



# ÇORUH HİDROLOJİK HAVZASINDA YILLIK YAĞIŞ VERİLERİNİN İSTATİSTİKSEL MODELLEMESİ

**Reşat ACAR**

Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 25240/Erzurum

Geliş Tarihi : 21.02.2002

## ÖZET

Hidrolojik bir sistemdeki girdiler rasgele karakterdedir. Bu rasgele karakter, sistemin girdisi olan yağışın rasgele olmasından kaynaklanır. Yağışın rasgele karakteri, belirlenecek bir olasılık dağılım fonksiyonu ile ifade edilmelidir. Olasılık dağılım fonksiyonunun belirlenmesi ile istatistik karar verme kolaylaşmaktadır. Bu çalışmada Çoruh hidrolojik havzasındaki 34 adet yağış gözlem istasyonuna ait yıllık toplam yağış değerlerinin, model olarak en uygun olasılık dağılım fonksiyonları belirlenmiştir. Modelin uygunluğu, hem nonparametrik testler olan Kolmogorov-Smirnov ve Ki-kare testi, hem de grafik yöntemlerle analiz edilmiştir. Bazı istasyonlar en iyi normal dağılıma, bazıları ise en iyi lognormal dağılıma uymuştur. Yağışlı istasyonların bazıları lognormal dağılıma daha iyi uyarken, az yağış alan istasyonlar ise normal dağılıma daha iyi uymuşlardır.

**Anahtar Kelimeler :** Yağış, Frekans analizi, Normal dağılım

## STATISTICAL MODELLING OF ANNUAL PRECIPITATION RECORDS IN ÇORUH HYDROLOGIC BASIN

### ABSTRACT

Inputs in a hydrologic system are random characteristics. This randomness is due to precipitation which is random. This randomness of precipitation must be stated with a statistical distribution function. Determining of the probability distribution function will be easy by statistical decision making. In this study, it was determined the best fit probability distribution function of annual precipitation records of Çoruh hydrologic basin. There are 34 raingauge stations distributed fairly uniform in the basin. The best fit of the model investigated both graphically and using Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square which are nonparametric tests. While set of the data obtained from some stations have best fitted to normal distribution well, whereas some of them have fitted to lognormal distribution. Some of the rainy stations have fitted to normal distribution, whereas some dry stations have fitted lognormal distribution.

**Key Words :** Precipitation, Frequency analysis, Normal distribution

## 1. GİRİŞ

Hidrolojik çevrimin önemli elemanlarından birisi yağıştır. Su kaynakları planlamasında su miktarının bilinmesi öncelikli ve önemli bir aşamadır. Yağış istasyonlarında ölçülen yağış verilerinin istatistik analizi planlama aşamasına temel oluşturur. Aylık ve

yıllık toplam yağış verileri zaman içinde değişiklikler göstererek trendleri oluşturur ve aylara göre mevsimleri belirler. Bu yağış miktarlarının değişimi frekans analizi ile incelenebilir. Yağış miktarlarının istatistiksel olarak incelenmesi geriye dönük olarak fikir vermesinin yanısıra ileriye dönük tahminlerin yapılmasında da önemlidir. Yıllık toplam yağışların frekans dağılımlarının incelenmesi



### 3. YILLIK YAĞIŞLARIN MODELLEMESİ

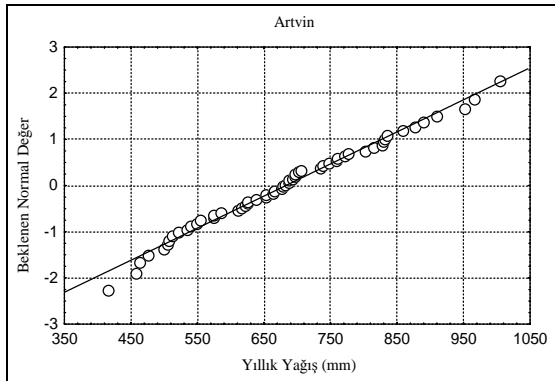
#### 3. 1. Genel

Yıllık yağışların istatistik modellemesi için normal ve lognormal dağılım esas alınmıştır. Önce yıllık yağış verileri küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve en küçük değerden başlayarak her değer için ampirik olasılık, Weibull ( $P = m / n+1$ ) formülüne göre hesaplanmıştır. Daha sonra normal dağılım olasılık kağıdına elde edilen noktalar işaretlenmiştir. İlk aşamada, işaretlenen noktaların bir doğruyu temsil edip etmediği grafik üzerinde kontrol edilmiştir. Bu işlem Statistica (6.0) istatistik programında yapılmıştır. Grafik testinin yeterli olmayacağı düşüncesiyle Kolmogorov-Smirnov ve Ki-Kare testleri ile de uygunluk testleri yapılmıştır. Bu işlemler de Statistica (6.0) istatistik programında gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca yıllık toplam yağışların frekans histogramları da çizilerek frekans görünümü elde edilmiştir. Frekans histogramlarının simetrik olduğu görülmüştür. Bunlara ilaveten  $\pm 3$  standart sapma sınırları tespit edilerek outlier nokta testleri yapılmıştır ve grafik olarak çizilmiştir. Havzadaki 34 istasyonun olasılık dağılım fonksiyonları normal ve lognormal dağılım için yukarıda anlatılan grafik ve nonparametrik testlere göre analiz edilmiştir. Bu test sonuçlarına göre bazı istasyonlar normal olasılık dağılımına, bazıları ise lognormal olasılık dağılımına daha iyi uymuşlardır. Her yağış serisinin çarpıklık katsayısı da belirlenerek olasılık dağılımı hakkında fikir edinilmiştir.

#### 3. 2. Artvin İstasyonuna Ait Uygulama

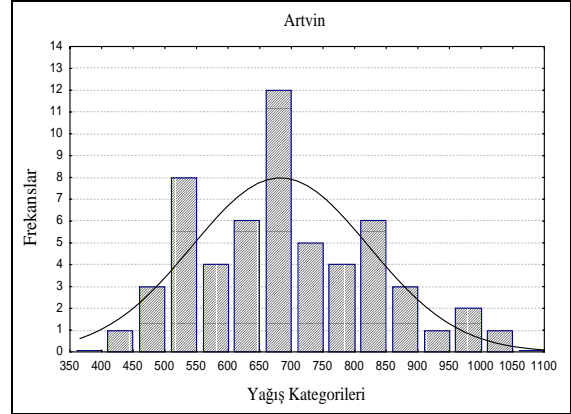
Artvin yağış istasyonu için ampirik olasılıklar normal dağılım kağıdına çizilerek tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Artvin istasyonu normal dağılım grafiği

Şekil 2’de normal dağılım grafiği incelendiğinde işaretlenen noktaların bir doğruyu temsil ettiği görülmektedir. Bu sonuç serinin normal dağılıma uyduğunun göstergesidir.

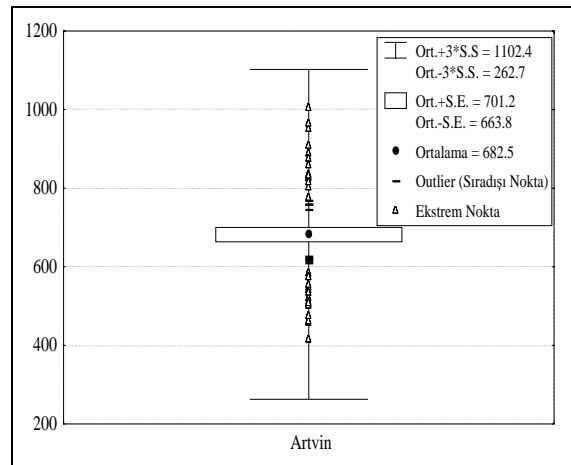
Bu grafik analize ilaveten, serinin yağış frekans grafiği de çizilerek, frekans dağılımının normal dağılıma yaklaştığı belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Artvin istasyonu frekans grafiği

Bu istasyon için çarpıklık katsayısı  $C_s = 0.255$  olarak hesaplanmıştır. Çarpıklık katsayısı pozitif ve bunun yanısıra bir miktar sola çarpıklığı da ifade etmektedir. Bu aşamada çarpıklık katsayısını kullanarak en iyi olasılık dağılım için iyi bir fikir elde edilememiştir.

Ayrıca  $\pm 3$  standart sapma sınırları belirlenmiş ve outlier (sıradışı) nokta grafiği çizilmiştir (Şekil 4). Grafik incelenmiş ve  $\pm 3$  standart sapma sınırları dışında herhangi bir outlier nokta bulunamamıştır. Outlier nokta analizi bu serinin normal dağıldığını göstermektedir.



Ort.: Ortalama; S.S.: Standart Sapma; S.E.: Standart Hata

Şekil 4. Artvin istasyonu outlier nokta grafiği

Ayrıca bu istasyon için nonparametrik testler  $\alpha = 0.05$  hata düzeyinde yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Artvin Yağış Gözlem İstasyonu Nonparametrik Test Sonuçları

ARTVIN	K-S Testi		X <sup>2</sup> Testi		S.D.
	D <sub>Hesap</sub>	D <sub>Tablo</sub>	X <sup>2</sup> <sub>Hesap</sub>	X <sup>2</sup> <sub>Tablo</sub>	
Normal	0.057	< 0.18	5.06	< 9.49	4
Lognormal	0.053	< 0.18	5.83	< 9.49	4

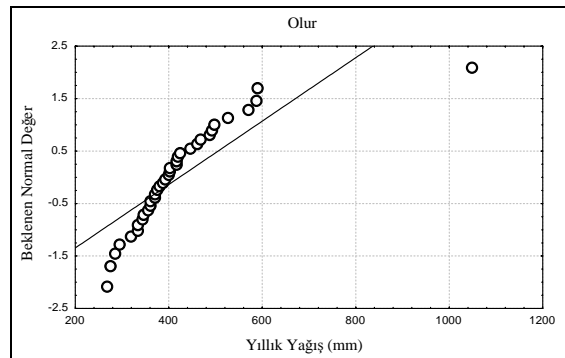
S. D.: Serbestlik Derecesi

Test sonuçları incelendiğinde; N=56 yıl gözlem süreli bu istasyonun K-S ve X<sup>2</sup> testlerine göre hem normal dağılıma hem de lognormal dağılıma uyduğu belirlenmiştir. Ancak K-S istatistiği için hesaplanmış olan değerler karşılaştırılmış ve bu değerlere göre en iyi uyan dağılımın lognormal dağılım olduğu belirlenmiştir (0.053 < 0.057). Diğer taraftan X<sup>2</sup> istatistiği için hesaplanmış olan değerler karşılaştırılmış ve bu değerlere göre en iyi uyan dağılımın Normal dağılım olduğu belirlenmiştir (5.06 < 5.83). Bu karşılaştırmalar sonucunda en iyi dağılım; K-S testine göre lognormal dağılım; X<sup>2</sup> testine göre de normal dağılım olmuştur. Bilindiği gibi X<sup>2</sup> diğer teste göre daha güçlü bir testtir. Ayrıca örnek sayısı da yeterince büyük olduğundan, bu istasyonun normal dağılıma uyduğuna karar verilmiştir.

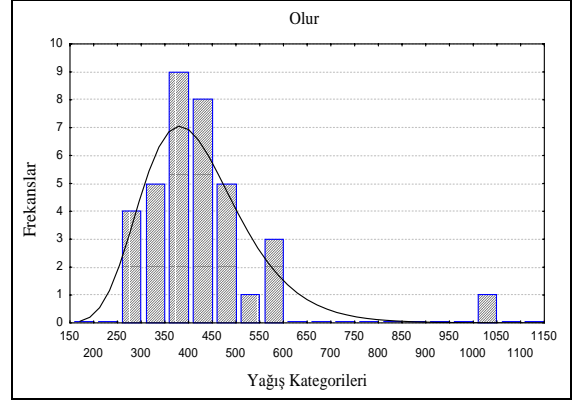
Grafik testler ve nonparametrik testler sonucunda bu serinin normal dağılıma en iyi uyduğu belirlenmiştir.

### 3. 3. Olur İstasyonuna Ait Uygulama

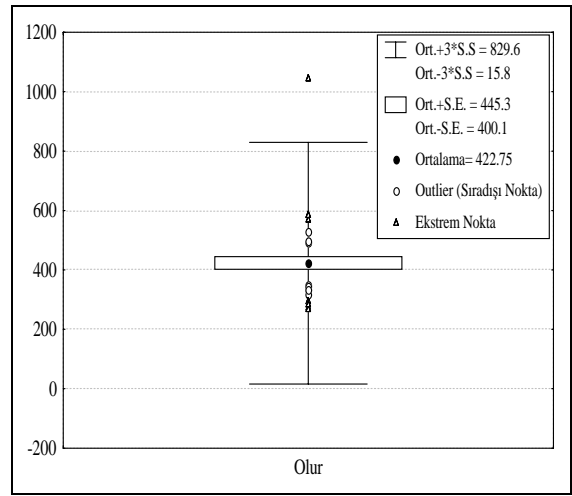
Bir başka istasyon gözlem süresi N = 36 yıl olan Olur istasyonu aynı testlere tabi tutulduğunda, lognormal dağılıma daha iyi uyduğu görülmüştür. Bu istasyona ait normal dağılım grafiği (Şekil 5), frekans grafiği (Şekil 6) ve outlier nokta grafiği (Şekil 7) aşağıda verilmiştir.



Şekil 5. Olur istasyonu normal dağılım grafiği



Şekil 6. Olur istasyonu frekans grafiği



Şekil 7. Olur istasyonu outlier nokta grafiği

Normal dağılım grafiği incelendiğinde işaretlenen noktaların bir doğruyu temsil etmediği anlaşılmaktadır. Frekans grafiği incelendiğinde sola çarpıklık görülmektedir.

Çarpıklık katsayısı,  $C_s = 2.96$  olarak hesaplanmıştır.

Outlier nokta grafiğinde,  $\pm 3$  standart sapma sınırları dışında bir adet nokta belirlenmiştir.

Nonparametrik testler yapılmış ve X<sup>2</sup> testi sonucunda hesaplanan istatistik değerleri, bu serinin en iyi lognormal dağılıma uyduğunu ifade etmektedir.

Bu istasyon için yapılan grafik ve nonparametrik testler, serinin en iyi lognormal dağılıma uyduğunu ispatlamıştır. Zaten çarpıklık katsayısının sıfırdan oldukça büyük olması sola çarpıklığın en iyi ifadesidir.

Çoruh hidrolojik havzasındaki 34 adet yağış gözlem istasyonu yıllık toplam yağış değerleri için en iyi olasılık dağılım modeli araştırılmıştır. Uygunluk

analizleri için grafik yöntemler ve nonparametrik testler kullanılmıştır. Grafik yöntem olarak normal dağılım kağıdı, frekans grafiği ve outlier nokta grafiği kullanılmıştır. Nonparametrik test olarak K-S testi ve  $X^2$  testi kullanılmıştır. Grafik testler kesin sonuç vermemiştir. Nonparametrik testlerden  $X^2$ , gözlem süresi uzun olan bazı istasyonlarda daha iyi sonuçlar vermiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Çoruh Havzası İstasyonları İstatistik Parametreleri ve En İyi Uyan Olasılık Dağılım Fonksiyonları

İstasyon Adı	N (yıl)	Yıllık yağış ort. (mm)	$C_s$	En iyi uyan o.d.f
Ardanuç	28	449.8	0.382	Lognormal
Artvin	56	682.6	0.255	Normal
A.Irmak.	30	513.2	-0.131	Normal
Aydıntepe	28	429.0	0.819	Lognormal
Bayburt	73	439.9	1.455	Lognormal
Borçka	46	1211.4	-1.031	Normal
Camili	20	1445.6	-0.500	Normal
Çamlıkaya	21	492.4	-1.161	Normal
Demirkent	23	347.5	0.076	Normal
Ersiz	22	409.5	0.382	Lognormal
Eminbey	21	582.5	0.311	Normal
Göktaş	5	961.1	-0.541	Normal
İspir	50	446.8	0.317	Lognormal
Kılıçkaya	23	408.7	0.415	Normal
Kırık	21	492.4	-0.491	Normal
Kömürlü	24	389.0	1.047	Lognormal
Meydancık	22	702.4	0.593	Lognormal
Muratlı	23	1590.0	-0.007	Normal
Narman	26	404.9	0.781	Lognormal
Oltu	52	374.9	0.961	Normal
Olur	36	422.7	2.960	Lognormal
Ozansu	28	461.0	0.309	Lognormal
Öğdem	24	397.8	0.044	Normal
Pazaryolu	23	435.6	0.287	Normal
Sarıgöl	28	547.8	0.920	Lognormal
Sarımeşe	28	407.0	1.134	Lognormal
Şavşat	38	686.1	1.261	Lognormal
Şenkaya	25	427.5	-0.088	Normal
Tortum	48	457.0	0.199	Normal
Tortum H.	23	324.8	-0.054	Normal
Uzundere	27	310.9	0.537	Lognormal
Veliköy	21	740.7	0.740	Lognormal
Yusufeli	39	304.9	0.311	Normal
Zeytinlik	29	439.7	1.109	Lognormal

(o.d.f.) : Olasılık Dağılım Fonksiyonu

#### 4. SONUÇLAR

1. Yıllık yağışlar nonparametrik testlere göre  $\alpha=0.05$  hata düzeyinde normal dağılıma uymaktadır.

- En iyi dağılım olarak 18 adet istasyon normal dağılıma uyarken, 16 adet istasyon ise lognormal dağılıma uymuştur.
- Çarpıklık katsayıları negatif olan istasyonların tümü normal dağılıma uymuşlardır.
- Çarpıklık katsayısı pozitif olan istasyonların en iyi hangi dağılıma uyduğu çarpıklık katsayısının büyüklüğü ile ilişkilidir.
- Çarpıklık katsayısı  $C_s = 0.317$  den küçük ve pozitif olan istasyonlar en iyi normal dağılıma uymuşlardır.
- Çarpıklık katsayısı  $C_s = 0.317$  den büyük ve pozitif olan istasyonlar en iyi lognormal dağılıma uymuşlardır.
- Kolmogorov-Smirnov ve  $X^2$  testlerinin belli hata düzeylerinde birbirlerinden farklı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.
- Borçka, Camili gibi yüksek yağış ortalamasına sahip istasyonlar normal dağılıma uyma eğiliminde iken; Bayburt, Olur gibi az yağış alan istasyonlar lognormal dağılıma daha iyi uymuşlardır.
- Yapılacak benzer çalışmalarda özellikle her iki nonparametrik testin ve grafik yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.
- Çarpıklık katsayılarının pozitif, negatif veya sıfıra yakın değerler almaları dağılımın iyi bir belirtisidir.

#### 5. KAYNAKLAR

- Acar, R. 1997. Plüvyometrik Verilerin Yöntemsel Analizi ve Çoruh Hidrolojik Havzasına Uygulanması, Doktora Tezi, K.T.Ü, Trabzon, 41.
- Bayazit, M. 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İ.T.Ü, İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 53.
- Köksal, B. A. 1996. İstatistik Analiz Metodları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 166.
- McCuen, R. H. 1992. Microcomputer Applications in Statistical Hydrology, Prentice Hall, New Jersey, 59.
- Rodda, J. C. 1973. “A Study of Magnitude, Frequency and Distribution of Intense Rainfall in The U.K.”, British Rainfall 1966, Part III, 204-215.
- Shaw, E.M. 1983. Hydrology in Practice, Chapman and Hall, London, 212-215.