

## Havran Çayı'nın (Balıkesir) Taşkın Sıklık Analizinde Gumbel ve Log Pearson Tip III Dağılımlarının Karşılaştırılması

*Comparison of Gumbel and Log Pearson type III distributions in flood frequency analysis of Havran river (Balıkesir)*

**Hasan Özdemir\***

*İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul*

**Öz:** Havran Çayı üzerinde geçmiş dönemlerde birçok taşkın meydana gelmiştir. Sahada 1981 yılından itibaren yağış şiddetinin azalması ve Havran Çayı yatağı üzerindeki bazı çalışmalara bağlı olarak taşkın yaşanmamıştır. Olası taşkınlara karşı hazırlıkların yapılması açısından taşkınların sıklık analizlerinin önemi büyüktür. Bu amaçla, çalışmada Havran Çayı'nın 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekrarlama sıklıklarının hesaplanmasında istatistiksel yöntemlerden Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımları kullanılmıştır. Ayrıca Havran Çayı'na katılan Küçükçay, Bent ve Kışla yan derelerinin de aynı tekrarlama sıklıklarındaki akım miktarları aynı istatistiksel yöntemlerle hesaplanmıştır. Sonuç olarak taşkın risk analizlerine altlık oluşturan tekrarlama sıklıklarına ait akım değerleri bulunmuş ve iki istatistiksel yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gumbel Dağılımı, Log Pearson Tip III Dağılımı, Taşkın Sıklık Analizi, Havran Çayı.

**Abstract:** So many floods occurred on the Havran River in the past. From 1981 to present, floods have not occurred due to decreasing of rainfall intensity and some constructions on the river channel. Flood frequency analyses play an important role to understand probable floods. Because of that, in this study, Gumbel and Log Pearson Type III distributions were used in flood frequency analysis to extract 5, 10, 25, 50, 100, 200 and 1000 years flood of Havran River. In addition, flood frequencies of Küçükçay, Bent and Kışla tributaries were calculated using same statistical techniques and return periods. Finally, discharge data of different return periods which are the main input in flood risk analysis were obtained and results of two statistical techniques were compared.

**Keywords:** Gumbel Distribution, Log Pearson Type III Distribution, Flood Frequency Analysis, Havran River.

### 1. Giriş

Taşkınlar insan yaşamı ve onun faaliyetleri için devamlı tehdit durumundadır. Geçen 30 yıllık süre içerisinde, taşkınlardan dünya genelinde ortalama heryıl 80 milyon insan etkilenmiş ve yaklaşık olarak yıllık 11 milyar Dolar'ı aşan ekonomik zarar ortaya çıkmıştır (IFRCRCS, 1998). Ülkemizde ise 1903-2007 yılları arasında depremlerden sonra en fazla etkiye sahip olan taşkınlar, toplamda 2 milyona yakın insanı etkilemiş ve 2.5 milyar Dolar zarara neden olmuştur (EM-DAT, 2007). Akarsu taşkınlarından etkilenen insan sayısı her geçen gün artış göstermekte ve akarsuların taşkın yataklarındaki yoğun arazi kullanımları, taşkınların zararlarının artmasına neden olmaktadır. Bunun yanında, akarsu havzalarındaki yanlış uygulamalar da taşkınların büyüklükleri ve sıklıkları üzerinde arttırıcı bir etki yapmaktadır. 30 yılın üzerindeki yıllık doğal afet istatistiklerine göre taşkınlar ve kasırgalar diğer afetlere göre dünya genelinde hızlı bir şekilde artış göstermiştir (CRED, 2003; Dutta ve Herath, 2004). Son 30 yılda ise yıllık taşkın sıklığı iki katına çıkmıştır. 1970'li yıllarda

\* İletişim yazarı: H. Özdemir, e-posta: ozdemir@istanbul.edu.tr

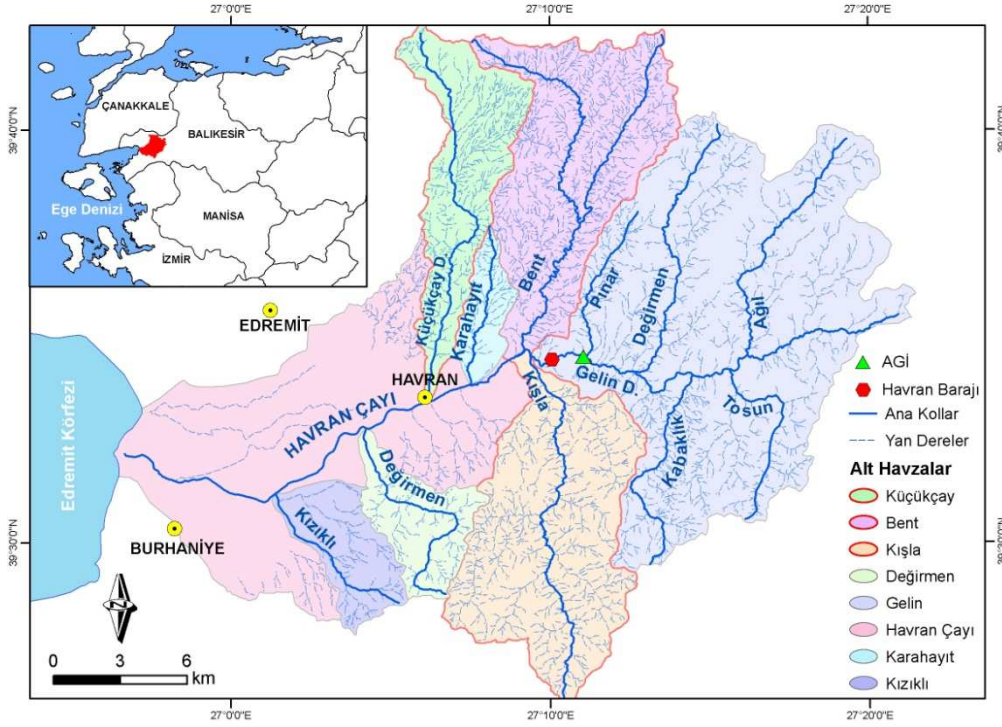
yılda 50 olan taşkın sayısı, 1990'lı yıllarda 100'e ulaşmış ve son yıllarda da bu kayıtların da üstüne çıkarak dünyanın bir çok yerinde taşkın afeti meydana gelmiştir (Dutta vd., 2006).

Taşkınların zararlarını azaltmak amacıyla akarsu yatakları ve havzaları üzerinde birtakım çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalardan birisi de, akım istasyonlarının geçmiş yıllara ait olan verilerine bağlı olarak, geleceğe ait taşkınların tekrarlanma sıklıklarının ortaya konması ve buna bağlı olarak bazı yapısal önlemlerin alınmasıdır. Hidrolojide birçok süreç, kendilerine ait olan rasgelelikten dolayı olasılık prensipleri içinde analiz edilir ve açıklanır. Örneğin; akarsu akımlarını ve yağışları deterministik olarak tahmin etmek mümkün değildir. Ayrıca akım ve yağışlara ait bütün değerleri sayısal olarak bilmek mümkün olmadığından dolayı, geçmiş ve geleceğe ait tahmin yürütmek de zor olmaktadır. Fakat ölçülen verileri organize etmek, sunmak ve azaltmak için bazı istatistiksel yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler, verileri yorumlamada ve değerlendirmede büyük kolaylık sağlar (Bedient ve Huber, 2002).

Taşkın Sıklık Analizlerinin (TSA) ana amacı, ekstrem olarak akarsular üzerinde gerçekleşen taşkınların olasılık dağılımlarını kullanmak suretiyle tekrarlanma sıklıklarıyla ilişkilerinin kurulmasını sağlamaktır (Chow vd., 1988). TSA'ne ait birçok özet ve tartışma bulunmakta ve bu alandaki literatür her geçen gün artmaktadır (Chow, 1964; Haan, 1977; Kite, 1977; Bobee ve Ashkar, 1991; Stedinger vd., 1993). TSA ile kaydedilmiş akım verileri kullanılarak, değişik tekrarlanma sıklıklarındaki akım değerlerinin hesaplanması yapılır. Bundan dolayı, analiz için geçmiş yıllara ait kayıtlar ne kadar geriye giderse daha sağlıklı sonuçlara ulaşılır. TSA, değişik istatistiksel yöntemlerle yapılabilmektedir. Her bir yöntemin kendisine ait avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımları yoğun olarak kullanılan istatistiksel yöntemlerden ikisi olup bu çalışmada Havran Çayı ve alt kollarına uygulanmıştır.

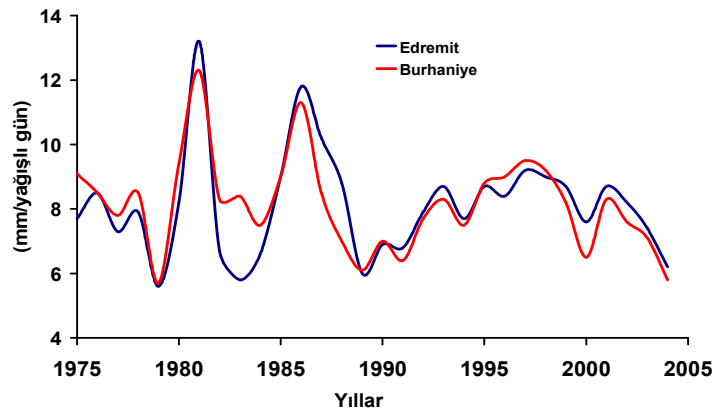
Çalışma alanı olan Havran Çayı ve havzası, Balıkesir ili sınırları içinde yaklaşık olarak 26° 55' 30"- 27° 22' 30" Doğu meridyenleri ile 39° 25' 30" – 39° 43' 30" Kuzey paralelleri arasında yer alır (Şekil 1). 570 km<sup>2</sup> alana sahip Havran Çayı havzasında yükselti aralığı 0 ile 1290 m. arasında değişmektedir. Havran Çayı genel olarak doğu-batı yönünde akış göstermektedir. Bu ana kola kuzeyden ve güneyden birtakım alt kollar dahil olur. Bunlar; kuzeyde Küçükçay, Karahayit, Bent, Pınar, Değirmen ve Ağıl Dereleri, güneyde ise Tosun, Kabaklık, Kışla, Değirmen ve Kızıklı Dereleri'dir. Bu derelerden Pınar, Değirmen, Tosun, Ağıl ve Kabaklık Dereleri Havran Çayı üst kolu olan Gelin Deresi'nde birleşmeleri ve Gelin Deresi üzerinde İnboğazi mevkiinde baraj yapımı çalışmalarından dolayı tek alt havza olarak değerlendirilmiştir. Böylelikle Havran Çayı havzası 8 alt havzaya bölünmüştür (Şekil 1). Bu alt havzalardan Gelin Deresi alt havzası 190.6 km<sup>2</sup> lik alanıyla en büyük alt havzadır. Yükselti aralığı ise 70 m – 984 m. arasında değişir. Bu alt havzayı, Kışla Deresi (82.8 km<sup>2</sup>), Bent Deresi (73.7 km<sup>2</sup>) ve Küçükçay Deresi (43.4 km<sup>2</sup>) alt havzaları takip eder. Bu alt havzaların yükselti aralıkları sırasıyla 60 -1100 m., 60-1120 m. ve 35-1290 m. dir. Diğer alt havzalar ise gerek alan gerekse yükselti farkları bakımından daha küçük değerler gösterir. Alt havzalardaki ana akarsu kollarının uzunlukları ise büyüklüklerindeki sıralamaya göre farklılık gösterir. Bu alt havzalardan Bent Deresi en uzun (23.1 km.) kol olurken bunu Gelin (22.2 km.), Küçükçay (19.8 km.) ve Kışla (19.1 km.) Dereleri takip eder.

Havran Çayı üzerinde değişik tarihlerde taşkınlar meydana gelmiştir. Bunlar; 1528, 1904, 1958, 1964, 1968, 1980 ve 1981 taşkınlarıdır (Yetkin, 1957; Akdağ, 1975; DSİ, 1988; Özdemir, 1998). Bu taşkınlardan 25 Aralık 1981 taşkınında 1 kişi hayatını kaybetmiş, Havran köprüsü yıkılmış, yüzlerce hayvan ve 6485 hektar tarım alanı zarar görmüştür. Meydana gelen taşkınlardan Havran yerleşmesi ve ovadaki tarım alanlarını korumak ve aynı zamanda tarım alanlarına sulama suyu sağlamak amacıyla, Havran Barajı inşaatı çalışmalarına 1995 yılında başlanmış ve günümüz itibariyle tamamlanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyonu, Havran Çayı ve kolları.

İklim özellikleri bakımından sahada Akdeniz iklim özellikleri görülür. Coğrafi enlem ve kuzey rüzgarlarının en iyi geliştiği bir bölge olması sebebiyle Akdeniz yağış rejimi'nin damgasını taşıyan bu bölgede, yağış maksimumu, gezici depresyonların ve cephesel faaliyetlerin iyice arttığı kış mevsimlerinde, yağış minimumu ise kuzey rüzgarlarının en şiddetli estikleri yaz mevsiminde görülür. Yıllık toplam yağışlar 665 mm. civarındadır ve genel olarak Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında düşer. Çalışma alanı yakınındaki Edremit ve Burhaniye meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri değerlendirildiğinde, son 30 yıl içinde yağış şiddetinde bir azalma olduğu görülmektedir (Şekil 2). Yağış şiddeti en fazla 1981 yılında artmış olup bunu 1986 yılı takip eder. Daha sonra kısmen dalgalanmalar olsa da genel olarak yağış şiddetinde bir azalmadan bahsetmek mümkündür. Sahada en sıcak ay Temmuz (42.6 °C) olurken en soğuk ay ise Şubat'tır (-8.4 °C).



Şekil 2. Saha çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının yağış şiddeti (Özdemir, 2007a).

Bu çalışmada iki konu üzerine odaklanılmıştır; 1) Havran Çayı'na katılan yan kolların (Küçükçay, Bent, Kışla, Gelin) son 30 yıllık maksimum akım değerlerine bağlı olarak Havran

Çayı'nda meydana gelebilecek taşkınların Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarıyla 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekrarlama sıklıklarını ortaya koymak, 2) iki farklı istatistiksel yöntemle elde edilen sonuçların karşılaştırmasını yapmaktır.

## 2. Veri ve Yöntem

Çalışmada, TSA için akımları değerlendirilen akarsular Havran Çayı yukarı kolu (Gelin Deresi), Kışla Deresi, Bent Deresi ve Küçükçay Dereleridir. Bu derelerden sadece Gelin Deresi üzerinde Elektrik İşleri Etüt İdaresi'ne ait 27°11'25" Doğu meridyeni - 39°34'20" Kuzey paralelinde ve 95 m. yükseltide 408 nolu Akarsu Gözlem İstasyonu (AGİ) mevcuttur (Şekil 1). AGİ'na ait 30 yıllık (1974-2003) maksimum akım verileri kullanılmıştır. Bu istasyondan sonra ana kola katılan Bent, Kışla ve Küçükçay Dereleri gibi su toplama havzaları büyük olan akarsulara ait akım gözlem istasyonları mevcut değildir. Bu akarsuların maksimum akım değerleri, Özdemir (2007b) tarafından SCS-CN (Soil Conservation Service- Curve Number) yağış-akış modeliyle, Edremit ve Burhaniye meteoroloji istasyonlarına ait günlük yağış verileri, alt havzalara ait arazi kullanımı/örtüsü, hidrolojik toprak grupları ve önceki nem içerikleri temel alınarak hesaplanmıştır. Yağış-akış modeli için baz alınan meteoroloji istasyonlarının 1975 öncesi yıllara ait günlük yağış verileri mevcut olmadığı için çalışmada 1975-2003 yılları arasında 29 yıllık yağış verileriyle üretilmiş yıllık maksimum akım değerleri kullanılmıştır.

AGİ'nun 30 yıllık akımları içinde her bir yıla ait maksimum akım verileriyle, Bent, Kışla ve Küçükçay Derelerinin 29 yıllık akım verilerinin maksimum akımları MS Excel kullanılarak Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarına tabi tutulmuştur. Böylelikle her bir derenin 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekrarlama aralıklarına ait akım değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra iki farklı yöntemle üretilen akım miktarlarının karşılaştırılması yapılmıştır.

## 3. Taşkın Sıklık Analizleri (TSA)

Havran Çayı yukarı kolu, Bent, Kışla ve Küçükçay derelerine ait taşkın sıklık analizleri için Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımları kullanılmıştır.

### 3.1. Gumbel Dağılımı

Hidrolojik değişkenlerin dağılım hesaplamalarında belki en önemlisi Ekstrem Değer I dağılımıdır (Gumbel, 1958). Gumbel dağılımı olarak da bilinen dağılım, yıllık ekstrem akım değerlerine bağlı bir istatistiksel metot olup,

$$X_T = \bar{X} + K * \sigma \quad (1)$$

formülüyle hesaplanır (Gumbel, 1958; IACWD, 1982; USACE, 1993). Formülde yer alan;

$X_T$  = T tekrarlama sıklığındaki değişim değeri,

$\bar{X}$  = Değişimin ortalama değeri,

$K$  = Sıklık faktörü katsayısı,

$\sigma$  = Örneklerin standart sapması'dır.

Sıklık faktörü olan  $K$ 'yı bulmak için;

$$K = \frac{y_T - \bar{y}_n}{S_n} \quad (2)$$

formülü kullanılır. Formülde yer alan  $\bar{y}_n$ , indirgenmiş ortalama değer olup ele alınan yılların sayısına bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu değer, AGİ için 30 yıllık veri olduğundan 0.5362, diğer alt

havzalar için 29 yıllık veri olduğundan 0.5353 değeri kullanılmıştır (Subramanya, 1997).  $S_n$  değeri ise indirgenmiş standart sapma değeri olup bu da yıllara bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu değer, AGİ için 1.112, diğer alt havzalar için 1.1086 alınmıştır (Subramanya, 1997). Formüldeki  $y_T$  ise indirgenmiş değişken değeridir ve

$$y_T = -(LN * LN \frac{T}{T-1}) \quad (3)$$

formülüyle hesaplanır. Formülde yer alan T, tekraralama sıklığı, LN ise doğal logaritmadır.

AGİ verileri ile Küçükçay, Bent ve Kışla Dereleri alt kollarına ait akım verileri maksimum değerden minimum değere doğru sıralanmış ve bunlara ait tekraralama sıklıkları (T) Weibull formülüyle ( $T = n+1/m$ ) hesaplanmıştır (Rao ve Hamed, 2000) (Çizelge 1). Bu tekraralama sıklıklarının yüzde olarak karşılığı Çizelge 1 ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Buna göre tekraralama sıklığı yüzde olarak en fazla AGİ verileri olarak kabul edilen Gelin Deresi havzasına ait verilerdir. Gelin Deresi'ni sırasıyla Kışla, Bent ve Küçükçay Dereleri takip eder. Bu sıralama alt havzaların alansal büyüklüğüyle benzerlikler gösterir. Ayrıca Gumbel dağılımında kullanılmak üzere alt havzalara ait akım verilerinin ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 1).

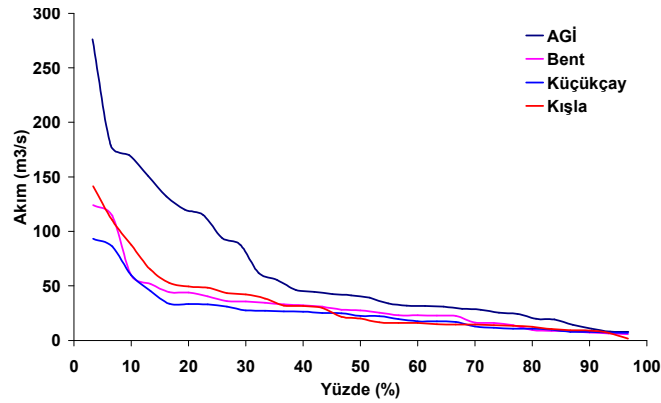
Sonuç olarak AGİ, Küçükçay, Bent ve Kışla Dereleri'nin 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıllık tekraralama sıklıklarına ait akım değerleri 1, 2 ve 3'deki formüller kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama ile ilgili sonuçlar Çizelge 2 ve 3'te verilmiştir. Elde edilen akım değerlerine göre, Gelin Deresine ait AGİ verisinin 5 yıllık taşkın tekraralama aralığında ortaya çıkan akım miktarı 120.64 m<sup>3</sup>/s dir. 1000 yıllıkta ise bu değer 428.36 m<sup>3</sup>/s olarak bulunmuştur. 1981 yılındaki taşkın anında tespit edilen akım miktarı olan 276 m<sup>3</sup>/s, çıkan sonuçlara göre 50 – 100 yıllık tekraralama aralıkları arasında yer alır (Çizelge 2). Bundan dolayı 1981 taşkınının, akarsuyun yaklaşık olarak 100 yıllık taşkın tekraralama aralığına denk düştüğünü söylemek mümkündür. Yağış-akış modeliyle üretilen maksimum akım miktarlarıyla hesaplanan Bent, Kışla ve Küçükçay alt kollarının da maksimum akımlarının yaşandığı 1981 taşkınındaki değerleri aynı tekraralama aralığında yer almaktadır. Ayrıca bu alt kolların toplam akımları AGİ verilerinden fazladır (Çizelge 3).

Gumbel dağılımıyla üretilen her bir kolun 5 yıllıktan 1000 yıllığa kadarki tekraralama sıklıklarına ait akım miktarlarının, ana kol olan Havran Çayı üzerindeki taşkınlar için birlikte değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunda Havran Çayı ana kolu üzerinde akım gözlem istasyonu olmamasının önemi büyüktür. Ana kol üzerindeki akım miktarının tahmini için kollardan gelen akım miktarlarının kümülatif toplamı alınmıştır. Bunun için AGİ verileri ile Kışla kolu akım değerleri birleştirilerek Havran Çayı 1(HÇ 1), HÇ 1 ile Bent Deresi akım verileri birleştirilerek HÇ 2 ve HÇ 2 ile Küçükçay Deresi akım verileri birleştirilerek HÇ 3'e ait akım verileri üretilmiştir (Şekil 4). Buna göre 5 yıllık tekraralama sıklığında 284.97 m<sup>3</sup>/s olan akım miktarı, 1000 yıllıkta 989.57 m<sup>3</sup>/s'ye kadar çıkmıştır. Ana Havran Çayı üzerindeki 5 yıllıktan 1000 yıllığa kadarki taşkın sınırlarının Gumbel dağılımı kullanılarak belirlenmesinde kümülatif değerlendirmeye ortaya çıkan akım miktarlarının kullanılması daha gerçekçi olacaktır.

**Çizelge 1.** AGİ, Küçükçay, Bent ve Kışla Dereleri maksimum akım verilerinin tekraralama sıklıkları tablosu.

Sıra (m)	AGİ Akım (m <sup>3</sup> /s)	AGİ T	100/T	Küçükçay Akım (m <sup>3</sup> /s)	Bent Akım (m <sup>3</sup> /s)	Kışla Akım (m <sup>3</sup> /s)	T	100/T
1	276	31.00	3.23	-	-	-	-	-
2	179	15.50	6.45	93.34	124.05	141.41	30.00	3.33
3	170	10.33	9.68	86.11	114.37	110.19	15.00	6.67
4	151	7.75	12.90	59.98	59.99	87.63	10.00	10.00

5	132	6.20	16.13	45.46	52.00	65.04	7.50	13.33
6	120	5.17	19.35	33.75	44.31	52.73	6.00	16.67
7	115	4.43	22.58	33.41	43.85	49.45	5.00	20.00
8	94.1	3.88	25.81	32.98	40.66	48.41	4.29	23.33
9	87.8	3.44	29.03	31.02	36.16	43.42	3.75	26.67
10	61.9	3.10	32.26	27.67	35.60	42.27	3.33	30.00
11	55.5	2.82	35.48	27.25	34.72	38.66	3.00	33.33
12	46.3	2.58	38.71	26.59	32.95	32.10	2.73	36.67
13	44.8	2.38	41.94	26.43	32.51	31.69	2.50	40.00
14	42.7	2.21	45.16	25.27	30.93	29.92	2.31	43.33
15	41.4	2.07	48.39	24.94	28.29	21.66	2.14	46.67
16	39.2	1.94	51.61	22.55	27.76	20.01	2.00	50.00
17	34.1	1.82	54.84	22.43	25.43	16.52	1.88	53.33
18	32	1.72	58.06	19.65	23.28	16.11	1.76	56.67
19	31.8	1.63	61.29	17.71	23.26	15.94	1.67	60.00
20	31	1.55	64.52	17.55	22.84	14.89	1.58	63.33
21	29.2	1.48	67.74	16.96	22.63	14.86	1.50	66.67
22	28.4	1.41	70.97	12.94	16.48	14.55	1.43	70.00
23	25.5	1.35	74.19	11.79	16.20	14.04	1.36	73.33
24	24.5	1.29	77.42	10.97	13.85	13.59	1.30	76.67
25	20	1.24	80.65	10.91	9.56	12.42	1.25	80.00
26	19.3	1.19	83.87	9.75	8.79	10.40	1.20	83.33
27	14.3	1.15	87.10	8.01	8.70	9.45	1.15	86.67
28	10.8	1.11	90.32	7.73	7.47	9.29	1.11	90.00
29	8.2	1.07	93.55	7.43	6.65	6.99	1.07	93.33
30	7.75	1.03	96.77	6.99	5.82	1.88	1.03	96.67
<i>Ortalama</i>	65.79			26.81	32.73	33.98		
<i>Standart Sapma</i>	63.28			21.21	27.75	32.41		



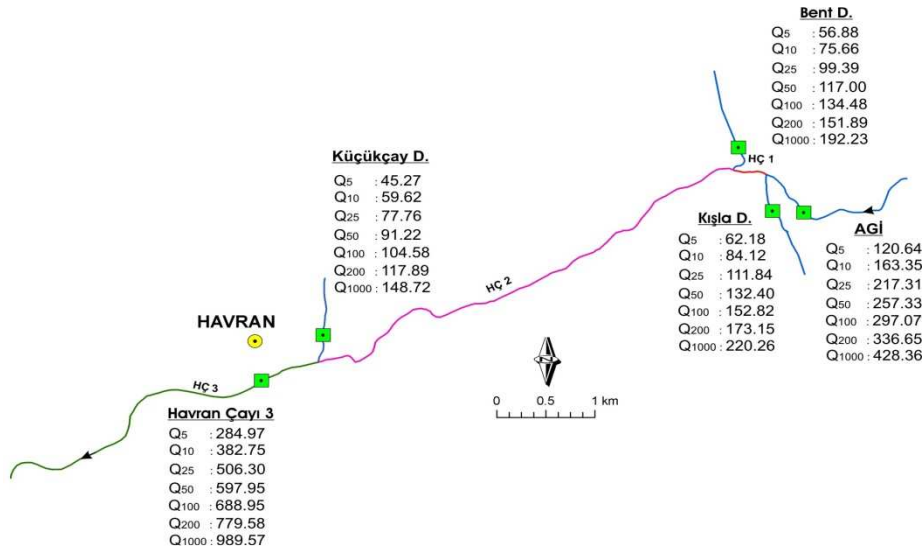
Şekil 3. Alt havzaların akım verilerinin tekrarlama yüzdeleri.

**Çizelge 2.** Gelin Deresi AGİ istasyonu verilerinin Gumbel dağılımı sonuçları.

T	T/(T-1)	y <sub>T</sub>	y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	K	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	1.25	1.50	0.5362	1.112	0.87	120.64
10	1.11	2.25	0.5362	1.112	1.54	163.35
25	1.04	3.20	0.5362	1.112	2.39	217.31
50	1.02	3.90	0.5362	1.112	3.03	257.33
100	1.01	4.60	0.5362	1.112	3.65	297.07
200	1.01	5.30	0.5362	1.112	4.28	336.65
1000	1.00	6.91	0.5362	1.112	5.73	428.36

**Çizelge 3.** Küçükçay, Bent ve Kışla Derelerine ait Gumbel dağılımı sonuçları.

T	T/(T-1)	y <sub>T</sub>	y <sub>n</sub>	S <sub>n</sub>	K	Küçükçay Q (m <sup>3</sup> /s)	Bent Q (m <sup>3</sup> /s)	Kışla Q (m <sup>3</sup> /s)
5	1.25	1.50	0.5353	1.1086	0.87	45.27	56.88	62.18
10	1.11	2.25	0.5353	1.1086	1.55	59.62	75.66	84.12
25	1.04	3.20	0.5353	1.1086	2.40	77.76	99.39	111.84
50	1.02	3.90	0.5353	1.1086	3.04	91.22	117.00	132.40
100	1.01	4.60	0.5353	1.1086	3.67	104.58	134.48	152.82
200	1.01	5.30	0.5353	1.1086	4.29	117.89	151.89	173.15
1000	1.00	6.91	0.5353	1.1086	5.75	148.72	192.23	220.26



**Şekil 4.** Gumbel'e göre üretilen akım değerlerinin Havran Çayı ve kollarındaki dağılımı.

### 3.2. Log Pearson Tip III Dağılımı

Log Pearson Tip III (LPTIII) dağılımı Gumbel gibi yıllık maksimum akım verilerine uygulanan istatistiksel bir teknik olup, akarsular üzerinde farklı aralıktaki taşkın sıklıklarını tahmin etmede kullanılır. Bu dağılımda kullanılan 3 parametre vardır. Bunlar akım verilerinin logaritmalarının ortalaması, standart sapması ve çarpıklık değerleridir. LPTIII için kullanılan formül;

$$Z_T = \overline{\log x} + K * \sigma_{\log x} \quad (4)$$

şeklindedir (IACWD, 1982; USACE, 1993; Rao ve Hamed, 2000). Formülde yer alan,

$\overline{\log x}$  = Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının ortalama değerleri,

$K$  = Taşkın sıklık faktörü katsayısı olup çarpıklık ( $C_{skew}$ ) ve tekarlama sıklığının (T) bir fonksiyonudur,

$\sigma_{\log x}$  = Yıllara ait akım verilerinin logaritmalarının standart sapma değeri'dir.

Formülde yer alan  $\overline{\log x}$  ve  $\sigma_{\log x}$  ve  $K$  için gerekli olan çarpıklık ( $C_{skew}$ ) değerleri hesaplatılmıştır (Çizelge 4).  $C_{skew}$  ve çalışmada baz alınan tekarlama sıklıkları olan 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 1000 yıl için  $K$  değeri mevcut olan standart tablodan elde edilmiştir (Haan, 1977; Subramanya, 1997). Buna göre AGİ, Küçükçay, Bent ve Kışla Derelerinin maksimum akım verilerinin tekarlama sıklıklarına göre  $Z_T$  değerleri bulunmuştur (Çizelge 5, 6, 7 ve 8). Bu değerler kullanılarak akım verilerinin (Q) hesaplanması ise  $Z_T$  nin antilogaritması alınarak gerçekleştirilmiştir (Subramanya, 1997).

**Çizelge 4.** Derelere ait maksimum akım verilerinin logaritmik ortalama, standart sapma ve çarpıklık değerleri.

Sıra	AGİ Akım Log.	Küçükçay Akım Log.	Bent Akım Log.	Kışla Akım Log.
1	2.44	-	-	-
2	2.25	1.97	2.09	2.15
3	2.23	1.94	2.06	2.04
4	2.18	1.78	1.78	1.94
5	2.12	1.66	1.72	1.81
6	2.08	1.53	1.65	1.72
7	2.06	1.52	1.64	1.69
8	1.97	1.52	1.61	1.68
9	1.94	1.49	1.56	1.64
10	1.79	1.44	1.55	1.63
11	1.74	1.44	1.54	1.59
12	1.67	1.42	1.52	1.51
13	1.65	1.42	1.51	1.50
14	1.63	1.40	1.49	1.48
15	1.62	1.40	1.45	1.34
16	1.59	1.35	1.44	1.30
17	1.53	1.35	1.41	1.22
18	1.51	1.29	1.37	1.21
19	1.50	1.25	1.37	1.20
20	1.49	1.24	1.36	1.17
21	1.47	1.23	1.35	1.17
22	1.45	1.11	1.22	1.16
23	1.41	1.07	1.21	1.15
24	1.39	1.04	1.14	1.13
25	1.30	1.04	0.98	1.09
26	1.29	0.99	0.94	1.02
27	1.16	0.90	0.94	0.98
28	1.03	0.89	0.87	0.97
29	0.91	0.87	0.82	0.84
30	0.89	0.84	0.77	0.27
<i>Toplam</i>	49.30	38.40	40.35	39.61
<i>Ortalama</i>	1.64	1.32	1.39	1.37
<i>Standart Sapma</i>	0.40	0.30	0.34	0.40



Çarpıklık      0.07      0.27      -0.05      -0.27

LPTIII dağılımı sonucunda AGİ verilerine ait 5 yıllık tekrarlar aralığındaki akım miktarı 94.80 m<sup>3</sup>/s olarak bulunmuştur. Bu değer 1000 yıllıkta 751.62 m<sup>3</sup>/s dir ve Gumbel dağılımına göre oldukça fazladır. 1981 yılındaki taşkında, Gelin Deresi üzerindeki AGİ’de ölçülen akım değeri ise LPTIII dağılımında 25-50 yıllık tekrarlar aralıklarına tekabül eder (Çizelge 5). Bunu da 50 yıllık taşkın tekrarlar aralığına ait olduğu şeklinde yorumlayabiliriz. LPTIII dağılımında da Gumbel dağılımında olduğu gibi Bent, Kışla ve Küçükçay Derelerinin akım miktarlarının toplamı AGİ verilerini geçmektedir (Çizelge 5, 6, 7 ve 8).

**Çizelge 5.** Gelin Deresi AGİ maksimum akım verilerinin LPTIII dağılımı.

T	$\sigma$	(C <sub>skew</sub> )	K	Z <sub>T</sub>	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	0.40	0.07	0.84	1.98	94.80
10	0.40	0.07	1.28	2.15	142.17
25	0.40	0.07	1.75	2.34	218.98
50	0.40	0.07	2.05	2.46	289.47
100	0.40	0.07	2.33	2.57	371.88
200	0.40	0.07	2.58	2.67	468.17
1000	0.40	0.07	3.09	2.88	751.62

**Çizelge 6.** Küçükçay Deresi maksimum akım verilerinin LPTIII dağılımı.

T	$\sigma$	(C <sub>skew</sub> )	K	Z <sub>T</sub>	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	0.30	0.27	0.825	1.57	36.94
10	0.30	0.27	1.307	1.71	51.53
25	0.30	0.27	1.840	1.87	74.47
50	0.30	0.27	2.195	1.98	95.17
100	0.30	0.27	2.522	2.08	119.29
200	0.30	0.27	2.828	2.17	147.37
1000	0.30	0.27	3.482	2.36	231.53

**Çizelge 7.** Bent Deresi maksimum akım verilerinin LPTIII dağılımı.

T	$\sigma$	(C <sub>skew</sub> )	K	Z <sub>T</sub>	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	0.34	-0.05	0.844	1.68	47.53
10	0.34	-0.05	1.276	1.82	66.66
25	0.34	-0.05	1.734	1.98	95.40
50	0.34	-0.05	2.027	2.08	120.00
100	0.34	-0.05	2.289	2.17	147.32
200	0.34	-0.05	2.529	2.25	177.77
1000	0.34	-0.05	3.020	2.42	261.10

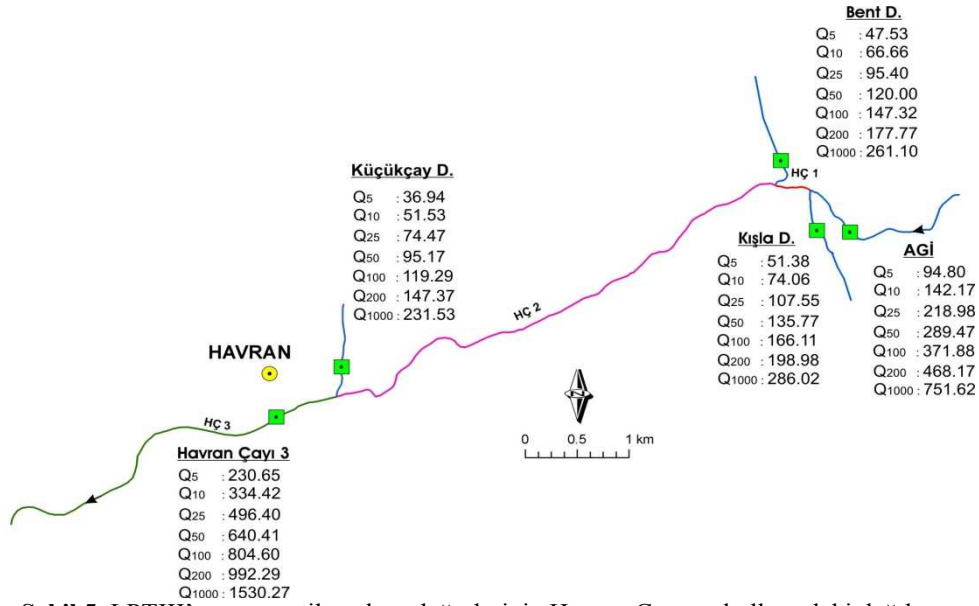
**Çizelge 8.** Kışla Deresi maksimum akım verilerinin LPTIII dağılımı.

T	$\sigma$	(C <sub>skew</sub> )	K	Z <sub>T</sub>	Q (m <sup>3</sup> /s)
5	0.40	-0.27	0.852	1.71	51.38
10	0.40	-0.27	1.249	1.87	74.06
25	0.40	-0.27	1.654	2.03	107.55
50	0.40	-0.27	1.907	2.13	135.77
100	0.40	-0.27	2.126	2.22	166.11
200	0.40	-0.27	2.322	2.30	198.98
1000	0.40	-0.27	2.716	2.46	286.02

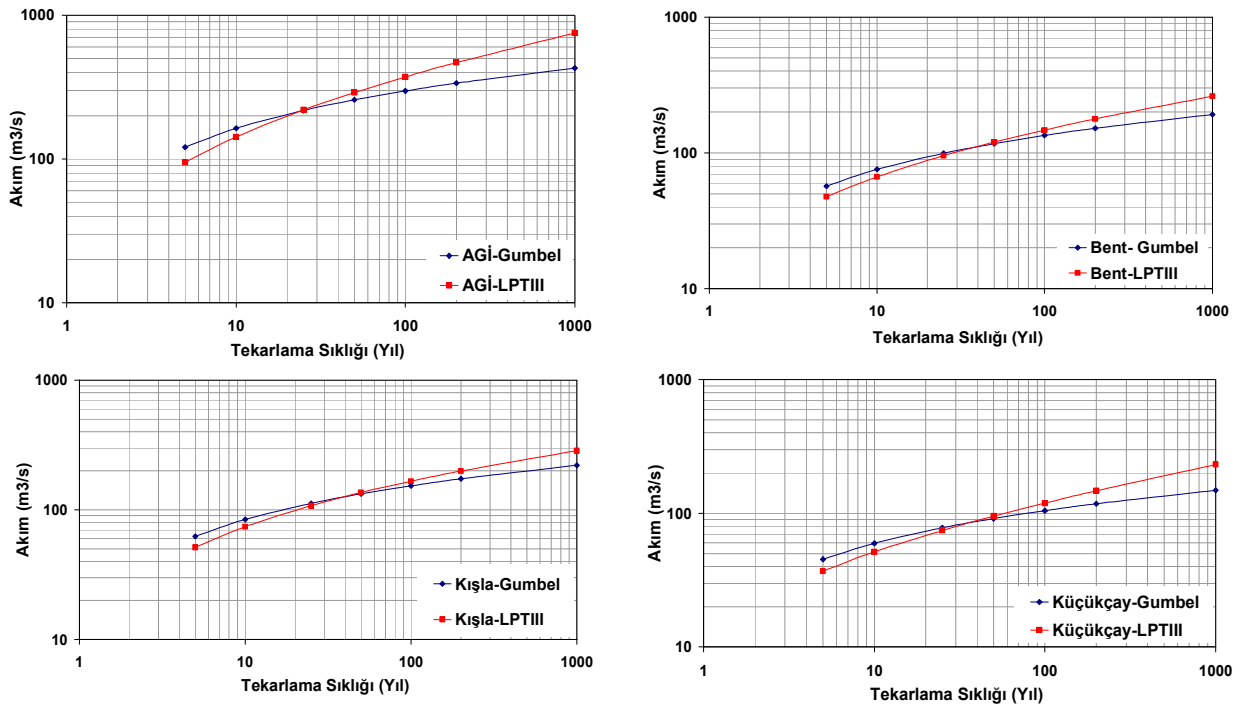
Havran Çayı ana kolunun taşkın sıklıklarına ait akım değerleri Gumbel dağılımında olduğu gibi alt kolların kümülatif toplamı alınarak elde edilmiştir. Buna göre HÇ 3’e ulaşan farklı tekrarlar sıklıklarına ait akım miktarları 5 yıllıkta 230.65 m<sup>3</sup>/s olurken, 1000 yıllıkta bu değer 1530 m<sup>3</sup>/s olmaktadır (Şekil 5). LPTIII kullanılarak farklı sıklıklara ait taşkın sınırlarının belirlenmesinde, üretilen bu değerlerin kullanılması daha doğru sonuçları ortaya koyacaktır.

İki istatistiksel yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, Gumbel dağılımının yakın tarihli (5, 10, 25) tekrarlar sıklıklarında ortaya çıkan akım değerleri daha fazla olurken, LPTIII’te bu değerler daha düşük çıkmıştır. Ancak LPTIII’te, 50 yıldan sonraki tekrarlar sıklıklarında ortaya çıkan akım değerleri, Gumbel dağılımından daha fazladır. Gumbel ve LPTIII dağılımlarının her bir dereye ait sonuçları logaritmik grafikte değerlendirilmiştir (Şekil 6). 30 yıllık AGİ verilerine göre elde edilen sonuçta Gumbel dağılımına ait akım değerleri, 25 yıllık tekrarlardan sonra düşüşe geçmektedir. LPTIII verileri ise 25 yıllık tekrarlar sıklığından sonra artmaktadır. Diğer kollar olan Bent, Kışla ve Küçükçay Derelerine ait akım değerlerindeki bu artış ve azalmalar 50 yıllık tekrarlar sıklığından sonra gerçekleşmektedir. Bunun haricinde, iki istatistiksel dağılımın sonuçlarının korelasyonu yapıldığında, AGİ ve Küçükçay için 0.98, Bent ve Kışla için 0.99 değerleri bulunmuştur. Oldukça yüksek olan bu korelasyon değerlerinden de anlaşılacağı gibi, Gumbel ve

LPTIII dağılımlarına ait akım değerlerinin değişik tekrarlamaya sıklıklarına göre artış ve azalışı benzer sonuçlar vermektedir.



Şekil 5. LPTIII'e göre üretilen akım değerlerinin Havran Çayı ve kollarındaki dağılımı.



Şekil 6. Gumbel ve Log Pearson Tip III dağılımlarına ait sonuçların logaritmik grafikleri.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Taşkın sıklık analizleri, akımlara ait geleceğe yönelik tahminlerde bulunmak, taşkınların hareketini anlamak, haritalamak ve buna göre planlamalar yapmak için önemlidir. İstatistiksel temele bağlı olarak gerçekleştirilen bu analizlerden Gumbel ve LPTIII dağılımlarına ait uygulama ve

yorumlamalar, çalışmada Havran Çayı'na uygulanmıştır. Havran Çayı üzerinde 1981 yılında meydana gelen taşkında ölçülen akım miktarı (276 m<sup>3</sup>/s), yaklaşık olarak Gumbel dağılımında 100 yıllık, LPTIII dağılımında 50 yıllık tekrarlama sıklığına karşılık gelmiştir.

Gelin Deresi üzerinde ölçüm yapan AGİ'nun verilerine göre elde edilen tekrarlama sıklıklarına ait akım değerleri, diğer 3 koldan yüksek çıkmıştır. Fakat AGİ'dan sonra ana kola katılan Bent, Kışla ve Küçükçay Dereleri'nin toplam akım miktarları AGİ verilerinden fazladır. Bu sonuç, Gelin Deresi üzerinde inşa edilen Havran Barajı'nın, Havran Çayı üzerinde meydana gelecek taşkınlar için engelleyici olmaktan çok azaltıcı etki yapacağını ortaya koyar.

Taşkın sıklık analizlerinde kullanılan geçmiş yıllara ait akarsu akım değerleri, akarsular üzerinde ölçüm yapan akım gözlem istasyonlarından elde edilmektedir. Fakat çalışma sahasında olduğu gibi taşkınların anlaşılması ve geleceğe yönelik tahminlerde bulunulmasında bazen bir akım gözlem istasyonuna ait veriler yeterli olmamaktadır. Çünkü taşkınların meydana geldiği alan ile akım gözlem istasyonu arasındaki mesafede, başka yan dereler de ana kola katılıyorsa bu derelere ait akım miktarlarının da analize dahil edilmesi gerekmektedir. Eğer bu yan derelerin üzerinde akım gözlem istasyonları mevcut değilse yağış-akış analizleri ile tahmini akım verileri üretilmelidir. Bu da ölçülen akım miktarlarına göre daha az güvenilir sonuçlar vermektedir. Taşkın risk oluşturduğu bölgelerde, taşkınların anlaşılması ve gerçekçi yapısal önlemlerin alınabilmesi için ana kolu besleyen yan derelere ait akımlar gözlemlenmelidir. Bunun için akım gözlem istasyonları kurulmalı ve gerçekçi akım değerleri elde edilerek taşkınların etkileyeceği nüfuslar için daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır.

**Teşekkür:** Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimince desteklenmiştir. Proje No: T-583/17032005.

## Referanslar

- Akdağ, M. (1975) *Türk Halkının Dirlik ve Düzenlik Kavgası (Celali İsyamları)*, Ankara.
- Bedient, P.B., Huber, W.C. (2002) *Hydrology and Floodplain Analysis*, Prentice Hall, USA.
- Bobee, B.B. ve Ashkar, F. (1991) *The Gamma Family and Derived Distributions Applied in Hydrology*, Water Resources Publication, Littleton, CO.
- CRED, (2003) *International Disaster Database*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Brussels, Belgium.
- Chow, V.T. (1964) *Handbook of Applied Hydrology*, Chapter 8, "Statistical and Probability Analysis of Hydrological Data", McGraw-Hill, New York.
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.R. (1988) *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Inc., Newyork.
- DSİ. (1988) *Edremit-Havran Projesi Planlama Raporu*, DSİ XXV. Bölge Müdürlüğü, Balıkesir.
- Dutta, D., Herath, S. (2004) Trend of floods in asia and proposal for flood risk management with integrated river basin approach, *In Proceeding of the Second International Conference of Asia-Pacific Hydrology and Water Resources Association*, Singapore, Volume I; 128-137.
- Dutta, D., Herath, S., Musiaka, K. (2006) An application of a flood risk analysis system for impact analysis of flood control plan in a river basin, *Hydrological Processes* 20: 1365-1384.
- EM-DAT. (2007) *The OFDA/CRED International Disaster Database*, www.em-dat.net- Univeriste Catholique de Louvain – Brussel – Belgium.
- Gumbel, E.J. (1958) *Statistics of Extremes*, Columbia University Press, New York.
- Haan, C.T. (1977) *Statistical Methods in Hydrology*, Iowa State University Press, Ames.
- IACWD (Interagency Advisory Committee on Water Data). (1982) *Guidelines for Determining Flood Frequency*, Bulletin#17B of Hydrology Subcommittee, Office of Water Data Coordination, US Geolohisal Survey, Reston, V.A.
- IFRCRCS (International Federation of Red Cross and Red Crescent Society). (1998) *World Disaster Report 1998*, Oxford University Press.
- Kite, G.W. (1977) *Frequency and Risk Analysis in Hydrology*, Water Resources Publications, Littleton, CO.
- Özdemir, H. (2007a) *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*, Basılmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özdemir, H. (2007b) "SCS-CN Yağış Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Havzası Örneği (Balıkesir)", *Coğrafi Bilimler Dergisi*, Sayı 5, Cilt 2, Ankara (Baskıda).
- Özdemir, Z. (1998) *Körfezdeki Zümrüt Havran*, Meltem Ofset, İzmir.
- Rao, A.R., ve Hamed, K.H. (2000) *Flood Frequncy Analysis*, CRS Press, USA.
- Stedinger, J.R., Vogel, R.M. ve Foufoula-Georgiou, E. (1993) "Frequency Analysis of Extreme Events" Chapter 18 in *Handbook of Hydrology*, D.R. Maidment, Ed., McGraw-Hill, Newyork.
- Subramanya, K. (1997) *Engineering Hydrology*, Tata McGraw Hill. New Delhi.

USACE. (1993) *Engineering and Desing Hidrologic Frequency Analysis*, Department of Army, EM-1110-2-1415, USA.  
Yetkin, G. (1957) *Kuruluşundan Bugüne Kadar Edremit 'te Olup Bitenler*, Balıkesir.