

Gediz Havzası Akarsuları Yıllık Toplam Akımlarına En Uygun Olasılık Dağılım Modelinin Belirlenmesi

Şerafettin AŞIK¹ Erhan AKKUZU² Bekir S. KARATAŞ³

Summary

A Study on the Determining the Best Probability Distribution Model for Annual Total Flows in Gediz Basin's Rivers

This study was done in order to determine the best probability distribution model which can be used for estimation of flow rates in a certain recurrence interval, by using the observed data of the rivers in the Gediz basin. As a result of the study, it was found out that the best probability distribution model for the observed data obtained from the flow gauging stations in the Gediz basin is Log Pearson Type III (LP III) distribution.

Keywords: Probability distribution, flow rate, Gediz

Giriş

Su kaynaklarının geliştirilmesi ve işletilmesinde yağış, akış gibi rastgele değişkenlerin gelecekteki miktarlarının bilinmesi önemlidir. Bu tür değişkenler, çok sayıda etkene bağlı olduğundan farklılıklar göstermektedir. Bundan dolayı söz konusu değişkenlerin gelecekteki miktarlarının önceden kesin olarak bilinmesi mümkün olmamaktadır. Ancak geçmiş gözlem verilerine dayanarak olasılık ve istatistik yöntemler yardımıyla gelecekte alabilecekleri değerler belli bir olasılıkla tahmin edilebilmektedir (Aşık ve Baş, 1992).

İçme, kullanma ve sulama suyu gereksiniminin sağlandığı en önemli su kaynaklarından olan akarsuların verimi, gereksinim duyulan suyu karşılamadığı durumlarda akarsu üzerine baraj, gölet, regülatör gibi depolama yapıları inşa edilir. Bu yapıların projelendirilmesinde, yıllık toplam akımların ve bunların tekerrür sürelerinin bilinmesi gerekir (Bilgin, 1981).

¹ Doç. Dr., EÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.
e-mail: serafettin@ziraat.ege.edu.tr

² Dr., EÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.

³ Araş. Gör., EÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., 35100-İzmir.

Bir rastgele değişkene ilişkin belirli büyüklükteki bir olayın gelecekte ortaya çıkma olasılığının veya belirli bir tekerrür süresinde meydana gelebilecek bir olayın büyüklüğünün belirlenmesinde, çeşitli olasılık dağılım modelleri kullanılmaktadır. Bu durum, özellikle gözlem süresinden daha büyük tekerrür süreleri için tahminlerde bulunmada oldukça yararlıdır. Kullanılacak olasılık dağılım modeli ise, gözlenen verilerin frekans analizinden elde edilen eklenik frekans dağılımına veya histogramına göre belirlenmektedir (Bayazıt, 1999).

Uygulamada en çok kullanılan dağılımlar; Normal, Log Normal II, Log Normal III, Log Pearson Tip III, Gamma II, Gamma III ve Gumbel dağılımıdır. Hidrolojistler arasında çeşitli dağılımların kullanılmasıyla ilgili olarak bir görüş birliği yoktur (Yılmaz, 2002). Bazı dağılımların birden çok rastgele değişkenin dağılımına uydukları görülmektedir (Bayazıt, 1996).

Bu çalışmada, Gediz havzasındaki akarsuların belirli tekerrür aralığında gelebilecek yıllık toplam akımlarının saptanmasında kullanılabilen en uygun olasılık dağılım modeli belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Gediz havzasındaki bazı akarsular üzerinde bulunan ve gözlem süresi 22 yıl (Özdemir, 1978) ve daha fazla olan 11 akım gözlem istasyonunda (AGİ) DSİ ve EİE tarafından ölçülen yıllık toplam akım miktarları materyal olarak kullanılmıştır.

Belirli tekerrür sürelerinde (2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl) gelebilecek yıllık toplam akım miktarlarının tahmin edilmesinde Normal (N), Log Normal II (LN II), Log Normal III (LN III), Gamma II (G II), Log Pearson Tip III (LP III) ve Gumbel (G) kuramsal olasılık dağılım modelleri ve bu modellere göre yıllık toplam akım miktarlarının hesaplanmasında Ekstrem Değerler Frekans Analizi Bilgisayar Programı (DSİ, 1994) kullanılmıştır.

Gözlem verilerine ait eklenik frekans dağılımlarının seçilen olasılık dağılımlarına uygunluğu Kolmogrov-Simironov testiyle kontrol edilmiştir (Yılmaz, 2002; Yevjevich, 1972). Bu testte, her bir AGİ için her bir dağılıma göre hesaplanan kuramsal akım değerleri ile gözlenen akım değerleri arasındaki maksimum farklar hesaplanmış ve elde edilen bu farklara göre her bir olasılık dağılım modelinin gözlem verilerine uygunlukları 1-6 arasında numaralandırılmıştır. Maksimum farkı en az olan dağılıma 1, en çok olana ise 6 rakamı verilmiştir. En fazla sayıda en küçük farkı veren yani en çok 1 sayısı ile numaralandırılan dağılım, belirli tekerrür süresine sahip yıllık toplam akım değerlerinin saptanmasında en uygun dağılım olarak kabul edilmiştir (Yevjevich, 1972).

Bulgular ve Tartışma

Olasılık dağılım modellerine göre, seçilen bir tekerrür süresinde gelebilecek bir akımın hesaplanabilmesi için, her bir olasılık dağılım modeli belirli istatistik parametrelere gereksinim duyar. Çalışmada kullanılan dağılımların 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü yıllık toplam akım değerlerinin saptanmasında gereksinim duydukları ortalama (\bar{X}), standart sapma (S_x), çarpıklık katsayısı (C_{sx}), varyasyon katsayısı (C_v), logaritmik dönüşüm uygulanmış değerlerin; ortalaması (\bar{Y}), standart sapması (S_y) ve çarpıklık katsayısı (C_{sy}) parametreleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’den görüleceği üzere; her bir istasyonda ölçülen yıllık toplam akımların C_{sx} değerleri sıfırdan büyük (0.26-1.32 arasında) çıkmıştır. Yani sağa çarpık bir dağılım özelliği göstermiştir. Verilerin değişkenliğinin bir göstergesi olan C_v değerleri 0.39 (524 nolu AGİ) ile 0.75 (510 nolu AGİ) arasında değişmektedir. Logaritmaları alınarak elde edilen logaritmik akımların C_{sy} değerleri -5.12 (523 nolu AGİ) ile 3.40 (525 nolu AGİ) arasında değişmektedir. Çarpıklık ve varyasyon katsayılarının her bir AGİ için birbirinden farklı olması Chow (1964) ve Çelebi (1973) tarafından da belirtildiği gibi, havzaların fiziksel karakteristiklerinin, akarsu yatağı özelliklerinin ve iklim etmenlerinin farklı oluşuyla açıklanabilir.

Normal, Log Normal II, Log Normal III, Gamma II, Log Pearson Tip III ve Gumbel olasılık dağılım modellerine göre her bir AGİ için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü yıllık toplam akım değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Gediz Havzasındaki AGİ’lerde ölçülen yıllık toplam akımların istatistiksel parametreleri

AGİ nosu	\bar{X}	S_x	C_{sx}	C_v	\bar{Y}	S_y	C_{sy}
5-15	58.00	39.70	0.78	0.68	1.64	0.35	-0.52
5-18	7.43	4.53	0.54	0.60	0.77	0.34	-0.90
5-21	35.36	20.23	1.28	0.57	1.48	0.25	-0.16
5-26	8.88	4.98	0.75	0.56	0.88	0.27	-0.66
510	201.38	151.19	0.95	0.75	2.15	0.42	-1.09
514	83.74	49.10	0.33	0.59	1.83	0.30	-0.57
515	111.04	61.08	0.26	0.55	1.97	0.29	-0.60
522	100.90	65.03	0.78	0.64	1.91	0.31	-0.25
523	318.93	185.33	0.79	0.59	2.43	0.26	-5.12
524	47.92	18.84	0.83	0.39	1.65	0.17	0.12
525	21.79	12.56	1.32	0.58	1.27	0.24	3.40

Çizelge 2. Gediz Havzasında olasılık dağılım modellerine göre hesaplanan belirli tekerrür süresine sahip yıllık toplam akım değerleri

AGİ nosu	Olasılık dağılım modeli	Tekerrür aralığı (yıl)					
		2	5	10	25	50	100
5-15	N	58.01	91.42	108.88	127.52	139.54	150.36
	LN II	47.87	80.65	105.93	141.72	170.96	202.43
	LN III	58.49	88.93	110.43	135.94	153.93	171.27
	G II	52.96	88.97	110.91	136.83	154.99	172.35
	LP III	47.58	88.59	118.18	156.38	184.81	212.85
	G	52.07	93.69	121.24	156.06	181.89	207.52
5-18	N	7.43	11.24	13.23	15.35	16.72	17.96
	LN II	6.35	10.18	13.04	16.97	20.11	23.44
	LN III	7.06	11.06	13.39	16.07	17.91	19.65
	G II	7.03	11.07	13.42	16.13	17.98	19.72
	LP III	6.60	11.42	14.34	17.54	19.58	21.34
	G	6.75	11.45	14.56	18.49	21.41	24.30
5-21	N	35.36	52.38	61.28	70.78	76.90	82.42
	LN II	30.69	48.02	60.70	77.92	91.54	105.83
	LN III	31.85	49.86	61.78	76.83	88.03	99.26
	G II	31.22	49.83	62.26	77.80	89.15	100.82
	LP III	30.89	49.25	62.33	79.66	93.01	106.65
	G	32.29	53.12	66.92	84.35	97.27	110.11
5-26	N	8.88	13.07	15.26	17.60	19.11	20.46
	LN II	7.75	12.03	15.14	19.35	22.67	26.14
	LN III	8.33	12.77	15.46	18.63	20.87	23.02
	G II	8.27	12.78	15.51	18.73	20.99	23.13
	LP III	8.04	12.88	15.88	19.36	21.71	23.86
	G	8.13	13.28	16.69	20.99	24.19	27.36
510	N	201.38	328.62	395.15	466.13	511.90	553.11
	LN II	161.04	282.69	379.39	519.29	635.78	762.90
	LN III	180.56	315.84	400.70	503.89	578.18	650.83
	G II	178.05	316.27	403.20	508.00	582.53	654.51
	LP III	169.36	325.51	419.57	519.19	579.10	628.43
	G	178.21	331.32	432.68	560.76	655.78	750.09
514	N	83.74	125.06	146.67	169.72	184.59	197.97
	LN II	72.74	114.14	144.99	187.15	220.62	255.86
	LN III	81.20	124.04	147.97	174.74	192.71	209.38
	G II	81.05	124.06	148.12	175.03	193.07	209.78
	LP III	72.75	124.34	158.85	201.10	231.12	259.71
	G	76.23	126.11	159.13	200.85	231.80	262.52
515	N	111.04	162.45	189.32	218.00	236.49	253.14
	LN II	97.29	149.97	188.04	239.38	279.69	321.77
	LN III	108.54	161.50	190.67	223.00	244.51	264.34
	G II	108.39	161.50	190.81	223.29	244.89	264.80
	LP III	98.84	162.66	203.85	253.03	287.19	319.20
	G	101.74	164.19	205.53	257.77	296.53	335.00

Çizelge 2'nin devamı

AGİ nosu	Olasılık dağılım modeli	Tekerrür aralığı (yıl)					
		2	5	10	25	50	100
522	N	100.90	155.63	184.24	214.77	234.45	252.18
	LN II	84.81	139.28	180.51	238.06	284.55	334.15
	LN III	93.48	151.53	186.76	228.59	258.10	286.53
	G II	92.63	151.61	187.55	230.03	259.78	288.22
	LP III	83.36	147.91	196.39	262.67	315.01	369.20
	G	91.14	158.98	203.89	260.64	302.74	344.53
523	N	318.93	474.91	556.45	643.47	699.57	750.09
	LN II	275.75	434.18	550.48	709.12	834.89	967.13
	LN III	297.32	462.84	563.65	683.63	768.47	850.33
	G II	294.84	463.11	565.96	687.78	773.23	855.00
	LP III	272.10	446.97	577.69	758.01	902.29	1054.12
	G	291.02	483.48	610.91	771.91	891.35	1009.91
524	N	47.92	63.78	72.07	80.91	86.62	91.75
	LN II	44.60	61.36	72.50	86.63	97.16	107.74
	LN III	45.66	62.50	72.80	85.10	93.82	102.25
	G II	45.37	62.51	73.05	85.58	94.39	102.84
	LP III	44.30	61.50	73.35	88.80	100.64	112.80
	G	45.11	64.97	78.12	94.73	107.05	119.28
525	N	21.79	32.36	37.89	43.78	47.58	51.01
	LN II	18.88	29.63	37.50	48.22	56.71	65.62
	LN III	19.60	30.77	38.18	47.57	54.56	61.57
	G II	19.17	30.72	38.48	48.21	55.34	62.36
	LP III	18.76	30.02	38.46	50.16	59.58	69.59
	G	19.92	33.08	41.79	52.81	60.98	69.09

Çizelge incelendiğinde, farklı olasılık dağılım modelleriyle, aynı tekerrür süreleri için hesaplanan akım değerlerinin birbirinden farklı oldukları ve bu farklılıkların yüksek tekerrür sürelerinde daha fazla olduğu görülmektedir.

Genel olarak 10 yıldan az tekerrürlü akım miktarları arasındaki farklar küçük çıkarken, tekerrür süresi arttıkça bu farklar da artmıştır. Bu, 10 yıldan az tekerrürlü akımların elde edilmesinde, göz önüne alınan dağılımlardan herhangi birinin kullanılabileceğini göstermektedir. 10 yıldan fazla tekerrür sürelerinde en yüksek akım değerlerini genelde Log Pearson Tip III ve Gumbel, en düşük değerleri ise Normal ve Log Normal II dağılımı vermektedir. Bu durumun, olasılık dağılım modellerinin dağılım biçimlerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği söylenebilir. Benzer bulgular Benson (1968) ve Apan (1982) tarafından yapılan çalışmalarla da ortaya konmuştur.

Olasılık dağılım modellerinin gözlenen akım değerlerine uygunluğu, olasılık dağılım modeline göre hesaplanan kuramsal akım değerleriyle gözlenen akım değerleri arasındaki maksimum farkı dikkate alan Kolmogrov-Simirnov testiyle saptanmıştır. Elde edilen maksimum farklar ve bu farklara göre dağılımların gözlem verilerine uygunluk sıraları sırasıyla Çizelge 3 ve 4’te verilmiştir.

Çizelge 3. Gediz Havzası yıllık toplam akımlarına ilişkin Kolmogrov-Simirnov test sonuçları

AGİ nosu	Maksimum farklar					
	N	LN II	LN III	G II	LP III	G
5-15	0.138	0.139	0.093	0.088	0.095	0.097
5-18	0.117	0.114	0.086	0.083	0.750	0.056
5-21	0.184	0.079	0.110	0.099	0.097	0.127
5-26	0.134	0.083	0.100	0.095	0.060	0.076
510	0.163	0.112	0.105	0.100	0.091	0.109
514	0.134	0.157	0.135	0.134	0.116	0.116
515	0.119	0.134	0.117	0.116	0.089	0.091
522	0.125	0.107	0.096	0.090	0.082	0.075
523	0.169	0.113	0.123	0.118	0.097	0.110
524	0.187	0.111	0.137	0.132	0.116	0.134
525	0.162	0.083	0.097	0.090	0.085	0.130

Çizelge 4. Kolmogrov-Simirnov testine göre olasılık dağılım modellerinin Gediz Havzası yıllık toplam akımlarına uygunluk sıraları

AGİ nosu	Olasılık Dağılım Modelleri					
	N	LN II	LN III	G II	LP III	G
5-15	5	6	3	2	4	1
5-18	6	1	4	3	2	5
5-21	2	1	5	4	3	6
5-26	6	3	5	4	1	2
510	6	5	3	2	1	4
514	2	4	3	2	1	1
515	5	6	4	3	1	2
522	6	5	4	3	2	1
523	6	3	5	4	1	2
524	6	1	5	3	2	4
525	6	5	4	3	2	1

Çizelge 3 incelendiğinde, her bir AGİ için olasılık dağılım modellerine göre hesaplanan kuramsal akım değerleri ile gözlenen akım değerleri arasındaki farkların Log Pearson Tip III ve Gumbel dağılımında en küçük olduğu görülmektedir. Dağılımların gözlem verilerine uygunluk sıraları incelendiğinde, gözlem verilerine en iyi uyumu (en fazla 1 numarayı alan) Log-Pearson III dağılımının gösterdiği görülmektedir. Söz konusu dağılım, AGİ'lerin yaklaşık %46'sında birinci, %36'sında ise ikinci olmuştur. Bunu sırasıyla Gumbel, Gamma II, Log Normal II, Log Normal III ve Normal dağılım izlemiştir (Çizelge 4). Gözlem verilerinin üç parametreliliğe en iyi uyum sağlaması Benson (1968), Van Monfort (1979) ve Bayazit (1999) tarafından da belirtildiği gibi iki parametreliliğe göre daha esnek oluşları ve daha fazla parametrenin aynı veriler için daha iyi uyum sağlamalarıyla açıklanabilir.

Sonuç

Bu çalışmada, Gediz havzasındaki akarsulara ilişkin yıllık toplam akım gözlemlerinden yararlanılarak belirli tekerrür aralığına sahip akım miktarlarının saptanmasında kullanılacak en uygun olasılık dağılım modeli belirlenmiştir. Gediz havzasındaki akım gözlem verilerine en iyi uyumu sağlayan olasılık dağılım modelinin Log Pearson Tip III dağılımı olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlar ışığında havzada inşa edilecek hidrolik yapıların projelendirilmesinde, seçilen bir tekerrür süresinde gelebilecek akım miktarının saptanmasında, gözlem verilerine uygunluk yönünden AGİ'lerin yaklaşık %46'sında birinci, %36'sında ise ikinci olan Log Pearson Tip III dağılımının kullanılması önerilebilir.

Özet

Bu çalışma, Gediz havzasındaki akarsulara ilişkin akım gözlem verilerinden yararlanılarak, belirli tekerrür sürelerine sahip yıllık toplam akım değerlerinin saptanmasında kullanılacak en uygun olasılık dağılım modelinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonucunda, Gediz havzasındaki akım gözlem verilerine en iyi uyumu sağlayan olasılık dağılım modelinin Log Pearson Tip III dağılımı olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Olasılık dağılımı, akım, Gediz

Kaynaklar:

- Apan, M. 1982. Türkiye'deki Bazı Akarsu Havzalarında Belirli Yinelenme Aralığındaki En Yüksek Akım Değerlerinin Saptanmasında Kullanılabilecek En Uygun Yöntemin Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi, 130 s.
- Aşık, Ş. ve S. Baş. 1992. Hidrolojik verilerin değerlendirilmesinde istatistik ve olasılık yöntemlerinin önemi. Topraksu 3: 9-10.
- Bayazıt, M. 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri (I. Basım), İTÜ Rektörlüğü Yayın No: 1573, 245 s.
- Bayazıt, M. 1999. Hidroloji (9. Basım), İTÜ Rektörlüğü Sayı: 1605, 242 s.
- Benson, M. A. 1968. Uniform Flood Frequency Estimating Methods for Federal Agencies. Water Resources Research, Vol. 4, No: 5, p. 891.
- Bilgin, R. 1981. Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarında taşkın tahmin yöntemlerinin önemi ve bazı uygulamalar. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildirileri, Cilt I, DSİ Genel Müd. Yay., Ankara.
- Chow, V.T. 1964 Handbook of Applied Hydrology, Mc Graw-Hill, p. 347-354.
- Çelebi, H. 1973. Yüzey Akış ve Yüzey Akış Miktarını Hesaplama Metodları, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 101.
- DSİ, 1994. Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi, DSİ Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Özdemir, H. 1978. Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi. DSİ Gen. Müd. Genel Yay. No: 873, Özel Yay. No: 34.
- Van Monfort, M. A. 1979. Statistics of Extremes, International Institute for Hydraulic and Environmental Engineering. Delft, Netherlands.
- Yılmaz, T. 2002. Mühendisler için Uygulamalı İstatistik. CBU Mühendislik Fakültesi Yüksek Öğrenim Vakfı Sayı No: 16, 185 s.
- Yevjevich, V. 1972. Probability and Statistics in Hydrology, Water Resources Pub., Colorado.