

## L-MOMENTLERE DAYALI GÖSTERGE-SEL METODU İLE BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ \*

*Regional Flood Frequency Analysis Using Index Flood Method Based L-moments*

Neslihan SEÇKİN  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Recep YURTAL  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

### ÖZET

Hidrolik yapıların tasarımı belirli bir dönüş aralığı için gözlemlenmesi beklenen bir tasarım değerini gerektirir. İstatistiksel bir metod olan frekans analizi bu amaçla kullanılır. Bu çalışmada, Meriç havzasının hidrolojik olarak homojenliği l-momentlere dayalı gösterge sel yöntemi ile hesaplandı. 8 istasyonlu Meriç havzası hidrolojik olarak homojen çıktı. Meriç havzasına Genelleştirilmiş Lojistik , Genelleştirilmiş Ekstrem Değer , Genelleştirilmiş Normal, Pearson Tip III, Wakeby ve Genelleştirilmiş Pareto dağılımları uygulandı. Gözlenmiş değerlere en uygun dağılımı belirleyebilmek için Z istatistiği testi kullanıldı. Çalışmanın sonunda, Meriç havzası için genelleştirilmiş normal dağılımın diğer dağılımlara göre daha iyi sonuç verdiği belirlendi. İstasyonu olan ve istasyonu olmayan bölgeler için bölgesel taşkın frekans analizi eğrileri önerildi.

**Anahtar Kelimeler:** Bölgesel taşkın, gösterge-sel metodu, l-momentler.

### ABSTRACT

The design of hydraulic structures require a design value expected to be observed in a given return period. Frequency analysis, being a statistical method, is used for this purpose. Hydrological homogeneity of Meriç Basin is determined by using the index flood procedures and L-moments. Based on L-moments analysis of flood data at 8 gauged sites, The Meriç basin is shown to be hydrologically homogeneous. Generalized Logistic , Generalized Ekstrem Value , Generalized Normal, Pearson Type III, Wakeby , Generalized Pareto distributions are applied to Meriç basin. Z statistics test are also used to determine which flood frequency distribution that produced the most accurate results when applied to observed data. At the end of the study, the Generalized Normal probability distribution model are found to be superior to other five distributions for Meriç River Basin. Regional curve for flood frequency analysis has been recommended at both gauged and ungauged sites in Meriç Basin.

**Key Words:** Regional flood, index flood method, l-moments.

### Giriş

Akarsu veya dere yataklarındaki su seviyesinin şiddetli ve uzun süreli yağışlar ve ani kar erimeleri nedeni ile hızla artması ve nehirin yatağından taşarak çevrede yaşayan canlılara, arazilere ve mallara zarar vermesi olayına taşkın denir.

---

\*Doktora Tezi-Ph. D. Thesis

Taşkınlar gerek ülkemizde gerekse İngiltere, Hollanda, Çin vb. dünyanın gelişmiş ülkelerinde bile önemli derecede can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Taşkınlar bir hafta veya daha uzun sürede oluşabileceği gibi, kısa sürede meydana gelen ani taşkınlar şeklinde de ortaya çıkabilir. Ülkemizde, doğal bitki örtüsünün tahribatı, çarpık şehirleşme ve akarsu ve dere yataklarındaki yapılaşmadan dolayı taşkınların neden olduğu zararlar artmakta, son yıllarda bu tip felaketler daha sık görülmektedir. Günümüzde taşkın kontrolünün planlama ve projelendirilmesinde, taşkın zararlarının azaltılmasında ve birçok su yapısının tasarımında, tekerrür periyoduna bağlı olarak taşkın debisinin belirlenmesi önemli olmaktadır. Bir yerleşim alanında tasarlanacak drenaj çalışmaları için 2 ve 5 yıl tekerrür süreli maksimum yağış şiddetine ihtiyaç varken, erozyon ve sediment kontrol çalışmalarında 25 yıllık, baraj, gölet ve sulama tesisleri gibi yapılar için 100 yıllık, dolusavakların tasarımı için 1000 veya 10000 yıllık tekerrür periyoduna sahip maksimum yağış ve akış değerlerine ihtiyaç vardır. Ülkemizde Devlet Su İşleri (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüd İdaresinin (EİE) akarsular üzerinde kurmuş olduğu akım gözlem istasyonlarından elde edilen maksimum yıllık akış değerlerinden yola çıkarak gelmesi muhtemel taşkınının büyüklüğü istatistiksel yöntemler kullanılarak tahmin edilebilir. Gelebilecek taşkınının büyüklüğü önceden tahmin edilerek zararın minimuma indirilmesi için önlemler alınabilir ve su yapıları tasarlanabilir.

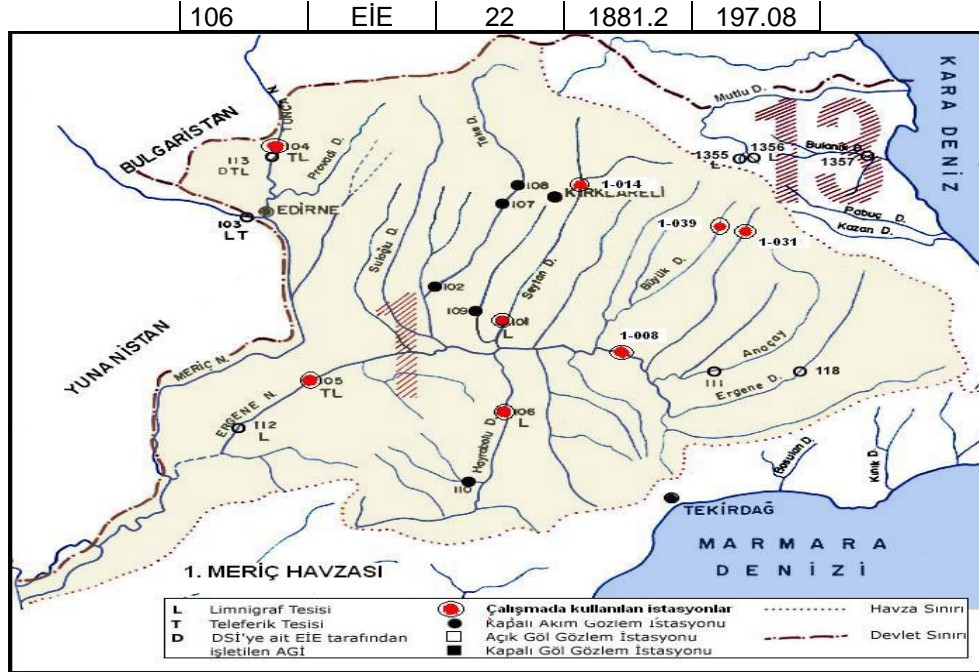
## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Bu çalışmada, materyal olarak Elektrik İşleri Etüd İdaresinin (EİE) ve Devlet Su İşlerinin (DSİ) yıllara göre çıkarmış olduğu akım rasat yıllıklarındaki Meriç havzasına ait 8 istasyonun su yılı maksimum akım değerleri kullanılmıştır (DSİ, 1994). Bu istasyonlara ait bilgiler çizelge 1 de görülmektedir. Bulgaristan'dan doğan Meriç nehrinin 211 km'lik bölümü ülkemiz topraklarından akmaktadır. Meriç nehri, Ergene nehrinide kendisine katar. Meriç-Ergene sisteminin yan kolları Süloğlu, İnce, Şeytan, Lüleburgaz, Hayrabolu ve Çorlu dereleridir. Meriç havzası, Meriç ve kolları vasıtasıyla Ege Denizi'ne boşalan alanı kapsar. Meriç havzasının yağış alanı 14560 km<sup>2</sup> ve yıllık ortalama akış değeri 1.33 km<sup>3</sup> tür. Meriç Havzasının bölgesel taşkın frekans analizinde kullanılan 8 adet istasyona ait bazı bilgiler Çizelge 1'de, kullanılan istasyonların yerleri Şekil 1'de verildi.

Çizelge 1. Meriç Havzasına Ait Bilgiler

İstasyon No	Gözlem Yapan Kurum	Gözlem Süresi (yıl)	Alan (km <sup>2</sup> )	Qort. (m <sup>3</sup> /s)
1-008	DSİ	29	2794	219.79
1-014	DSİ	22	304.3	121.36
1-031	DSİ	32	71.3	33.16
1-039	DSİ	31	86.4	43.98
101	EİE	30	478.4	90.17
104	EİE	22	7928.1	195.63
105	EİE	22	10194.8	716.22



Şekil 1. Meriç havzasına ait hidrolojik harita

## Yöntem

Gösterge sel metodunu kullanan bölgesel frekans analizi aşağıda sıralanan beş aşamadan meydana gelir. Bu aşamaların hepsinde L-momentler ve L-moment oranları kullanıldığından gösterge sel metodunun bu haline bölgesel L-moment algoritması denilmektedir (Hosking ve Wallis ,1997).

### 1. Verilerin gözden geçirilmesi

Uyumsuzluk ölçüsü, istasyon datalarının L-moment oranları ile hesaplanır. İstasyonun L-moment oranları (L-cv, L-skewness, L-kurtosis) bir noktanın üç boyutlu koordinatları olarak tanımlanır. Bu tanımlanan noktaların L-cv ve L-skewness değerleri grafikte karşılıklı olarak noktalandığında bir grup oluşturur ve bu grup bir merkeze yani orta noktaya sahiptir. Uyumsuz olarak adlandırılan herhangi bir nokta, bu merkezden oldukça uzaktır.

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

$D_i$ , bölgedeki istasyon sayısına bağlı olarak tanımlanır. Eğer hesaplanan  $D_i$  değeri kritik  $D_i$  değerinden büyük ise o istasyon uyumsuzdur denir (Hosking ve Wallis, 1997).

### 2. Homojen Bölgelerin Belirlenmesi

Heterojenlik ölçüsü özellikle homojen olması muhtemel bölgelerin istasyonları arasında örnek L-momentlerin varyasyonlarını karşılaştırır. Homojen bir bölgede bulunan tüm istasyonlar, aynı toplum L-moment oranlarına sahiptir.

$$H_i = \frac{(V_i - \mu_v)}{\sigma_v} \quad (2)$$

Hosking ve Wallis (1993), eğer  $H_i < 1$  ise bölgenin kabul edilebilir derecede homojen olduğunu,  $1 < H_i < 2$  ise bölgenin muhtemelen heterojen olduğunu,  $H_i > 2$  ise bölgenin kesinlikle heterojen olduğunu söylemişlerdir. Eğer bölge yeterince homojen değil ise, bölge daha alt bölgelere ayrılarak homojen hale getirilmeye çalışılır.

3. Bölgesel Frekans dağılımının Seçimi
4. Bölgesel Frekans Uygunluk Testi

Literatürde yaygın olarak L-momentlerin sivrilik katsayısını temel alan dağılımın uygunluğu ölçüsü kullanılmaktadır. Bu ölçü şu şekilde hesaplanır: Üç parametrelili Gev dağılımının uygun olduğunu varsayalım. Gev dağılımı ile elde edilen L-sivrilik ( $\tau_4^{GEV}$ ) ile bölgesel ortalama L-sivrilik ( $t_4^R$ ) arasındaki fark hesaplanır. ( $t_4^R$ )'lerin standart sapmalarını  $\sigma_4$  ile ifade edersek,  $\sigma_4$ 'ler Gev dağılımının uygun olduğu homojen bölgenin simülasyonu ile elde edilir. İstasyonların kayıt uzunlukları gözlenmiş datalar ile aynı alınır. Gev dağılımının Z testi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$Z_{GEV} = \frac{(t_4^R - \tau_4^{GEV})}{\sigma_4} \quad (3)$$

$t_4^R$ 'nin tarafılığı, aşağıdaki formül ile elde edilir.

$$B_4 = N_{sim}^{-1} \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^m - t_4^R) \quad (4)$$

$t_4^R$ 'nin standart sapması;

$$\sigma_4 = \left[ (N_{sim} - 1)^{-1} \left\{ \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^m - t_4^R)^2 - N_{sim} B_4^2 \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Ve herbir dağılım için uygunluk testi ölçüsü;

$$Z^{Dist} = \frac{(\tau_4^{Dist} - t_4^R + B_4)}{\sigma_4} \quad (6)$$

Simülasyon kullanılarak her dağılım için ayrı ayrı hesaplanan dağılımın uygunluğu ölçüsünün mutlak değeri 1.645 den küçük ise ( $|Z| < 1.645$ ), o dağılım bölgesel frekans dağılımı olmaya adaydır. Bu değer %90 güvenilirlik sınırına karşılık gelir.

5. Bölgesel Frekans Dağılımının Parametrelerinin Tahmini

### L-Momentler Yöntemi

Greenwood ve ark. (1979) tarafından olasılık ağırlıklı momentler

$$M_{1,j,k}=E[X^j F^i (1-F)^k] \quad (7)$$

veya

$$M_{1,j,k} = \int_0^1 x(F)^i (1-F)^k dF \quad (8)$$

şeklinde tanımlanmışlardır. İfadelerde  $F=F(x)=P(X \leq x)$  ve 1, j, k pozitif tamsayıdır.  $j=k=0$  ve 1 pozitif tamsayı ise  $M_{1,0,0}$  momentini 1 inci mertebeden merkezsiz istatistik momente eşit olmaktadır.

L-Momentler, Hosking (1990) tarafından geliştirilmiştir. L-momentler yöntemi parametre tahmini, bölgeselleştirme ve dağılım tanımlama ile ilgili çeşitli problemleri çözmeye yaygın olarak kullanılmaktadır. L-momentler yöntemi PWM yöntemlerinin lineer bir fonksiyonudur. Adını buradan alır. L-momentler bilinen momentlere benzer olup PWM momentleri cinsinden aşağıdaki gibi yazılabilirler (Gebeyehu, 1989).

$$L_{r+1} = (-1)^r \sum_{k=0}^r (-1)^{r-k} \binom{r}{k} \binom{r+k}{k} M_{1,0,k} \quad (9)$$

L-momentleri;

$$r=0 \Rightarrow \lambda_1=L_1=M_{100}$$

$$r=1 \Rightarrow \lambda_2=L_2=M_{100}-2M_{101}=2M_{110}-M_{100} \quad (10)$$

$$r=2 \Rightarrow \lambda_3=L_3=M_{100}-6M_{101}+6M_{102}=6M_{120}-6M_{110}+M_{100}$$

$$r=3 \Rightarrow \lambda_4=L_4=M_{100}-12M_{101}+30M_{102}-20M_{103}=20M_{130}-30M_{120}+12M_{110}-M_{100}$$

Yüksek mertebeden momentlerde ölçümler birbirinden bağımsızlaştırılırsa L-moment oranları aşağıdaki gibi olur:

$$r=3,4,\dots \quad \tau_r = \frac{L_r}{L_2} \quad \tau = \frac{L_2}{L_1} \quad (11)$$

L-momentleri ( $L_1$ ) ve ( $L_2$ ), L-moment oranları  $L-Cv(\tau)$ , çarpıklık katsayısı ( $\tau_3$ ), kurtosis katsayısı ( $\tau_4$ ), olasılık dağılımını özetlemek için en çok kullanılan parametrelerdir.  $L_1$  dağılımı yer parametresini,  $L_2$  dağılımı ölçek parametresini temsil etmektedir.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

L-momentler yöntemi ile bölgesel taşkın frekans analizi yapan bilgisayar alt programları Amerika'da IBM araştırma merkezinde Hosking ve ekibi tarafından geliştirilmiştir(Hosking, 2000). Bu alt programlar xtest ve xsim programları olarak iki ana program şeklinde modifiye edildi ve çalışmadaki analizler bu programlar aracılığı ile iki aşamada yapıldı. Birinci aşamada meriç havzasını tek bölge kabul edip heterojenlik ölçüsü ve istasyonların uyumsuzluk ölçüsü hesaplandı. Bölge homojenlik ölçüsünü sağladığında o bölgeye ait frekans dağılımını seçmek için Z testi yapıldı. Z testinde başarılı olan dağılımlar bölgeye uygulandı ve büyüme

eğrileri elde edildi. İkinci aşamada, uygun dağılımlarla elde edilen tekerrür fonksiyonu değerlerinin doğruluğu simülasyon çalışmaları ile pekiştirildi. Son olarak da meriç havzası için ortalama birim debi-alan ilişkisi belirlendi ve böylece kısa kayıtlı olan veya hiç ölçüm yapılmamış bölgeler içinde taşkın tahminine olanak sağlandı.

Çizelge 1'de verilen istasyonlara ait L-moment oranları excell yardımı ile hesaplandı (Çizelge 2).

Çizelge 2. Meriç havzasındaki istasyonların L-moment oranları ve uyumsuzluk ölçüsü

İstasyon No	n (gözlem süresi)	Qort. (m <sup>3</sup> /s)	$\tau$	$\tau_3$	$\tau_4$	$\tau_5$	Di
1-008	29	219.8	0.4883	0.3474	0.1666	0.0943	0.19
1-014	22	121.4	0.4013	0.3300	0.2000	0.0951	1.62
1-031	32	33.2	0.5599	0.4102	0.2549	0.2012	1.74
1-039	31	44.0	0.4683	0.3476	0.2131	0.1270	0.13
101	30	90.2	0.3768	0.2884	0.2363	0.1673	0.92
104	22	195.6	0.3849	0.2333	0.1567	0.1097	1.65
105	22	716.2	0.5276	0.3557	0.1480	0.1108	0.43
106	22	197.1	0.4990	0.3047	0.0788	0.0289	1.31
Ağırlıklı bölgesel ortalama			0.4656	0.3312	0.1882		

Uyumsuzluk ölçüsü hesaplandı. Ve değerlerin Hosking ve Wallis (1997) tarafından verilen Table 3.1 deki n=8 istasyon için verilen kritik Di=2.140 değerinden küçük olduğu görüldü. Yani kullanılan istasyonların hepsi bölge bazında birbirleri ile uyumlu çıkmıştır. Xtest programının sonucunda bölgenin heterojenlik ölçüsü aşağıdaki gibi elde edildi.

Çizelge 3. Meriç havzasının heterojenlik ölçüsü

HETEROJENLİK ÖLÇÜSÜ (SIMÜLASYON SAYISI=500)	
Gözlenen değerlerin Grup LCv lerinin Standart sapması	0.0647
Grup LCv lerinin Standart sapmasının Simülasyon ortalamaları	0.0518
Grup LCv lerinin Standart sapmasının simülasyonlarının standart sapması	0.0141
Standartlaştırılmış H(1) değerleri	<b>0.92</b>
Gözlenmiş ortalamanın LCv/LCs Mesafesi	0.0706
Ortalama LCv/LCs mesafesinin simülasyon ortalaması	0.0948
Ortalama LCv/LCs mesafesinin simülasyon standart sapması	0.0231
Standartlaştırılmış H(2) değerleri	<b>-1.05</b>
Gözlenmiş ortalamanın LCs/LCk Mesafesi	0.0618
Ortalama LCs/LCk mesafesinin simülasyon ortalaması	0.1166
Ortalama LCs/LCk mesafesinin simülasyon standart sapması	0.0283
Standartlaştırılmış H(3) değerleri	<b>-1.93</b>

Xtest programı ile hesaplanan heterojenlik ölçüleri kappa dağılımı yardımı ile simülasyon yapılarak elde edilmiştir. Hesaplanan H değerlerinin tümüne bakıldığında 1.00 değerinden küçük olduğu görülmektedir. Yani üç H değerine göre bölge kabul edilebilir derecede homojendir. Xtest programının sonucunda

elde edilen bir başka değer ise dağılımların uygunluk ölçüsüdür. Genelleştirilmiş lojistik (GLO), Genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV), Genelleştirilmiş normal (GNO), Pearson tip3 (PE3), Genelleştirilmiş pareto (GPA) dağılımları için yapılan uygunluk testi sonuçları Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 4. Uygunluk testi sonuçları

GEN. LOJİSTİK	L-KURTOSIS= 0.258	Z=1.66
GEN. EXTREME DEĞER	L-KURTOSIS= 0.234	Z=1.02 *
<b>GEN. NORMAL</b>	<b>L-KURTOSIS= 0.209</b>	<b>Z=0.34 *</b>
PEARSON TİP III	L-KURTOSIS= 0.166	Z=-0.82 *
GEN. PARETO	L-KURTOSIS= 0.165	Z=-0.84 *

Çizelge 5. Dağılımlara ait parametre tahminleri (%90 Kabul edilebilir düzeyde)

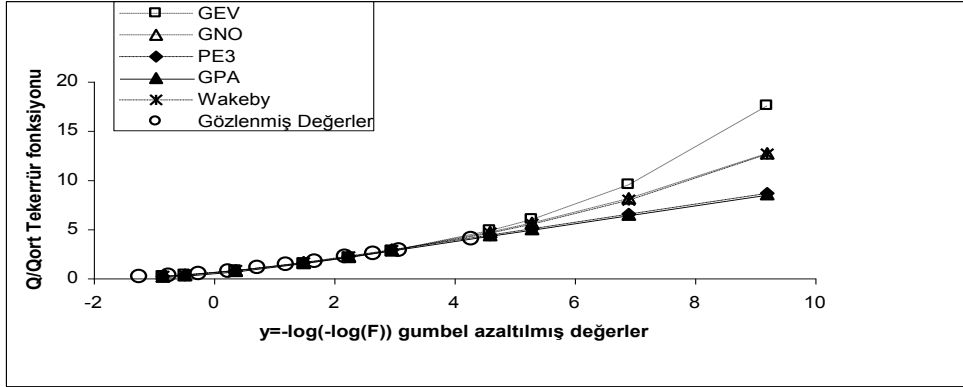
Dağılımlar	XI (yer parametresi)	Alpha (ölçek parametresi)	K (şekil parametresi)			
Gen. Ext. Değ.	0.550	0.512	-0.236			
<b>Gen. Normal</b>	<b>0.735</b>	<b>0.674</b>	<b>-0.696</b>			
Gen. Pareto	0.067	0.938	0.005			
	MU (ortalama)	Sigma	Gamma			
Pearson Tip III	1.000	0.930	1.987			
	XI	Alpha	Beta	Gamma	Delta	
Wakeby	0.037	0.520	1.260	0.626	0.145	

Çizelge 6. Dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel dağılımın fonksiyonunun tekerrür fonksiyonu değerleri

y (Gum. azal. Değ.)	T Dön. Per.	Aşılmama olasılığı	GEV	GNO	PE3	GPA	Wakeby	y	Göz. Değer
-0.838	1.111	0.1	0.163	0.163	0.165	0.165	0.155	-1.226	0.072
-0.476	1.25	0.2	0.32	0.305	0.276	0.276	0.280	-0.735	0.211
0.37	2	0.5	0.746	0.735	0.716	0.716	0.734	-0.239	0.388
1.5	5	0.8	1.472	1.506	1.569	1.570	1.531	0.257	0.640
2.25	10	0.9	2.071	2.129	2.212	2.214	2.140	0.743	1.005
2.97	20	0.95	2.755	2.809	2.855	2.856	2.791	1.215	1.328
4.6	100	0.99	4.809	4.656	4.346	4.338	4.555	1.696	1.653
5.3	200	0.995	5.957	5.584	4.988	4.973	5.447	2.199	2.128
6.91	1000	0.999	9.469	8.089	6.478	6.439	7.902	2.665	2.447
9.21	10000	0.9999	17.491	12.66	8.608	8.516	12.579	3.094	2.786
								4.297	3.934

Uygunluk testi sonuçlarına göre Z değerlerinin yanında yıldız olanlar testi geçmiş yani  $|Z_{dağ.}| \leq 1.64$  şartını sağlamıştır. Çizelge 4 e göre 4 dağılım modeli datalara uymasına rağmen sıfıra en yakın Z değerine sahip Genelleştirilmiş normal dağılım(GNO) en uygun dağılım modeli olarak belirlenmiştir. Çizelge 4 deki Z testi sonucuna göre uygun olan tüm dağılımlar ve ek olarak Wakeby dağılımı için

parametre tahminleri hesaplandı ve Çizelge 5. de verildi. Bu parametrelere göre belirli dönüş periyotlarına karşılık boyutsuz verilere uydurulan ortak bölgesel dağılımın fonksiyonunun tekerrür fonksiyonu (quantile function) hesaplandı (Çizelge 6). Gözlenmiş değerler ve Çizelge 6 da verilen dağılımlarla elde edilen taşkın frekans eğrileri grafik olarak belirlendi (Şekil 2).



Şekil 2. Meriç havzasına ait taşkın frekans eğrileri

Bölgesel frekans dağılımını tek bir dağılım olarak belirleyebilmek için Z testi sonucuna göre en küçük mutlak Z değerine sahip olan dağılım en uygun dağılım seçildi ve bu dağılımın verdiği değerlerin doğruluğunu hesaplayabilmek için ise monte carlo yöntemini kullanan xsim programı yardımı ile bölge simüle edildi.

Çizelge 7. Bölgesel büyüme eğrisinin doğruluk ölçüleri (GNO dağılımı)

T Dönüş Periyodu	F (Aşılma Olasılığı)	q(F) (Büyüme Fırısı)	RMSE (Ort. Hata)	Hata Bantları		
				95%	5%	Fark
1.111111	0.1	0.163	0.459	0.105	0.314	0.209
1.25	0.2	0.305	0.202	0.243	0.402	0.159
2.0	0.5	0.735	0.076	0.652	0.822	0.17
5.0	0.8	1.506	0.029	1.445	1.55	0.105
10	0.9	2.129	0.045	2.012	2.257	0.245
20	0.95	2.809	0.072	2.554	3.138	0.584
100	0.99	4.656	0.13	3.896	5.82	1.924
200	0.995	5.584	0.153	4.521	7.263	2.742
1000	0.999	8.089	0.202	6.093	11.528	5.435
10000	0.9999	12.66	0.265	8.761	20.257	11.496

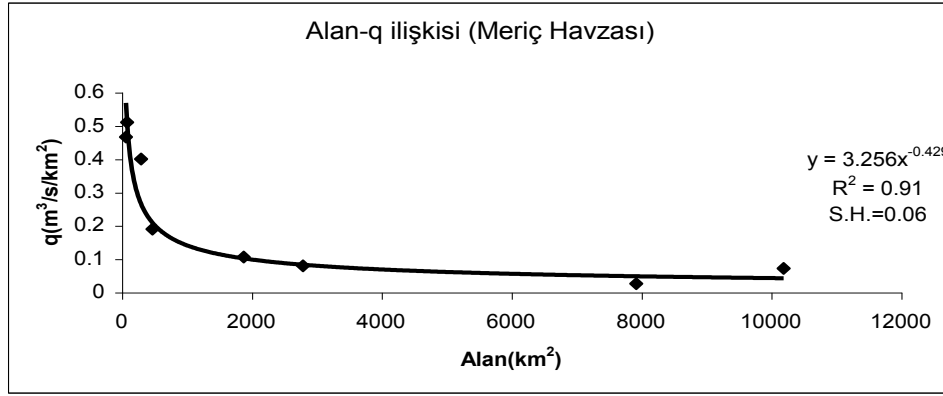
Meriç havzası için en uygun dağılım, en küçük mutlak Z değerine sahip olan Genelleştirilmiş Normal dağılımdır. Bu dağılım kullanılarak bölge 500 kere simüle edilmiştir(NSIM=500). Boyutsuz bölge büyüme oranlarını, bu oranların ortalama hatalarını ve hata bantlarını bulmak amacıyla yapılan bu simülasyondan elde edilen sonuçlar Çizelge 7 de verilmiştir.



İstasyonu olmayan noktalarda veya kısa kayıtlara sahip olan istasyonlarda gelebilecek taşkının büyüklüğünü tahmin edebilmek için alan-birim debi ilişkisi belirlendi (Şekil 3). Meriç havzası için, alanı bilinen herhangi bir bölgenin ortalama debisi 12 nolu formül yardımı ile hesaplanabilir.

$$\frac{\bar{Q}}{A} = q = 5.3972A^{-0.5281} \quad (12)$$

Meriç havzasına GNO dağılımının uyduğunu daha önce belirtmiştik. GNO dağılımının ters fonksiyonu yani  $x(F)$  analitik olarak tanımlanamadığından, ortalama debi hesaplandıktan sonra GNO dağılımına göre belirlenmiş olan  $q(F)$  büyüme eğrisi değerleri ile çarpılarak istenen dönüş aralığına karşı gelen debinin büyüklüğü bulunabilir.



Şekil 3. Meriç havzasının alan-q (birim debi) ilişkisi

### Sonuçlar

Bu çalışmada, Meriç havzasının hidrolojik olarak homojenliği gösterge sel metodu kullanılarak test edildi. Analizlerin sonucunda Meriç havzası tek bölge olarak homojen çıkmıştır. Bu bölge için en uygun dağılım, en küçük mutlak Z değerine sahip olan Genelleştirilmiş Normal dağılımdır. Genelleştirilmiş Normal dağılıma göre bölge monte carlo yöntemi ile 500 kere simüle edilmiş ve ortalama hata değerleri 2 ile 200 yıl arasında değişen tekerrür periyotların da oldukça küçük değerler çıkmıştır. Ölçüm olmayan bölgelerde ortalama debiyi belirlemek için standart hatası 0.06 olan alan-birim debi ilişkisi belirlenmiştir.

### Kaynaklar

- DSİ, 1994. Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi (MAFA). Ankara.
- HOSKING, J.R.M., WALLIS, J.R. 1997. Regional Frequency Analysis An Approach Based on L-Moments. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 224s.

- HOSKING, J.R.M., WALLIS, J.R., 1993. Some Statistics Useful in Regional Frequency Analysis. Water Resour. Res., 29(2):271-281.
- GREENWOOD, J.A., LANDWEHR, J.M., MATALAS, N.C., WALLIS, J.R., 1979. Probability Weighted Moments: Definition and Relation to Parameters of Several Distribution Expressible in Inverse Form. Water Resources Research, 15(5): 1049-1054.
- GEBEYEHU, A., 1989. Regional Flood Frequency Analysis. The Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, Bulletin No. TRIVA-VBI-148.
- 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., 2000. FORTRAN Routines for Use with the Method of L-Moments. Version 3.03, (<http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>).

**Teşekkür**

MMF2004D18 nolu projemize destek veren Çukurova Üniversitesi araştırma fonuna teşekkür ederiz.