Feyezan Tahminlerinde İstatistik Metodlar

Cevat ERKEK [1]

1. Giriş

Maksimum debi, kritik feyazan debisi, en büyük feyezan, katastrofal ve afet feyezanı, olayın hangi zaman aralıkları ile tekerrür edeceği veya daha büyük bir feyezanın meydana gelme ihtimali hakkında bir fikir vermedikleri için, havza plânlamasında ve su yapıları projelerinde emin bir boyutlandırma kriteri teşkil etmezler. Bu nedenle, feyezanları yalnız su seviyesi veya akış miktarı büyüklükleri ile karakterize etmek, proje çalışmaları için yeterli değildir. Bu büyüklüklerin bilinmesi yanında, feyezan değerlerinin hangi zaman aralığı ile tekerrür edeceği veya belirli bir değerden daha büyük bir feyezanın meydana gelme ihtimalinin bilinmesi, tesislerin boyutlarına ve maliyetine tesir ettiği için plânlama ve proje çalışmalarında büyük önem taşır.

Proje mühendisi, en kötü şartları gözönüne alarak proje ve plânlarını hazırlar. Bu husus, su mühendisleri için daha da önemlidir ve boyutlandırma kriterlerinin tesbiti daha güçtür. Bir yapı mühendisi, hesaplarında mümkün olan en kötü yük dağılımını esas almakla emniyeti sağlamış olur. Su mühendisleri, diğer birçok problemlerin yanında, akarsuyun getirebileceği debinin alt ve üst sınırını tayin etmek mecburiyetindedir. Feyezanlar büyük debi, yüksek su seviyesi ve aşırı hızlar ile karakterize edilebilecek bir tabiat olayı olarak büyük zararlara sebep olurlar. Bilhassa baraj, bağlama ve su kuvvetleri gibi tesislerin dolu savaklarının boyutlandırılmasında esas alınan feyezan debisinin büyüklüğünün ve tekerrür aralığının doğru olarak tesbiti, yapının emniyeti bakımından büyük önem taşır. Fizibilite etüdlerinde, boyutlandırmada

---

1) Doçent, Dr. - Ing., İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Su Yapıları Kürsüsü
Taşkışla - İstanbul

gözönüne alınan feyezandan daha büyük bir feyezan meydana geldiğinde doğuracağı zarar ile daha büyük bir değer esas alındığında yapılacak fazla yatırım masrafları birbiriyle karşılaştırılır. Bu nedenlerle, su yapıları için feyezanları etraflıca incelemek, büyüklüğünü ve meydana gelme ihtimalini doğru olarak tesbit etmek herşeyden önce bir emniyet ve ekonomi faktörüdür.

Feyezanların istatistik analizlerinden su yapıları ile ilgili tesislerin boyutlandırılması yanında diğer bir çok problemlerin çözümünde de yararlanılır. Misâl olarak, sigorta hesapları için önemini açıklıyalım. Bir çiftçi yıllık değeri 50 000 TL. olan mahsulünü feyezanlara karşı sigorta ettirmek istiyor. Tarlasının yanından geçen bir akarsu seddelerle düzenlenmiş ve seddelerin boyutlandırılmasında da meydana gelme ihtimali $P = \% \, 0.5$ $(T = 200$ sene$)$ olan feyezanlar esas alınmış olsun. Bu durumda çiftçinin tarlası ortalama olarak 200 senede bir su taşkınlarına maruz kalacak ve hasılatı yok olacak demektir. Sigorta şirketinin riski aşağıda olduğu gibi hesaplanır. Meydana gelebilecek potansiyel zarar : 50 000.— TL., senede meydana gelme ihtimali = 0,005, Riziko : 50 000 · 0,005 = 250 TL/sene.

Yukarıda kısaca belirtilen nedenlerle feyezanların tekerrür aralıklarını veya meydana gelme ihtimallerini bir sayı ile belirtmek inşaat riski ve inşaat yatırımları arasındaki münasebeti bulmak için lüzumludur.

Şimdiye kadar yapılan araştırmalar, feyezanların rastgele değişken, yani daha önceki senelerde meydana gelen feyezanlardan tamamen bağımsız ele alınabilecek bir olay olarak, istatistik metodların ihtimal dağılım fonksiyonlarına uyduğunu göstermektedir. İstatistik metodlar yardımıyla bir akarsuyun belirli bir kesitindeki feyezan hidrografının pik debisi ile, bu debiden daha büyük veya daha küçük değerlerin meydana gelme ihtimalinin veya tekerrür aralığının bağıntısı kurulur. Böylece geçmişteki gözlemlere dayanılarak, gelecekteki feyezan debisinin büyüklüğünü ve tekerrür aralığını istatistik metodlar yardımıyla hesaplamak mümkün olmaktadır.

2. İhtimal hesaplarının esası

İhtimal hesapları matematiksel teori olarak ilk önce 1931 yılında Kolmogoroff tarafından inkişâf ettirilmiştir. Bu teori bir olayın meydana gelme ihtimali P olmak üzere aşağıdaki 5 aksiyon üzerine inşa edilmiştir.

1. Her A olayının, reel bir ihtimal sayısı vardır. $P(A) \geq 0$.
2. Gözlem serisinin tümünü kapsayan E olayının ihtimal sayısı birdir. $P(E) = 1$.
3. Şayet A ve B rastgele olaylarsa, $\bar{A}$, AB (A ve B) ve $A+B$ (A veya B) de rastgele olaylardır.
4. Şayet A ve B olayları birbirinden bağımsız ise ve aynı anda meydana gelme ihtimalleri yoksa, $P(A)+P(B)=P(A+B)$ eşitliği yazılabilir.
5. A_1, A_2, $A_3 \ldots A_N$ olayları hiçbir zaman aynı anda meydana gelmezse,

$$\lim_{N\to\infty} P(A_1, A_2, A_3 \ldots A_N) = 0$$

eşitliği geçerlidir.

Aksiyom 2 ve 4 den $P(A_i)$ değerinin en fazla 1 değerini alabileceği neticesine varılır. Böylece

$$0 \leqslant P(A) \leqslant 1$$

ifadesi yazılabilir.

$P(A) = 0$ olayın meydana gelmesinin imkânsız olduğunu,

$P(A) = 1$ ise olayın kesinlikle meydana geleceğini gösterir.

X değeri $-\infty = x = +\infty$ bölgesinde rastgele bir olaysa; $X < x$ olayının ihtimali, azalmayan ve negatif değerler almayan x in sürekli bir fonksiyonu olup X - büyüklüğünün toplam ihtimal dağılım fonksiyonu olarak isimlendirilir.

$$F(x) = P(X < x)$$

$x \to -\infty$ için $F(x)$ sıfıra yaklaşır,

$x \to +\infty$ için $F(x)$ bir değerine yaklaşır.

Bu limitler süreklilik aksiyomu 5 den çıkarılabilir.

Dağılım fonksiyonlarının kullanılmasında iki ekstrem durum özel bir önem kazanır. X - büyüklüğü, meydana gelme ihtimalleri $p_1, p_2 \ldots p_N$ olmak üzere yalnız; $x_1, x_2 \ldots x_N$ gibi kesikli bir rastgele olaylar dizisinden meydana geliyorsa $F(x)$ bir kademeli fonksiyondur. Diğer ekstrem durumda dağılım fonksiyonu süreklidir ve türevi alınabilir ve aşağıdaki eşitlikler geçerlidir.

$$\frac{dF(x)}{dx} = p(x) \quad , \quad F(x) = \int_{-\infty}^{x} p(x) \, . \, dx \quad , \quad \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \, . \, dx = 1$$

Bu durumda $p(x)$ - fonksiyonu, x - değerinin ihtimal yoğunluk fonksiyonu olarak isimlendirilir ve x olayının x ve $x+dx$ arasında meydana gelme ihtimalini gösterir.

Akarsularda akım gözlemleri yapılmış ve istatistik yönden birbiriyle karşılaştırılabilen değerler mevcutsa, feyezanların meydana gelme ihtimali için çeşitli dağılım fonksiyonları kullanılabilir. Feyezan ihtimali hesaplarında, dağılım fonksiyonlarının kullanılabilmesi için aşağıdaki hususlara dikkat edilmesi gerekir.

1 — Feyezanlar rastgele meydana gelen bir olay olarak daha önce ve sonraki yıllarda meydana gelen feyezanlardan bağımsız stokastik değerler olarak ele alınır.

2 — Gözlem değerlerinin tesbitinde sistematik ölçme hataları yapılmadığı kabul edilir.

3 — Gözlem değerlerinin, sanat yapıları akarsu düzenlemeleri v.s. gibi tesirlerle değişmediği ve homojen olduğu kabul edilir.

4 — Gözlem süresinin herhangi bir zamanında istatistik parametrelerinin önemli kabul edilebilecek ölçüde değişmediği gözönüne alınır.

5 — Feyezan değerleri incelenirken gözönüne alınan zaman periyodunda meydana gelen en büyük feyezan debisi esas alınır. Meselâ yıllık feyezanlarda o yılki en büyük feyezan debisi göz önüne alınır. Yağışlı bir yılın ikinci büyük feyezanı ortalama debinin veya kurak bir yılın feyezan debisinin çok üstünde olmasına rağmen hesaplarda gözönüne alınmaz.

6 — Elde en azından 20 - 30 senelik bir gözlem dizisi mevcut olduğu durumlarda güvenilebilir değerler elde edilir.

7 — Küçük tekerrür aralığı ($T < 10$) için ihtimal hesapları zorunlu olan durumlarda yıllık feyezan debileri yerine belirli bir değerin üstün-

de kalan bütün debilerin esas alınması daha iyi neticeler vermektedir.

Feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan istatistik metodların hepsinin benzer tarafı, feyezanları büyüklük sırasına göre belirli sınıflarda gruplandırıldıktan sonra, ihtimal dağılımlarını gözlem değerleri yardımıyla hesaplanan az sayıda parametreyi esas alan çeşitli ihtimal dağılım fonksiyonları ile mukayese etmeleridir. Böylece gözlem değerlerinin ihtimal dağılımı i;in en uygun analitik şeklin (dağılım fonksiyonunun) bulunması feyezan ihtimal hesaplarının esasını teşkil etmektedir. Feyezan ihtimal hesapları için önem taşıyan istatistik parametreler Tablo 1 de verilmiştir.

3. Feyezanların tekerrür aralığı ve meydana gelme ihtimali

Paragraf 1 de belirtildiği gibi baraj, bağlama, sedde, menfez, köprü v.s. gibi birçok yapıların boyutlandırılmasında; 10, 25, 50, 100... veya genel olarak T - senede bir tekerrür eden feyezanların bilinmesi gerekir. Boyutlandırmaya esas alınacak tekerrür aralığının seçimi, yapının önemine ve yıkıldığı zaman meydana gelecek zararların büyüklüğüne göre tesbit edilir.

Tekerrür aralığı için uzun bir zaman periyodu gözönüne alındığında, birbirini takip eden feyezan büyüklükleri hakkında hiçbir fikir yürütmeden, belirli bir feyezan debisinin ortalama olarak kaç senede bir meydana gelebileceğini söylemekle yetinilir. Bu maksatla aşağıdaki şema bir fikir vermek için hazırlanmıştır.

YQ_{1-5}	: 1 - 5	senede ortalama 1 defa meydana gelen feyezan çok sık,						
YQ_{5-50}	: 5 - 50	»	»	»	»	»	»	oldukça sık,
YQ_{50-100}	: 50 - 100	»	»	»	»	»	»	sık,
$YQ_{100-200}$	: 100 - 200	»	»	»	»	»	»	nâdir,
$YQ_{200-500}$	: 200 - 500	»	»	»	»	»	»	çok nadir,

tekerrür eden feyezanlar olarak kabul edilebilir.

Tablo 1. Dağılım fonksiyonlarında kullanılan başlıca istatistik parametreler

İstatistik parametre	Matematiksel ifadesi	Açıklamalar
Gözlem dizisinin aritmetik ortalaması	$\bar{X} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_i$	N = Gözlemlerin sayısı X_i = Gözlem değerleri
Gözlem dizisinin geometrik ortalaması	$\bar{X}_G = \sqrt[N]{X_1 X_2 \dots X_N}$	$\log \bar{X}_G = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \log X_i$
Gözlem dizisinin harmonik ortalaması	$\bar{X}_H = \dfrac{1}{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{X_i}}$	Pratik hesaplarda: $\frac{1}{\bar{X}_H} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{X_i}$
Sınıflara ayrılmış değerlerin ortalaması	$\bar{X}_S = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{k} n_i X_i$	k = sınıf adedi n_i = i- sınıfında tekerrür eden değerler sayısı
Medyan	X_M	Merkezdeki veya ihtimal yoğunluk eğrisini iki eşit parçaya bölen değer
Mod	X_m	En fazla tekerrür eden değer (ihtimal yoğunluk eğrisinin maksimumu)
Rölatif değer (Boyutsuz değişken)	$\eta = \frac{X_i}{\bar{X}}$	$X_i = \bar{X}$ $\eta = 1$ $X_i > \bar{X}$ $\eta > 1$ $X_i < \bar{X}$ $\eta < 1$
Yayılma genişliği	$D = X_{max} - X_{min}$	En büyük ve en küçük değer arasındaki fark
Ortalama sapma	$Ort.S = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \lvert X_i - \bar{X} \rvert$	$\Delta X_i = (X_i - \bar{X})$ gözlem değerlerinin aritmetik ortalamadan sapma değeri
Variyans	$Var(X) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2$	Gözlem değerlerinin ortalama değer etrafında yayılma nisbeti
Standart sapma	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2}$ $S_x = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^2}$	Ortalama değerden sapma hatası : $\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$ Standart sapmanın standart hatası: $\frac{\sigma}{\sqrt{2N}}$
Variyasyon standartı	$C_k = \frac{X_i - \bar{X}}{S_x}$	İhtimal dağılımlarında ve matematik modellerin kurulmasında önem taşır.
Variyasyon katsayısı	$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(\eta - 1)^2}{N-1}}$	Boyutsuz relatif sapma ölçüsü
Asimetri katsayısı	$C_s = \dfrac{N \sum_{i=1}^{N}(X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2) \cdot S_x^3}$	$C_s = 0$ Simetrik dağılım $C_s > 0$ Dağılım sağa doğru çarpık $C_s < 0$ Dağılım sola doğru çarpık
Pearson-asimetri katsayısı	$C_{sp} = \frac{\bar{X} - X_m}{S_x}$	Simetriden sapma derecesi ortalama ile en fazla tekerrür eden değer arasındaki mesafe

Feyezan ihtimali hesaplarında, zaman aralığı olarak; ay, mevsim, sene veya başka bir zaman bölümü gibi değişik periyotlar esas alınabilir. Genel olarak sene feyezan ihtimal hesaplarında zaman birimi olarak seçilmektedir. Bu durumda senelik feyezanlardan söz edilir. Senelik feyezanlar yerine, bazen % olarak meydana gelme ihtimali de kullanılır. Meselâ tekerrür aralığı 50 sene olan feyezan, % 2 ihtimal feyezanı olarak söylenir ve $YQ_{0.02}$ şeklinde yazılır.

Ayrıca tekerrür aralığı T sene olan bir feyezan debisinin, gelecekte her T - senede bir defa meydana geleceği manâsı çıkarılmamalıdır. Şayet matematiksel bir ifade tarzı aranırsa, aşağıda olduğu gibi söylenebilir. Meselâ 500 senelik bir zaman periyodunda tekerrür aralığı 50 sene olan feyezanın ortalama olarak 10 defa meydana gelme ihtimali vardır. Bu değer birbirini takip eden senelerde arka arkaya birkaç defa meydana gelebilir, ve bundan sonraki 100 senede hiç meydana gelmeyebilir. Başka bir söyleyişle, tekerrür aralığı 50 sene olan feyezan debisi, % 2 ihtimalle her sene meydana gelebilir.

Feyezan ihtimali hesaplarında en önemli husus, X - büyüklüğündeki bir feyezan debisinin tekrar meydana gelmesi için geçmesi gereken zamanı yani tekerrür aralığını tesbit etmektir. Şayet X - büyüklüğündeki veya ondan daha büyük bir feyezan T senede meydana geliyorsa, herhangi bir senede meydana gelme ihtimali

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T}$$

olur.

X - değerinden daha küçük değerlerin meydana gelme ihtimali ise,

$$P(X \leq x) = 1 - \frac{1}{T}$$

eşitliği ile bulunur.

Belirli bir gözlem süresinde meydana gelen feyezanların tekerrür aralığını bulmak için, feyezan değerleri büyükten küçüğe veya küçükten büyüğe doğru sıralanır. Şayet büyükten küçüğe doğru sıralanmışsa, herhangi bir feyezan debisine eşit veya ondan büyük değerlerin meydana gelme ihtimali veya tekerrür aralığı

$$P(X \geq x) = \frac{m}{N+1} \quad , \quad T = \frac{N+1}{m}$$

formülleri ile hesaplanır. Burada N gözlem dizisinden toplam eleman sayısını, m ise tekerrür aralığı hesaplanacak feyezanın büyükten küçüğe doğru sıralanmış dizideki sıra numarasını ifade eder.

4. Dağılım fonksiyonları

Bugün hidrolojide çok sayıda ihtimal dağılım fonksiyonu kullanılmakla beraber, bunlardan sınırlı sayıda olan bazıları feyezan ihtimal analizleri için uygundur. Burada yalnız bu tip dağılım fonksiyonlarının özellikleri üzerinde durulacaktır.

İstatistik metodlar, feyezan ihtimal hesaplarına grafik ve analitik yoldan olmak üzere aşağıda olduğu gibi uygulanır:

Bir akarsuda belirli bir gözlem periyodu için feyezan değerleri bilindiği zaman, dağılım fonksiyonlarının herhangi biri ile her bir feyezan değerinin meydana gelme ihtimali veya tekerrür aralığı hesaplanır. Bundan sonra özel olarak hazırlanmış bir ihtimal kâğıdı üzerinde, feyezan değerleri meydana gelme ihtimaline veya tekerrür aralığına bağlı olarak taşınır. Bu şartlar altında diyagramda bir doğru elde edilir ve elde edilen doğruyu uzatmak suretiyle, istenilen tekerrür aralığında meydana gelecek feyezan debisi grafikten okunur.

T - senede tekerrür eden feyezan debisini (X_T), ortalama değer $\bar{X}$ ile dağılım karakteristiği, tekerrür aralığı ve dağılım fonksiyonunu tayin eden diğer istatistik parametrelere bağlı olan ΔX değerinin toplamına eşit yazarak, analitik yoldan da hesaplamak mümkündür.

$$X_T = \bar{X} + \Delta X$$

ΔX değeri standart sapma ile bir tekerrür faktörü olan k değerinin çarpımına eşit olduğundan

$$X_T = \bar{X} + S_x \cdot k(C_s, T) = \bar{X} \cdot (1 + C_v \cdot k(C_s, T))$$

veya

$$\frac{X_T}{\bar{X}} = 1 + C_v \, . \, k\,(C_s \, . \, T)$$

ifadeleri yazılabilir. Bu eşitlikler feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan ana denklemlerdir.

Feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan önemli dağılım fonksiyonlarının matematiksel ifadeleri ve karakteristik parametreleri Tablo 4 de toplu halde verilmiştir.

4.1. Normal dağılım

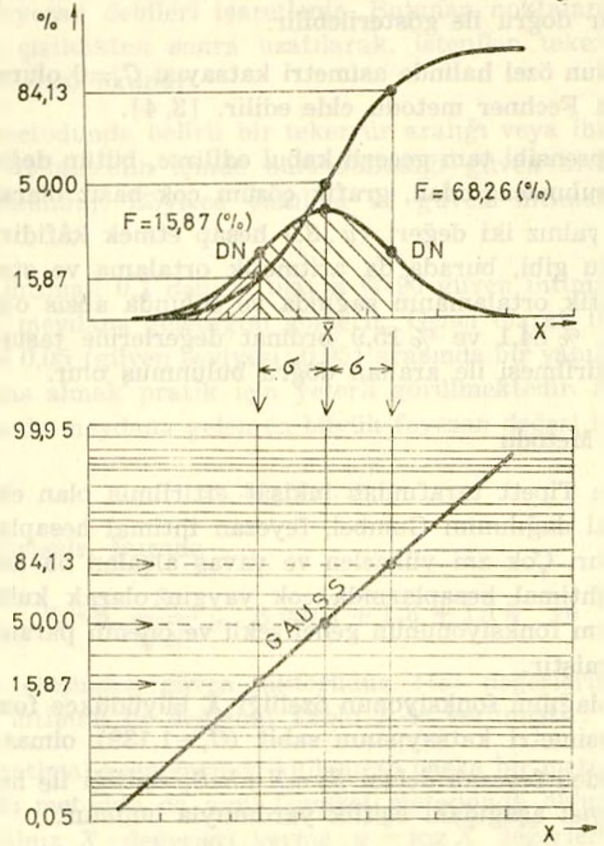
Akarsularda akımın zamanla değişimi genel olarak Gauss'un normal dağılım fonksiyonuna uymamakla beraber, diğer birçok dağılım fonksiyonlarının esasını teşkil etmesi nedeniyle burada kısaca izah edilecektir. [1, 3, 6, 7].

Normal dağılım fonksiyonu, ekstrem değerler istatistiğinin temelini teşkil eder ve dağılım fonksiyonlarının en önemlisidir. Gauss, aynı şartlar altında cereyan eden birçok olayların aritmetik ortalaması, en fazla meydana gelme ihtimali olan değere, standart sapması ise dağılım fonksiyonunun dönüş noktalarının, simetri eksenine olan uzaklığına eşit olacağı prensibini esas almaktadır. Aritmetik ortalamadan sapma hatası $-\infty$ ile $+\infty$ arasındadır. Böylece hatanın verilen sınırlar içinde olma ihtimali 1 dir. Normal dağılımda aritmetik ortalama Mod, Medyan değerleri birbirine eşit olup ($X = X_m = X_M$) asimetri katsayısı $C_s = 0$ dır. Böylece Gauss dağılım fonksiyonu, simetrik, çan eğrisi şeklindedir ve analitik olarak çözümü mümkün değildir. Aritmetik ortalama koordinat ekseninin başlangıcı olmak üzere, standart sapma, $S_x = 1$ için dağılım fonksiyonunun entegrali tablolaştırılmıştır. [1, 8].

Normal dağılım, absisi lineer (feyezan değerleri) ve ordinatı (ihtimal dağılımı) dağılım fonksiyonunun altında kalan alana göre ölçeklendirilmiş bir ihtimal kâğıdında, toplam ihtimal fonksiyonu şeklinde bir doğru ile gösterilebilir ve doğru, $\overline{X}$, $\overline{X} \pm S_x$ değerleri yardımıyla çabuk çizilebilir. Böylece, verilen bir dağılımın normal dağılım fonksiyonuna ne derece uyduğunu kolayca kontrol etmek mümkündür. Şekil 1 de normal dağılım metodunun esası gösterilmiştir.

4.2. Log - Normal dağılım

Feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan log - normal dağılım fonksiyonu, rastgele değişkenlerin yalnız pozitif değerler aldığı asimetrik bir dağılımdır, ($C_s > 0$). Feyezan debisinin kendisi yerine logaritmaları kullanılır. ($y_i = \log X_i$) ve istatistik parametreler bu değerler yardımıyla hesaplanır. Bu rastgele değer ($y = \log X$) normal dağılmışsa X - değerinin de logaritmik normal dağılmış olduğu kabul edilir. Dağılım fonksiyonunun matematiksel ifadesi Tablo 4 de verilmiştir.



Şekil 1. GAUSS - normal dağılımı.

Belirli tekerrür aralığında meydana gelecek feyezan debisi

$$y_T = \bar{y} + k \cdot S_y$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada $\bar{y}$, y - değerlerinin aritmetik ortalaması, S_y ise standart sapmasıdır. Tekerrür faktörü k, dağılım eğrisinin asimetrisinin ve ihtimalin bir fonksiyonudur ve asimetri katsayısı C_s'e bağlı olarak tablolardan alınır. [3].

Belirli tekerrür aralığındaki feyezan debisinin büyüklüğü

$$X_T = 10^{y_T}$$

eşitliğinden hesaplanır.

Absis ekseni (feyezan değerleri) logaritmik, ordinat ekseni Gauss'un hata entegraline göre ölçekli bir koordinat sisteminde toplam ihtimal fonksiyonu bir doğru ile gösterilebilir.

Bu metodun özel halinde asimetri katsayısı $C_s = 0$ olursa, Avrupa'da çok kullanılan Fechner metodu elde edilir. [3, 4].

Fechner prensibi tam geçerli kabul edilirse, bütün değerler bir doğru üzerinde bulunacağından, grafik çözüm çok basit olarak yapılabilir. Bu durumda yalnız iki değeri $(\bar{y}, S_y)$ hesap etmek kâfidir. Normal dağılımda olduğu gibi, burada da aritmetik ortalama ve standart sapma değeri aritmetik ortalamanın sağında ve solunda absis olmak üzere sırasiyle % 50, % 84,1 ve % 15,9 ordinat değerlerine taşınırsa bu noktaların birleştirilmesi ile aranan doğru bulunmuş olur.

4.3. Gumbel Metodu

Fisher ve Tipett tarafından inkişâf ettirilmiş olan ekstrem değerlerinin ihtimal dağılımını Gumbel, feyezan ihtimal hesaplarında ilk defa kullanmıştır. Çok ani yükselen ve yavaş alçalan bu asimetrik dağılım feyezan ihtimal hesaplarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır. İhtimal dağılım fonksiyonunun genel şekli ve önemli parametreleri Tablo 4 de verilmiştir.

Gumbel dağılım fonksiyonun özelliği X büyüdükçe fonksiyonun küçülmesi ve asimetri katsayısının sabit ($C_s = 1{,}139$) olmasıdır. T - senede tekerrür eden feyezan debisi $X_T = \bar{X} + k \cdot S_x$ eşitliği ile hesaplanır. Burada k katsayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur.

$$k = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Y_n ve S_n gözlem süresine bağlı olarak değişen tashih edilmiş ortalama ve standart sapmadır. Bu değerler gözlem süresine bağlı olarak Tablo 2 de verilmiştir. Y_T - değeri tekerrür aralığının bir fonksiyonu olarak Gumbel tarafından aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$Y_T = -\left(0{,}834 + 2{,}303 \ \log \quad \log \frac{T}{T-1}\right)$$

Y_T - değeri çeşitli tekerrür aralıkları için Tablo 2 den alınabilir.

Gumbel metodunu grafik yoldan feyezan ihtimal hesaplarına uygulamak için absis ekseni Y_T eşitliğine göre ölçeklendirilir ve $T = \dfrac{N+1}{m}$

eşitliği ile bulunan feyezanların tekerrür aralığı veya meydana gelme ihtimali değerleri bu eksende işaretlenir. Ordinat ekseni ise logaritmik ölçekli olup feyezan debileri işaretlenir. Bulunan noktalardan geçen ortalama doğru çizildikten sonra uzatılarak, istenilen tekerrür aralığındaki feyezan debisi okunur.

Gumbel metodunda belirli bir tekerrür aralığı veya ihtimal için verilen feyezan debilerinin içinde bulunabileceği güven aralığının tesbit edilmesi mümkündür. Böylece yanılma ve güven ihtimali belirlenmiş olur.

Yanılma ihtimali 0,1 demek, olayın % 90 güven ihtimali ile (güven seviyesi: 0,9) meydana geleceğini gösterir. Genel olarak 0.2 (güven seviyesi: 0,8) ile 0,05 (güven seviyesi: 0,95) arasında bir yanılma ihtimalini hesaplarda esas almak pratik için yeterli görülmektedir. Belirli bir zaman periyodunda meydana gelen en büyük feyezan değeri hesaplanırken, güven aralığı

$$X_T \pm t(s) \cdot S_e$$

eşitliği ile belirlenir. Burada

$$S_e = \beta . \frac{S_x}{\sqrt{N}} \;, \quad \beta = \sqrt{1 + 1{,}3 + 1{,}1k} \quad \text{ve}$$

$t(s)$ ise (%) cinsinden güven faktörüdür. $t(s)$ değerlerinin, esas alınan s - güven ihtimali ile değişimi Tablo 2 de verilmiştir.

Feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan başka bir metod da, Fréchet metodudur. Bu metodda da aynı Gumbel metodunda olduğu gibi hareket edilir. Yalnız X - değerleri yerine $y = \log X$ değerleri esas alınarak hesaplar yapılır. Bu nedenle Fréchet metodu log - Gumbel metodu (ikinci tip ekstrem dağılım) olarak da isimlendirilmektedir.

Yarı kurak ve kurak bölgelerde, Gumbel metodunu direkt tatbik etmek mümkün olmamaktadır. Bunun nedeni, gözlem değerleri Gumbel kâğıdına taşındığında ekstrem değerlerin diğer gözlem değerlerinden geçen ortalama doğrudan çok yukarıda bulunmalarıdır. Bu durumda Gumbel metodu, ilk önce ekstrem yağış değerlerine tatbik edilir; böylece elde edilen ortalama doğru, feyezan gözlemlerinden geçirilen doğrudan çok daha diktir. Yağışlar yardımıyla çizilen bu doğru ekstrem feyezan değerlerinden geçinceye kadar paralel kaydırılır. Bu durumda üçüncü veya dördüncü büyüklükteki feyezan değerinin yanında köşesi olan kırık bir tekerrür çizgisi elde edilir. Bu metoda ise «Gradex Metodu» ismi verilir.

Tablo 2 — Gumbel metodunda yardımcı tablolar

rasat süresi uzunluğu (sene)	tashih edilmiş ortalama y_n	tashih edilmiş standart sapma S_n
10	0,504	0,950
15	0,513	1,021
20	0,524	1,063
25	0,531	1,092
30	0,536	1,112
35	0,540	1,128
40	0,544	1,141
45	0,546	1,152
50	0,549	1,161
55	0,550	1,168
60	0,552	1,175
65	0,554	1,180
70	0,555	1,185
75	0,556	1,190
80	0,557	1,194
85	0,558	1,197
90	0,559	1,201
95	0,559	1,204
100	0,560	1,206
150	0,564	1,225
200	0,567	1,236
500	0,572	1,259
1000	0,575	1,269
>1000	0,577	1,283

$$y_T = -(0{,}834 + 2{,}303 \log \log T/T-1)$$

tekerrür aralığı T (sene)	daha büyük değerlerin meydana gelme ihtimali P (X > x) (%)	değişken y_T
1,01	99	−1,73
1,05	95	−1,12
1,11	90	−0,83
1,25	80	−0,48
2	50	0,37
5	20	1,50
10	10	2,25
25	4	3,20
50	2	3,90
100	1	4,60
200	0,5	5,34
500	0,2	6,22
1000	0,1	6,92

Güven sayıları	
s (%)	t (s)
99,7	3,00
99,0	2,58
98	2,33
90	1,64
80	1,28
68	1,00
50	0,67

4.4. Gamma Dağılımı

Gamma dağılımı, yıllık feyezanların ihtimal hesaplarında yaygın şekilde kullanılan, olayların sadece pozitif değerler alabileceği asimetrik bir dağılım fonksiyonudur. Böylece bu dağılım $X>0$ için geçerli olup $X\leqslant 0$ için $p(x)=0$ olur.

Bir, iki veya üç parametreli Gamma dağılım fonksiyonları mevcut olmasına rağmen feyezan hesaplarında genellikle iki parametreli tipi kullanılmaktadır. Bu tip bir Gamma dağılımı ve önemli parametreleri Tablo 4 de verilmiştir. Gamma fonksiyonunun genel şekli

$$T(\lambda) = \int_0^\infty x^{\lambda-1} \cdot e^{-x} \cdot dx = (\lambda - 1)!$$

eşitliği ile verilir. Feyezan ihtimal hesaplarında entegralin üst sınırı belirli bir X_N değeri ile sınırlanmış olduğundan, entegral değerlerini tablolardan almak gerekir.

Gamma dağılım fonksiyonunda yıllık feyezan değerleri yerine logaritmaları ($y_i = \log x_i$) kullanılırsa, log - Gamma dağılımı elde edilmiş olur.

4.5. Pearson - Tip. III - Dağılımı

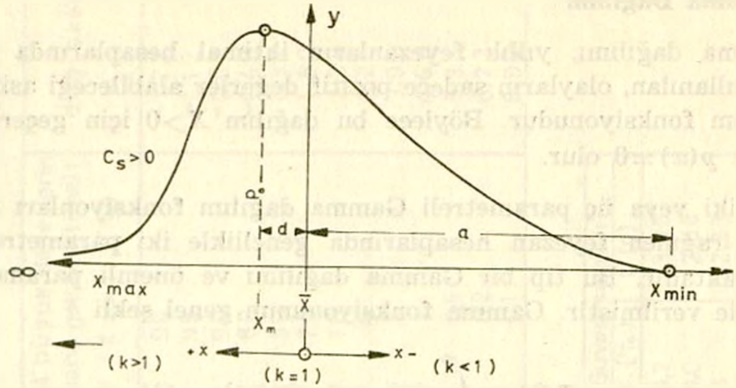
Anglo - Amerikan memleketlerinde feyezan tekerrürlerini hesap etmede, Pearson - Tip III - dağılım fonksiyonunu esas alan Foster metodu çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Pearson, asimetri katsayılarına göre çeşitli dağılım fonksiyonlarını incelemiş ve sınıflandırmıştır. Foster analojik düşünceler ve mukayeseli bir çok hesaplar neticesinde, pearson dağılım fonksiyonlarından - Tip III - eğrisinin feyezan ihtimal dağılımı için en uygun olduğunu göstermiş ve pratikte uygulanması çok kolay olan bir metod inkişaf etmiştir.

Pearson III dağılımı bir tarafı küçük değerlerle sınırlı, diğer tarafı ise sonsuza giden bir asimetrik dağılımdır. (Şekil 2.)

$C_s=0$ için Pearson III dağılımı, normal dağılım fonksiyonu ile aynıdır. Foster - Pearson III metodu ile T senede tekerrür eden feyezan debisi

$$X_T = \overline{X} + k \cdot S_x$$

eşitliği ile hesaplanır.



Şekil 2. K. Pearson'a göre ihtimal dağılım eğrisi (Tip III)

Bu metodu tatbik edebilmek için gözlem süresinin uzunluğunu hesaba katan $(1 + \frac{6}{N})$ faktörü ile asimetri katsayısı çarpılarak hesapların yapılması gerekmektedir.

$$C_s' = C_s\left(1 + \frac{6}{N}\right)$$

k değerleri istenilen tekerrür aralığı için C_s değerine bağlı olarak tablodan alınır (Tablo 3).

Pearson - Tip III - dağılımının ihtimal fonksiyonları ve önemli parametreleri Tablo 4 de verilmiştir.

Pearson - Tip III - dağılımında feyezan debilerinin kendileri yerine logaritmaları ($y_i = \log X_i$) kullanılırsa, log - Pearson - Tip III - dağılımı elde edilir. Bu dağılım fonksiyonu U.S.A. da feyezan ihtimal hesaplarında standart olarak kullanılmaktadır. Lüzumlu hesap işlemleri paragraf 4.6 da verilmiştir.

4.6. Feyezan ihtimal hesaplarında USA ve Almanya'da tavsiye edilen standart metodlar

U.S. Water Resource - Council, feyezan ihtimal hesaplarında, çeşitli standartların kullanılması yerine, burada «standart metod» olarak isimlendirilecek log - Pearson - Tip III - dağılımının kullanılmasını karar-

TALBLO - 3

Pozitif C_s - asimetrik katsayısı için k - değerleri

C_s değeri	Tekerrür aralığı T(sene) 1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
	Tekerrür ihtimali P(x) % 99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
3.0	—0.667	—0.665	—0.660	—0.636	—0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	—0.690	—0.688	—0.681	—0.651	—0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	—0.714	—0.711	—0.702	—0.666	—0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	—0.740	—0.736	—0.724	—0.681	—0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	—0.769	—0.762	—0.747	—0.696	—0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	—0.799	—0.790	—0.771	—0.711	—0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	—0.832	—0.819	—0.795	—0.725	—0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	—0.867	—0.850	—0.819	—0.739	—0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	—0.905	—0.882	—0.844	—0.752	—0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	—0.946	—0.914	—0.869	—0.765	—0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	—0.990	—0.949	—0.895	—0.777	—0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	—1.037	—0.984	—0.920	—0.788	—0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	—1.087	—1.020	—0.945	—0.799	—0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	—1.140	—1.056	—0.970	—0.808	—0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	—1.197	—1.093	—0.994	—0.817	—0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	—1.256	—1.131	—1.018	—0.825	—0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910
1.4	—1.318	—1.168	—1.041	—0.832	—0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	—1.383	—1.206	—1.064	—0.838	—0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	—1.449	—1.243	—1.086	—0.844	—0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	—1.518	—1.280	—1.107	—0.848	—0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	—1.588	—1.317	—1.128	—0.852	—0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	—1.660	—1.353	—1.147	—0.854	—0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	—1.733	—1.388	—1.166	—0.856	—0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	—1.806	—1.423	—1.183	—0.857	—0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	—1.880	—1.458	—1.200	—0.857	—0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	—1.955	—1.491	—1.216	—0.856	—0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	—2.029	—1.524	—1.231	—0.855	—0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	—2.104	—1.555	—1.245	—0.853	—0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	—2.178	—1.586	—1.258	—0.850	—0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	—2.252	—1.616	—1.270	—0.846	—0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	—2.326	—1.645	—1.282	—0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576

Negatif C_s - asimetrik katsayısı için k - değerleri

C_s değeri	Tekerrür aralığı T(sene) 1.0101	1.0526	1.1111	1.2500	2	5	10	25	50	100	200
	Tekerrür ihtimali P(x) % 99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0.5
0	—2.326	—1.645	—1.282	—0.842	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
—0.1	—2.400	—1.673	—1.292	—0.836	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
—0.2	—2.472	—1.700	—1.301	—0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
—0.3	—2.544	—1.726	—1.309	—0.824	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
—0.4	—2.615	—1.750	—1.317	—0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
—0.5	—2.686	—1.774	—1.323	—0.808	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
—0.6	—2.755	—1.797	—1.328	—0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
—0.7	—2.824	—1.819	—1.333	—0.790	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
—0.8	—2.891	—1.839	—1.336	—0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
—0.9	—2.957	—1.858	—1.339	—0.769	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
—1.0	—3.022	—1.877	—1.340	—0.758	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
—1.1	—3.087	—1.894	—1.341	—0.745	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
—1.2	—3.149	—1.910	—1.340	—0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
—1.3	—3.211	—1.925	—1.339	—0.719	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
—1.4	—3.271	—1.938	—1.337	—0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
—1.5	—3.330	—1.951	—1.333	—0.690	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
—1.6	—3.388	—1.962	—1.329	—0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
—1.7	—3.444	—1.972	—1.324	—0.660	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
—1.8	—3.499	—1.981	—1.318	—0.643	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
—1.9	—3.553	—1.989	1.310	—0.627	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
—2.0	—3.605	—1.996	—1.302	—0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
—2.1	—3.656	—2.001	—1.294	—0.592	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
—2.2	—3.705	—2.006	—1.284	—0.574	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
—2.3	—3.753	—2.009	—1.274	—0.555	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
—2.4	—3.800	—2.011	—1.262	—0.537	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833
—2.5	—3.845	—2.012	—1.250	—0.518	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
—2.6	—3.889	—2.013	—1.238	—0.499	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
—2.7	—3.932	—2.012	—1.224	—0.479	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
—2.8	—3.973	—2.010	—1.210	—0.460	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
—2.9	—4.013	—2.007	—1.195	—0.440	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
—3.0	—4.051	—2.003	—1.180	—0.420	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667

laştırmıştır. Amerika'da feyzan ihtimallerinin bütün memleket çapında bu metodla hesaplanması yukarıda adı geçen kuruluş tarafından tavsiye edilmektedir. [9, 12].

Metodun esası, feyezan değerinin logaritmalarına ait dağılım fonksiyonunun, asimetrik bir dağılım fonksiyonu ile en iyi şekilde verilebileceği prensibine dayanmaktadır.

Belirli tekerrür aralığında meydana gelen feyezan debisini hesaplıyabilmek için gerekli 6 büyük hesap işlemi aşağıda olduğu gibi özetlenebilir.

1. Gözlem değerleri, meselâ yıllık feyezan debileri veya seviyeleri logaritmik değerlere çevrilir.

$$y_i = \log X_i$$

2. Logaritmik değerlerin aritmetik ortalaması bulunur.

$$\bar{y} = \frac{\Sigma y_i}{N}$$

3. Logaritmik değerlerin standart sapması hesaplanır.

$$S_y = \sqrt{\frac{\Sigma (y_i - \bar{y})^2}{N-1}}$$

4. Logaritmik değerlerin asimetri katsayısı hesaplanır.

$$C_{s_y} = \frac{N \,.\, \Sigma (y_i - \bar{y})^3}{(N-1)(N-2)S_y^3}$$

5. İstenilen tekerrür aralığında meydana gelen feyezan debisinin logaritması

$$Y_T = \bar{y} + k\, S_y$$

eşitliği yardımıyla hesaplanır. k değerleri asimetri katsayısı ve tekerrür aralığının bağlı olarak Tablo 3 den alınır.

6. X - değeri $\log y$ değeri yardımıyla bulunur.

$$X_T = 10^{Y_T}$$

Tablo 4. Feyezan ihtimal hesaplarında kullanılan önemli dağılım fonksiyonları

İhtimal kanununun adı	Matematiksel ifadesi	Açıklamalar
Normal dağılım (Gauss)	$P(X < x) = \int_{-\infty}^{x} p(x).dx$ $p(x) = \frac{1}{S_x\sqrt{2\pi}}.e^{-\frac{1}{2}(\frac{u}{S_x})^2}$	İki parametreli $(\bar{X}, S_x)$ Simetrik dağılım $(C_s = 0)$ $u = X_i - \bar{X}$
Log-normal dağılım	$P(Y < y) = \int_{\infty}^{y} p(y).dy$ $p(y) = \frac{1}{S_y\sqrt{2\pi}}.e^{-\frac{1}{2}(\frac{z}{S_y})^2}$	Asimetrik ve iki parametreli (y, S_y) dağılım $z = \log X_i - \frac{1}{N}\Sigma \log X_i = y_i - y$ $0 < x < \infty$ $\infty < y < \infty$ $C_{sy} = 0$ için Fechner metodu
Gumbel dağılımı	$P(X < x) = e^{-e^{-y}}$ $p(x) = \alpha\, e^{-y-e^{-y}}$	$-\infty < x < \infty$ için ekstrem değerlerin ihtimal dağılımı (iki parametre) $y = \alpha(X-u)$; $u = \bar{X} - \frac{y_n}{\alpha}$ $\alpha = \frac{S_n}{S_x}$ (y_n ve S_n için Tablo 2) X yerine logX konursa Fréchet-dağılımı elde edilir.
Gamma dağılımı	$P(X < x) = \int_{0}^{x} p(x)dx$ $p(x) = \frac{\alpha^{\lambda}}{T(\lambda)} X^{\lambda-1} e^{-\alpha.X}$	İki parametreli (X, S_x) asimetrik dağılım şekli $T(\lambda) = (\lambda-1)!$ Gamma dağılımı $\bar{X} = \frac{\lambda}{\alpha}$ $S_x = \sqrt{\frac{\lambda}{\alpha^2}}$ X-yerine y = logX konursa log-gamma dağılımı elde edilir.
Pearson Tip III dağılımı	$P(X < x) = \int_{\infty}^{x} p(x).dx$ $p(x) = P_o.e^{-\frac{x}{d}}.(1+\frac{x}{a})^{\frac{a}{d}}$	Üç parametreli $(\bar{X}, S_x, C_s)$ asimetrik dağılım. $P_o = \frac{N}{a}\frac{(\frac{a}{d})^{\frac{a}{d}+1}}{e^{\frac{a}{d}}.T(\frac{a}{d}+1)}$ (Şekil 2) $d = \frac{1}{2} C_s C_v$ $\bar{X}-X_m$ $a = \frac{C_v^2}{d} - d$, $a + d = 2\frac{C_v}{C_s}$ X yerine y = logX konursa Log-Pearson dağılımı elde edilir.

Log - Pearson Tip III metodunun grafik çözümü için ordinat ekseni çift logaritmik, absis ekseni ise Gauss'un hata entegraline göre ölçeklendirilmiş bir ihtimal kâğıdının hazırlanması gerekir.

Almanya'da ise o. Prof. Dr. - Ing. Mosonyi (Karlsruhe) başkanlığında tanınmış bilim adamlarından kurulu bir komisyon, feyezan ihtimali hesaplarında aşağıda kısaca izah edilecek yolun takip edilmesini tavsiye etmektedir. [11]

1 — Gözlem değerlerinin logaritmaları ($y_i = \log x_i$) esas alınarak $\bar{y}$, C_{sy}, C_{vy} değerleri hesaplanır.

2 — $C_{sy} \geqslant 0$ durumunda feyezan ihtimal hesapları USA. da tavsiye edildiği gibi log - Pearson - Tip III - dağılımı esas alınarak yapılır.

3 — $C_{sy} < 0$ ise $\bar{X}$, S_x, C_s, C_v ve d değerleri gözlem değerlerinin logaritmaları yerine kendileri kullanılarak tekrar hesaplanır. Burada da iki ayrı durum gözönüne alınmaktadır.

a) $C_s < 0$ veya $d < 0$. Bu durumda Pearson III dağılımında asimetri katsayısı varyasyon katsayısının iki katına eşit alınır ve $C_s = +2\,C_v$ için k - katsayısı Pearson tablolarından (Tablo 3) okunur ve T-senede tekerrür eden feyezanlar $X_T = \bar{X} + S_x\, k(C_s, T)$ eşitliği yardımıyla bulunur.

b) $C_s = 0$ veya $d = 0$ olduğu hallerde k - değeri Pearson tablolarından (Tablo 3) C_s değerine bağlı olarak alınır ve

$$X_T = \bar{X} + S_x \cdot k \ (C_s, T)$$

eşitliğinden belirli tekerrür aralığındaki feyezanlar hesaplanır.

5. Sonuç

Su yapılarında esas alınacak proje feyezanı, emniyet, ekonomi ve diğer hususlarla ilgili faktörler gözönüne alınarak meydana gelme ihtimali veya telerrür aralığına bağlı olarak verilmelidir.

Dağılım fonksiyonları feyezanların ihtimal hesaplarına yardımcı olmaları nedeniyle önemli bir vazife görürler. Bugün feyezan ihtimal hesaplarında on kadar çeşitli karakterde dağılım fonksiyonu kullanılmaktadır.

Feyezan ihtimal hesaplarında belirli bir standart metod kullanılması ile su yapılarında göze alınacak riskler belirli prensibe bağlanmış olacaktır. Bir çok memlekette bu yönde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. USA'da genel ve Almanya'da sınırlı olarak feyezan ihtimal hesaplarında standart metod olarak kullanılması tavsiye edilen log - Pearson - Tip III. - dağılımının Türkiye akarsularında kullanılabileceği müellifin başka bir araştırmasında [3] ele alınmasına rağmen, problemin tam aydınlığa kavuşması için diğer metodlarla da mukayeseli sistematik çalışmalara ihtiyaç vardır.

REFERANSLAR

[1] BAYAZIT, M. — Hidroloji
İ.T.Ü. İnşaat Fak. yayınları 1974, 156 sayfa.

[2] DİNÇER, T — Feyezan Tekerrür Hesapları
DSİ Etüd ve Plânlama Rehberi 1959, 52 s.

[3] ERKEK, C. — Türkiye Akarsularına Öncelik Verilerek Kritik Feyezan Debisini Hesap Metodları, İstanbul 1972, 206 s. (Doçentlik tezi)

[4] GRASSBERGER, H. — Die Anwendung der Wahrscheinlichkeit auf Hochwasserfragen
Deutsche Wasserwirtschaft 1936, Nr. 9

[5] GUMBEL, A. J. — Statistics of Extremes
3. Aufl. New - York, 1966

[6] ÖZDEMİR, H. — Bölgesel Taşkın Tekerrür Analizi
DSİ Hidroloji Semineri 1968, «Taşkınlar Hidrolojisi», 99 s.

[7] OZIŞ, Ü. — Hidrolik Süreçlerin İstatistik ve Olasılığı
E. Ü. Müh. Bilim Fak. Dergisi, 1976, sa. 3, 40 s.

[8] SACHS, L. — Statistische Auswertungsmethoden, Berlin, 1966

[9] STEFAN, H. — Ein einheitliches Verfahren zur Bestimmung von Hochwasserhäufigkeiten, Die Wasserwirtschaft 1968, H. 8

[10] Ven Te Chow — Handbook of Applied Hydrology
Mc Graw - Hill, New - York 1964.

[11] — — Empfehlungen für die Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit, (Entwurf). Wasser und Boden 1973, H. 11, S. 362

[12] — — Water Resourche Council of the USA.
Hidrology Committee, Washington, December 1967, H. 15.