



Makale / Research Paper

**Batı Akdeniz Havzası Taşkın Debilerinin L-momentler Yöntemi Ve
Noktasal Taşkın Frekans Analizi İle Belirlenmesi**

Mahsum AYDIN¹

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 65100 Van/Türkiye
maydin@yyu.edu.tr

Received/Geliş: 16.12.2017

Revised/Düzeltilme: 22.12.2017

Accepted/Kabul: 26.12.2017

Özet: Bu çalışmada Batı Akdeniz Havzası üzerinde bulunan ve E.İ.E.İ. tarafından ölçümleri yapılan 5 adet istasyona ait yıllık maksimum akım verileri kullanılmıştır. Seçilen istasyonlara ait veriler kullanılarak taşkın debileri L-momentler yöntemi kullanılarak bölgesel olarak hesaplanmış, ayrıca Noktasal Taşkın Frekans Analizi kullanılarak en uygun olasılık yoğunluk fonksiyonları (OYF) Kolmogorov-Smirnov uyumun iyiliği testi ile belirlenmiştir. Belirlenen fonksiyonlar kullanılarak taşkın debileri hesap edilmiştir. Yapılan hesaplamalar incelendiğinde belirlenen OYF'ları ile hesaplanan 50, 100, 1000 ve 10000 yıllık taşkın debisi değerleri L-momentler yöntemi ile hesap edilen taşkın değerleri ile 809 numaralı istasyon hariç çok yakın olduğu görülmüştür. L-momentler yöntemi ile hesaplanan taşkın debilerinin Noktasal TFA yöntemleri ile aynı doğrulukta yapılabileceği görülmüştür. 809 numaralı istasyonda Noktasal TFA ile hesaplanan debilerin çok büyük çıkmasının sebebinin ise bu istasyonda ölçülen değerler içerisindeki aykırı değerlerin olduğu ve bu istasyon için yapılacak hesaplamalarda aykırı değerlerin etkilerinin giderilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taşkın frekans analizi, L-momentler, uyumun iyiliği testi, Batı Akdeniz havzası

Determination of Western Mediterranean Basin Flood Discharges by L-moments Method and Flood Frequency Analysis

Abstract: In this study, annual maximum flow data of 5 stations on the West Mediterranean Basin which are measured by E.I.E.I. were used. Using the data from the selected stations, the flood discharges were calculated regionally by using the L-moment method, and the most appropriate probability density functions (PDF) were determined according to the goodness-of-fit test of Kolmogorov-Smirnov by using Flood Frequency Analysis (FFA). The flood discharges were calculated by using determined PDF. When the calculations are examined, it can be seen that the flood values 50, 100, 1000 and 10000 years return period calculated with the determined PDF are very close to the flood values calculated by the L-moments method except the 809 numbered station. It has been seen that the flood discharges calculated by the L-moments method can be calculated with the same accuracy by using the FFA methods. It is considered that the reason why the calculated values are too big at number 809 gauging station by using FFA is the outliers' effect and it would be useful to remove the effects of outliers in the calculations for this station.

Keywords: Flood frequency analysis, L-moments, goodness of fit test, Western Mediterranean basin

Bu makaleye atıf yapmak için

Aydın, M., "Batı Akdeniz Havzası Taşkın Debilerinin L-momentler Yöntemi Ve Noktasal Taşkın Frekans Analizi İle Belirlenmesi" El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi 2018, 5(1); 117-125.

How to cite this article

Aydın, M., "Determination of Western Mediterranean Basin Flood Discharges by L-moments Method and Flood Frequency Analysis" El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2018, 5(1); 117-125.

1. Giriş

Yağmurlar ve kar erimelerinden meydana gelen yüzeysel akışlar bazı dönemlerde taşkın olaylarının meydana gelmesine neden olabilmektedir. Taşkınlar hem ekonomiyi hem de can güvenliğini tehdit eden bir olay olduğundan dolayı özellikle iklim değişikliği nedeniyle yağış şekillerinin ve şiddetlerinin değişmesi sebebiyle daha önceden taşkın bölgesi olarak belirlenmemiş olsa dahi taşkın olaylarının etkili olabileceği tüm bölgelerde taşkın koruma önlemlerinin alınması gerekmektedir [1].

Özellikle taşkın koruma yapıları ve diğer su yapılarının projelendirilmesi aşamasında belirli tekerrür aralığında meydana gelebilecek olan taşkın debileri kullanılarak hesaplamalar yapıldığından taşkın debilerinin doğru bir şekilde tahmin edilmesi büyük önem taşımaktadır [2,3]. Taşkın frekans analizi yapılırken noktasal veya bölgesel taşkın frekans analizi yöntemleri kullanılabilir.

Noktasal taşkın frekans analizinde bir noktaya ait akım yağış veya yağış şiddeti gibi veriler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu o bölgeye ait en uygun OYF belirlenir [4]. Belirlenen OYF kullanılarak o noktaya ait istenilen tekerrür süresinde meydana gelebilecek taşkın debileri hesap edilir. Ancak Noktasal TFA yönteminde yaygın olarak kullanılan OYF ları ile sınırlı kalındığından bölgesel frekans analizi metotları kadar hassas ve doğru hesaplamalar yapılması çoğu zaman mümkün olamamaktadır.

Bu çalışmada Noktasal TFA ile taşkın debileri hesaplanırken 61 adet OYF içerisinde en uygun fonksiyonun belirlenmesi ve belirlenen bu OYF ları kullanılarak bölgesel olarak hesaplanan taşkın debileri kadar hassas sonuçların hesaplanabilirliği incelenmiştir.

2. Çalışmanın Önemi

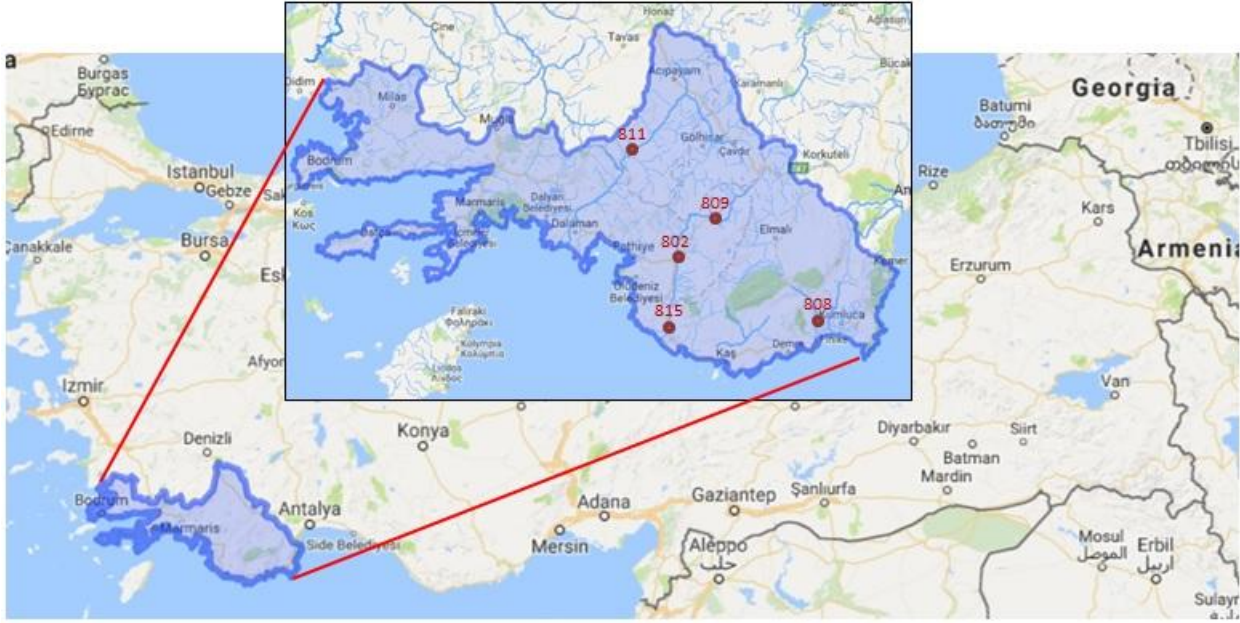
Su yapılarının ve taşkın koruma elemanlarının hesap ve tasarımı için taşkın debilerinin doğru belirlenmesi oldukça önemli olmaktadır. Bu çalışmada taşkın debileri L-momentler yöntemi kullanılarak bölgesel olarak hesaplanmıştır. Bölgesel olarak hesaplanan taşkın debi değerleri ve noktasal taşkın frekans analizi sonucu hesaplanan değerler karşılaştırılarak her bir istasyon için en iyi sonuçları veren OYF'larının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen OYF'ları kullanılarak hesaplanacak değerlerin bölgesel olarak hesaplanan değerler kadar iyi sonuçlar verip vermediği araştırılmak istenmiştir.

3. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Elektrik İşleri Etüd İdaresi'nin (EİEİ)'nin akım rasat yıllıklarındaki su yılı maksimum akım değerleri kullanılmıştır. Batı Akdeniz havzasındaki 5 adet gözlem istasyonuna ait yıllık maksimum akış verilerinden faydalanılmıştır. Batı Akdeniz havzasındaki istasyonlara ait bazı bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Gözlem istasyonlarının coğrafi konumu Şekil 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Batı Akdeniz havzasında bulunan gözlem istasyonlarına ait bilgiler

İstasyon Adı	No	Suyun Adı	Gözlem Süresi (yıl)	Yağış Alanı (km ²)	Kot (m)
Kemer	802	Eşençay	27	1194.4	125
Çatallar	808	Başgöz Çayı	38	770	342
Kavaklıdere	809	Esen Çayı	44	346.8	1113
Suçatı	811	Dalaman Çayı	39	3890.6	589
Kınık	815	Esen Çayı	29	2448	8



Şekil 1. Akım ölçüm istasyonlarının coğrafi konumları

4. Metot

4.1. L-Momentler Yöntemi

L moment, olasılık ağırlıklı momentlerin doğrusal bir bileşimidir ve aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$\beta_r = E\{X[F(X)]^r\} \quad (1)$$

Bu ifadeye, β_r değeri olasılık ağırlıklı momentin r 'yinci derecesini, $F(X)$ ise X rasgele değişkeninin kümülatif dağılım fonksiyonunu temsil etmektedir [5].

Burada r 'yinci dereceden L-moment değeri λ_r olasılık ağırlıklı momentlerin r 'yinci değeriyle ilgilidir [6]:

$$\lambda_{r+1} = \int_0^1 x(F) P_r^*(F) dF = \sum_{k=0}^r \frac{(-1)^{r-k} (r+k)!}{(k!)^2 (r-k)!} \beta_k \quad (2)$$

Bu ifadeye yer alan $P_r^*(F)$ değerinin açılımı aşağıdaki gibidir:

$$P_r^*(F) = \sum_{k=0}^r \frac{(-1)^{r-k} (r+k)!}{(k!)^2 (r-k)!} F^k \quad (3)$$

Yukarıda verilen eşitlikler yardımıyla elde edilen ilk dört L moment istatistiği aşağıdaki gibidir [1]:

$$\lambda_1 = \beta_0 \quad (4)$$

$$\lambda_2 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (5)$$

$$\lambda_3 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (6)$$

$$\lambda_4 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (7)$$

L moment oranları ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$t = \lambda_2/\lambda_1, \quad t_3 = \lambda_3/\lambda_2, \quad t_4 = \lambda_4/\lambda_2 \quad (8)$$

Burada yer alan t değeri varyasyon katsayısını, t_3 değeri L-çarpıklık ve t_4 değeri L-basıklık olarak ifade edilmiştir.

4.1.1. L-momentler yöntemi ile bölgesel taşkın frekans analizi

Bu çalışmada bölgesel taşkın frekans analiz yöntemi olarak L-momentler yöntemi kullanılmıştır. L-momentler yöntemi ile Batı Akdeniz havzası üzerinde bulunan 5 adet istasyona ait veriler kullanılarak bu istasyonlara ait ortalama debi (Q_{ort}), L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüsü D_i hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. İstasyonlara ait L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüsü değerleri

İstasyon No	N-gözlem süresi (yıl)	Q_{ort}	t_2	t_3	t_4	D_i
802	27	274.63	0.3008	0.1670	0.0878	1.17
808	38	37.05	0.3704	0.2202	0.1056	0.65
809	44	60.22	0.3663	0.3047	0.2047	1.32
811	39	152.22	0.3769	0.1955	0.0550	1.24
815	29	430.52	0.4056	0.2496	0.1109	0.62
Ağırlıklı Bölgesel Ortalama			0.3660	0.2325	0.1172	

Hesaplanan uyumsuzluk ölçüsü değerleri incelendiğinde kritik D_i değeri olan 1.333 değerinden küçük çıktığından dolayı seçilen tüm istasyonların birbirleri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bölgeye ait heterojenlik ölçüsü değerleri X test programı yardımı ile hesap edilmiştir. Hesaplanan değerler tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Batı Akdeniz havzası heterojenlik ölçüsü değerleri

Gözlenen değerlerin grup L-Cv değerlerinin standart sapması	0.0306
Grup L-Cv değerlerinin standart sapmasının simülasyon ortalamaları	0.0308
Grup L-Cv değerlerinin standart sapmasının simülasyonlarının standart sapması	0.0112
Standart test değeri H(1)	-0.02
Gözlenmiş ortalamaların L-Cv/L-skew mesafesi	0.0504
Ortalama L-Cv/ L-skew mesafesinin simülasyon ortalaması	0.0633
Ortalama L-Cv/L-skew(Cs) mesafesinin simülasyon standart sapması	0.0200
Standart test değeri H(2)	-0.64
Gözlenmiş ortalamanın L-CV/L-kurt(Ck) mesafesi	0.0617
Ortalama L-Cv/ L-kurt mesafesinin simülasyon ortalaması	0.0759
Ortalama L-Cv/L-kurt mesafesinin simülasyon standart sapması	0.0266
Standart test değeri H(3)	-0.63

Hesaplanan H_1, H_2, H_3 değerleri 1’den küçük olduğundan dolayı bölgenin homojen olduğu söylenebilir [7], Ayrıca uyumun iyiliği testi sonucu seçilen istasyonlara en uygun 5 adet olasılık yoğunluk fonksiyonuna ait L-basıklık ve Z değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Uyumun iyiliği test sonuçları

Olasılık Dağılım Fonksiyonu	L-Basıklık	Z değeri
Gen. Logistic	0.212	3.22
Gen. Extreme Value	0.178	2.06
Gen. Normal	0.165	1.63*
PearsonType III	0.141	0.82*
Gen. Pareto	0.096	-0.71*

Hesaplanan Z değerlerine bakılarak 1.68 değerine eşit veya küçük hesaplanan olasılık dağılım fonksiyonları en uygun dağılım olarak belirlenmiştir (Hosking ve Wallis, 1997). Hesaplanan Z değerlerine göre Gen. Normal, Pearson Type III ve Gen. Pareto dağılımları % 90 anlamlılık seviyesinde en uygun dağılım olarak belirlenmiştir.

Belirlenen dağılımlara ait parametrelerin yanı sıra Wakeby dağılımına ait parametreler L-momentler yöntemi ile belirlenmiş ve hesaplanan parametreler Tablo 5’te verilmiştir [8].

Tablo 5. %90 seviyesinde kabul edilen dağılımlara ait parametrelerin tahmini

O.Y.F.	Parametreler				
	ξ	α	k		
Gen. Normal	0.850	0.589	-0.482		
Gen. Pareto	0.178	1.024	0.246		
Pears. Type III	μ	σ	γ		
	1.000	0.689	1.402		
Wakeby	ξ	α	β	γ	Δ
	0.131	0.713	6.264	0.906	-0.176

ξ : konum parametresi, α : ölçek parametresi, k: şekil parametresi, μ : konum parametresi, σ : ölçek parametresi, γ : şekil parametresini ifade etmektedir.

Hesaplanan parametreler yardımıyla seçilen dağılımlar kullanılarak 50, 100, 1000 ve 10000 yıl tekerrür aralıkları için taşkın debileri hesap edilmiştir. Her bir istasyon için hesaplanan değerler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Seçilen istasyonlar için bölgesel olarak hesaplanan taşkın debileri

İstasyon No		Tekerrür Aralığı (Yıl)			
		Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{10.000}
802	Gen. Normal	800.48	927.20	1385.28	1911.73
	Gen. Pareto	755.65	824.20	983.75	1074.39
	PearsonType III	786.93	894.11	1239.60	1575.25
	Wakeby	769.21	848.48	1048.25	1177.47
808	Gen. Normal	108	125.09	186.89	257.92
	Gen. Pareto	101.95	111.20	132.72	144.95
	PearsonType III	106.17	120.63	167.24	212.52
	Wakeby	103.78	114.47	141.42	158.86
809	Gen. Normal	175.52	203.30	303.75	419.18

	Gen. Pareto	165.69	180.72	215.70	235.58
	PearsonType III	172.55	196.05	271.80	345.40
	Wakeby	168.66	186.04	229.85	258.18
811	Gen. Normal	443.69	513.93	767.84	1059.64
	Gen. Pareto	418.84	456.84	545.28	595.52
	PearsonType III	436.19	495.59	687.09	873.14
	Wakeby	426.36	470.30	581.03	652.65
815	Gen. Normal	1254.88	1453.53	2171.64	2996.93
	Gen. Pareto	1184.59	1292.06	1542.18	1684.27
	PearsonType III	1233.64	1401.65	1943.26	2469.44
	Wakeby	1205.86	1330.13	1643.30	1845.87

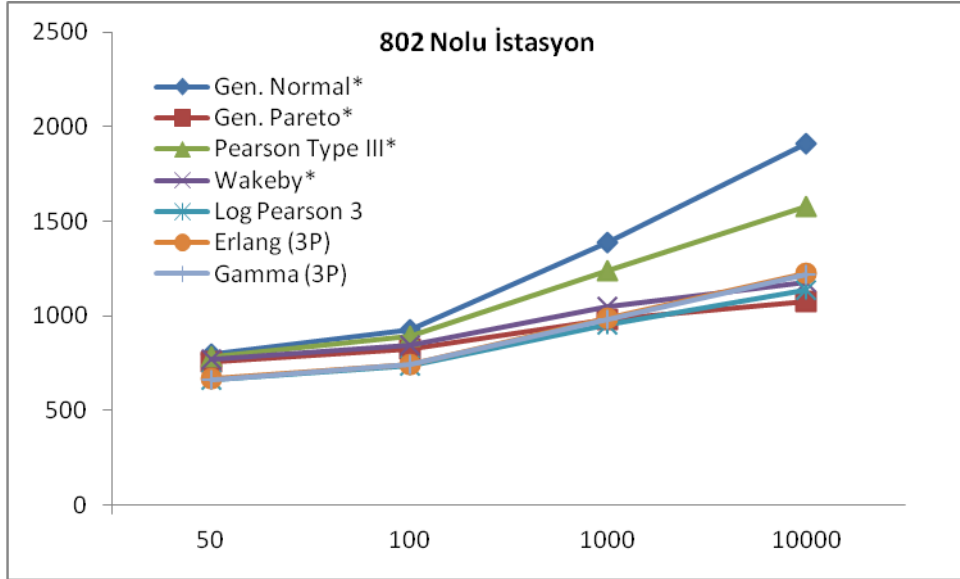
4.2. Noktasal Frekans Analizi

Noktasal taşkın frekans analizinde seçilen istasyona ait veriler kullanılarak bu verilere en uygun olan olasılık yoğunluk fonksiyonları uyumun iyiliği testleri sonucu belirlenir ve bu olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmak suretiyle belirli bir tekerrür aralığında meydana gelebilecek olan taşkın debileri hesap edilebilir.

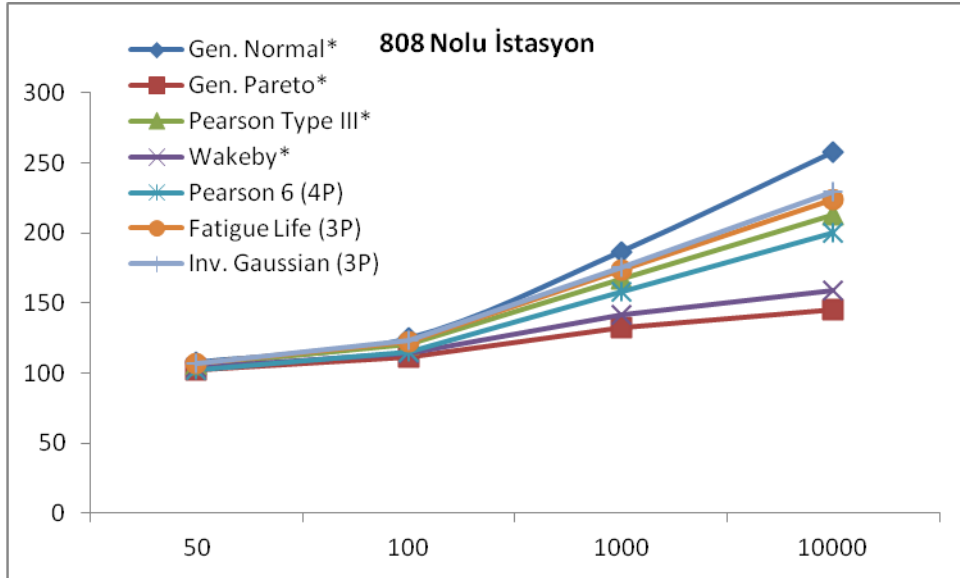
Bu çalışmada noktasal taşkın frekans analizi kullanılarak her bir istasyon için 61 adet OYF analiz edilmiş ve Kolmogorov-Smirnov uyumun iyiliği testi sonucuna en iyi uyan ilk 3 OYF belirlenmiştir. Belirlenen OYF parametreleri hesap edilmiş ve 50, 100, 1000 ve 10000 yıllık taşkın debileri hesap edilmiştir. Hesaplanan taşkın debileri Tablo 7’de verilmiştir. L-momentler ve noktasal taşkın frekans analizi yöntemleri ile hesaplanan debi değerleri aşağıdaki şekillerde karşılaştırılmıştır. Şekillerde * ile gösterilenler L-momentler yöntemi ile belirlenen OYF’ları ve taşkın debileridir.

Tablo 7. Seçilen istasyonlar için en iyi OYF’ları ile hesap edilmiş taşkın debileri

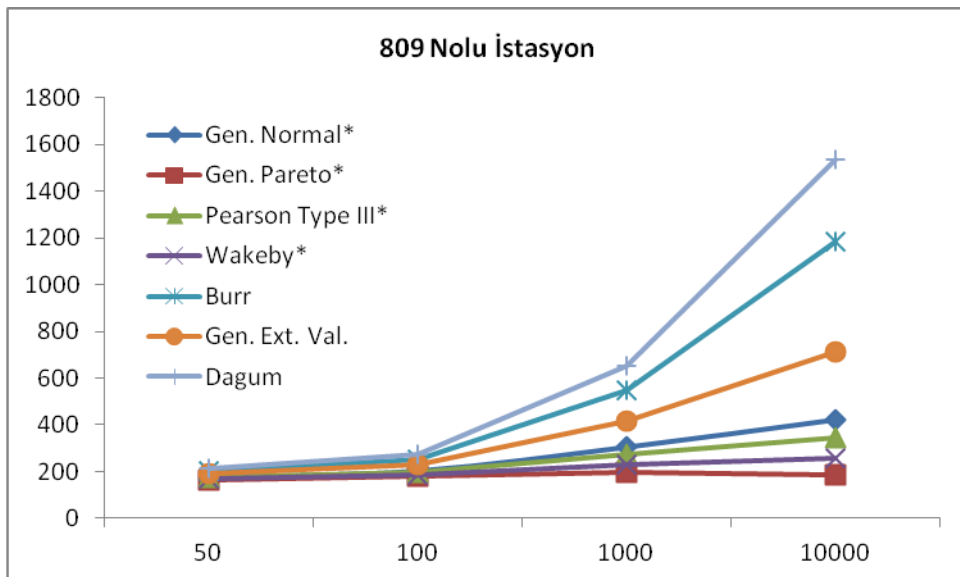
İstasyon No	O.Y.F.	Tekerrür Aralığı (Yıl)			
		Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₁₀₀₀	Q _{10.000}
802	Log Pearson 3	665.19	737.23	953.02	1139.50
	Erlang (3P)	668.67	745.65	990	1223.70
	Gamma (3P)	663.68	740.42	984.13	1217.3
808	Pearson 6 (4P)	102.1	115.47	158.4	199.97
	Fatigue Life (3P)	106.91	122.34	173.37	224.40
	Inv. Gaussian (3P)	107.14	122.91	175.75	229.42
809	Burr	200.2	254.02	550.31	1183.1
	Gen. Ext. Value	189.88	231.48	418.47	714.05
	Dagum	211.47	274.94	651.22	1537.50
811	Gen. Pareto	405.98	434.82	493.27	519.63
	Nakagami	410.99	452.83	572.77	673.58
	Gen. Gamma (4P)	440.42	492.77	646.72	779.88
815	Gumbel Max.	1263.40	1438.30	2016.20	2593.10
	Gen. Ext. Value	1380.20	1639.30	2668.10	4023
	Johnson SB	1301.60	1443.40	1781.90	1977.90



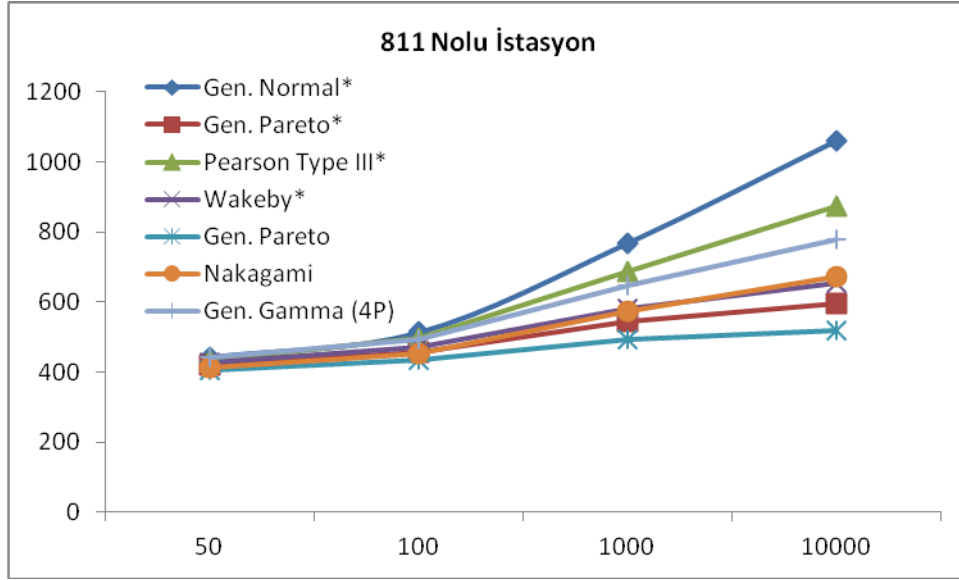
Şekil 2. 802 numaralı istasyon L-momentler ve Noktasal TFA sonuçlarının karşılaştırılması.



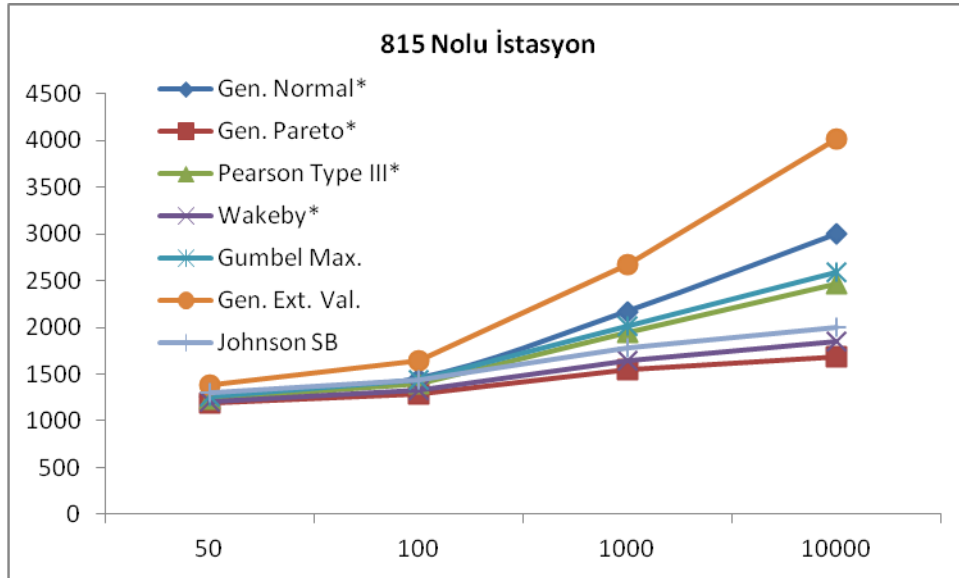
Şekil 3. 808 numaralı istasyon L-momentler ve Noktasal TFA sonuçlarının karşılaştırılması.



Şekil 4. 809 numaralı istasyon L-momentler ve Noktasal TFA sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 5. 811 numaralı istasyon L-momentler ve Noktasal TFA sonuçlarının karşılaştırılması



Şekil 6. 815 numaralı istasyon L-momentler ve Noktasal TFA sonuçlarının karşılaştırılması

5. Sonuçlar

Çalışmamızda Batı Akdeniz havzası üzerinde yer alan 5 adet akım gözlem istasyonuna ait E.İ.E.İ. den elde edilen yıllık maksimum debi verileri kullanılmıştır. Söz konusu havzaya ait 500, 100, 1000 ve 10000 yıllık taşkın debileri L-momentler yöntemi ve Noktasal Taşkın Frekans Analizi yöntemleri ile hesaplanmıştır.

Hesaplanan taşkın debileri incelendiğinde Noktasal TFA ile hesaplanan debi değerlerinin 802 numaralı istasyon için noktasal olarak hesaplanan debiler L-momentler yöntemine göre Gen. Pareto ve Wakeby dağılımları ile hesaplanan sonuçlara 1000 ve 10000 yıllık debi değerlerinin yakın olduğu 50 ve 100 yıl gibi kısa dönem debilerinin ise daha küçük hesaplandığı görülmüştür. 808 numaralı istasyon için hesaplanan debiler incelendiğinde Noktasal olarak hesaplanan debiler L-momentler yöntemine göre belirlenen Gen. Normal ve Pearson type III dağılımları ile hesaplanan debilere oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. 809 numaralı istasyon için Noktasal olarak hesaplanan değerler L-momentler yöntemine göre belirlenen OYF'ları ile hesaplanan değerlerden oldukça büyük olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeninin ise bu istasyon ölçümleri içerisinde

yer alan aykırı değerlerin etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir ve özellikle Noktasal TFA yapılmadan önce aykırı değerlerin veri setinden ayıklanmasının sonuçları olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir. 811 numaralı istasyon için hesaplanan değerler incelendiğinde Noktasal TFA ile hesaplanan debilerin L-momentler yöntemi ile belirlenen OYF'larından Gen. Pareto ve Wakeby sonuçları ile oldukça yakın olduğu gözlemlenmiştir. 815 numaralı istasyon için hesaplanan değerler incelendiğinde Noktasal TFA ile belirlenen Johnson SB debi değerleri ile L-momentler yöntemi ile belirlenen Wakeby OYF değerlerinin birbirine çok yakın olduğu Gumbel Max. değerlerinin L-momentler yöntemi ile belirlenen Pearson Type III OYF değerleri ile oldukça yakın sonuçlar verdiği ancak Gen. Ext. Value ile hesaplanan değerlerin oldukça büyük olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak seçilen bütün istasyonlarda L-momentler ile Noktasal TFA sonuçlarının birbiri ile genel itibari ile örtüştüğü ve L-momentler yöntemi kadar etkili hesaplamaların Noktasal TFA ile yapılabileceği görülmüştür. Sadece 809 numaralı istasyon için Noktasal TFA yöntemi ile hesaplanan debilerin çok büyük olduğu ve bu istasyonda kullanılan veriler içerisinde aykırı değerlerin etkisinin göz ardı edilmeden hesaplamaların yapılmasının yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- [1] Saf B., “Batı Akdeniz Havzalarının L-Momentlere Dayalı Bölgesel Taşkın Frekans Analizi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2009, 15(2), 153-165.
- [2] Aydın M., “Hidrolojik Verilerdeki Aykırı Değerlerin Taşkın Frekans Analizi Üzerine Etkisinin İncelenmesi: Van Gölü Havzası Örneği”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2015, 20(1-2), 47-55.
- [3] Seçkin N. ve Topçu E., “Adana ve Çevre İllerde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi”, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2016, 31(4), 1049-1062.
- [4] Şorman A.Ü., “Bölgesel Frekans Analizindeki Son Gelişmeler ve Batı Karadeniz’de Bir Uygulama”, *İMO Teknik Dergi*, 2004, 3155-3169.
- [5] Modarres, R., “Regional Dry Spells Frequency Analysis by L-Moment and Multivariate Analysis”, *Water Resource Manage*, 2010, 24, 2365-2380.
- [6] Chen, Y.D., Huang, G. Shao, Q ve Xu, C.Y., “Regional analysis of flow using L-moments for Dongjiang basin, South China”, *Hydrological Sciences Journal*, 2010, 51(6), 1051-1064.
- [7] Seçkin N., “L-momentlere Dayalı Gösterge-Sel Metodu ile Bölgesel Taşkın Frekans Analizi”, *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2009).
- [8] Hosking J.R.M., Wallis, J.R., “Regional Frequency Analysis An Approach Based on L-Moments”, *Cambridge University Press*, 1997