

GİRESUN AKSU HAVZASI MAKSİMUM AKIMLARININ FREKANS ANALİZİ

Alper Serdar ANLI

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 06110 - Ankara

e-mail: asanli@agri.ankara.edu.tr

Özet

Taşkınlar, akarsu kenarındaki yerleşim yerlerinde önemli zararlara neden olmaktadır. Bu nedenle hidrolik yapıların doğru planlanması ve tasarlanmasını kolaylaştırarak bu zararları en aza indirmede, taşkınların büyüklüklerinin ve meydana gelme frekanslarının güvenilir bir biçimde tahmin edilmesi büyük öneme sahiptir. Bu araştırmada, Giresun Aksu Havzası maksimum akım frekanslarının modellenmesi için bazı olasılık dağılımları kullanılmıştır. Bu amaçla, 39 yıl süreli aylık ve yıllık maksimum akım dizileri materyal olarak seçilmiştir. Normal (N), logaritmik normal (LN), üç parametrelili logaritmik normal (LN III), ekstrem değer tip I (EV I), gama (GAM), Pearson tip III (P III), logaritmik Pearson tip III (LP III), Weibull (WE), üç parametrelili Weibull (WE III) ve logaritmik lojistik (LLO) dağılımları kullanılmış ve bunların uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi ile değerlendirilmiştir. Uygunluk testi sonuçlarına göre Giresun Aksu Havzası muhtemel aylık maksimum akım tahminlerinde, 1., 6., 7. ve 8. aylar için *logaritmik Pearson tip III*; 3. ve 5. aylar için *üç parametrelili logaritmik normal*; 4. ve 9. aylar için *Pearson tip III*; 10. ve 12. aylar için *üç parametrelili Weibull* ve 2. ve 11. aylar için de *logaritmik lojistik* dağılımlarının kullanılabilceği görüşüne varılmıştır. Yıllık maksimum dizilerde ise *üç parametrelili Weibull* dağılımı uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maksimum Akım, Olasılık Dağılımı, Kolmogorov-Smirnov Testi.

Frequency Analysis for the Maximum Streamflows of Giresun Aksu Basin

Abstract

Floods can cause significant damages on river-side settlements. Hence, a reliable flood frequency analysis is of great importance for proper planning and design of hydraulic structures in minimizing the damages. In this study, some probability distributions were used for maximum streamflow frequency modelling of Giresun Aksu Basin. For this purpose, monthly and annual maximum streamflow series of 39 years were selected as the material. The normal (N), logarithmic normal (LN), three-parameter logarithmic normal (LN III), extreme value type I (EV I), gamma (GAM), Pearson type III (P III), logarithmic Pearson type III (LP III), Weibull (WE), three-parameter Weibull (WE III) and logarithmic logistic (LLO) distributions were used and their suitability was evaluated by Kolmogorov-Smirnov (K-S) test. Depending on the results of goodness of fit test, it was thought that the *logarithmic Pearson type III* for first, sixth, seventh and eighth months; *three-parameter logarithmic normal* for third and fifth months; *Pearson type III* for fourth and ninth months; *three-parameter Weibull* for tenth and twelfth months and *logarithmic logistic* distributions for second and eleventh months could be used for estimation of probable monthly maximum streamflow of Giresun Aksu Basin. Also, the *three-parameter Weibull* distribution was determined as the suitable distribution for annual maximum series.

Keywords: Maximum streamflow, probability distribution, Kolmogorov-Smirnov Test

1. Giriş

Herhangi bir su kaynağı projesinin tasarımında sırasıyla hidrolojik, hidrolik ve yapısal tasarım aşamaları izlenir. Hidrolojik tasarım sırasında yapılacak hata, diğer aşamalar doğru bile olsa ileride telafi edilemeyecek sonuçlar doğurabilmektedir.

Hidrolojik işlemler için toplanan veriler rasgele özellik göstermelerinden dolayı, probabilistik bir yaklaşımla analiz edilir. Örneğin, yağış ve akımların gelecekteki

miktarlarının tahmin edilmesi ve bunların tesadüfi olarak meydana gelme mekanizmalarının nicelik olarak bilinmesi, yalnız deterministik yaklaşımla mümkün olmamaktadır. Ancak istatistiksel yöntemler, belirsizlikler hakkında kolaylık sağlamak ve belirsizliklerin etkilerinin ölçülmesine olanak vermektedir. Bu sebeple istatistiksel yaklaşım hidrolojik frekans analizinde gerçek araç olarak kullanılmaktadır (Şorman, 2004).

Hidrolojik verilerin gelecekteki miktarları, frekans analizlerine göre belirtilir. Frekans analizi, hidrolojik bir olayın hangi aralıklarda meydana geleceğinin belirtilmesi olarak tanımlanabilir. Akım verilerinin söz konusu olayı niteleyecek kadar uzun bir süreyi kapsaması gerekir. Diğer yandan akarsuların frekansı, bu analizlerde kullanılan verilerin elde edildiği koşulların değişmediği durumda, ancak güvenilir olmaktadır (Benson, 1968).

Taşkın frekans analizi, su kaynakları projelerinin ekonomik ve hidrolojik olarak değerlendirilmesinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Frekans analizi, ekstrem olayların gelecekteki büyüklüğünün ve meydana gelme sürelerinin tahmin edilmesine yardım etmesi açısından; hidrolik yapıların uygun tasarım kriterlerinin saptanması ve proje maliyetinin düşürülmesi açısından etkili bir yöntemdir. Bu yüzden bir havzada meydana gelen akımlara istatistiksel frekans analizi yöntemi uygulanarak bu akımlara uygun olasılık dağılımları saptanabilir (Singh, 1980).

Bu araştırmanın amacı, Giresun Aksu Havzasında ölçülen maksimum akımlara en uygun olasılık dağılımlarını saptayarak, söz konusu havzada meydana gelebilecek taşkınların farklı tekrarlanma sürelerinde tahminlerinin yapılmasıyla, Aksu Çayı üzerine yapılması düşünülen hidrolik yapıların proje kriterlerinin güvenilir olarak elde edilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada gözönüne alınan Aksu Havzası, Giresun İl sınırları içinde bulunmaktadır (Şekil 1). Giresun İli, yüzey şekilleri bakımından engebeli bir görünüme sahiptir. Kıyıda 50-60 km içeride, kıyıya paralel olarak yükselen Giresun dağlarının ortalama yüksekliği 2000 m'dir. Az yer kaplayan ovaların büyük bölümü kıyı kesimlerde yer almaktadır. İlin kuzey bölümünde, Giresun dağları ile Kuzey Anadolu dağlarının bazı kesimlerinden doğan çok sayıda küçük akarsu vardır. Bu nedenle kıyı şeridi vadiler ağıyla yarılmıştır. Akarsuların tümü, dağların dik yamaçlarından

büyük bir hızla aktığı için oluk biçimli derin vadiler oluşmuştur. Bu akarsulardan biri olan Aksu Çayı, Karagöl bölgesinden doğup merkez ilçenin doğu sınırında Karadeniz'e dökülür (Anonim, 2000). Aksu Çayına su toplayan havzanın alanı 731 km², çevre uzunluğu 129.4 km, maksimum yüksekliği 3107 m, ana kanal uzunluğu 58.8 km ve eğimi de % 4.5'dir. Havza medyan değeri 2102.3 m, akarsu derecesi 4, drenaj yoğunluğu 0.48 km⁻¹ ve kanal frekansı ise 0.16 su yolu/km²'dir (Anlı, 2003).

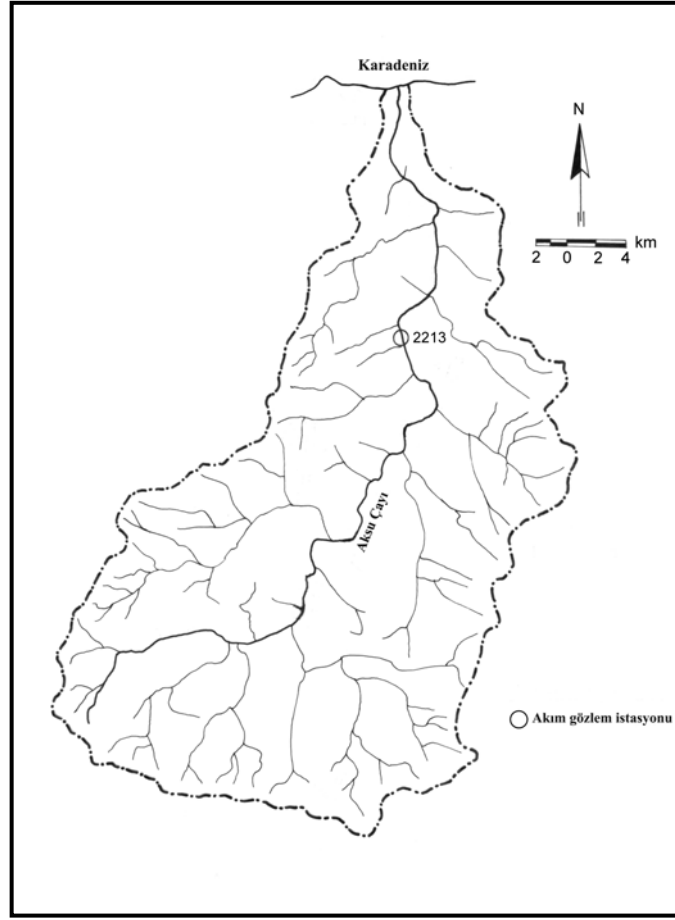
Havzada yıllık yağış ortalaması 1305 mm olup en çok yağış Ekim ve Kasım, en az yağış ise Mayıs ve Haziran aylarında düşmektedir. En fazla yağış düştüğü aylarda, aylık ortalama yağış 140 mm'yi aşarken, en az düştüğü aylarda ise 60 mm'nin altına inmemektedir. Uzun yıllar ortalamasına göre yağışlı günler sayısı; 184, kar yağışlı günler sayısı; 6, karla örtülü günler sayısı ise; 11'dir.

İl arazisinin % 25'i tarım dışı alan, % 23'ü tarım alanı, % 34'ü orman ile fundalık alan ve % 18'i de çayır ve meradan oluşmaktadır (Anonim, 2000).

Bu çalışmada, Giresun Aksu Havzası çıkışında bulunan ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından işletilen 2213 numaralı akım gözlem istasyonunda 1962-2000 yılları arasında ölçülen aylık ve yıllık maksimum akım debileri materyal olarak kullanılmıştır. Bu istasyonun yağış alanı 728 km² ve yüksekliği de 248 m'dir.

Aylık ve yıllık maksimum akımlara en uygun olasılık dağılımlarını saptamak için normal (N), logaritmik normal (LN), üç parametrelili logaritmik normal (LN III), ekstrem değer tip I (EV I), gama (GAM), Pearson tip III (P III), logaritmik Pearson tip III (LP III), Weibull (WE), üç parametrelili Weibull (WE III) ve logaritmik lojistik (LLO) dağılımları kullanılmıştır. Söz konusu olasılık dağılımlarının parametreleri, momentler yöntemine göre tahmin edilmiştir.

Bu dağılımların birikimli fonksiyonları, en az meydana gelme olasılığına $F(X \geq x)$ göre elde edilmiştir.



Şekil 1. Giresun Aksu Havzası

Normal dağılıma göre aylık ve yıllık maksimum akımların frekansları için bu dağılımın olasılık seviyeleri, eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır (Okman, 1994).

$$F(X \geq x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}\right) dx \quad (1)$$

Logaritmik normal dağılıma göre bu akımların frekanslarını saptamak için, önce gözlenen akımların doğal logaritmaları alınmış ($y = \ln x$), daha sonra doğal logaritmaları alınan bu akımların olasılık seviyeleri eşitlik 1'e göre saptanmıştır (Apan, 1982).

Üç parametrelili logaritmik normal dağılımın maksimum akımlara uygulanması için aritmetik ortalama ve standart sapmanın yanında eşitlik 2'de verilen alt sınır parametresinin de (x_0) bilinmesi gereklidir. Bu parametre pozitif, sıfır veya negatif bir değer olabilir. Ayrıca bütün x değerleri için ($x+x_0$) değerinin sıfırdan büyük olması durumunda bu dağılım uygulanmalıdır (Bayazit, 1981).

$$x_0 = \zeta_x - \frac{\sigma^2 x}{2(\mu_x - \zeta_x)} \quad (2)$$

($x_0 \leq x$)

Maksimum akımların üç parametrelili logaritmik normal dağılıma göre frekansları saptanırken önce x_0 parametresi gözlenen akımlardan çıkarılıp ($x-x_0$) elde edilen

değerlerin doğal logaritmaları alınmıştır ($y = [\ln(x-x_0)]$). Daha sonra doğal logaritmaları alınan bu değerlerin olasılık seviyeleri eşitlik 1'e göre elde edilmiştir (Sangal ve Biswas, 1970).

Aksu Havzası akımlarının ekstrem değer tip I dağılımına göre frekanslarını elde etmek için söz konusu dağılımın olasılık seviyeleri, aşağıda verilen eşitlik 3'e göre belirlenmiş ve bu dağılımın parametreleri aritmetik ortalama ile standart sapmaya bağlı olarak eşitlik 4, 5 ve 6'dan tahmin edilmiştir (Kopittke ve ark., 1976).

$$F(X \geq x) = \exp[-\exp(-y)] \quad (3)$$

$$y = \alpha_e(x - \beta_e) \quad (4)$$

$$\alpha_e = \frac{1.2825}{\sigma_x} \quad (5)$$

$$\beta_e = \mu_x - 0.45\sigma_x \quad (6)$$

Gama, Pearson tip III ve logaritmik Pearson tip III dağılımları hidrolojik çalışmalarda, özellikle maksimum ve minimum akım frekans analizlerinde oldukça büyük önem taşımaktadır (Cicioni ve ark., 1973). Gama ve Pearson tip III dağılımlarına göre aylık ve yıllık maksimum akımların frekanslarını elde etmek için olasılık seviyeleri, eşitlik 7'deki gibi saptanmıştır.

$$F(X \geq x) = \frac{\beta_g^{\alpha_g}}{\Gamma(\alpha_g)} \int_{x_0}^x x^{\alpha_g-1} \exp^{-\beta_g(x-x_0)} dx \quad (7)$$

$$x_0 \leq x$$

Bu dağılımların parametreleri aşağıda verilen eşitlik 8, 9 ve 10'dan yararlanılarak tahmin edilmiştir (Bobée ve Askhar, 1991).

$$\alpha_g = \frac{4}{C_s^2} \quad (8)$$

$$\beta_g = \frac{1}{2} \sigma_x C_s \quad (9)$$

$$x_0 = \mu_x - \frac{2\sigma_x}{C_s} \quad (10)$$

Eşitlik 10'da verilen x_0 alt sınır değeri, gama dağılımında sıfıra, Pearson tip III dağılımında ise sıfırdan büyük bir değere sahip olmalıdır (Rao, 1981).

Maksimum akımların logaritmik Pearson tip III dağılımına göre frekansları saptanırken önce gözlenen akımların doğal logaritmaları alınmış ($y = \ln x$), daha sonra doğal logaritmaları alınan bu akımların olasılık seviyeleri, eşitlik 7'ye göre saptanmıştır (Beard, 1962).

Aylık ve yıllık maksimum akımların Weibull ve üç parametrelili Weibull dağılımlarına göre tekrarlanma olasılıklarını saptamak amacıyla bu dağılımların olasılık seviyeleri, aşağıda verilen eşitlik 11'e göre hesaplanmıştır.

$$F(X \geq x) = 1 - \exp \left\{ - \left[\frac{x_w - x_0}{\beta_w - x_0} \right]^{\alpha_w} \right\} \quad (11)$$

$$\alpha_w, \beta_w > 0 \text{ ve } x_0 \leq x$$

Eşitlik 11'de verilen x_0 alt sınır değeri Weibull dağılımında sıfıra, üç parametrelili Weibull dağılımında ise sıfırdan büyük bir değere sahip olmalıdır (McMahon ve Srikanthan, 1981).

Söz konusu dağılımların β_w ve x_0 parametreleri aşağıda verilen eşitlik 12 ve 13'den yararlanılarak tahmin edilmiş, α_w parametresi ise kayma katsayısına bağlı olarak Haan (2002) tarafından hazırlanan tablolardan alınmıştır.

$$\beta_w = \mu_x + \sigma_x A(\alpha_w) \quad (12)$$

$$x_0 = \beta_w - \sigma_x B(\alpha_w) \quad (13)$$

Aksu Çayı'nda ölçülen maksimum akımların logaritmik lojistik dağılımına göre frekanslarını belirlemek için söz konusu dağılımın parametreleri eşitlik 15 ve 16'dan, olasılık seviyeleri de eşitlik 14'e göre saptanmıştır (Von Seggern, 1993).

$$F(X \geq x) = \left[1 + \exp \left\{ - \left(\frac{\ln(x) - m}{b} \right) \right\} \right]^{-1} \quad (14)$$

$$m = \mu_x \quad (15)$$

$$b = 0.5513\sigma_x \quad (16)$$

Aksu Havzası maksimum akımlarına en iyi uyum gösteren olasılık dağılımlar, ampirik dağılım fonksiyonuna dayanan tek örnekli Kolmogorov-Smirnov testi yardımı ile saptanmıştır (Yevjevich, 1972). Bu testi gerçekleştirmek için önce gözlenen değer olasılık seviyeleri ile seçilen dağılım ilişkilerinden hesaplanan olasılık seviyeleri elde edilmiştir. Gözlenen değer olasılıklarının saptanması amacıyla, ilk önce maksimum akımlar azalan bir dizi ($x_n \geq x_{n-1} \geq \dots \geq x_1$) haline getirilmiş ve her bir gözlenen değer, sıra sayısı (i) ile belirtilmiştir. Daha sonra her bir gözlenen değer için olasılık seviyesi ($P_{(x)}$), eşitlik 17’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$P_{(x)} = \frac{i}{n} \quad (17)$$

Diğer yandan seçilen dağılımlardan eşitlik 1-16’da belirtilen ilişkilerden olasılık seviyeleri ($F_{(x)}$) hesaplanmıştır. Daha sonra eşitlik 18’deki gibi her bir akım için gözlenen değer olasılık seviyesi ($P_{(x)}$) ile ilişkilerden hesaplanan olasılık seviyesi ($F_{(x)}$) arasındaki farkın mutlak değeri elde edilmiş ve bu mutlak değerler arasından en büyüğü belirlenmiştir.

$$D_{maks} = |P_{(x)} - F_{(x)}| \quad (18)$$

Olasılık seviyeleri hesaplanırken söz konusu olasılık dağılımlarının parametreleri örneklerden tahmin edildiği için, Lilliefors çizelgelerinden önem düzeyi (α : 0.05) ve toplam gözlenen değer sayısına (n) göre alınan değerler (D_{tablo}) ile hesaplanan (D_{maks}) değerler karşılaştırılarak seçilen dağılımın maksimum akımlara uygunluğu saptanmıştır.

Buna göre $D_{maks} < D_{tablo}$ ise gözlenen değerler ile hesaplanan değerlerin aynı populasyondan geldiği, birbirine uyduğu ve uygulanan olasılık dağılımının bu verilere uygunluk gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışmada maksimum akımlara çeşitli olasılık dağılımları uygulandığı için D_{maks} değerleri arasından en küçüğünün olduğu

dağılım, bu akımları en iyi şekilde niteleyen dağılım olarak kabul edilmiştir.

Hidrolojide tekrarlanma süresi (T), genellikle bir varyanta (x_T) eşit veya daha büyük olan varyantların en az bir defa meydana geldiği ortalama zaman boyutu anlamına gelmektedir. Bu amaçla varyantın en az meydana gelme olasılığı göz önüne alınmakta ve eşitlik 19’daki gibi açıklanmaktadır. Tekrarlanma süresinin birimi genellikle yıl olarak belirtilir (Okman, 2005).

$$P[X \geq x_T] = 1/T \quad (19)$$

Bu çalışmada aylık ve yıllık maksimum akımlara uygun olan birikimli dağılım fonksiyonlarına (F) göre; 2, 5, 10, 20, 50 ve 100 yıl tekrarlanma süreli akım debileri eşitlik 20’deki gibi hesaplanmıştır.

$$x_T = F^{-1}(1 - 1/T) \quad (20)$$

Yapılan hesaplamalarda MINITAB 14.13 ve SYSTAT 11.00 istatistiksel paket programlarından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Aksu Havzası maksimum akımlarına seçilen olasılık dağılımları arasından en iyi uyum gösteren dağılımı saptamak amacıyla yapılan Kolmogorov-Smirnov testi sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Bu testin gerçekleştirilmesinde Lilliefors test istatistiği, % 5 önem düzeyi ve 39 yıllık gözlenen değer sayısına göre 0.142 olarak alınmıştır. Bu test sonuçlarına göre aylık maksimum akımlar; 1., 6., 7. ve 8. aylarda *logaritmik Pearson tip III*; 3. ve 5. aylarda *üç parametrelili logaritmik normal*; 4. ve 9. aylarda *Pearson tip III*; 10. ve 12. aylarda *üç parametrelili Weibull* ve 2. ve 11. aylarda da *logaritmik lojistik* dağılımlarına en iyi uyumu sağlamıştır. Yıllık maksimum akımlarda ise *üç parametrelili Weibull* dağılımı uygun olarak seçilmiştir.

Diğer yandan bazı dağılımlar bu havzada ölçülen maksimum akımlara hiçbir şekilde uyum sağlamamıştır. Bu sonuçlara

göre *ekstrem değer tip I* dağılımı; 10., 11., 1., 2., 3., 7. ve 8. aylarda ölçülen akımlara, *gama* dağılımı; 1., 2., 3., 8. ve 11. aylarda ölçülen akımlara, *Pearson tip III* dağılımı; 5. ve 11. aylarda ölçülen akımlara, *Weibull dağılımı* da; 10., 11., 1., 2., 3., 5., 6., 7. ve 8. aylarda ölçülen akımlara uyum sağlamamıştır. Ayrıca normal dağılım da 4. ay akımları dışında hiçbir ayda ölçülen akımlara uyum göstermemiştir (Çizelge 1*). Bunun sebepleri arasında 4. ay akımlarının basıklık katsayısının düşük olması söylenebilir. 11. aydaki akımlara LLO dağılımı hariç, hiçbir dağılımın uymaması ise bu ayda ölçülen akımların basıklık katsayısının yüksek olması ile açıklanabilir (Çizelge 2).

Aylık ve yıllık maksimum akımların bazı tanıtıcı istatistikleri ve momentleri Çizelge 2’de, uygun olan dağılımların parametreleri de Çizelge 3’de verilmiştir.

Diğer yandan, 2 yıl tekrarlanma süresine göre elde edilen maksimum akım debilerinin, bunların ortalamalarından küçük olduğu görülmüştür. Bu durum da bu akım debilerinin ortalama, medyan ile tepe değeri çevresinde homojen olarak dağılmadığını,

çarpık bir yapıya sahip olduğunu ve standart sapmalarının yüksek olduğunu göstermektedir.

Uygun olan dağılımlar saptandıktan sonra Aksu Havzasında ölçülen maksimum akımların muhtemel tahminlerinin yapılması amacıyla, önce bu dağılımların birikimli fonksiyonlarının tersi (F^{-1}) alınmış ve buradan eşitlik 20’de belirtildiği gibi çeşitli tekrarlanma sürelerine göre debileri (x_T) saptanmıştır (Çizelge 4).

Diğer yandan, yıllık maksimum akım tahminleri için *üç parametrelili Weibull* dağılımına göre elde edilen süreklilik grafiği Şekil 2’de verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde yıllık maksimum akımların ortalamalarına eşit ve daha küçük akımların 1.57-2.09 yıl, daha büyük akımların ise 1.57-41.67 yıl arasında meydana gelebileceği söylenebilir. Ayrıca süreklilik grafiğinden 1.01 yıl tekrarlanma süreli akım debisi $38.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; 1.02 yıllık akım debisi $42.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; 1.05 yıllık akım debisi $50.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; 1.11 yıllık akım debisi $58.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ve 1.25 yıllık akım debisi de $70.3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ olarak gözlenebilir.

Çizelge 1. Kolmogorov-Smirnov Testi Sonuçları (Lilliefors test istatistiği $P: 0.142$)

Olasılık Dağılımı	* Uygun olmayan dağılımlar												Yıllık
	AYLAR												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
N	0.218*	0.292*	0.162*	0.232*	0.232*	0.214*	0.127	0.187*	0.190*	0.218*	0.279*	0.194*	0.090
LN2	0.139	0.163*	0.118	0.126	0.098	0.132	0.094	0.137	0.083	0.134	0.130	0.107	0.087
LN3	0.107	0.147*	0.120	0.065	0.092	0.067	0.069	0.081	0.068	0.113	0.089	0.095	0.073
EV1	0.163*	0.223*	0.117	0.204*	0.180*	0.153*	0.102	0.138	0.122	0.163*	0.233*	0.125	0.097
GAM	0.122	0.185*	0.106	0.213*	0.179*	0.145*	0.097	0.135	0.119	0.137	0.237*	0.111	0.075
PE3	0.106	0.161*	0.111	0.094	0.107	0.082	0.049	0.148*	0.092	0.131	0.137	0.077	0.067
LP3	0.110	0.144*	0.110	0.061	0.101	0.072	0.076	0.083	0.062	0.110	0.078	0.099	0.069
WE2	0.147*	0.220*	0.111	0.162*	0.171*	0.175*	0.105	0.162*	0.145*	0.169*	0.197*	0.138	0.077
WE3	0.104	0.162*	0.100	0.087	0.104	0.073	0.058	0.130	0.097	0.126	0.127	0.080	0.062
LLO	0.125	0.138	0.129	0.099	0.088	0.098	0.095	0.114	0.070	0.115	0.091	0.109	0.081
Uygun dağılım	0.104	0.138	0.100	0.061	0.088	0.067	0.049	0.081	0.062	0.110	0.078	0.077	0.062
	WE3	LLO	WE3	LP3	LLO	LN3	PE3	LN3	LP3	LP3	LP3	PE3	WE3

Çizelge 2. Maksimum Akımların Tanıtıcı İstatistikleri ve Momentleri.

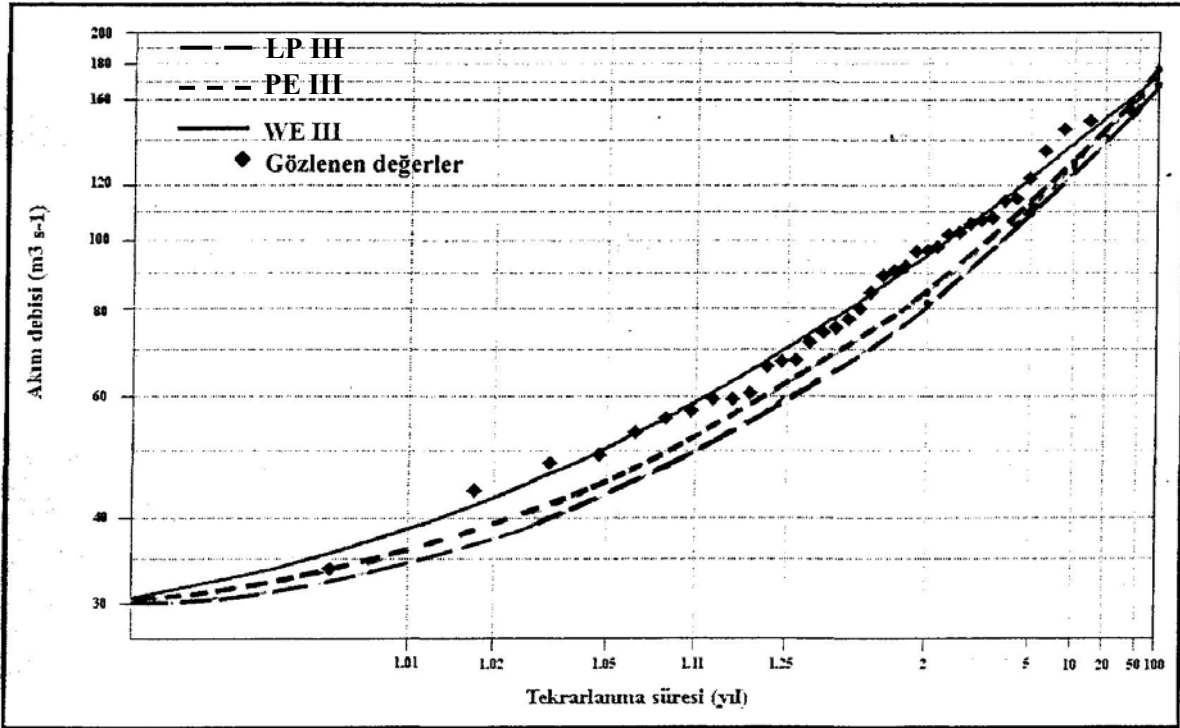
İSTATİSTİKLER	AYLAR												Yıllık
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ortalama	21.9	22.5	19.9	14.8	18.9	43.1	70.0	61.1	49.8	20.6	10.8	13.3	86.7
Standart sapma	18.1	18.2	12.9	12.8	13.9	23.8	30.0	29.3	30.6	14.2	9.9	8.9	30.5
Varyans	327.3	329.9	166.9	164.2	191.9	564.1	899.4	855.4	934.8	200.3	97.1	79.2	928.7
Değişim katsayısı	82.6	80.8	65.1	86.3	73.4	55.1	42.9	47.8	61.4	68.8	91	66.8	35.14
Kayma katsayısı	1.4	2.4	1.4	2.7	2.7	1.4	1.0	1.4	1.6	1.8	3.3	1.5	0.5
Basıklık katsayısı	1.2	7.0	1.8	7.8	9.4	1.1	0.45	1.7	2.3	2.9	11.9	2.1	-0.4

Çizelge 3. Uygun Olan Olasılık Dağılımlarının Momentler Yöntemine Göre Saptanan Parametreleri

PARAMETRELER	AYLAR												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık
Konum	***	2.87	***	***	2.73	2.85	***	3.36	***	***	***	***	***
Şekil	0.96	***	1.35	4.19	***	***	1.61	***	20.37	25.70	2.81	1.05	2.03
Ölçek	17.31	0.36	18.26	7.56	0.30	0.96	25.40	0.76	19.34	19.23	6.53	9.18	65.69
Eşik	4.26	***	3.12	0.52	***	16.89	29.18	23.30	0.58	-0.10	0.52	3.66	28.52

Çizelge 4. Çeşitli Tekrarlanma Süreli Akım Debileri X_T ($m^3 s^{-1}$).

TEKRARLANMA SÜRESİ (yıl)	AYLAR												
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yıllık
2	11.8	17.6	13.9	10.7	15.3	17.3	32.7	28.7	41.3	16.5	7.8	6.8	95.6
5	28.4	28.8	26.0	19.0	23.2	38.8	62.6	54.6	66.4	28.1	13.5	15.5	123.1
10	41.3	38.4	33.9	27.3	29.7	59.1	83.6	76.4	87.2	38.1	19.3	22.0	137.8
20	54.3	50.1	41.2	38.1	37.2	83.6	103.9	100.8	110.6	49.5	27.0	28.4	150.1
50	71.8	70.1	50.2	57.5	49.5	123.6	130.0	137.7	146.3	67.5	41.2	36.9	163.9
100	85.1	89.9	56.3	77.3	61.3	160.4	149.4	169.6	177.9	83.6	56.0	43.3	173.0



Şekil 2. Yıllık Maksimum Akımlar İçin WE III, LP III ve PE III Dağılımlarına Göre Elde Edilen Süreklilik Grafiği.

4. Sonuç

Hidrolik yapıların tasarlanması, su kaynakları sistemlerinin yönetimi ve taşkın ötelenmesi gibi mühendislik aktivitelerinde taşkın karakteristiklerinin doğru tahminleri gerekmektedir. Eğer gereğinden büyük tahmin yapılmışsa maliyette önemli artışlar, eksik tahmin yapılmışsa can ve mal kayıpları riski

meydana gelebilmektedir. Bu yüzden hidrolojik frekans analizlerinde bir dağılımın verilere uygun olup olmadığı kesin olarak bilinmediği için çeşitli olasılık dağılımları denenerek bunların arasından veriye hem en yakın dağılımı saptamak, hem de yapılan tahminlerin ne denli doğru olduğunun da değerlendirmesinin yapılması çok önemlidir.

Semboller

- μ_x : örneğin ortalaması
 σ_x : örneğin standart sapması
 ζ_x : örneğin medyanı
 α_e : ekstrem değer tip I dağılımının konum parametresi
 β_e : ekstrem değer tip I dağılımının ölçek parametresi
 β_g : gama ve Pearson tip III dağılımlarının ölçek parametresi
 α_g : gama ve Pearson tip III dağılımlarının şekil parametresi
 $\Gamma(\alpha_g)$: eksik gama fonksiyonu
 C_s : örneğin kayma katsayısı
 α_w : Weibull dağılımının şekil parametresi
 β_w : Weibull dağılımının ölçek parametresi
 m : logaritmik lojistik dağılımının konum parametresi
 b : logaritmik lojistik dağılımının ölçek parametresi

Kaynaklar

- Anlı, A. S., 2003. Giresun İlindeki Aksu Çayı Su Toplama Havzasının Yağmur ve Akış Karakteristikleri Üzerinde Bir Çalışma. Ank. Üniv., Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, 162s, Ankara.
- Anonim,2000_ <http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi22/enerji/rojeleri.htm>.
- Apan, M., 1982. Çözümlü Hidroloji Problemleri. Atatürk Üniversitesi, 122, Erzurum.
- Bayazit, M., 1981. Hidrolojide İstatistik Yöntemler. İTÜ. Yayın No: 1197, 223s, İstanbul.
- Beard, L. R., 1962. Statistical Methods in Hydrology. Civil Works Investigation Project CW-151, US Army Corps of Engineers, Sacramento, California. 62p. 2 appendices.
- Benson, M. A., 1968. Uniform Flood-Frequency Estimating Methods For Federal Agencies. Water Resources Research, 4(5); s. 891-908.
- Bobée, B. and Askhar, F., 1991. The Gamma Family And Derived Distributions Applied in Hydrology. Water Resources Publications, 203s, Colorado.
- Cicioni, G., Giuliano, G. and Spaziani, F. M., 1973. Best Fitting of Probability Functions To a Set of Data for Flood Studies, in E.F. Schulz, Koelzer, V.A. and Mahmood, K. Ed., Water Resources Publications. Fort Collins, Colorado.
- Haan, C. T., 2002. Statistical Methods in Hydrology. The Iowa State Press. 2nd Edition. Ames, 378p, Iowa.
- Kopittke, R. A., Stewart, B. J. and Tickle, K. S., 1976. Frequency Analysis of Flood Data in Queensland. Hydrol. Sympos. Inst. Eng. Aust. Natl. Conf. Publ. 76/2: 20-24.
- Memahon, T. A. and Srikanthan, R., 1981. Log-Pearson type 3 distribution. Is It Applicable to Flood Frequency Analysis of Australian Streams? Journal of Hydrology, 52: 139-147.
- Okman, C., 1994. Hidroloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1388, 359s, Ankara.
- Okman, C., 2005. Hidroloji. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. 2. Baskı Yayın No: 1544, 324s, Ankara.
- Rao, D. V., 1981. Return Period for Mean Annual Hydrologic Event. ASCE, Journal of Hydraulics Division, 109(8): 1119-1132.
- Sangal, B. P. and Biswas, A. K., 1970. The 3-parameter Lognormal Distribution and Its Application in Hydrology. Water Resources Research, 6(2) 505-515.
- Singh, K. P., 1980. Regional and Sample Skew in Flood Frequency Analysis of Streams in Illinois. Illinois State Water Survey, 159p.
- Şorman, A. Ü., 2004. Bölgesel Frekans Analizindeki Son Gelişmeler Ve Batı Karadeniz'de Bir Uygulama. İMO Teknik Dergi, 3155-69.
- Von Seggern, D., 1993. CRC Standard Curves and Surfaces. Boca Raton, FL: CRC Pres, 250p.
- Yevjevich, V., 1972. Probability and Statistics in Hydrology. Water Resources Publications, Fort Collins, 302p, Colorado.