilerin daha az kazanmalarına neden olur. Bu da ürün fiyatlarını arttırır işsizliğe ve göçe sebep olur. Ürün miktarında azalma, malın ya da gıdanın dışarıdan pahalıya ithal edilmesine neden olur. Bu kuraklığın ekonomik boyutudur. Kuraklık hayvan ve bitki türlerinde azalmaya neden olur. Vahşi hayat, su ve hava kalitesi, orman yangınları su kıtlığından etkilenirler. Kuraklığın etkilediği bir başka konu sosyal yaşamdır. Kuraklığın sosyal etkileri genellikle su ihtiyacını karşılamak isteyenler arasında çıkan anlaşmazlıklar, halk sağlığı ve güvenliği konusunda meydana gelen endişeler ve hayat kalitesinde azalmadır. Kuraklık, akademisyenler tarafından, etkilediği olaylara ve kuraklığın oluşumuna göre sınıflandırılır. Literatürde en sık tanımı yapılan kuraklık türleri meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklıktır. Meteorolojik kuraklık hava durumu ile ilgilidir. Ulaşılabilir su kaynaklarında azalmaya neden olacak, en az 30 yıllık serideki yağış normallerine göre yağış miktarındaki azalma ile tanımlanır. Tarımsal kuraklık, çiftliklerde, tarım arazilerinde ya da otlarla beslenen hayvanların yayıldıkları meralarda, bitkilerin ve çimlerin gelişmek için ihtiyacı olan nemin toprakta belirli bir değerin altına düştüğünde meydana gelir. Hidrolojik kuraklık ise akiferlerdeki, rezervuarlardaki, barajlardaki ve göllerdeki su miktarının istatistiksel ortalamasının altına düştüğünde meydana gelmektedir.

Tez çalışması için seçtiğimiz Seyhan Havzası, Çukurova Üniversitesi, Japon bilim adamları ve Tübitak'ın yaptığı analiz sonuçlarına göre sıcaklık ortalama 2-3.5 °C artacak ve yağış miktarında % 25-35 oranında azalacaktır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nce (IPCC) Seyhan Havzası'nın da bulunduğu Akdeniz Bölgesi küresel ısınmaya karşı en hassas bölge olarak belirlenmiştir. Analizi yapmak için öncelikle istasyonlardan sağlanan aylık yağış verileri kullanılarak, kuraklık literatüründe çok sık karşımıza çıkan Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemi kullanılmıştır. İstasyonların, SYİ değerlerine göre kurak olma durumları, kuraklık frekansları bulunup gözlem süresi boyunca kuraklığın nasıl değiştiği araştırılmıştır.

Çalışmanın diğer aşamasında dağılım parametrelerini tahmin etmek için L-Momentler tekniği kullanılarak 11 istasyona ait SYİ analizi sonucu ile belirlenen en kurak ayların yağış miktarları değerlerine bölgesel frekans analizi uygulanmıştır. Elde edilen homojen bölgelere Genelleştirilmiş Normal, Genelleştirilmiş Extreme Değer, Genelleştirilmiş Logistic, Genelleştirilmiş Pareto, Pearson Type 3 ve Wakeby dağılımları uygulanarak tekerrür değerleri bulunmuştur.

Materyal ve Metot

Materyal

Seyhan Havzası Türkiye'deki 26 hidrolojik havzadan biridir. Havza 20450 km² alana sahip olup Türkiye'nin %2.82'sini oluşturur. Çalışma için havzanın

özelliklerinin yansıyacak 11 adet istasyon seçilmiştir. Çalışmanın hassas sonuçlar verebilmesi için en az 20 yıl uzunluğunda kayıt tutmuş istasyonlardan elde edilen seriler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları ve kayıt yılları Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları ve kayıt yılları

Sıra	İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Yılları	Gözlem Süresi (Yıl)
1	Adana	17351	1970-2012	43
2	Çamardı	6893	1970-1994	25
3	Feke	6902	1970-1994	25
4	Karaisalı	17936	1970-2012	43
5	Karataş	17981	1970-2012	43
6	Pınarbaşı	17802	1970-2010	41
7	Pozantı	17934	1970-1993	24
8	Sarız	17840	1970-2011	42
9	Tomarza	17837	1970-2010	41
10	Tufanbeyli	6204	1986-2012	27
11	Ulukışla	17906	1970-2012	43

Metot

Standart Yağış İndeksi Yöntemi (SYİ)

Standart Yağış İndeksi 1993 yılında Mckee tarafından bölgesel kuraklığı tanımlamak ve değişimleri gözlemleyebilmek için geliştirilmiştir. Herhangi bir zaman aralığında kurak periyotların şiddetini ve özelliklerini belirlemek için tasarlanmıştır. Mckee yağış miktarındaki değişimin ya da kıtlığının toprak nemi, akarsu akışı, yer altı suyu depolanması gibi su kaynaklarını etkileyen hayati etmenlerin nasıl etkilendiğini araştırmıştır. Kısa ya da uzun zaman aralıkları su kaynakları üzerinde değişik anomaliler gerçekleştirirler. Mckee kurak olayın SYİ değeri sürekli -1 ve altında iken meydana geleceğini ve kurak dönemin SYİ değeri pozitif olunca biteceğini söylemiştir. SYİ, araştırmacılar tarafından özellikle mevsimsel yani 3 ay ve 6 ay periyotluk ya da yıllık 12 ay ya da uzun süreli 24, 48, 72 ay gibi periyotlar için kuraklığı hesap etmede kullanılır. Bu çalışmada ayrıca kurak olarak belirlenen ay sayısı toplam gözlem ayı sayısına bölünerek istasyonların kurak olma frekansları elde edilmiştir

Standart Yağış İndeksi esas olarak belirlenen zaman dilimi içinde normal dağılıma dönüştürülmüş yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilir (Eşitlik 1) (McKee, 1993).

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

SYI_{ij} : Standart Yağış İndeksi, X_j : Yağış miktarı, \bar{X}_j : Yağış ortalaması

S_j : Standart sapma, j : istasyonu, i : 1, 2, ..., n istasyondaki kronolojik kayıt sırasını göstermektedir.

L-Momentler Tekniği

L-Momentler, Hosking (1986, 1990) tarafından geliştirilmiştir. L-momentler yöntemi parametre tahmini, bölgeselleştirme ve dağılım tanımlama gibi problemleri çözmeye yaygın olarak kullanılmaktadır. L-momentler yöntemi PWM yöntemlerinin lineer bir fonksiyonudur. L-momentler Gebeyehu (1989) tarafından aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$L_{r+1} = (-1)^r \sum_{k=0}^r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} M_{1,0,k} \quad (2)$$

L- momentler;

$$\begin{aligned} r=0 &\Rightarrow \lambda_1=L_1=M_{100} \\ r=1 &\Rightarrow \lambda_2=L_2=M_{100}-2M_{101}=2M_{110}-M_{100} \\ r=2 &\Rightarrow \lambda_3=L_3=M_{100}-6M_{101}+6M_{102}=6M_{120}-6M_{110}+M_{100} \\ r=3 &\Rightarrow \lambda_4=L_4=M_{100}-12M_{101}+30M_{102}-20M_{103}=20M_{130}-0M_{120}+12M_{110}-M_{100} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \tau_2 &= \lambda_2 / \lambda_1 \text{ (L-varyasyon katsayısı L-Cv)} \\ \tau_3 &= \lambda_3 / \lambda_2 \text{ (L-çarpıklık, L-Cs)} \\ \tau_4 &= \lambda_4 / \lambda_2 \text{ (L-basıklık, L-Ck)} \end{aligned} \quad (4)$$

Hosking (1990, 1993) homojenlik testi için 3 istatistik ölçünün hesaplanmasını önermiştir. Bunlar; uyumsuzluk ölçüsü (Di), heterojenlik ölçüsü (H), uygunluk ölçüsü (Z)'dir.

Uyumsuzluk ölçüsü (Di)

Bu test L-moment oranlarına dayalıdır ve bir grup istasyon içerisindeki uyumsuz istasyonları belirlemek için kullanılır. Uyumsuzluk ölçüsü istasyon sayısına göre tanımlanır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$u_i = [t^i, t_3^i, t_4^i]^T \quad (5)$$

T: Vektör yada matrisin transpozu

\bar{u} : Ağırlıksız grup ortalaması

$$A = \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{u})(u_i - \bar{u})^T \quad (6)$$

A: Karelerinin toplamının matrisi ve çapraz çarpımı

$$D_i = \frac{1}{3} N (u_i - \bar{u})^T A^{-1} (u_i - \bar{u}) \quad (7)$$

D_i : i istasyonu iin uyumsuzluk ölçüsü

Heterojenlik Ölçüsü (Z)

Bu ölçü bir istasyon grubunun heterojenlik derecesini tespit etmek için kullanılır. Aşağıdaki eşitlik (8) ile bulunur.

$$H_i = \frac{(V_i - \mu_v)}{\sigma_v} \quad (8)$$

V_i : L-varyasyon katsayısı değerlerinin ağırlıklı standart sapmasıdır. μ_v : simüle edilmiş verilerin ortalamasıdır σ_v ise standart sapmasıdır. Hosking ve Wallis (1993)'e göre, eğer $H_i < 1$ ise bölgenin kabul edilebilir derecede homojen olduğunu, $1 \leq H_i < 2$ ise bölgenin muhtemelen heterojen olduğunu, $H_i \geq 2$ ise bölgenin kesinlikle heterojendir.

Uygunluk Ölçüsü (Z)

Hosking ve Wallis (1993) L-basıklık oranına bağlı uygunluk ölçüsü önermişlerdir. Bu test bir istasyon grubuna uyan en iyi bölgesel frekans dağılımını belirlemek için kullanılır. Dağılımın en iyi uyan olarak anılabilmesi için $Z^{\text{DIST}} \leq 1.64$ ve '0' a yeterince yakın olmalıdır. Z^{DIST} aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Z = \left(\frac{-R}{t_4 - \tau_4^{\text{dist}}} \right) / \sigma_4 \quad (9)$$

$-R$
 t_4 = belirli bölge için gözlenmiş örnek serilerden hesaplanan bölgesel ortalama L- basıklık değerleri

τ_4^{dist} = uygun dağılım similasyonundan elde edilen ortalama L- basıklık değerleri

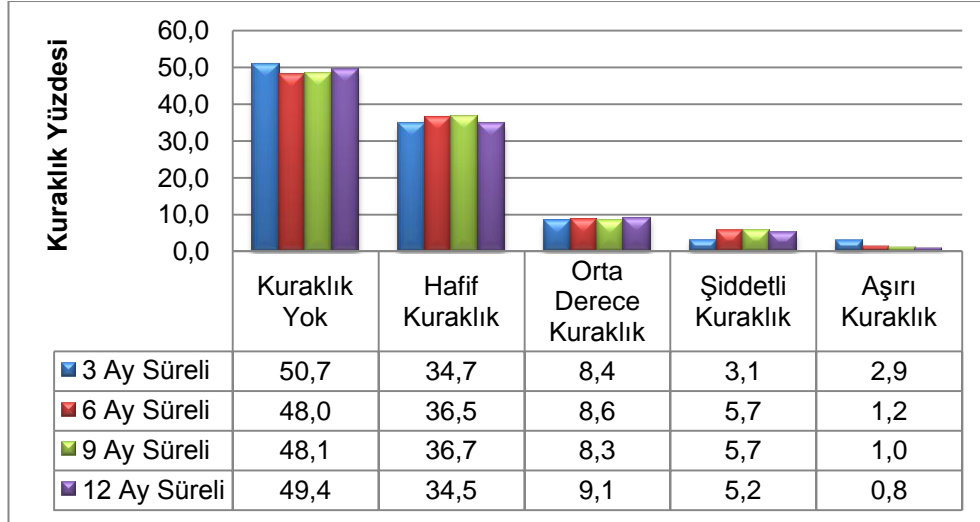
σ_4 = L- basıklık değerlerinin standart sapması (Seçkin, 2009)

Araştırma Bulguları ve Tartışma

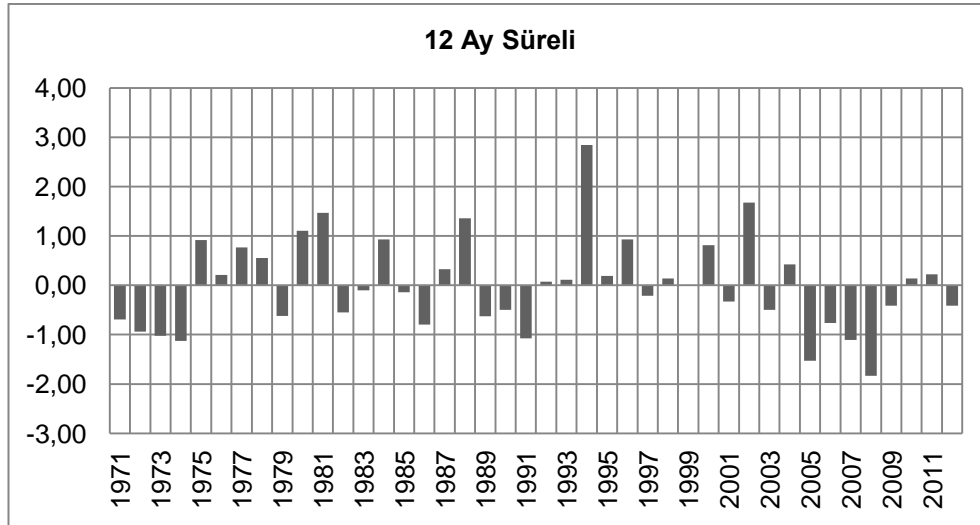
Bu çalışmada sadece kuraklık frekansı değerine göre en kurak istasyon olarak belirlenen Karaisalı istasyonunun görsel analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Havzada bir ayda görülen en büyük SYİ değeri 3 aylık periyotta 3.59 (olağanüstü yağışlı) ile bu istasyondadır (Çizelge 2). Karaisalı istasyonunda kuraklığın olduğu durumların oluşma frekansı % 50.9 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Ortalama yıllık SYİ ve aylık SYİ değerleri grafik haline getirilmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3).

Çizelge 2. Karaisalı istasyonu için 3, 6, 9 ve 12 ay periyodunda gözlenen en kurak ve en nemli aylar ve SYİ değerleri

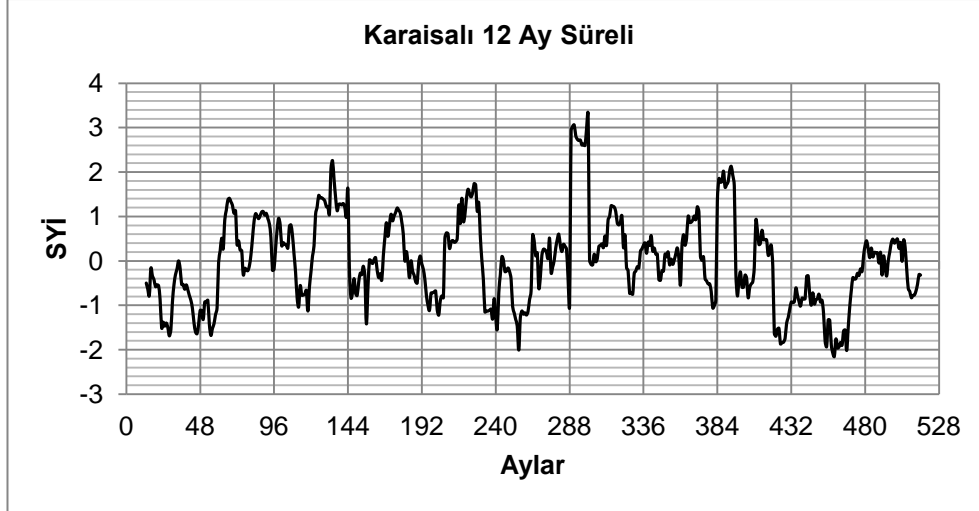
	3 Ay Süreli	6 Ay Süreli	9 Ay Süreli	12 Ay Süreli
En Kurak Ay	Nisan	Temmuz	Ekim	Nisan
Görüldüğü Yıl	1989	1989	1989	2008
SYİ Değeri	-3.6	-2.98	-2.42	-2.15
En Nemli Ay	Mart	Haziran	Eylül	Aralık
Görüldüğü Yıl	1994	1994	1994	1994
SYİ Değeri	3.59	3.42	3.45	3.31
Ortalama SYİ Değerine Göre En Kurak Yıl				
	2007	2008	2008	2008
SYİ Değeri	-0.88	-1.36	-1.70	-1.84
Ortalama SYİ Değerine Göre En Nemli Yıl				
	1988	1994	1994	1994
SYİ Değeri	0.99	1.54	2.24	2.84



Şekil 1. Karaisalı istasyonunda kuraklık kategorilerine göre kuraklığın oluşma frekansları



Şekil 2. Karaisalı istasyonunun 12 aylık periyot için yıllık ortalama SYİ değerleri



Şekil 3. Karaisalı istasyonu 12 aylık SYİ değerleri

Çamardı istasyonu hafif kurak bir istasyondur. Kurak olma yüzdesi 48.3 tür. İklim az yağışlı ve kurak olma eğilimi göstermiştir. Pozantı istasyonu hafif kurak bir istasyondur. Kurak olma yüzdesi 49.2'dir. 12 aylık periyot içinde görülen olağanüstü yağışlar son 10 yılda hafif yağışlara dönüşmüştür. Pınarbaşı istasyonu da hafif kurak bir istasyondur ve kuraklık hadiseleri %46.3 olasılığında görülür. Havzada bir ayda görülen en düşük SYİ değeri 6 aylık periyot için -3.75 (olağanüstü kuraklık) ile bu istasyonda görülmüştür. Tufanbeyli istasyonu hafif nemli bir istasyondur. %45.9 frekansında kuraklık yaşanır. Kuraklığın görülme sıklığının en az olduğu istasyondur. Sarız istasyonu hafif kurak bir istasyondur. Kuraklığın oluşma yüzdesi 46.2'dir. Şiddetli kuraklık %6.2 frekansıyla 3 aylık dönemde görülmüştür. Karataş istasyonu hafif nemli bir istasyondur. Kuraklık %46.8 oranında meydana gelir. Tomarza istasyonu hafif nemli bir istasyondur. Kuraklık yüzdesi 46.8'dir. Adana istasyonu hafif nemli bir istasyondur. Kuraklık yüzdesi 47.7'dir. Hafif kuraklık en fazla 6 aylık sürede, şiddetli kuraklık ise en fazla 12 aylık (yıllık) periyotta görülmüştür. 2000'li yıllardan sonra kuraklıkta ani artışlar vardır. Feke istasyonu hafif nemli bir istasyondur ve kuraklık %49.8 oranında oluşmaktadır. Ulukışla istasyonu hafif nemli bir istasyondur. %47 oranında kuraklık olayları yaşanır. 2006 yılından sonra iklim hafif nemli iken 2008 yılında hafif kuraktır. L-Momentler yöntemi uygulanınca havza 3 ve 6 aylık dönemlerde minimum yağışlar açısından tamamen heterojen çıkmıştır yani istasyonlar tamamen birbirleriyle uyumsuzdurlar. Heterojenlik ölçüsü olan H değeri 1 değerinin çok üstünde çıkmıştır. İstasyonları rakım, konum, yağış serisi uzunluğu gibi kriterlere göre gruplandırılarak yapılan frekans analizi homojen bölge elde etmede başarısız olmuştur. Bu nedenle 3 ve 6 aylık minimum yağış değerleri tahmin etmede kullanılacak parametre ve dağılımlar bulunamamıştır. 9 aylık dönem için ise uyumsuz havzalar tespit edilmiştir. Havza iki parçaya bölününce iki alt havza

elde edilmiştir. Bu havzalar heterojenlik ölçüsü $H < 1$ değerini sağladıklarından tamamen homojen çıkmışlardır (Çizelge 3).

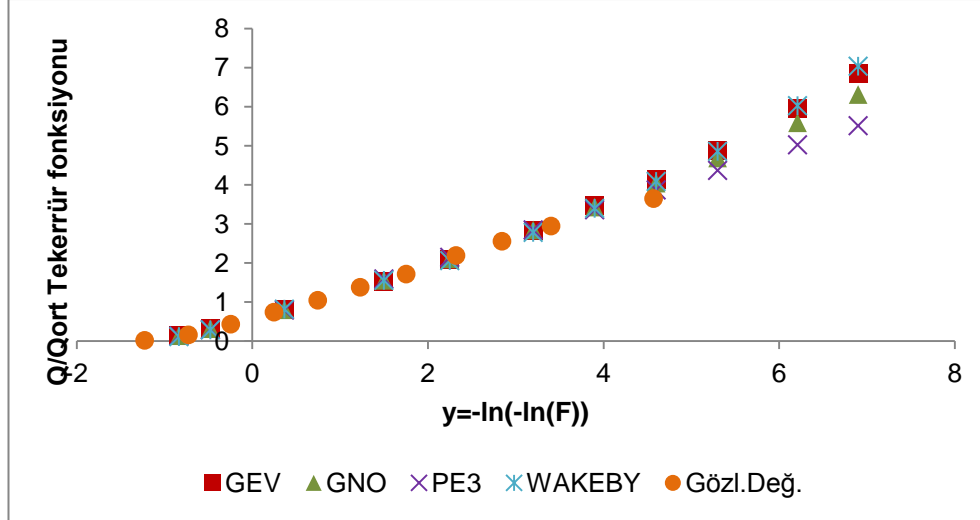
Çizelge 3. 9 aylık süre için bölgelerin heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

		BÖLGE 1	BÖLGE 2
Heterojenlik	H1	-0.21	0.59
	H2	-1.5	-0.23
	H3	-1.45	-0.94
Dağılımlar (Z)	Gen. Extreme Value	1.25	1.33
	Gen. Normal	0.77	1.13
	Pearson Type III	-0.08	0.57
	Gen. Pareto	-1.12	

Bu işlem istasyonların birbirlerine göre konumları ve rakım seviyeleri kıyaslanarak seçilmeleri sonucu olmuştur. 9 aylık süre için 1. ve 2. bölgeye aynı anda uyan dağılımın Pearson Type III olduğu belirlenmiştir. 12 aylık dönemde de havza 11 istasyon kullanarak yapılan bölgesel frekans analizi sonucu tamamen homojen çıkmıştır (Çizelge 4). 12 aylık dönemde havza bütününe Genelleştirilmiş Normal dağılımın en iyi uyduğu belirlenmiştir. Dağılımların frekans eğrileri Şekil 4'te görülmektedir.

Çizelge 4. 12 aylık süre için havzanın heterojenlik ölçüleri (H) ve Z uygunluk testi sonuçları

		Tüm İstasyonlar
Heterojenlik	H1	-0.06
	H2	0.68
	H3	0.06
Dağılımlar (Z)	Gen. Extreme Value	1.04
	Gen. Normal	0.35
	Pearson Type III	-0.88



Şekil 4. 12 aylık süre için havzaya ait frekans eğrileri

Bu dağılımlar ve parametreler Seyhan Havzası'nı kuraklık tehlikesi ile karşı karşıya bırakacak minimum yağışların tahmininde kullanılabilir. Diğer çeşitli yöntemler ile yapılan kuraklık analizleri ile bu çalışmanın sonucu örtüşmektedir.

Kaynaklar

- GEBEYEHU, A., 1989. Regional Flood Frequency Analysis. The Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, Bulletin No. TRIVA-VBI-148.
- HOSKING, J.R.M., 1986. The Theory of Probability Weighted Moments. Research Rep. RC 12210, 160 pp., IBM Research Division, Yorktown Heights, NY.
- HOSKING, J.R.M., 1990. L-Moments: Analysis and Estimation of Distributions Using Linear Combinations of Order Statistics. J. Royal Statistical Society, 52(2): 105-124.
- HOSKING, J.R.M., WALLIS, J.R., 1993. Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis. Water Resour. Res., 29(2):271-281, IBM Research Division, Yorktown Heights, New York.
- McKEE, T. B., DOESKEN, N. J., and KLEIST, J., 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. Reprints, 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, USA, 179-184 p.
- SEÇKİN, N., 2009. L Momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu İle Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı, Doktora Tezi, Adana.
- TOPÇU, E., 2013. L-momentler ve Standart Yağış İndeksi (SYİ) Yardımıyla Seyhan Havzası Kuraklık Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilimdalı, Yüksek lisans Tezi, Adana.