

Köyiçi Deresi Özelinde Proje Debisi Belirleme Sürecinin İncelenmesi

Çağla ÇOLAK^{1*} 

^{1*} Avrasya Üniversitesi, Mühendislik –Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 61200, Trabzon

(Alınış / Received: 15.05.2025, Kabul / Accepted: 02.07.2025, Online Yayınlanma / Published Online: 30.08.2025)

Anahtar Kelimeler

Orta Büyüklükte Havzalar
Akım Gözlem istasyonu
Mocus Yöntemi
DSİ Sentetik Yöntem
İstatistik Yöntemler
Optimum Proje debisi

Öz: Son yıllarda dünyada ve ülkemizde depremlerden sonra en fazla zarar veren afetler taşkınlardır. Bu bağlamda, İslah kesitlerinin boyutlandırılmasında hesap debisinin doğru belirlenmesi önem arz etmektedir. Araştırmada, Orta büyüklükte yağış alanına sahip Rize ili Köyiçi deresinin hesap debisi seçimine etki eden faktörler incelenmektedir. Yeterli derecede akım istasyonuna sahip olan havzada taşkın debileri Mocus, DSİ Sentetik, Bölgesel ve Noktasal frekans analiz yöntemleriyle hesaplanmıştır. Sentetik hesaplar için Çayeli meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Sentetik yöntemlerle taşkın debilerinin belirlenmesinde en uygun dağılımın LPT3 olduğu tespit edilmiştir. En uygun dağılımın belirlenmesinde Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi kullanılmıştır. Bu test ile, Bölgesel ve Noktasal frekans yöntemleri içinde en uygun istatistik yöntemin LPT3 olduğu sonucuna varılmıştır. Bölgede 74 adet akım gözlem istasyonundan boyutsuz yenileme değerleri elde edilmiştir. Son aşamada Alan (km²)-Q(m³/sn) Taşkın zarfı grafiğinden yararlanılarak Bölgesel ve Noktasal taşkın tekerrür debileri elde edilmiştir. Sentetik ve İstatistik yöntemler grafiklerle karşılaştırmalı analiz edilerek Mocus ve Bölgesel frekans yöntemi ile elde edilen taşkın değerlerinin birbirine çok yakın çıktığı tespit edilmiştir. DSİ Sentetik yöntemi sonuçlarının Mocus yöntemi sonuçlarından çok fazla olduğu görülmüştür. Yöntemlerin sonuçları karşılaştırmalı analiz edilerek optimum kesit seçimi sağlayacak hesap debisi için Mocus yöntemi sonuçlarının dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bölgesel frekans ve Mocus yöntemleri verilerinin farklı olması durumunda hesap debisi seçimi ve yöntem sonuçları arasında ki bu farkların nedenleri tartışılarak, en uygun hesap debisi seçiminde uygulamalara ışık tutulması hedeflenmiştir.

Examining the Project Flow Determination Process Specific to Köyiçi Stream

Keywords

Medium Sized Basins
Current Observation Station
Mocus Method
DSİ Synthetic Method
Statistical Methods
Optimum Project Flow Rate

Abstract: In recent years, floods have become the most damaging natural disasters after earthquakes both globally and in Türkiye. In this context, accurately determining the design discharge is critically important for the proper sizing of rehabilitation cross-sections. This study investigates the factors affecting the selection of the design discharge for the Köyiçi Stream in Rize Province, which has a medium-sized rainfall catchment. In the basin, which has a sufficient number of flow observation stations, flood discharges were calculated using the Mocus method, DSİ Synthetic method, Regional Frequency Analysis, and Point Frequency Analysis. Meteorological data from the Çayeli station were used for synthetic estimations. The Log Pearson Type III (LPT3) distribution was identified as the most appropriate for determining flood discharges via synthetic methods. The Kolmogorov-Smirnov (K-S) test was used to determine the best-fitting distribution. According to this test, LPT3 was found to be the most suitable statistical distribution among the Regional and Point Frequency methods. Dimensionless recurrence values were obtained from 74 stream gauging stations in the region. In the final stage, regional and point-based flood recurrence discharges were derived using the Area (km²)-Q (m³/s) flood envelope curve. Through comparative graphical analysis of synthetic and statistical methods, it was determined that the flood discharge values obtained from the Mocus method and the Regional Frequency Analysis were very close to each other. On the other hand, the DSİ Synthetic method yielded significantly higher discharge values than the

Mocus method. Therefore, it was concluded that the discharge values obtained using the Mocus method should be considered for selecting the optimal cross-section in such basins. In cases where the results of the Mocus method and the Regional Frequency Analysis differ, the reasons for this discrepancy and its implications for discharge selection were discussed in detail. The study aims to guide practical applications by shedding light on the most appropriate method for determining design discharge.

*İlgili Yazar, email: caglaclk66@gmail.com

1. Giriş

Taşkın, bir akarsuyun çeşitli sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, altyapı tesislerine ve canlılara zarar vermek suretiyle etki bölgesinde normal sosyoekonomik hayatı kesintiye uğratabilecek ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturmaya elverişli bir olayı ifade eder [1]. Dünyada Son 20 yılda sel, deprem, yangınlar, fırtına ve volkan patlamaları sonucunda ölen 560 bin kişinin %49'u sel ve taşkınlar sonucunda hayatını kaybetmiştir. En fazla can kaybının yaşandığı doğal afetler sel ve taşkınlar olmuştur [2]. Ülkemizde taşkın afetleri, depremlerden sonra en büyük ekonomik ve can kayıplarına neden olan doğal afetlerdir. Türkiye genelinde ise 1975 ve 2002 yılları arasında taşkın sayısı 487 iken 2003 ve 2015 yılları arasında taşkın sayısı 722 'dir [3].

Türkiye' de sel ve taşkın açısından en hassas bölge Doğu Karadeniz Bölgesidir. Trabzon'un Köprübaşı ilçesine bağlı Beşköy mahallesinde "7 Ağustos 1998 yılında meydana gelen sel ve heyelan felaketinde 47 kişi hayatını kaybetmiştir 62 konut, 63 işyeri, Belediye garajı, İlköğretim Okulu, değirmen, cami ve cami lojmanı yıkılmıştır" [4].

6200 sayılı DSİ Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Yasa' nın (a) ve (g) bentleri ile; "taşkın suları ve sellere karşı koruyucu tesisler meydana getirmek ve bu tesislerin işletme ve görev sorumluluğu" DSİ Genel Müdürlüğüne verilmiştir. DSİ Genel Müdürlüğü tarafından ülkemizde taşkınların önlenmesi ve zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar 3 başlıkta toplanmaktadır.

1. Küçük Su İşleri Kapsamında Yapılan Çalışmalar (Taşkından Koruma Tesisleri): Sedde, Sel Kapanı, Mahmuz, Tersip Bendi, Anroşman Taş Dolgu, Dere Yatağı Islahı, Brit, Taşkın Kanalı
2. Büyük Su İşleri Kapsamında Yapılan Çalışmalar (Barajlar)
3. Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Sistemi Projesi

Taşkın zararlarını Doğrudan zararlar, Dolaylı zararlar ve Para ile Ölçülemeyen zararlar olmak üzere 3 başlık altında toplayabiliriz. Bunlar;

1. Doğrudan Zararlar;

- Yerleşim yerlerinde konutların yol, köprü vs. sanat yapıları, tarla ve sebze bahçeleri ve hayvanların zarar görmesi
- Erozyon ile oluşan zararlar
- Sediment zararları

2. Dolaylı Zararlar;

- Taşkın sonrası karayolunun bozulması, ile ulaşımın aksaması
- Tarımsal sahalarda meydana gelen taşkın zararlarının sonucunda tarımsal ürün işleyen fabrikaların üretim gelirinde düşüş

3. Para ile ölçülemeyen Zararlar

- Doğrudan doğruya veya dolaylı zararların doğal sonucu işsizlik, sosyal güvensizlik, can kayıpları, sağlık problemleri vs. [5].

Hidrolik hesap neticesinde taşkın kesitinin belirlenme sürecinde taşkın debisi, akarsu yatağı eğimi, akarsu tabanını özellikleri önemli parametreleridir. Taşkın kesitinin ekonomik ve emniyetli olarak belirlenebilmesi için taşkın debisinin optimum seçilmesi gerekmektedir. Taşkın debisinin hesaplanmasında havza karakteristikleri (Havza alanı, Akarsu boyu, Harmonik eğim, Eğri numarası, Akış katsayısı, Havza ağırlık merkezinin çıkış kesitine uzaklığı, Bölgenin jeolojik özellikleri, Meteorolojik ve Hidrolojik veriler, Akarsuyun sediment durumu, Akarsu yatağı özellikleri), Bölgeye ait akım gözlem istasyonlarının sayısı ve

konumu, taşkın etkilediği yerlerde zararın cinsi (yerleşim, yerleşim +tarım arazisi, tarım arazisi) etkili olmaktadır.

Taşkın debisinin belirlenmesi için Sentetik ve İstatistik Hesap Yöntemleri kullanılmaktadır. Havzada yeterli sayıda ve 10 yıl üzeri verilere sahip akım gözlem istasyonu bulunmaması durumunda Sentetik Yöntemlerle hesap yapılmaktadır. Bunlar; Rasyonel, Mocus, DSİ sentetik ve Synder yöntemleridir [6]. Yöntemlerin seçiminde Havza alanı ve toplanma süresi ilk kriter olmaktadır. Tablo 1' de görüldüğü üzere alan ve toplanma süresine bağlı sentetik yöntem belirleme durumu özetlenmektedir. Sentetik yöntemlerin Hidrolojik ve Meteorolojik verileri en yakın meteoroloji istasyonundan temin edilmektedir.

Tablo 1. Sentetik yöntemler ve ilişkili parametreler [7]

Drenaj Alanı (km ²)	Yöntem	Toplanma ve Yükselme Süresi
$A < 1$	Rasyonel	-
$1 < A < 10$	Mocus	$T_c < 30 \text{ saat}$
10-1000	DSİ Sentetik	$T_p \geq 2 \text{ saat}$
$A > 1000$	Synder	-

Akarsu havzasının bulunduğu bölgede yeterli sayıda akım gözlem istasyonu bulunması durumunda, istatistik yöntemlerin yanında Bölgesel ve Noktasal frekans yöntemleri ile de hesap debisi belirlenmekte ve bu bağlam da birçok istatistik yöntemler kullanılmaktadır.

Konuya yakın Ulusal ve Uluslararası Araştırmalar genel olarak üç bölümde dağılım göstermektedir. Bunlar;

- Taşkın zararları ile ilgili arazi ve proje çalışmalarının ilişkilendirilmesi, sel sıklığı
- Sentetik yöntemlerin kendi aralarında karşılaştırılmalı analizi veya bir yöntemin hesap sonuçlarının değerlendirilmesi
- Bölgesel ve Noktasal Frekans yönteminin bir havza üzerinde örneklenmesi

Nas ve Nas, Harşit Çayının akış güzergahında bulunan alt yapı tesislerinin taşkın risk analizlerini yaparak, bu tesislerin karşılaştacağı sorunları coğrafi analizlerle belirlemektedirler [7]. Kutsal ve Kumcu, çalışmalarında, Konya ilindeki 28 adet taşkın koruma tesisinde taşkın olasılığı ile can ve mal güvenliği açısından riskleri irdelenmiş ve taşkın tesislerindeki kapasite kayıplarını hesaplayarak, çözüm önerileri sunmuştur [8]. Yüksek vd., Artvin, Trabzon ve Giresun illerinde meydana gelen taşkınları hidrometeorolojik açıdan değerlendirerek; taşkınların sebepleri ve özellikle de zararları üzerine çalışmaktadır [9]. Demir ve Keskin Samsun-Mert Irmağı Havzası özelinde taşkınların ekonomik zararlarını HEC-RAS programıyla hesaplayarak analiz etmektedir [10].

Sönmez vd., İstanbul özelinde taşkın debilerini karşılaştırarak en uygun taşkın debisini sentetik yöntemlerle analiz edilmektedir [11]. Kumanlıoğlu ve Ersoy çalışmasında Kızıldere havzası özelinde Mocus yöntemine göre taşkın debilerini belirlem [12]. Korkmaz, havza alanlarını dikkate alarak Ceviz deresini rasyonel ve Çığır deresini Mocus yöntemini kullanarak taşkın debilerini karşılaştırmalı analiz etmektedir [13].

Önöz doktora tezinde Bölgesel frekans yöntemi ile güçlü taşkın tahminlerine imkan veren modeller araştırmaktadır [14]. Şarlak, Kayraktepe barajı örneğinde, Noktasal taşkın frekans eğrileri literatürde yer alan parametrik ve tüm Göksu havzasının keşif ve planlamasını yapan Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından verilen sonuçlar ile karşılaştırılarak, parametrik olmayan yaklaşımın da kullanılabilirliği sorgulanacaktır [15].

Uluslararası en yakın araştırmalardan ilk çalışma Orsini ve Esalante tarafından araştırılan 'Flood frequency analysis using synthetic samples' makalesidir. Bu çalışmada, çok sınırlı yer istasyonu yağış kayıtlarının mevcut olduğu durumlarda Yoğunluk Süre Frekansı (IDF) eğrilerini geliştirmek için sınırlı yer yağış istasyonlarından gelen verilerin ve TRMM verilerinin birlikte kullanımını araştırmaktadır [16]. Bu çalışma öncelikle akım gözlem istasyon sayısının doğru taşkın debisi belirleme sürecinde önemini vurgulamaktadır. İkinci çalışma Cunnane Trambalay vd., tarafından yapılan 'Regional flood frequency analysis in North Africa' başlıklı makalesinde topografik ıslaklık endeksinin yanı sıra rakım, ortalama yıllık yağış ve toprak hacim yoğunluğu verilerinin, hidrolik yapıların boyutlandırılmasına yönelik operasyonel prosedürleri iyileştirmek için yararlı olabileceğini ortaya koymuşlardır [17]. Bu çalışma ile bölgede ki yağış ve toprak verileri ile hidrolik yapının ilişkisinin önemi vurgulanmaktadır.

Bu Çalışma Kapsamında yeterli sayıda ve yakınlıkta akım gözlem istasyonu bulunan orta büyüklükte ki havzalarda taşkın analizi için sentetik ve istatistik yöntemler karşılaştırılmalı analiz edilmiştir. Sentetik hesaplarda kullanılan yağış verileri için Çayeli Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmıştır. Mocus ve DSİ Sentetik yöntemle bulunan veriler karşılaştırmalı analiz edilmiştir. İstatistik yöntem verileri için, DSİ tarafından işletilen 74 adet akım Gözlem istasyonu verileri kullanılarak, Noktasal ve Bölgesel frekans sonuçları elde edilmiştir. İstatistik yöntemlerin uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi analiz edilmiştir. Sentetik ve İstatistik yöntemlerin karşılaştırmalı analizi neticesinde Bölgesel frekans ve Mocus yöntemlerinin birbirine çok yakın çıktığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, Bölgesel frekans yöntemi sonuçlarına bağlı olarak Mocus yöntemi verileri analiz edilmiştir. Araştırmanın amacı orta büyüklükte akım gözlem istasyonu bulunan havzalarda en uygun taşkın debisinin belirlenme sürecinde uygulamalara ışık tutacak çalışma modelinin geliştirilmesidir. Proje debisinin seçilme nedenleri irdelenerek, bu tür havzalarda en uygun hesap debisi seçimi için nelerin dikkate alınması gerektiği ortaya konulmuştur. Uygulamalara yönelik öneriler getirilerek olumlu çalışma sürecine ışık tutulması hedeflenmiştir.

Araştırma alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi, Rize İli, Çayeli İlçesi Köyüçü deresi yağış havzasıdır. Etüt sahası Şekil 1' de verildiği üzere, 1/25000 ölçekli Artvin F45-d3 paftasından alınmıştır. Köy içi deresi Altıntaş mahallesi, Mürel Mahallesi, Policina Mahallesi ve Derecik Köyü yerleşimlerini içine alan 7,4 km² yağış alanına ve 5,5 km uzunluğa sahiptir. Mansapta Altıntaş deresi ile birleşen Köyüçü deresinin bu bölümünde çay fabrikası yer almaktadır.



Şekil 1. Artvin -F45-d3, tortum-G45-a2 paftası [18]

2. Materyal ve Metot

Taşkın analiz Yöntemleri için Araştırma da kullanılan meteorolojik veriler Çayeli Meteoroloji istasyonu ve DSİ tarafından işletilen Akım Gözlem İstasyonları tarafından elde edilmiştir. Taşkın analizleri için Sentetik ve İstatistik yöntemler kullanılmıştır. Sentetik yöntemler için havza alanı nedeniyle Mocus ve DSİ Sentetik

yöntemleri uygun görülmüştür. İstatistik yöntemler Bölgesel Frekans ve Noktasal Frekans yöntemleridir. Taşkın debilerinin karşılaştırmalı analizinden sonra hesap debisinin belirlenmesi gerekmektedir. Araştırma alanı olarak incelenen Köyü Deresi 2006 yılında DSİ 22.Bölge Müdürlüğü tarafından istikşafı hazırlanarak programa alınmış ve inşaatı tamamlanmıştır.

2.1. Sentetik yöntemler ve Materyal

Sentetik Yöntemle taşkın hesapları üç aşamada yapılmıştır.

- Düzeltilmiş ve maksimize edilmiş Fırtına Yağış Değerleri (mm)
- Taşkın Hidrolojisi
- Taşkın tekrerrür debileri

2.1.1. Düzeltilmiş yağış değerleri

Araştırmanın sentetik hesap yöntemleri için Çayeli Meteoroloji İstasyonu verileri kullanılmaktadır. Bu veriler 36 yıllık (1950-1986) gözlemlerden elde edilmiştir. Bu süreçte ortalama yağış Thiessen Poligonları yöntemi ile hesaplanmaktadır. Yağış verileri arasında en fazla yağışın gerçekleştiği aylar belirlenerek istasyonlara ait en fazla yağışın olduğu verilere ulaşılmaktadır [17]. En uygun istatistik dağılım fonksiyonu LPT3 olarak belirlenmiştir. Programın uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi uygulanarak belirlenmiştir. Kullanılan İstatistik fonksiyonu LPT3 için Denklem (1), Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi (Uygunluk testi) kullanılmaktadır.

Araştırma alanının ortalama yağışı DSİ tarafından Thiessen Poligonları yöntemi ile hesaplanmış ve yağış verileri arasında en fazla yağışın gerçekleştiği aylar belirlenerek istasyonlara ait en fazla yağışın olduğu verilere ulaşılmıştır. Tablo 2 'de Yağış istasyonlarının tekrerrürlü yağış değerleri, (mm) Tablo 3 'te Proje yeri için kritik yağış sürelerindeki havza yağış düzeltme faktörleri verilmektedir.

Tablo 2. Yağış istasyonlarının tekrerrürlü yağış değerleri, mm (DSİ)

İstasyon adı	Thissen oranı (%)	2	5	10	25	50	100
Yağış Alanı Ortalaması	1,00	101,23	127,59	146,65	172,59	193,30	215,23

Tablo 3. Proje yeri için kritik yağış sürelerindeki havza yağış düzeltme faktörleri [18]

Kritik Yağış Süreleri(saat)	0,5	1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
Düz.Piv.or.(Rize)	0,28	0,38	0,48	0,54	0,59	0,63	0,66	0,72	0,79	0,9	1
Yağış-Alan -Dağılım Oranları (Y.A.D %)	0,83	0,93	0,945	0,996	0,965	0,97	0,975	0,977	0,978	0,979	0,98
Maksimize Faktörü,MF	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13

2.1.2. Taşkın hidrolojisi

Taşkın Hidrolojisi için Mocus ve DSİ Sentetik Yöntem kullanılmıştır. Mocus yöntemi için (1), (2), (3), (4) (5), (6), (7), (8), (9) denklemleri kullanılmaktadır.

1. $T_c = 0,00032.(L^{0,77}/S^{0,385})$ (1)
2. $D = 2\sqrt{T_c}$ (2)
3. $T_p = 0,5.D + 0,6.T_c$ (3)
4. $Q_p = (K.A.h_a)/T_p$ (4)

DSİ Sentetik hesap yöntemi için (7), (8), (9), (10) denklemleri kullanılmaktadır.

1. $E = [(L.L_c)/(\sqrt{S})]$ (5)
2. $q_p = [414 / (A^{0,225} . E^{0,16})]$ (6)
3. $T_p = 202.78 / q_p$ (7)
4. $Q_p = q_p.A.10^{-3}$ (8)

Mocus yönteminde kullanılan K (iklim parametresi) sabit bir değer olup Türkiye' deki havzalar için 0,208 alınmaktadır. Akış ve taşkın hesapları için harmonik eğim için denklem (11) kullanılmaktadır. CN eğri numarası toprak ve arazi kullanım durumuna göre ilgili tablolardan hesaplanmaktadır.

Araştırma alanında havza parametreleri verileri şunlardır;

- S (Nehir yatağı harmonik eğim) $= (10/\sum 1/\sqrt{S_i})$ (9)
- S_i =Kesitler arası harmonik eğim
- T_p (Standart Birim Hidrograf için havza gecikme süresi)
- L = Ana kol uzunluğu
- L_c (km) havza ağırlık merkezinin çıkış kesitine uzaklığı

Havza parametre verileri ilgili değerler ve veri temini şekli aşağıda verilmektedir.

- $A=7,4 \text{ km}^2$ (İlgili haritalardan)
- $L=5,5 \text{ km}$ (İlgili haritalardan)
- $L_c=2,5 \text{ km}$ (İlgili haritalardan)
- Yükseklik Farkı=750 m (İlgili haritalardan)
- $CN=75$ (Arazi durumuna göre ilgili tablolardan eğri numarasına göre doymuş zemin için seçilmiştir.)
- $H=960 \text{ m}$ (Yükseklik farkı)
- $S=0,174$ (Harmonik eğim)

2.1.3. Taşkın tekerrür debileri

Taşkın tekerrür debileri için öncelikle akış katsayısına bağlı Havzaya ait S katsayısı Denklem (10) ile belirlenir. Toplanma süresine bağlı çizelge de verilen yağış değerleri Denklem (11) ile akışa çevrilerek, Denklem (12) ile Taşkın tekerrür debileri elde edilir.

$$S \text{ Katsayısı} = ((1000/CN-10).25,4) \quad (10)$$

$$H_t = (P-0.2.S)^{0.2} / (P_t+0.8.S) \quad (11)$$

$$Q \text{ taşkın tekerrür} = Q_p.H_t \quad (12)$$

2.2. Bölgesel ve Noktasal frekans yöntemi

Araştırma alanında istatistik yöntem verileri için Pazar suyu ve Hopa deresi arasında ki havzalarda yer alan 74 adet AĞİ istasyonundan elde edilen veriler kullanılmıştır. İstatistik Yönteme ait veri çalışmaları DSİ tarafından yapılmaktadır. Bölge DSİ tarafından taşkın kayıtları incelenerek ve taşkınların oluşma tarihleri arasında benzerlikleri gözlemlenerek 23 adet homojen alt bölgeye ayrılmıştır. Bu havzalar; Pazarsuyu, Aksu, Yağlı Dere, Gelevera Deresi, Harşit Deresi, Görele Deresi, Akhisar Deresi, Fol Deresi, Galanima Deresi, Sera Deresi, Değirmendere, Yanbolu Deresi, Kara Dere, Sürmene Deresi, Solaklı Deresi, Baltacı Deresi, İyidere, Taşlı dere, Büyükdere, Fırtına Deresi, Araklı Deresi, Abuçağlayan Deresi, Kapistre deresi havzalarıdır. Her havzaya ait Kolmogorov-Smirnov (K-S) uygunluk testi kullanılarak en uygun dağılım fonksiyonu tespit edilmiştir. EK A'da 74 adet akım gözlem istasyonundan 46'sı 10 yıl üzeri veriye sahiptir ve Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi ile en uygun Dağılım fonksiyonları LPT2, LP3, LN3, N, LN2, G, LPT3 ve PT3 olarak belirlenmiştir. Tablo 4'de EK A'da verilen Bölgesel frekans boyutsuz yenilenme değerleri özetlenmektedir.

Tablo 4. Bölgesel frekans boyutsuz yenilenme değerleri (DSİ)

	Boyutsuz Yenilenme değerleri					
	2	5	10	25	50	100
$A=7,2 \text{ (km}^2\text{)}$	1,00	1,5	1,89	2,47	2,98	3,59

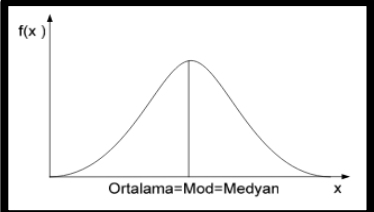
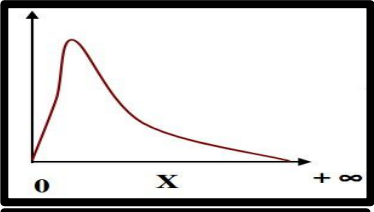
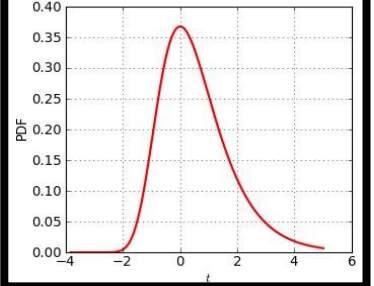
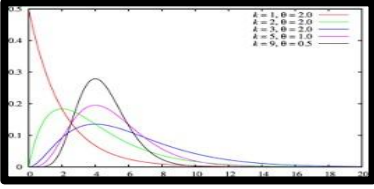
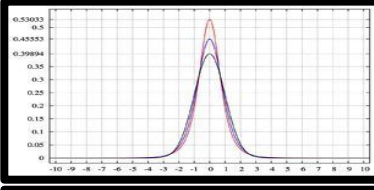
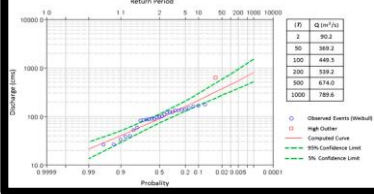
Şekil 2'de verilen Pazarsuyu-Hopa dere havzaları arası alan (km^2)- $Q(\text{m}^3/\text{sn})$ taşkın zarfı eğrisinden 32,8 havza alanına karşılık gelen Q_2 değeri $34 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Bu değer boyutsuz yinelenme değerleri ile çarpılarak yinelenme debileri elde edilmiştir.

Bölgesel taşkın frekans debileri için eğer proje kesiti ana kol üzerinde yer alıyorsa ana kol üzerindeki akım gözlem istasyonlarının seçilmesi, yan kolda yer alan bir projede ise yan kollarda bulunan akım gözlem istasyonlarının seçilmesi önemlidir. 10 yıl ve üstünde gözlem periyodu olan akım gözlem istasyonlarının

dikkate alınması (DSİ Genel uygulama kabulü) yöntemin sonuçları açısından daha sağlıklı sonuçlar vermektedir [19].

Tablo 5'te Dağılım fonksiyonları, hesap yöntemleri ve verilmektedir ND formül (13), LN2 formül (14), GD formül (15), G3 formül (16), LP3 formül (17), LPT3 formül (18) ile verilmektedir.[20]. Araştırma da uygun dağılım fonksiyonunun belirlenmesinde DSİ' de genel olarak kullanılan istatistik yöntem Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testidir. Tablo 6'da teste ait veriler ve koşullar verilmektedir [20]. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi formül (19), (20), (21) ile verilmektedir.

Tablo 5. Dağılım fonksiyonları ve hesap yöntemleri

Normal Dağılım (ND)		
$f(x) = 1/\sqrt{2\pi}\sigma \exp(-1/2*(x-\mu x/\sigma x))$	(13)	
Log-Normal Dağılım (LN2)	(14)	
$f(x) = \{ 1/(x\sigma y\sqrt{2\pi} e) \} \wedge \{-(\ln x - \mu y)^2 / 2\sigma^2 y\}$		
Gumbel Dağılımı (GD)	(15)	
$F(x) = \exp(-e^{-\alpha(x-\beta)})$		
Gama Tip 3 Dağılımı (G3)	(16)	
$f(x) = (x^{k-1} * e^{-(x/\theta)}) / (\theta^k * \Gamma(k)) \quad x, \theta, k > 0$ Burada $\Gamma(k)$, gamma fonksiyonunu temsil eder.		
Log-Pearson Tip 3 Dağılımı (LP3)	(17)	
$f(x) = \frac{1}{\tau(a)} \frac{\Gamma(a)}{\Gamma(b)} \frac{x^{b-1}}{(x+\xi)^{a+b-1}} \exp\left(-\frac{x}{\xi}\right)$		
LPT3 Dağılımı	(18)	
$QT = \log x + K (CsT)^* \log x$		

Tablo 6. U Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi veri ve koşulları

Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi
$F^*(x_i)$; Gözlenen her bir veri için değerler

$F(x_i)$; Bu veriler için kullanılan istatistik dağılımın verdiği değerler

Δ ; Bu iki değer arasında ki fark

$\Delta\alpha$; istatistik kitaplarında yer alan veri sayısına ve α düzeyine göre belirlenen $\Delta\alpha$ değeri $\Delta < \Delta\alpha$ olmalıdır

$$QT = \log x + K (CsT)^* \log x \quad (19)$$

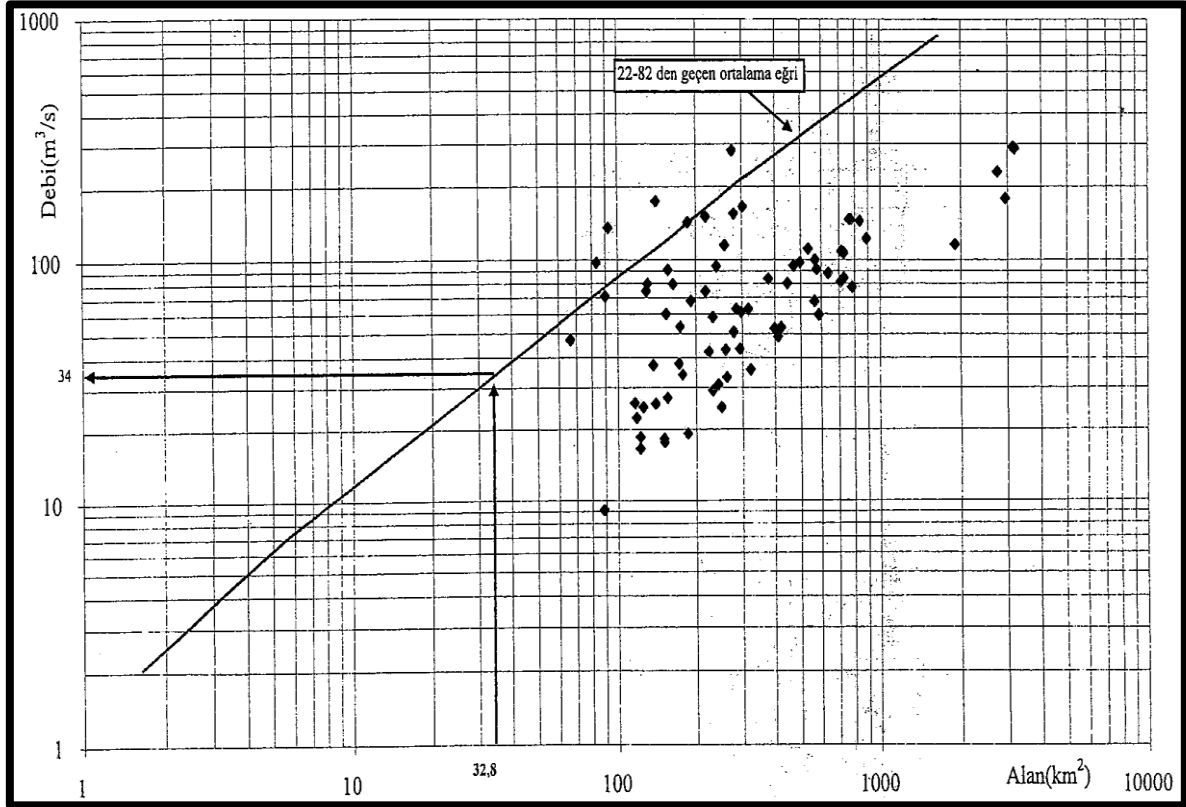
$$F(x) = (i - a) / N + 1 - 2a \quad (20)$$

$$F^*(x_i) = i/N \quad (21)$$

$$\text{Max } \Delta = |F^*(x_i) - F(x_i)| \quad \Delta < \Delta\alpha \text{ olmalıdır}$$

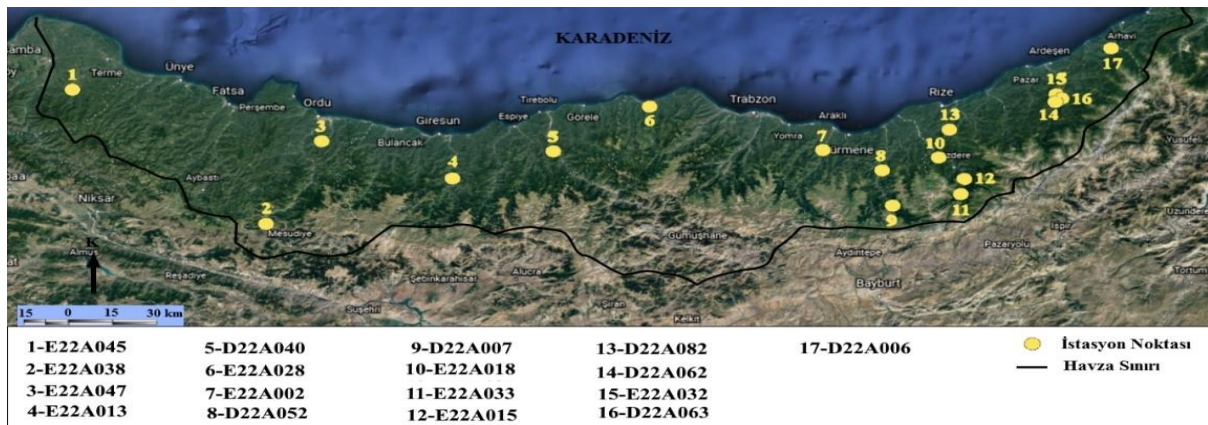
Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi (OÇKT)

$F(x)$; her bir elemanın aşılma olasılığı



Şekil 2. Pazarsuyu-Hopa dere havzaları arası alan (km2)-Q(m3/sn) taşkın zarfı [18]

Şekil 3'de D22A082 numaralı istasyonun Yeri ve Havza sınırları görülmektedir.



Şekil 3. Doğu Karadeniz Havzasında D22A082 İstasyon Yeri ve Havza sınırları (DSİ)

Noktasal Taşkın Frekans debisi aşağıda verilen denklem (22) ile hesaplanmaktadır. [19].

$$Q \text{ Proje Yeri} = (\text{Proj. Y. A.} / \text{AGİ Y.A.})^{0.667} \cdot Q_{22-85} \quad (22)$$

Noktasal Taşkın Frekans analizi için taşkın kesiti belirlenecek yere en yakın olan DSİ 22-85 Nolu Akım Gözlem İstasyonuna ait verileri kullanılmıştır. Büyükköy deresi üzerinde yer alan DSİ 22-85 Nolu Akım Gözlem İstasyonuna ait veriler ve Formül (22) ya göre havza alanı verisine göre Ara Havza Taşıma Oranı tablo 7’ de verilmektedir. Tablo 8’de DSİ 22-85 No akım gözlem istasyonu yinelenme debileri verilmektedir.

Tablo 7. DSİ 22-85 No Akım Gözlem İstasyonuna ait veriler ve Ara Havza Taşıma Oranı (DSİ)

Y.A.	Yıl	UDF	Qmax	Ara Havza Taşıma Oranı
231,2	20	G	101,00	0,099

Tablo 8. DSİ 22-85 No akım gözlem istasyonu yinelenme debileri (DSİ)

	Boyutsuz Yinelenme değerleri					
	2	5	10	25	50	100
A=7,2 (km2)	58,213	82,84	99,146	119,75	135,03	150,02

Formül (22) ye ait ara havza taşıma oranları ve akım gözlem istasyonu debi verileri yerine koyularak Noktasal yinelenme debileri elde edilmektedir.

3. Bulgular

3.1.Sentetik yöntemler

3.1.1.Mocus ve DSİ sentetik yöntem analizleri

Aşağıda tablo 9’ da Mocus ve DSİ Sentetik yöntemine göre ilgili hesaplanan taşkın hidrolojisine ait sonuçlar verilmektedir.

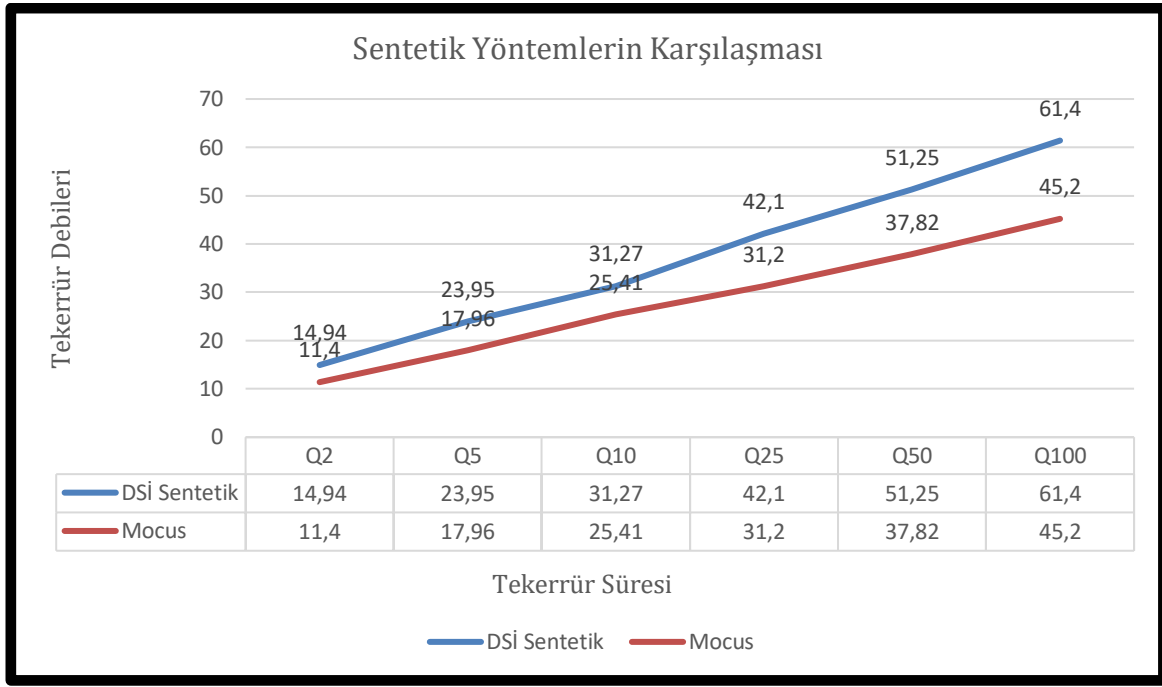
Köyüçü deresi havzasına ait CN akış katsayısı DSİ 22.Bölge müdürlüğü tarafından 75 olarak hesaplanmıştır. S Katsayısı ilgili formül ile 84,67 olarak bulunmuştur. Tablo 10’da DSİ Sentetik ve Mocus yöntemine göre taşkın tekerrür debileri verilmektedir. Şekil 4 ‘de Sentetik yöntem sonuçları karşılaştırılmaktadır.

Tablo 9. Mocus ve DSİ Sentetik yöntemine göre taşkın hidrolojisi sonuçları

Mocus yöntemine göre Köyüçü deresi Taşkın Hidrolojisi	Sonuçlar	DSİ Sentetik yöntemine göre Derecik Köyü Kolu Taşkın Hidrolojisi	Sonuçlar
D (Mocus	1,38	E	33,18
Tp (saat)	1,29	qp	150,69
Qp (m ³ /sn/mm)	0,8	Tp	1,3 (2 saat)
T R(saat)	2,15	Qp	1,1
T	3,44		

Tablo 10. DSİ Sentetik ve Mocus yöntemine göre taşkın Tekerrür Debileri

Tekerrür Süresi	DSİ Sentetik ve Mocus (2 saat için Yağış değerleri-mm)	DSİ Sentetik ve Mocus (2 saat için akış değerleri-mm)	DSİ Sentetik (Debi değerleri-m3/sn)	Mocus (Debi Değerleri)
2	54,91	11,76	12,94(14,94)	9,4 (11,4)
5	69,20	19,95	21,95(23,95)	15,96 (17,96)
10	79,54	26,61	29,27(31,27)	23,41(25,41)
25	93,62	36,45	40,1(42,1)	29,2(31,2)
50	104,84	44,78	49,25(51,25)	35,82(37,82)
100	116,74	54,00	59,40(61,40)	43,20(45,20)



Şekil 4. Sentetik Yöntemlerin Karşılaştırılması

Şekil 4’de görüldüğü üzere DSİ Sentetik Yöntem Sonuçları Mocus Yöntemi sonuçlarından Q2 için %31 oranında, Q5 için %33, Q10 için %23, Q25 için %35, Q50 için %36, Q100 için %35 ‘lık bir artış bulunmaktadır. Yüzde hesaplarında ve şekil 3’de görüldüğü üzere DSİ sentetik yöntem verileri Q10 debisinde doğrusallıktan sapma göstermektedir.

3.2. İstatistik yöntemler

3.2.1. Bölgesel frekans analizi

Ek 1’de Bölgesel frekans analiz sonuçlarına ait boyutsuz yenileme değerleri tablo 4’de özetlenmektedir. İlgili formüllerle 7,2 alana karşılık gelen yinelenme taşkın debileri tablo 11’de hesaplanarak özetlenmektedir.

Tablo 11. Bölgesel frekans taşkın tekerrür değerleri (DSİ)

	Yinelenme taşkın debileri					
	2	5	10	25	50	100
Q2(m3/s) =9,2	9,2	13,8	17,4	22,8	27,5	33,03

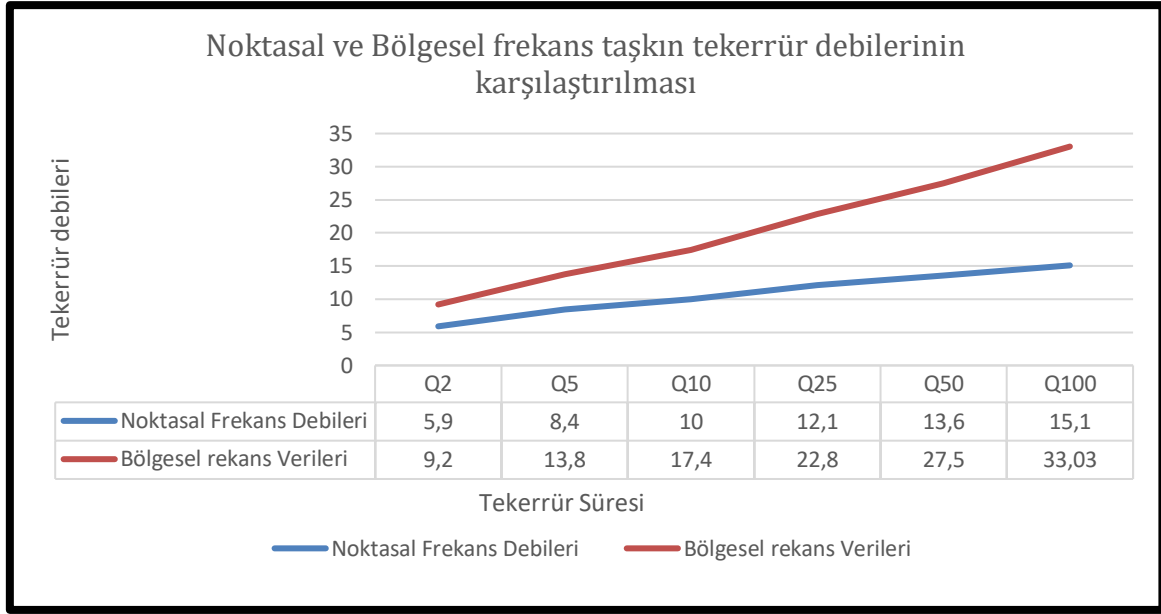
3.2.2. Noktasal frekans analizi

Tablo 12’de Noktasal taşkın tekerrür debileri verilmektedir.

Tablo 12. Noktasal frekans analizi yenileme debileri

	2	5	10	25	50	100
Q	5,9	8,4	10,0	12,1	13,6	15,1

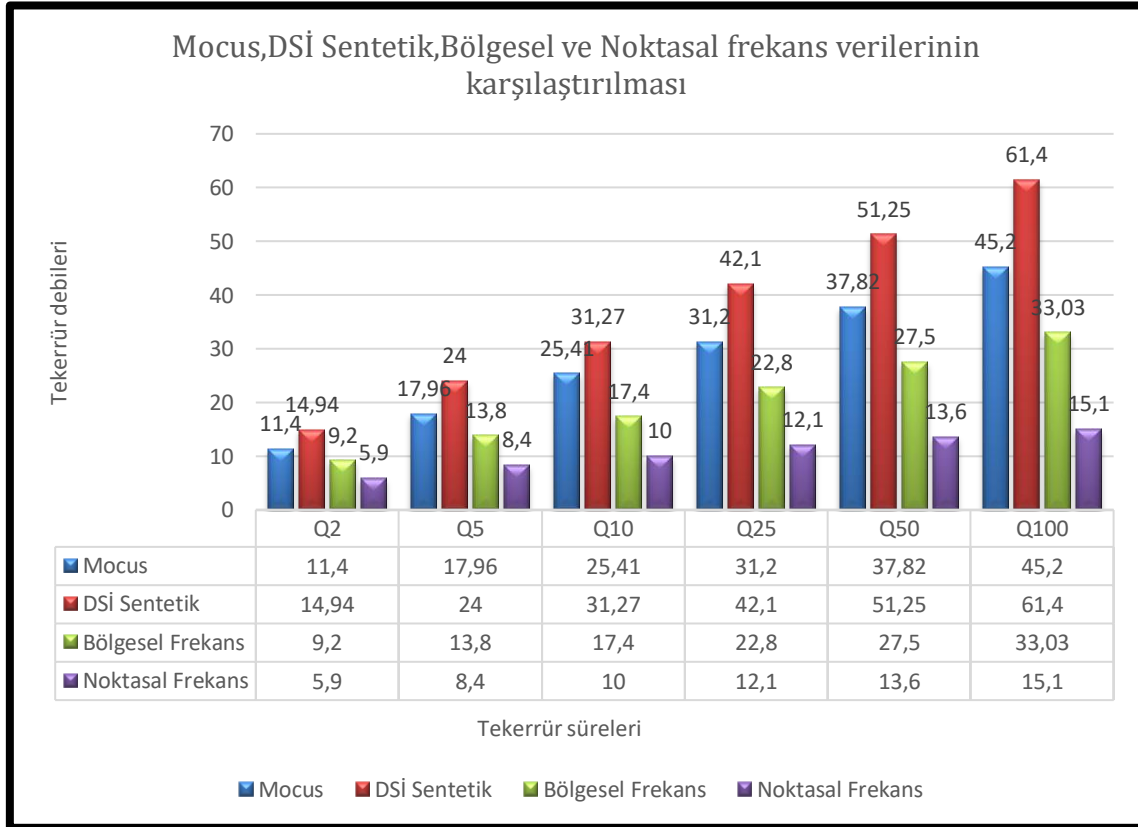
Şekil 5’de Noktasal frekans verileri ve Bölgesel frekans verileri karşılaştırılmaktadır.



Şekil 5.Noktasal frekans verileri ve Bölgesel frekans verileri

Bölgesel frekans verileri sonuçları Noktasal frekans verilerinden Q2 için %55,93, Q5 için %64, Q10 için %74, Q25 için %88, Q50 için %102, Q100 için %119 oranında büyüktür.

Şekil 6'da Sentetik ve İstatistik yöntemler karşılaştırılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde en düşük değer Noktasal frekans veri sonuçları ve en yüksek değer DSİ Sentetik yöntem verileri olduğu görülmektedir. Mocus yöntemi verileri Bölgesel frekans yöntemi verilerinden Q2 için %23, Q5 için %30, Q10 için %46, Q25 için %36, Q50 için %37, Q100 için %36 büyük çıkmıştır.



Şekil 6. Mocus, DSİ Sentetik, Bölgesel ve Noktasal Frekans Yöntemlerinin Karşılaştırılması

4. Tartışma ve Sonuç

Taşkın sahasının netleştirilmesi ve ıslah kesitinin optimum şartlarda belirlenmesi için taşkın analizi ve taşkın debisinin doğru belirlenmesi çok önemlidir. Taşkın debisinin belirlenmesinde en uygun yöntemin ortaya konması için yeterli analiz yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda Akım gözlem istasyonu olan bölgelerde Sentetik ve İstatistik yöntemlerin karşılaştırmalı analizi yapılmalıdır. Bölgesel taşkın frekans yöntemi sentetik yöntem sonuçlarına yön vermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Araştırma sonuçları değerlendirildiğinde Sentetik ve İstatistik yöntem arasında farklılıklar bulunmaktadır. Taşkın kesiti uygulanacak bölüm yerleşim yeri ve tarım arazisi koruma amaçlı olduğundan hidrolik hesap debisi (Q500) formülü ile hesaplanmaktadır. Q 500 taşkın hesap debisini belirleyen en önemli 2 değer Q10 ve Q100 debi değerleridir. Ancak iki yöntem arasında ki farkın Q10 ve Q 100 debi sonuçlarında artış gösterdiği görülmektedir.

Bölgesel frekans analizi için PT3, LPT3, G, LN2, LN, N, LN3, LP3 ve LPT2 dağılımları kullanılarak 50, 100, 200 ve 500 yıllık dönüş aralıklarında taşkın tahmini yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov testi ile Doğu Karadeniz havzasında akım gözlem istasyonlarına ait uygunluk testleri neticesinde %4,05 PT3, %41,9 LPT3, %21,62 G, %13,51 LN2, %1,35 LN, %1,35 N, %2,7 LN3, %8,11 LP3, %1,35 LPT2 dağılımlarının uygun olduğu tespit edilmiştir [18].

Bölgede 74 adet akım gözlem istasyonu ve 23 adet homojen alt bölge bulunmaktadır. Homojen bölgelerin belirlenmesinde kümeleme (cluster) analizi, faktör analizi, temel bileşenler (principal components) analizi gibi çok değişkenli istatistik analiz yöntemleri kullanılmaktadır. [20] Bir bölge içinde verilerin çoğaltması ile örnek sayısında artış nedeniyle, istatistik hatası daha az olabilecek tahminler yapılmaktadır [21].

Araştırmalar bölge tam olarak homojen olmasa bile Bölgesel analizin çoğu zaman tek bir istasyondaki verilerin analizine göre daha güvenilir sonuçlar verdiğini göstermiştir [22]. Bölgesel Taşkın Frekans Analizi yöntemi gözlenmiş debi değerlerine göre hesaplandığı için güvenilir sonuçlar vermektedir. Diğer sentetik yöntemlerle hesaplanan yinelenmeli taşkın debilerinin mukayesesi açısından baz oluşturmaktadır [21].

Proje kesiti ana kol üzerinde yer alıyorsa ana kol üzerindeki akım gözlem istasyonlarının seçilmesi, yan kolda yer alan bir projede ise yan kollarda bulunan akım gözlem istasyonlarının seçilmesi, yöntemin sonuçları açısından daha sağlıklı sonuçlar vermektedir [21]. Ancak Büyükköy Havzasına ait istasyonlar 2211(K),2446 (K) ve 22-85 'dir. Noktasal Frekans analizinde kullanılan 22-62 numaralı Akım Gözlem İstasyonu DSİ'nin akım veri setinde "22-62 (Konaklar)" ifadesiyle verilmektedir ve Konaklar deresi üzerinde yer almaktadır.

Bölgesel Frekans analizi istasyon sayısının fazlalığı hata oranını minimize etmektedir. Ayrıca Araştırma alanında 10 yıl üstü gözlem periyodu %63,51 oranındadır. Matematiksel verilerine bağlı olarak, Türkiye de ki dereler için uygun sonuçlar veren dağılım LPT3 dağılımıdır. [23] Araştırma alanında, LPT3 %42,55 oranında 10 yıl üzerinde gözlem sayısına sahiptir.

Alan ve toplanma süre kriterleri dikkate alındığında Bölgesel Frekans ve Mocus yöntem taşkın tekrerrür debileri birbirine çok yakın çıkmalıdır [7]. Bu çalışmada homojen bölge içerisindeki istasyonların farklı dağılımlara sahip oldukları görülmektedir. Homojen bölge içindeki su yapılarının tasarımı bölgesel analiz yanı sıra, noktasal ölçekte de analizlerin yapılmasına ihtiyaç vardır [24].

Bölgesel frekans analizi sonuçları Sentetik yöntemlerde kullanılacak eğri numarasının seçilmesinde de önemli ölçüde yardımcı olmaktadır [21]. Mocus yöntemi ile Bölgesel frekans verileri arasında ki bu farklılık nedeniyle eğri numarasının yeniden gözden geçirilmesi ve emin olunması durumunda Mocus yöntemi verilerinin dikkate alınması gerekmektedir. DSİ 452 meteorolojik istasyonla gözlem yapmaktadır [25]. Dolayısı ile kırsal alanlarda akarsu üzerinde meteoroloji ve akım gözlem istasyon sayısı seyrek. Gözlemler uzun zaman aralıklarında yapılmaktadır. Ayrıca gerek abak kullanımı gerekse yıllık ölçekte yapılan hesaplamalar mevsimlik ve olay odaklı değişimleri yansıtamamaktadır. Bu durum akış katsayısının kullanıldığı projeler adına kaynak israfı veya risk faktörleri doğurabilmektedir. Havza alanının artışı ile akış katsayısının azaldığı, akış katsayısının havza eğimi ile arttığı tespit edilmiştir. Havza alanının büyümesi; geçiş süresi ve tepki süresi gibi kavramların hesaplarda etkin olması ve havza sistem elemanları ilişkisinin karmaşıklaşması demektir [26]. Günümüzde Uzaktan Algılama ve CBS teknolojileri ile bu bilgiler çok kısa

sürede, daha düşük maliyetlerle ve klasik yöntemlere göre daha objektif ölçütlerle elde edilebilmektedir [27] Araştırma alanında havza alanımız orta büyüklükte olduğundan akış katsayısının seçimi konusunda büyük havzalara göre yanılma payı minimum düzeyde olacaktır. Ayrıca havza arazi özelliklerine göre seçilen eğri numarasının yeniden gözden geçirilmesi ve doğruluğundan emin olunması önemlidir.

Orta büyüklükte, yeterli sayıda akım gözlem istasyonu bulunan Köyiçi Deresi özelinde yapılan taşkın analizinde Bölgesel frekans yöntemi sonuçları ile Mocus yöntemi sonuçlarının birbirine çok yakın çıktığı görülmektedir. Bu iki yöntem sonuçlarından hangisinin taşkın hesap debisi seçileceğine karar verilmesi optimum taşkın kesiti projelendirilmesi açısından çok önemlidir. Yapılan araştırma neticesinde bu seçimi ve nedenlerini şöyle özetleyebiliriz;

- Mocus yöntemi verilerinin doğruluğu için eğri numarası ve akış katsayısının doğru seçildiğinden emin olmak gerekmektedir. Büyük havzalarda akış katsayısını doğru belirlemek geçiş süresi ve tepki süresi gibi parametreler açısından karmaşık olduğu için Bölgesel Frekans yönteminin dikkate alınması önemli görünmektedir. Çalışmada orta büyüklükte bir havza incelendiği için Mocus yöntemi verileri taşkın debisi olarak dikkate alınarak hidrolik hesap yapılmıştır.
- Araştırmada, Bölgesel ve Noktasal frekans yönteminin doğruluğu ile ilişkili negatif ve pozitif sonuçlar şunlardır;

Bölgede Akım gözlem periyodunun 10 yıldan uzun olan akım gözlem istasyonu sayısı fazladır.

Yeterli sayıda akım gözlem istasyonunu mevcuttur

Alt havzaların jeolojik ve meteorolojik özellikleri benzerlik göstermektedir.

Bölgede alt havzalarda uygun dağılım fonksiyonları birbirinden çok farklı çıkmaktadır. Bu nedenle Noktasal frekans değerleri hesaplanmıştır.

Genel olarak LPT3 dağılımının en uygun dağılım olduğu ve 10 yıldan uzun gözlem sayısının en fazla olduğu dağılım olduğu görülmektedir.

Akım gözlem istasyonlarının taşkın çalışması yapılacak dere üzerinde olması önemlidir. Bu açıdan bakıldığında Noktasal frekans frekans yöntemi için Fırtına vadisi üzerinde ki konaklar deresi üzerinde ki akım istasyonun dikkate alındığı görülmektedir.

Araştırma orta büyüklükte ve yeterli akım gözlem istasyonu olan dereler için yapılmıştır. Farklı Büyüklükte ki havzalar için Bölgesel frekans debileri ile Sentetik yöntem verileri arasında ki ilişkinin incelenmesi ve nedenlerinin araştırılması optimum taşkın kesiti belirlenmesi açısından uygulamalara rehber olabilecektir.

Teşekkür

Makale DSİ 22.Bölge Müdürlüğü tarafından 2006 yılında uygulama programına alınan ön planlama projelendirme çalışmalarından üretilmiştir. Bu araştırmada ki veri temini ve yardımlarından dolayı DSİ 22.Bölge Etüt Plan Şube Müdürlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

- [1] Akbaş, H., 2007, Temel Mühendislik Kurs Notları,342, Ankara
- [2] Dölek, İ. 2013. Muş'ta Yaşanan Sel ve Taşkınlara Neden Olan Doğal Faktörlerin Analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, (28), 408-422.
- [3] T.C. Sayıştay Başkanlığı. 2022. Taşkın Risk Yönetimi. Sayıştay Başkanlığı, Ankara.
- [4] Uşkay S., Aksu S. 2002. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler. Türkiye Mühendislik Haberleri, 420-422.
- [5] Bacanlı, Ü. 2006. Taşkın Zararlarını Azaltma, Önleme Yöntemleri ve Denizli İli Örneği. 1. Ulusal Taşkın Sempozyumu, Ankara, 95-106.
- [6] Taşkın Yönetimi,Su Yönetimi, Genel Müdürlüğü, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Ankara,2022,140-16

- [7] Sönmez, O. 2017. Akım Ölçümü Olmayan Nehirlerde Farklı Yağış Akış Modelleri Tekerrürlü Taşkın Debisi Hesabı, Mudurnu Çayı Örneği.
- [8] Nas S.S., Nas E., 2015. Olası Taşkınların Alt Yapı Tesislerine Etkileri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, (31), 411-422
- [9] Kutsal, C., Kumcu, Ş. Y. 2023. Konya İli Taşkın Koruma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler. DSİ Teknik Bülteni, 142, 1-22.
- [10] Yüksek, Ö. 2022. Doğu Karadeniz Havzası'nda Taşkın Sebepleri, Zararları ve Taşkın Yönetimi Çalışmaları. Türk Hidrolik Dergisi.
- [11] Demir, V., Keskin, A. Ü. 2022. Taşkınların Ekonomik Zararlarının Değerlendirilmesi (Samsun-Mert Irmağı Havzası). Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi.
- [12] Sönmez, O., Öztürk, M., Doğan, E. 2012. İstanbul Derelerinin Taşkın Debilerinin Tahmini. SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 16(2).
- [13] Kumanlıoğlu A. A., Ersoy S. B. 2018. Akım Gözlemi Olmayan Havzalarda Taşkın Akımlarının Belirlenmesi: Kızıldere Havzası. Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 20(60).
- [14] Korkmaz, M. 2022. Nehirlerde Taşkın Tekerrür Debisi Hesabı ve Taşkın Risk Değerlendirmesi. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(2), 532-5
- [15] Şarlak N., Tiğrek Ş. 2016. Noktasal Taşkın Frekans Analizi: Göksu Nehri ve Kayraktepe Barajı Vaka Analizi. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31(4), 1095-1103.
- [16] Orsini L., Escalante C., 2016, Flood frequency analysis using synthetic samples, Atmósfera, 299-309
- [17] Trambly Y., Mahdi E., Khalki E., Khedimallah A., Sadaoui M., Benaabidate L., Boulmaiz T., Boutaghane H., Dakhlaoui H., Hanich L., Ludwig W., Meddi M., Saidi M., E., Mah'e G., 2024 , Regional flood frequency analysis in North Africa , Journal of Hydrology, 630
- [18] DSİ 22. Bölge Müdürlüğü Etüt Plan Şube Müdürlüğü 2007. Rize Büyükdere Taşkın Koruma İstikşaf Raporu, Trabzon.
- [19] Gül, G., Membasında Baraj Olan Bir Proje Kesitinin Taşkın Debi Hesaplarının Yapılması. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası E-Bülteni, 11, 2021.
- [20] Yasin A., Karun (İran) Üst Havzasında Taşkın Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 2012
- [21] Erdin, İ., Taşkın Hidrolojisinde Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) Yöntemiyle Taşkın Debi Hesabı, 2024, <https://meteorolojimu.org.tr/wp-content/uploads/2024/09/taskin-hidrolojisinde-btfa-yontemi-ile-taskin-debi-hesabi.pdf> (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- [22] Önöz, B., Bölgesel taşkın frekans analizi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul, 1992
- [23] Curebala, I., Efe, R., Özdemir, H., Soykana A., & Sönmez S., 2015, GIS-based approach for flood analysis: case study of Keçidere flash flood event (Turkey), Geocarto International,
- [24] Saf B., Bacanlı Ü., G., Akım Gözlem İstasyonlarının Taşkın Ölçümlerinin Olasılık Dağılımları, Pamukkale Üniversitesi, TMMOB, <https://eski.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11137.pdf> (Erişim Tarihi: 15.06.2025)

- [25] Çiçekli, İ., Ataol, M., Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım. Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD, 7, 1, 51-64.
- [26] Pektaş, A.O., Büyük Havzalarda Akış Katsayısının Hesaplanması, Doktora Tezi, İTÜ, 2012.
- [27] Öztürk, D., Şişman, A., Maraş, E.E. ve Şişman, Y., SamsunAtakum'da arazi kullanımı/arazi örtüsündeki değişimlerin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi. *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 3-5 Kasım 2010, Ankara.

Ekler

Ek A. Pazar suyu -Hopa dere arası havzaları Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (DSİ)

2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
25,722	35,477	41,971	50,217	56,374	62,562	1,00	1,38	1,63	1,95	2,19	2,43
62,783	77,792	86,53	96,553	103,41	109,82	1,00	1,24	1,38	1,54	1,65	1,75
77,232	82,31	83,674	84,444	84,707	84,839	1,00	1,07	1,08	1,09	1,10	1,10
79,954	103,39	118,26	136,49	149,71	162,71	1,00	1,29	1,48	1,71	1,87	2,04
143,76	210,38	269,51	364,89	453,7	560,33	1,00	1,46	1,87	2,54	3,16	3,90
42,236	52,368	59,077	67,552	73,84	80,082	1,00	1,24	1,40	1,60	1,75	1,90
280,98	289,59	291,63	292,7	293,03	293,17	1,00	1,03	1,04	1,04	1,04	1,04
97,352	138,28	165,39	199,63	225,03	250,25	1,00	1,42	1,70	2,05	2,31	2,57
74,267	130,13	167,11	213,84	248,5	282,91	1,00	1,75	2,25	2,88	3,35	3,81
150,03	336,39	459,79	615,69	731,35	846,16	1,00	2,24	3,06	4,10	4,87	5,64
58,213	82,84	99,146	119,75	135,03	150,2	1,00	1,42	1,70	2,06	2,32	2,58
97,416	129,47	153,36	186,77	214,06	243,54	1,00	1,33	1,57	1,92	2,20	2,50
94,006	148,88	196,44	271,87	340,88	422,53	1,00	1,58	2,09	2,89	3,63	4,49
50,876	72,988	87,627	106,12	119,85	133,47	1,00	1,43	1,72	2,09	2,36	2,62
164,96	278,89	354,32	449,62	520,32	590,5	1,00	1,69	2,15	2,73	3,15	3,58
60,021	91,819	117,54	155,95	189,26	226,92	1,00	1,53	1,96	2,60	3,15	3,78
146,35	200,11	253,29	345,79	437,37	553,13	1,00	1,37	1,73	2,36	2,99	3,78
135,14	223,63	288,13	375,02	442,84	512,76	1,00	1,65	2,13	2,78	3,28	3,79
174,33	233,79	258,42	280,23	292,12	301,39	1,00	1,34	1,48	1,61	1,68	1,73
90,717	135,13	166,43	207,87	239,9	272,95	1,00	1,49	1,83	2,29	2,64	3,01
142,35	228,31	292,62	381,59	453,19	529,11	1,00	1,60	2,06	2,68	3,18	3,72
70,982	126,98	164,06	210,91	245,67	280,16	1,00	1,79	2,31	2,97	3,46	3,95
47,204	59,732	66,222	72,9	77,017	80,545	1,00	1,27	1,40	1,54	1,63	1,71

2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
74,456	88,072	92,799	96,375	98,028	99,142	1,00	1,18	1,25	1,29	1,32	1,33
67,9	125,17	174,66	251,65	320,12	399,18	1,00	1,84	2,57	3,71	4,71	5,88
24,778	30,063	32,827	35,776	37,677	39,389	1,00	1,21	1,32	1,44	1,52	1,59
16,612	20,099	21,275	22,071	22,388	22,575	1,00	1,21	1,28	1,33	1,35	1,36
81,182	108,77	126,89	149,67	166,54	183,39	1,00	1,34	1,56	1,84	2,05	2,26
106,89	153,83	184,92	224,19	253,32	282,24	1,00	1,44	1,73	2,10	2,37	2,64
84,152	149,73	232,23	415,79	646,42	1005,5	1,00	1,78	2,76	4,94	7,68	11,95
19,17	23,35	25,50	27,73	29,10	30,30	1,00	1,22	1,33	1,45	1,52	1,58
33,12	49,60	66,23	96,10	126,76	166,70	1,00	1,50	2,00	2,90	3,83	5,03
17,61	25,57	30,85	37,51	42,46	47,36	1,00	1,45	1,75	2,13	2,41	2,69
18,584	31,481	45,857	74,375	106,54	151,98	1,00	1,69	2,47	4,00	5,73	8,18
43,021	62,464	75,911	93,466	106,88	120,61	1,00	1,45	1,76	2,17	2,48	2,80
88,202	129,46	158,22	195,99	225	254,78	1,00	1,47	1,79	2,22	2,55	2,89
29,15	41,567	49,788	60,175	67,881	75,53	1,00	1,43	1,71	2,06	2,33	2,59
53,034	74,426	95,656	132,95	170,25	217,85	1,00	1,40	1,80	2,51	3,21	4,11
53,381	86,031	115,73	164,75	211,46	268,46	1,00	1,61	2,17	3,09	3,96	5,03
27,254	39,13	46,992	56,926	64,296	71,612	1,00	1,44	1,72	2,09	2,36	2,63
91,445	120,57	140,54	165,68	184,13	202,16	1,00	1,32	1,54	1,81	2,01	2,21
30,927	44,816	55,37	70,274	82,604	96,011	1,00	1,45	1,79	2,27	2,67	3,10
99,77	154,06	193,34	246,32	288,06	331,53	1,00	1,54	1,94	2,47	2,89	3,32
25,936	57,553	87,306	136,19	181,41	234,85	1,00	2,22	3,37	5,25	6,99	9,06
37,728	73,087	99,707	134,87	161,4	187,92	1,00	1,94	2,64	3,57	4,28	4,98

2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
67,5	83,79	91,3	98,24	102,09	105,1	1,00	1,24	1,35	1,46	1,51	1,56
33,99	49,21	59,28	72,02	81,46	90,84	1,00	1,45	1,74	2,12	2,40	2,67
146,18	172,20	189,43	211,20	227,34	243,37	1,00	1,18	1,30	1,44	1,56	1,66
83,449	116,69	140,64	173,19	199,18	226,55	1,00	1,40	1,69	2,08	2,39	2,71
122,07	254,7	374,13	563,91	734,67	932,3	1,00	2,09	3,06	4,62	6,02	7,64
108,37	167,88	211,9	272,28	320,36	371,1	1,00	1,55	1,96	2,51	2,96	3,42
62,911	98,755	128,6	174,4	214,98	261,78	1,00	1,57	2,04	2,77	3,42	4,16
59,68	79,34	92,35	108,8	121	133,11	1,00	1,33	1,55	1,82	2,03	2,23
43,38	53,64	59,28	65,41	69,4	73	1,00	1,24	1,37	1,51	1,60	1,68
94,47	122,67	137,42	153,15	163,3	172,43	1,00	1,30	1,45	1,62	1,73	1,83
35,682	71,814	103,52	152,93	196,67	246,68	1,00	2,01	2,90	4,29	5,51	6,91
61,065	108,58	147,67	205,89	255,78	311,6	1,00	1,78	2,42	3,37	4,19	5,10
110,85	222,37	304,86	412,97	494,14	575,04	1,00	2,01	2,75	3,73	4,46	5,19
52,342	89,257	117,79	155,88	184,87	213,97	1,00	1,71	2,25	2,98	3,53	4,09
37,182	62,989	80,075	101,66	117,68	133,58	1,00	1,69	2,15	2,73	3,16	3,59
114,83	200,81	255,09	320,66	367,21	411,98	1,00	1,75	2,22	2,79	3,20	3,59
115,51	184,25	246,97	351,15	450,62	572,48	1,00	1,60	2,14	3,04	3,90	4,96
24,853	36,119	45,106	58,412	69,843	82,704	1,00	1,45	1,81	2,35	2,81	3,33
290,18	474,12	659,42	994,22	1340,4	1794,7	1,00	1,63	2,27	3,43	4,62	6,18
48,711	66,103	78,134	93,93	106,1	118,67	1,00	1,36	1,60	1,93	2,18	2,44
18,292	28,187	35,818	46,752	55,879	65,838	1,00	1,54	1,96	2,56	3,05	3,60
9,1298	10,267	10,627	10,864	10,958	11,011	1,00	1,12	1,16	1,19	1,20	1,21
229,8	343,23	423,33	529,51	611,71	696,59	1,00	1,49	1,84	2,30	2,66	3,03
22,377	41,158	61,172	99,309	140,69	197,16	1,00	1,84	2,73	4,44	6,29	8,81
178,12	188,15	195,94	206,66	215,1	223,85	1,00	1,06	1,10	1,16	1,21	1,26
287,54	349,72	390,88	442,89	481,48	519,78	1,00	1,22	1,36	1,54	1,67	1,81
154,28	297,9	443,5	707,91	980,82	1337	1,00	1,93	2,87	4,59	6,36	8,67
79,779	105,55	127,38	160,95	190,82	225,34	1,00	1,32	1,60	2,02	2,39	2,82
79,649	128,57	170,3	235,72	294,74	363,84	1,00	1,61	2,14	2,96	3,70	4,57