



Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi <https://dergipark.org.tr/tr/pub/vyuumfd>



Ceyhan Havzası'nın Taşkın Frekans Analizi

Zaid Adil Abdulsahib AL-QAZZAZ^{a,*}, Yasin PAŞA^b

^aİnş. Müh. Böl., Müh. ve Mim. Fak., İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6318-1289

^bİnş. Müh. Böl., Müh. ve Mim. Fak., İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2104-9746

ÖZET

Taşkın frekans analizi, nehirlerde belirli tekrarlanan veya potansiyel eşdeğer akış hızlarını elde etmeye yönelik bir yöntemdir. Hidrolik yapılar bu şekilde ekonomik olarak tasarlanır ve değerlendirilir. Bu çalışmada Ceyhan Havzası civarındaki Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) gözlemlenen akışa göre periyodik maksimum akış hızları istatistiksel bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu makalede, çeşitli dönüş aralıklarında için 50, 100, 200 ve 500 yıllık, Normal, GEV ve Pearson aileleri dağılımları kullanarak debileri hesaplanmıştır. Ayrıca normal dağılım (N) en düşük debi değerlerini vermiştir. Ek olarak, lognormal dağılım (LN) ve pearson 3 (P3) dağılımları ile en yüksek debi değerleri hesaplanmıştır. L-moment testi sonucunda, genelleştirilmiş ekstrem değer (GEV) dağılımı en uygun dağılım olarak belirlenmiştir. Ceyhan havzasındaki istasyonların yıllık pik debi değerlerine Kolgomorov-Smirnov (K-S) testi uygulandığında, lognormal 3 (LN3) ile genelleştirilmiştir ekstrem değer (GEV) en uygun dağılım olarak bulunmuştur. Olasılık Çizgisi Korelasyon Çizgisi (PPCC) testi ise normal dağılım (N), pearson 3 (P3) ve ekstrem değer dağılımları en uygun dağılım olarak elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ceyhan Havzası, Taşkın Frekans Analizi, Trend Analizi, Bölgesel Taşkın Analiz

Flood Frequency Analysis of Ceyhan Basin

Zaid Adil Abdulsahib AL-QAZZAZ^{a,*}, Yasin PAŞA^b

^aDep. of Civil Eng., Faculty of Eng., İstanbul Gelişim University, İstanbul, Turkey, ORCID: 0000-0002-6318-1289

^bDep. of Civil Eng., Faculty of Eng., İstanbul Gelişim University, İstanbul, Turkey, ORCID: 0000-0003-2104-9746

ABSTRACT

Flood frequency analysis; it is a method for obtaining certain repeated or potential equivalent flow rates in rivers. Hydraulic structures are designed and evaluated economically in this way. In this study, periodic maximum flow rates according to the observed flow of the Flow Observation Stations (AGİ) around the Ceyhan Basin are used as a statistical method. In this article, flow rates were calculated using Normal, GEV and Pearson family distributions for various return intervals of 50, 100, 200 and 500 years. Additionally, normal distribution (N) gave the lowest flow rate values. In addition, the highest flow values were calculated with lognormal distribution (LN) and Pearson 3 (P3) distributions. As a result of the L-moment test, generalized extreme value (GEV) distribution was determined as the most suitable distribution. When the Kolgomorov-Smirnov (K-S) test was applied to the annual peak flow values of the stations in the Ceyhan basin, the lognormal 3 (LN3) and generalized extreme value (GEV) were found to be the most suitable

distributions. The Probability Line Correlation Line (PPCC) test found the normal distribution (N), Pearson 3 (P3) and extreme value distributions to be the most suitable distributions.

Keywords: *Ceyhan Basin, Flood Frequency Field, Trend Analysis, Regional Flood Analysis*

1.GİRİŞ

Dünya haritası göz önüne getirildiğinde görülen maviliklerin sadece yüzde 2,5'i tatlı sudur. Bu suyun yüzde 70'i buzullar içinde saklanmaktadır. Yeryüzündeki tüm su 5 litrelik bir şişeye konacak olursa, insanların ulaşabileceği temiz su miktarı yalnızca 1 çorba kaşığı olacaktır [1]. Bugün dünyada 2,7 milyar insan, yılın en az bir ayında su kıtlığı olan havzalarında yaşamaktadır. 2050'de dünya nüfusunun % 40'ından fazlası kurak bölgelerde yaşamaları beklenmektedir [2]. Kuraklık yağışların yeterli olmadığı durumda meydana gelen doğal bir afettir. Bunun karşısında şiddetli ve ani yağışların meydana getirdiği taşkınlar da insanlara zarar verebileceğinden doğal afetler arasında yer almaktadır [4].

Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletilen Adana ve çevresindeki 53 yağış algılama istasyonunun yıllık en aşırı yağış değerleri görünmektedir, 18 yıldan uzun bir rekor periyotla, iletim parametrelerini ölçmek için L-moment prosedürü kullanılarak bölgesel tekrarlar araştırması ile ilişkilendirilmiştir. Homojen bölgeleri karakterize etmek için L-momentlere dayalı Liste Dalgalanma Stratejisi kullanılmıştır. Elde edilen homojen bölgelere Genelleştirilmiş Tipik, Genelleştirilmiş Olağanüstü Değer, Genelleştirilmiş Hesaplanmış, Genelleştirilmiş Pareto, Pearson Sıralaması 3 ve Wakeby iletimleri uygulanarak tekrarlar değerleri elde edilmiştir. Nokta konum denklemi olarak, yazıda yaygın olarak kullanılan Orta, Hosking, Gringorten, Hazen ve Cunnane denklemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, Hosking nokta pozisyon denklemini kullanarak l-moment stratejisi ile parametrelerini elde ettiğimiz Genelleştirilmiş Hesaplamalı (GLO) yayılımın, inceleme kapsamında kullandığımız 53 yağış gözlem istasyonunun bilgileriyle uyumlu olduğuna karar verilmiştir.[3].

Taşkın, dünya çapında can ve mal kaybı açısından incelendiğinde sismik sarsıntılardan sonra can ve mal kaybına en fazla neden olan karakteristik afetlerdir. Taşkınlar öngörmek ve bunlara karşı önlem almak için kullanılan en önemli bilgi akarsu akış hızlarıdır. Dalgalanma akış hızları, istatistiksel stratejiler kullanılarak akarsu akış hızlarından hesap olabilmektedir. Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi ülkemizde de akarsu bilgisi açısından yoksul bölgeler bulunmaktadır. Bu aralıklardaki kaselerin akarsuları farklı stratejiler kullanılarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada, bahsedilen stratejilerden biri olan L-moment stratejisi ile Doğu Karanlık Okyanus Kasesi'ndeki alt havzaların dalgalanma akış hızlarının hesaplanması amaçlanmıştır. Bu nedenle kase içindeki akarsu algılama istasyonlarına bölgesel incelemeler bağlanmış, en makul bölgesel yayılma belirlenmiş ve bu yayılmaya uygun stratejiler kullanılarak farklı tekrarlar periyotlarına sahip dalgalanma akış hızları hesaplanmıştır [5].

Taşkın tekrarı araştırması, su yapıları planı, düzenleme ve dalgalanma kontrol planı içinde son derece önemlidir. Taşkın tekrarı incelemesinin kritik adımlarından biri, bilgi için uygun bir yayılma gösterisini ve parametrelerini değerlendirmektir. Bu düşüncede, olasılık yayılma kapasitelerinin parametrelerini ölçme ve geleneksel en büyük olasılık stratejisi (MLM) ve dakikalar stratejisi (Mother) ile karşılaştırmak için optimizasyon tabanlı DEoptim hesaplaması önerilmiştir. Doğu Karanlık Okyanus Çanağı'nda bulunan 2 istasyonun yıllık en büyük akış bilgileri kullanılmıştır. Dalgalanma tekrarı akışlarını değerlendirmek için Gamma, Weibull, Lognormal, Hesaplanmış ve Tipik olasılık iletimleri kullanılmıştır. Kolmogorov-Smirnov (KS) testi, acımasız kare hatası (MHK), Kling-Gupta etkinlik katsayısı (KGE), acımasız tam hata (OMH), Nash-Sutcliffe verimlilik katsayısı (NSE) ve Akaike veri tabanı (AIC) testleri, en uygun olasılık yayılmasını belirlemek için kullanılmıştır. Sonuçlara katılarak, DEoptim stratejisinin, MLM ve MOM yöntemlerine kıyasla olasılık yayılımı çalışma parametrelerini değerlendirmede daha başarılı bir strateji olduğu bulunmuştur [6].

Kuraklık dönemi çoğunlukla yağışın kaydedilen normal seviyelerin altında kaldığı, toprak ve su varlıklarını olumsuz yönde etkileyen bir yer olarak nitelendirilmektedir. Her gün

moo akışı dosyaları çoğunlukla kurak mevsim araştırmaları için kullanmıştır. Bu değerlendirmede, Yeşilirmak çanağında Kale, Sütluçe, Gümeleönü, Artova ve Alpudere Kasabası istasyonlarında bulunan E14A002, E14A014, E14A018, D14A062 ve D14A106 akış algılama istasyonlarına yer veren günlük verileri içeren 7 ve 30 günlük moo akışı bilgileri kullanıldı. 31 yıllık veriler kullanılarak öncelikle akış dönemi çizelgeleri çizildi ve bu çizelgelerden Q90, Q95 ve Q99 akışları incelenerek moo akışları belirlenmektedir. Bu noktada, 7 ve 30 günlük moo akışları için 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık tekrar akışları değerlendirildi. Yazıda moo akışlarında düzenli olarak ele alınan Tipik, Lognormal ve Gumbel olasılık dağılımları kullanmıştır. En uygun olasılık dağılımına karar vermek için Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi yapılmıştır. Tüm dağılımlar %90 ve %95 gerçek merkeziet seviyelerinde defnedilmiştir. Son olarak, bilgiler Mann-Kendall ve Spearman'ın Rho sürüklenme incelemesine tabi tutuldu ve 7 günlük moo akışları için Sütluçe ve Artova istasyonlarında ölçülebilir derecede dikkate değer bir azalan sürüklenme izlenmiştir.[7].

İnsanlar eskiden günümüze kadar doğal afetler arasında onlara en büyük zararı veren taşkınları meydana getiren farklı bileşenleri anlamaya çalışarak can ve mallarını korumaya çaba gösterdiklerine dair tarihi kanıtlar vardır [9].

Yerel hava değişikliği küresel ölçekte gerçekleşmesine rağmen, sonuçları tipik olarak konumdan konuma değiştirmektedir. Küresel yerel hava alternatif nedenler, hidrolojik sistemi, yani suyun buharlaşma ve yağış yoluyla döngüsünü etkilemek suretiyle bazı yerlerde kuraklıklara neden olmaktadır [10].

Ceyhan ve Seyhan havzaları için bölgesel taşkın frekansı değerlendirmesini yaparak, uygunluk testler sonucunda daha doğru taşkın tahminleri yapacak dağılımlar belirlemiştir. Alanı homojen alanlara ayırmak için Wiltshire kullanılarak geliştirilen çarpıklık katsayısına ve parametre tahmini için moment ve olasılık ağırlıklı momentlerin yaklaşımına dayalı tekniği kullanmıştır. Wakeby dağıtımının genellikle homojen alt bölgeler için mükemmel uyum sağladığı elde etmiştir [11].

Türkiye'deki akarsularda maksimum, orta ve düşük akımlar incelenmiştir. Türkiye'nin 26 nehir havzasında her gün 24 adet şamandıra kaydı 100 ölçüm istasyonu kullanılmaktadır. Bu çalışmada, parametrik bir T testi ve parametrik olmayan Mann-Kendall testi senelik en büyük, ortalama, 1 günlük ve 7 günlük akışlar için kullanılmıştır. Birkaç istasyonun yanı sıra, eğilimin normalde zaman içinde bir düşüş yolunda olduğu tespit edilmiştir [12].

Geleneksel Büyük Menderes ve Küçük Menderes havzalarını sadece bir bölge olarak tanımlamış ve bu yerde toplam kırkbeş Akış Gözlem İstasyonunun (AGİ) verileri incelemiştir. Student-t ve Dalrymple metodunu kullanarak homojen olmayan istasyonlar tanınmıştır [13].

Karun (İRAN) üst Havzası'nda 14 adet AGİ ölçümlerinden yararlanılarak taşkın analizi yapılmıştır. Önce uygunluk testi kullanarak en uygun dağılımları bulmuştur. Buna ek olarak, bu bölgedeki AGİ ölçümlerinin trendi (gidiş) olup olmadığını kontrol etmiştir. Karun Üst Havzasını homojen bölgelere bölerek bölgesel inceleme yapılmıştır. Bu araştırmada, homojen alanlara karar vermek için Wiltshire stratejisi kullanılmıştır. Ayrıca, Mevsimsellik Analizi, göreceli tekrarlama inceleme stratejileriyle uygulanmıştır [14].

Göksu havzasının taşkın frekansı analizini L-moment metodunu kullanarak yapmıştır. Homojen olarak belirlenen on istasyonun senelik en büyük akışlarına Genelleştirilmiş Lojistik, Genelleştirilmiş Uç Değer, Genelleştirilmiş Normal dağılım, Pearson Tip üç, genelleştirilmiş pareto dağılımları uygulamış ve uygun dağılımın bir zamanlar genelleştirilmiş üç değer dağılımı olduğuna karar vermiştir [15].

Bu çalışmada, Ceyhan Havzası'nın uzun süreli AGİ ölçümlerini kullanarak havza için en uygun dağılımı elde edilmiştir. Buna ek olarak, bu bölgede akışların uzun zaman diliminde gidişatının değişip değişmediği incelenmiştir. Çeşitli uygunluk testi yapılarak, bu havzadaki akış ölçümleri için en uygun istatistik dağılımlar belirlenmiştir. Ayrıca çeşitli dönüş aralıklarında taşkın tahminleri yapılarak taşkınların modifikasyonları ve yaygınlık durumları incelenmiştir. Taşkın eskisinden daha yıkıcı hale geldiğini görülmüştür. Bu nedenle mühendisler olarak bizim görevimiz riskleri en aza indirmeye çalışmak olmalıdır. Bu çalışmada, taşkın miktarını hesaplamak ve gelecekte nasıl olabileceklerini tahmin etmek için en modern teknikler ve istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Ölçülen sonuçların hem tablolarından hem de harita üzerinden okunabileceği mümkündür. Bu özelliği veren literatürde ilk çalışmadır [16].

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Bu araştırmada, her istasyonun yılın anlık pik debileri üzerinde literatürde önerilen yöntemler uygulanarak incelenmiştir. Bu bölümde kullanılan yöntem verilmiştir.

2.1 Verilerin İstatistiksel Analizi

Dağılımın merkezi, merkezin etrafındaki açıklığın boyutları ve dağılımın çarpıklığı parametrelerin belirli değerleri kabul edilmiş gibi görünmemektedir. Çünkü artık tüm toplumda görünmek uygun değildir [17]. Bu durumda, gerçeğe uygun değere en yakın olanı teşvik etmek için faydalı modelden bir tahmin oluşturulmaktadır. Tahminin sonucu olarak elde edilen değerlere istatistik söylenmektedir. İstatistiksel momentler ve L-moment stratejileri ağırlıklı olarak tahmin yöntemlerinde uygulanmaktadır [18].

2.2 Taşkınlar İçin Önemli Olasılık Dağılımları

Her olasılık dağılım özelliğinin belirli bir miktarda parametresi sahiptir. Özel metodlar ile kullanışlı örnekten tahmin edilmektedir [19].

2.3 Olasılık Dağılımları

İfade etkilerine çok uygun olan olasılık dağılım özelliği, istatistiksel yöntemler kullanılarak karşılaştırılan bilmektedir [20].

Normal dağılım için:

$$X_p = \mu_x + Z_p \sigma_x \quad (1)$$

Z_p : Standart sıradan değişim e.d.f.

Log- normal dağılım için:[21].

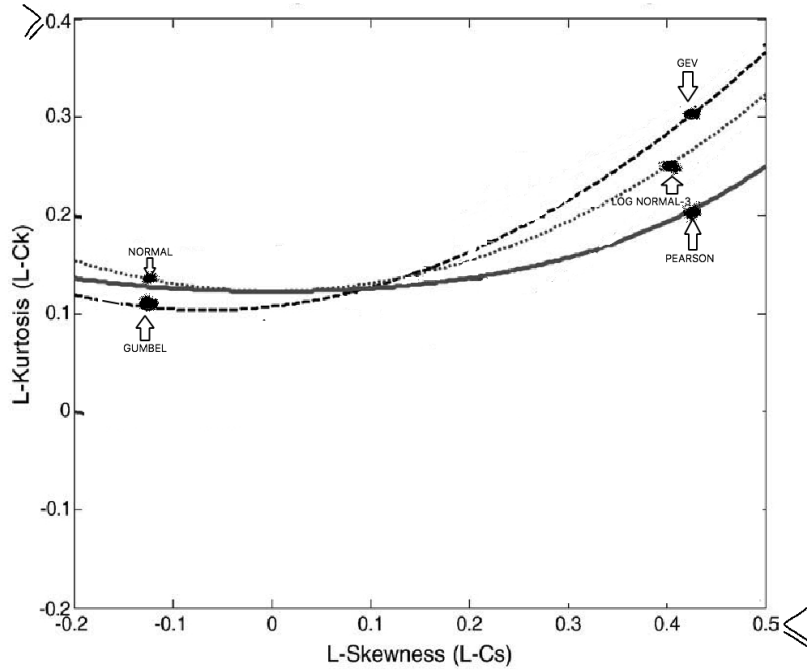
$$X_p = \exp(\mu_Y + Z_p \sigma_Y) \quad (2)$$

Üç parametrelili Log- normal dağılım için: [22].

$$X = X_0 + \exp(Y) \quad (3)$$

2.3.1 L-moment testi

Momentleri birçok olasılık dağılımı için uygulanmıştır (Şekil 1). İşaretlenen nokta dağılım eğrisine en yakın olan nokta hangisi olursa olsun, bu dağılım uygun olarak belirlenmiştir [23].



Şekil 1. L moment için çizilen diyagramı [8].

2.3.2 Kolmogorov smirnov (K-S) testi

Kolmogorov-Smirnov'daki test kayıtları, belirlenmiş bir getirilmiş frekans dağılımının bir terörist dağılımına uygunluğunu test etmek için kullanılanlara bir göz atmaktadır [24].

$$D = \max |F(x_i) - F^*(x_i)| \quad (4)$$

Burada, $F(X_i)$, x_i ye karşılık gelen seçilen teorik toplamsal dağılım fonksiyonunun ordinatıdır [25].

2.3.3 Probability plot correlation coefficient (ppcc) testi

Bu test, ki-kare ve önceki uygulanan (K-S) testlerinden daha avantajlıdır. Başka bir deyişle, boş hipotezde seçilen dağılım toplumun dağılımına göre kesinlikle benzersiz, boş spekülasyonun zamana bağlı olması muhtemeldir [26]. Belirli formül kullanılarak hesaplanmıştır [27].

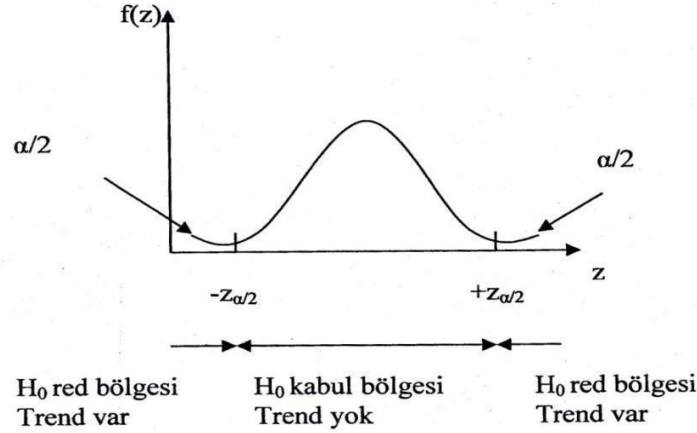
$$r = \frac{n \times \sum y - \sum x \sum y}{\sqrt{n \times \sum x^2 - \sum x^2} \times \sqrt{n \times \sum y^2 - \sum y^2}} \quad (5)$$

İki değişkenin -1 ile $+1$ ($-1 \leq r \leq +1$) arasında değişir. $R = 0$ olduğunda değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmadığı ifade edilmektedir [28].

2.4 Gidiş (Trend) Analizi

Gidiş, bir dönem düzenlemesinde, bir değişkenin gerçekten kalıcı bir artış veya tutarlı bir azaltma gösterdiğini ifade etmektedir (Şekil 2). Trend incelemesi parametrik testler ve parametrik olmayan olgusal testlerle tamamlanmaktadır [29]. T ve F testleri parametrik testlerin örnekleridir ve Sıralı Dönüşüm testi, Mann-Kendall, Ardışık Mann-Kendall testleri parametrik olmayan testler için model olarak verilebilmektedir[30]. Bu testlerden en etkileyici ve en düzenli uygulanan, parametrik olmayan bir test olan Mann-Kendall testidir. Mann-Kendall testi parametrik olmayan bir testtir. Böylelikle bu test, rastgele değişkenin dağılımından bağımsızdır denilebilmektedir. Bir

zaman serisinde trend olup olmadığı 0 hipotezi ile; “H₀ : Trend yok” ile kontrol edilmektedir [31].



Şekil 2. Mann-Kendall için gösteren hipotezleri.

2.5 Bölgesel Taşkın Frekansı Analizi

Bir havzadaki tüm istasyonlar benzer iklim koşullarına ve coğrafi vurgulara sahip olmadığından, benzer bir taşkın tekrarı sirkülasyonu seçmek doğru değildir. Kesin ve hassas sonuçlar verecek rekürrens araştırması için, erişilebilir hidrolojik bilgiler yeterince uzun olmalıdır [32]. Bir istasyon öncülüne ilişkin erişilebilir bilgiler genel olarak yeterli değildir. Bölgesel rekürrens incelemesinde önemli olan bir diğer unsur, yerel olarak kabul edilen istasyonların topografik olarak bitişik veya yakın olması için herhangi bir ön koşulun bulunmamasıdır [33].

$$C_v \bar{+} 1,96[C_v^2(1+2C_v^2)/2n]^{0,5} \quad (6)$$

0,05 anlamlılık düzeyinde ve 0 hipotezinin ile çalışmalar yapılmıştır [34].

$$F = \frac{c1^2}{c2^2} \quad (7)$$

Kayıtların dağılımının n1-1, n2-1 serbestlik kademeli F dağılımı olduğu kabul edildiğinden, seçilen gruplama formunun istatistiksel olarak büyük olup olmadığı F dağılım tablosunun kullanılmasıyla araştırılmıştır [35].

$$S = \sum J \frac{(Cvj-Cvj2)^2}{varc_{vj}} \quad (8)$$

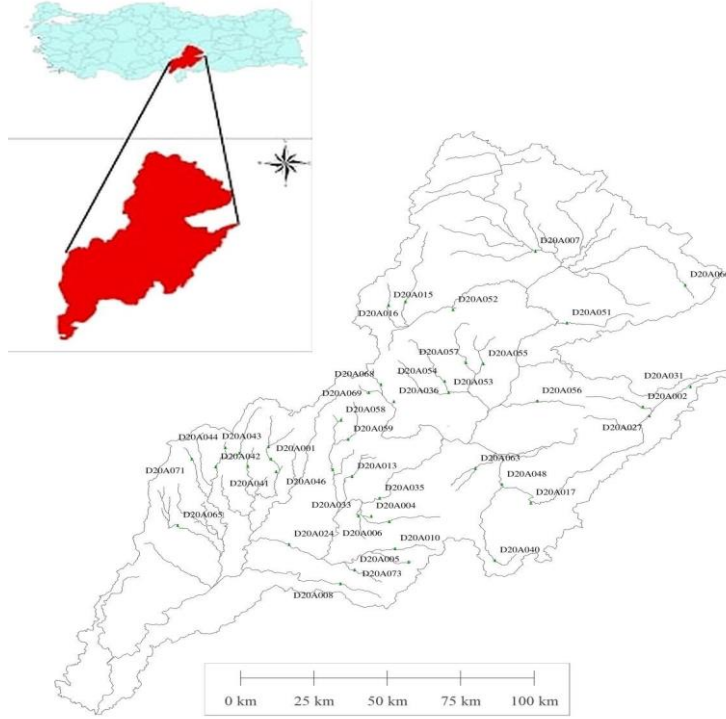
3. CEYHAN HAVZASINDA TAŞKIN ANALİZİ

Bu bölümde Ceyhan Havzasında bulunan AGİ lerde ölçülen akım değerleri ve 2. bölümde anlatılan taşkın analizi teknikleri kullanılarak her bir yöntemden elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Bu çalışmada Ceyhan havzasında bulunan 43 AGİ'nin yıllık pik debi değeri çeşitli istatistik testler ile incelenmiştir ve her istasyon, hangi dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bölgesel analiz yöntemi uygulanmıştır.

3.1 Uygulama Bölgesi

Ceyhan Havzası Türkiye'nin 25 havzasından biridir (Şekil 3). Türkiye'nin yaklaşık %3,4'ünü kapsayan Ceyhan havzası, 26875 km² havza alanına sahiptir. Sarp dağlık arazi ve tam boyutlu alüvyal tabandan oluşmaktadır. Hemen hemen tüm Maraş ve Osmaniye İlleri; Adana İli, Merkez İlçesi'nin Ceyhan ve Yumurtalık ilçeleri ile Kozan ilçelerinin bir bölümü Ceyhan havzası

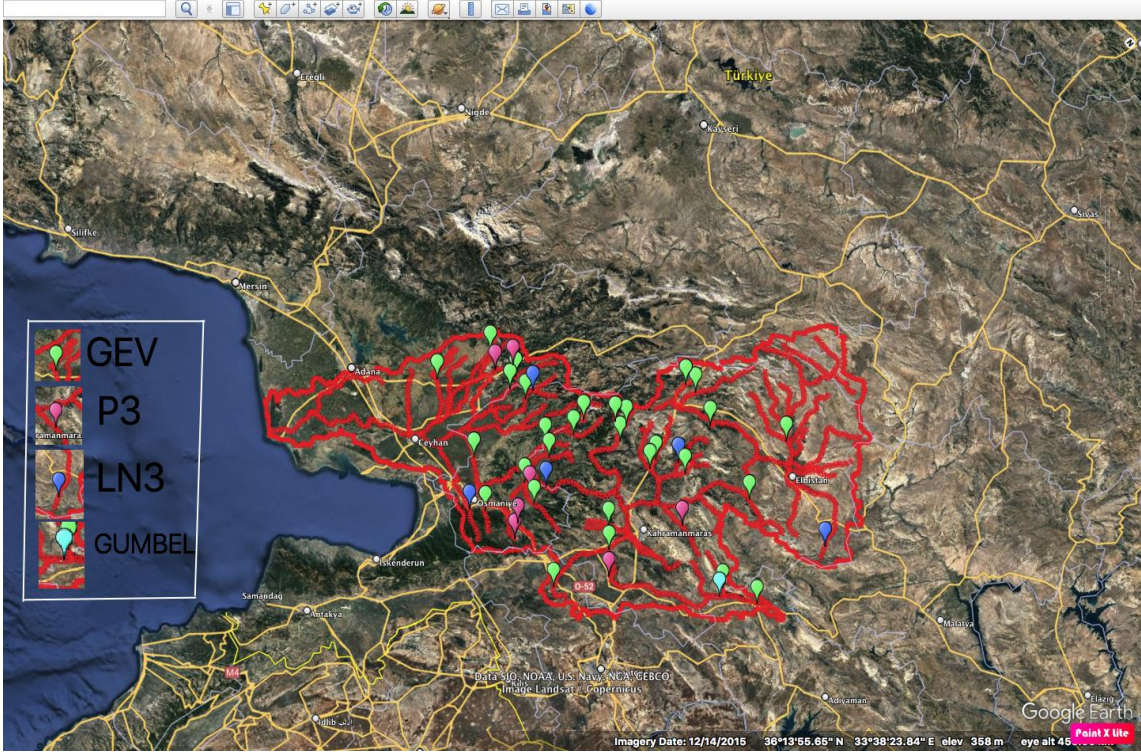
sınırları içinde yer almaktadır. Çemrengeç ve Okkayası kuzeyden Menzelet Barajına doğru akarken batıdan Fırnız ve Tekir Deresi, doğudan Bertiz deresi birleşmektedir. Güneye doğru akan Ceyhan nehri, Sır baraj gölü'ne dökülmektedir. Ceyhan nehri'nin tam uzunluğu 425 km ve ortalama debisi $82.9 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Yıllık ortalama akış hacmi yaklaşık $7,18 \text{ km}^3$ ve havza verimi $10,7 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{km}^2$ 'dir (Adana İÇER, 2008). Bu havzada 82 Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) bulunmaktadır ve Ceyhan havzası'nın 43 istasyonu (Şekil 3) barajlardan etkilenmedikleri ve uzun kayıtlı yıllara sahiplerdir (10 – 53 yıl).



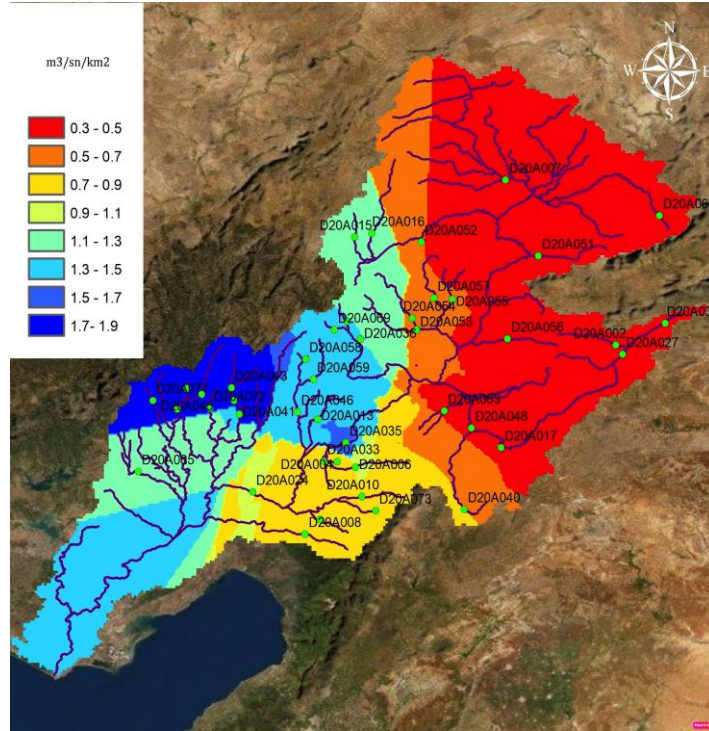
Şekil 3. Ceyhan havzası konumu ve AGİ'lerin yerleşim haritası

3.2 Uygulamalar istatistiksel analizi

Bu çalışmada seçilen 43 İstasyonun normal, lognormal, dağılımlar kullanarak istatistiksel analiz yapılmıştır. Şekil 4 ve Tablo 1'de gösterildiği gibi uygulanan dağılımlarda normal dağılımı en düşük debi değeri sunmaktadır. İstasyon verilerinin analizinde, değişim katsayısı arttıkça, bir dönüş aralığında ait taşkın debilerinin oranlarının tahminleri çok değişmektedir. İstatistik analiz sonucu akışların alansal dağılımını göstermek için her istasyonun 50 yıllık dönüş aralıklı debileri (normal dağılım) havza alanına bölerek istasyonların özgül debileri elde edilmiştir (Şekil 4). Şekil 4 incelendiğinde, Ceyhan havzasının batısında bulunan istasyonlar yüksek özgül debi değerine sahip ve kuzey doğu kesimler ise en az özgül debi değerine sahiptir. Bununla birlikte, 1 ile $2.5 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{km}^2$ arasında olan bazı kısımlar hariç, diğer tüm bölgeler $1 \text{ m}^3/\text{sn}/\text{km}^2$ 'den daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4. İstatistiksel testi sonucu uygun dağılımların yayılım haritası (Google Earth)



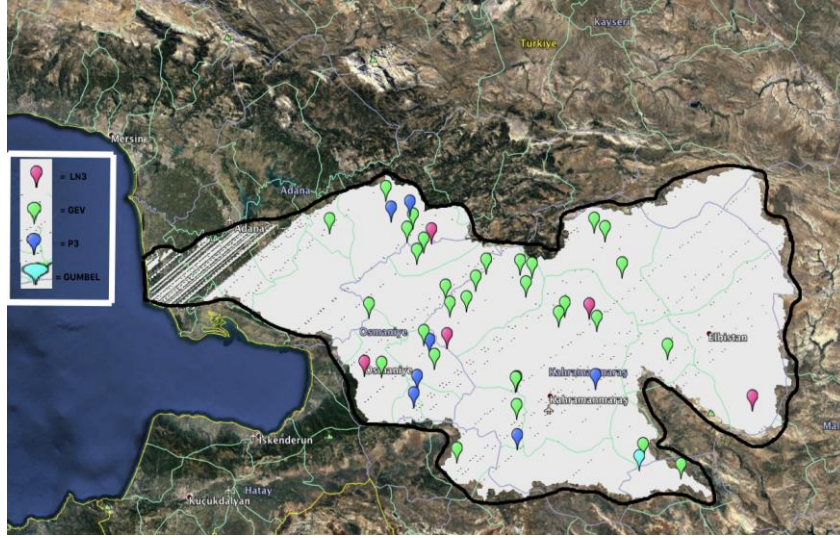
Şekil 5. Ceyhan havzası 50 yıllık dönüş aralıklı havza özgül debi dağılımı

3.3 Uygunluk Testleri

AGİ ölçümlerine uygun dağılımları belirlemek için çeşitli uygunluk testleri (L-moment, K-S ve PPCC) kullanılmıştır. Bu bölümde bu testler sonucu yer almıştır.

3.3.1 L-moment testi

Ceyhan havzasında bulunan ve bu çalışma kapsamında değerlendirilen AGİ ölçümleri için L-moment testi uygulanmıştır ve GEV dağılımı, bu testin sonunda en uygun olarak bulunmuştur. GEV dağılımı 30(%70'i) istasyona, 7(%16'sı) istasyon P3 dağılımına, 5 (%12'si) istasyon LN3 dağılımına ve 1(%2'si) istasyona GUMBEL dağılımına uygundur. L-moment testi sonucu uygun dağılımların havza üzerindeki konumu (Şekil 6'da) gösterilmiştir.



Şekil 6. L-Moment testi sonucu uygun dağılımların yayılım haritası (Google Earth)

3.3.2 Kolmogorov-smirnov (k-s) testi

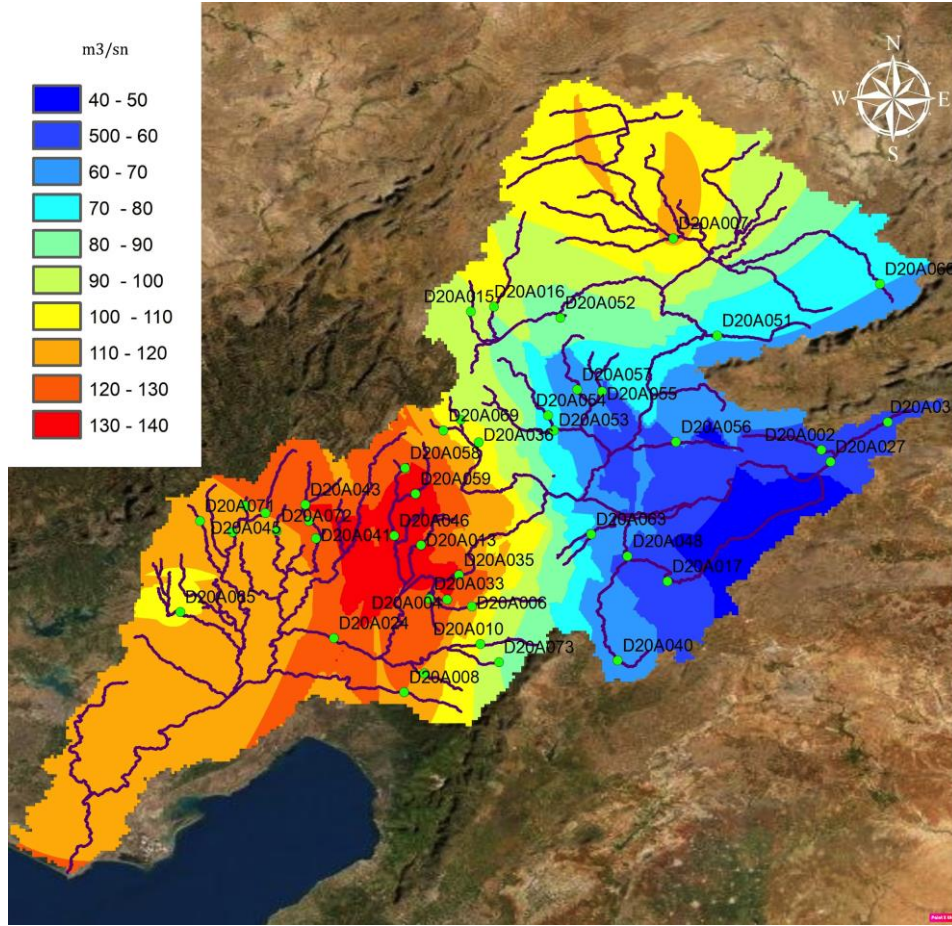
K-S testi her istasyon için uygulanmıştır ve elde edilen sonuçlara göre Gev'in diğerlerinden daha uygun olduğu görülmüştür (Şekil 7).

Tablo 1. K-S testi için son sonuçlar

Nu	İstasyon Nu	Normal	Log Normal 1	Log Normal 3	Gumbel	Ekstrem
1	D20A001	+	+	+	+	+
2	D20A002		+	+	+	+
3	D20A004		+	+		+
4	D20A005			+		+
5	D20A006	+		+	+	+
6	D20A007		+	+		+
7	D20A008		+	+	+	+
8	D20A010	+		+		+
9	D20A013	+		+	+	+
10	D20A015		+	+		+
11	D20A016					+
12	D20A017		+	+		+
13	D20A024					+
14	D20A027		+			+
15	D20A031		+	+	+	+
16	D20A033	+	+	+	+	+
17	D20A035	+	+		+	+
18	D20A036	+	+	+	+	+
19	D20A040		+	+	+	+
20	D20A041	+		+	+	+
21	D20A042	+	+		+	
22	D20A043		+	+	+	+
23	D20A044		+	+	+	+
24	D20A045			+	+	+
25	D20A046		+	+	+	+

26	D20A048					+
27	D20A051		+	+	+	+
28	D20A052			+	+	+
29	D20A053	+	+	+	+	+
30	D20A054	+	+	+	+	+
31	D20A055	+	+	+	+	+
32	D20A056	+		+	+	+
33	D20A057	+		+		+
34	D20A058		+	+		+
35	D20A059		+	+	+	+
36	D20A063		+	+	+	+
37	D20A065	+	+	+	+	+
38	D20A066	+	+	+	+	+
39	D20A068	+	+	+	+	+
40	D20A069		+	+	+	+
41	D20A071		+	+		+
42	D20A072		+	+		+
43	D20A073		+	+	+	+

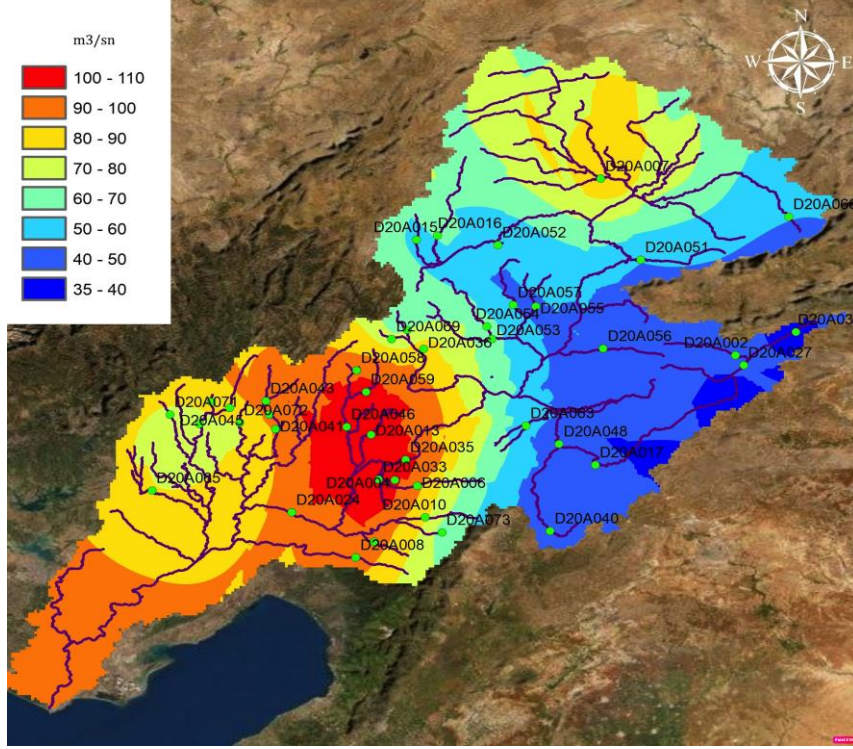
Tablo 1’de, "+" işareti ile gösterilen hücreler, hesaplanan $\Delta < \square$ kritik demektir. Bu tablo incelendiğinde GEV en uygun dağılımdır. GEV dağılımı 42 istasyonda ve %98 oranında, normal dağılım 17 istasyonda ve %40 oranında, LN dağılımı 31 istasyonda ve %72 oranına, Gumbel dağılımı 29 istasyonda ve %67 oranında ve LN3 dağılımı 37 istasyonda ve %86 oranında kullanılabilirliğe sahiptir. K-S testine göre dağılımların uygunluk sırası olarak GEV, LN3, LN, Gumbel ve Normal dağılımları yer almaktadır. P3 ve LP3 dağılımlarını ise, bu testte dahil edilmemiştir.



Şekil 7. K-S testi sonucu uygun dağılımların yayılım haritası (Google Earth)

3.3.3 Olasılık çizgisi korelasyon testi (ppcc testi)

Bu test gerçekleştirebilmek amacıyla, tüm verileri yükselen sırada sıralanmıştır. Ayrıca $F(x_i)$ değeri bulunmuştur. Bu değerlere karşılık gelen Z değeri Z tablosundan alınmıştır. Ve bunun sonucunda x_i ile bulunan z ler arasındaki korelasyon katsayısı bulunmuştur. Bu test sonuca göre Normal (N) dağılımı en iyi dağıtımdır. Böylece haritada her istasyon için 50 senelik dönüş aralıklı debi değerini N dağılımı dikkate alınarak hesaplanmıştır ve (Şekil 8'de) sunulmuştur. Orta kısımdaki bazı istasyonlar ve güney kısımdaki bir istasyon haricinde tüm istasyonlar normal değerlere sahiptir.

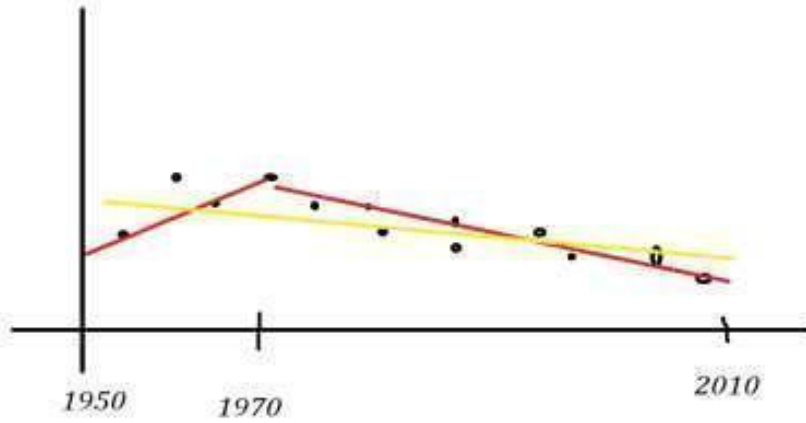


Şekil 8. 50 yıllık olarak dönüş aralıklı debilerin yayılım haritası (N)

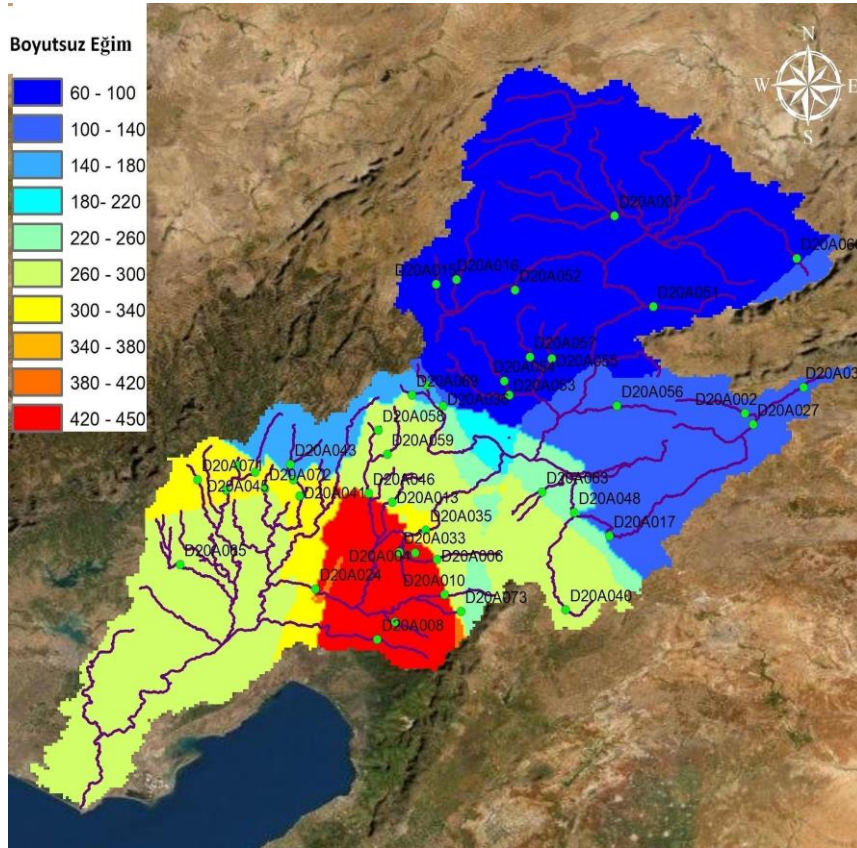
PPCC teste göre, N dağılımı istasyonların gerçekleriyle uyumludur. Sonuç olarak, 22(%51) istasyonda N dağılımı, 7(%16) istasyonda LN3 dağılımı, 20(%47) istasyonda ekstrem değer dağılımı, 18(%42) istasyonda LN dağılımı, 20 (%47) istasyonda Pearson Tip III dağılımı ve 13(%30) istasyonda Log Pearson Tip III dağılımı uygun olduğu elde edilmiştir. Bu havza'nın uzun süreli yıllık anlık pik debi değerlerine uygulanan PPCC testi sonucunda uygunluk sırası, N, ekstrem değer, Pearson Tip III, LN, Log Pearson Tip III ve en az uygun olan LN3 dağılımlarıdır.

3.4 Trend analizi

Bu havzada bulunan ve çalışmada değerlendirmek üzere seçilen tüm istasyonlar için trend analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı uzun zaman diliminde akım değerlerinde değişim olup olmadığını belirlemektir. D20A001 ve D20A072 istasyonlarının uzun zaman diliminde ölçüm değerleri azalmaktadır (Şekil 9). Bu iki istasyonun o bölgede bulunan istasyonlardan daha az ölçüm süresine sahiplerdir. Bu istasyonlara komşu olan istasyonların o zaman dilimindeki ölçümleri de negative trendi olduğuna rağmen toplam ölçüm sürelerinde akımlarda artış gözlenmiştir. Bundan yola çıkarak ölçüm süresinin trend analizinde ne kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca aynı durum D20A017, D20A048 ve D20A063 istasyonların ölçümleri için de geçerlidir. D20A063 ve D20A048 gibi istasyonlarda her ikisinin de negatif istasyonlar olduğunu ancak D20A063 trend eğiminin D20A048'den daha büyük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise bir istasyonun diğerine göre daha fazla ölçüm süresine sahip olmasıdır. D20A048 istasyonu 29 yıl ölçüm süresi ile trend analizi yapılmıştır. Ve son 12 yılda pozitif bir trend eğimi elde edilmiştir. D20A063 istasyonu için 25 yıl ölçüm süresi dikkate alınarak trend analizi sonucunda, sadece son 4 yılda pozitif bir trend eğimi oluşmuştur. D20A063'ün D20A048'den daha büyük trend eğimine sahip olmasının nedeni bulunmuştur. Havzanın kuzey kısmına (Şekil 10) bakarsak neredeyse negatif kısım olduğunu söylenilebilmektedir.



Şekil 9. Trend Çizgisi

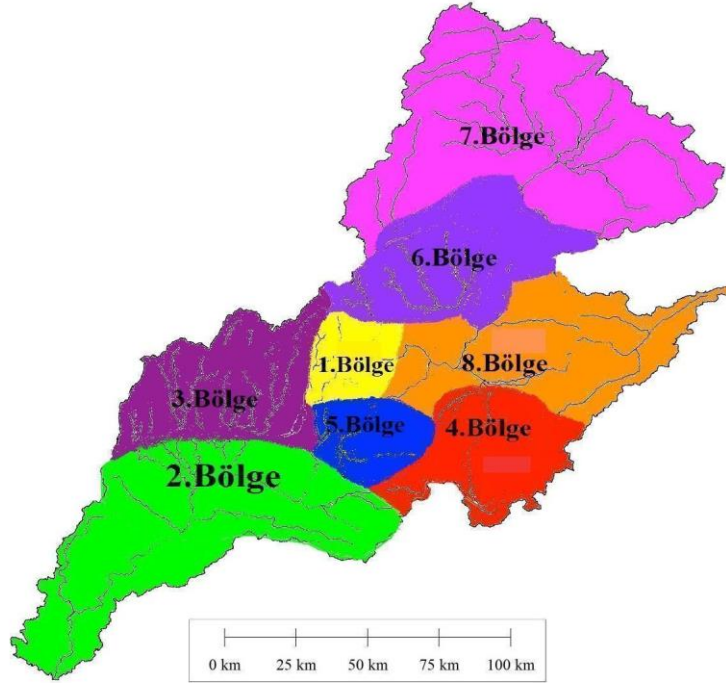


Şekil 10. Trend Analizi için yayılım haritası

Şekil 10 incelendiğinde, haritanın kuzey kısmına bakarsak neredeyse negatif kısım olduğunu söyleyebiliriz. Ve 0 trend eğimi olan ya da 0'a yakın olan seçimleri edilebilmektedir ya da dikkate almamaktadır. Sadece 0'dan daha büyük trend eğimine sahip istasyonları dikkate almaktadır. D20A001 veya D20A072 gibi küçük bir zaman diliminde hesaplanan ve benzeri tüm diğer istasyonları da ihmal edilebilmektedir. Son olarak, dikkatli incelersek, yalnızca uzun bir zaman dilimiyle hesaplanmış istasyonların pozitif bir eğilim gösterdiğini görebilmekteyiz. Bu nedenle, en uygun sonuç elde edilebilmek için, yalnızca uzun bir zaman dilimiyle hesaplanmış istasyonları dikkate almamız gerekmektedir.

3.5 Bölgesel analizi

Veri yetersizliğini hidrolojik çalışmalarda en büyük sorunlardan biridir. Çözüm bulabilmek için bu test kullanılmıştır. Ayrıca, bir istasyondaki kayıt çeşitliliğini artırmayı bir ifade etmektedir. Ceyhan Havzasında seçilen istasyonlar arasında istatistiksel açıdan ilişkiler belirlenecektir. Wiltshire (1996) yöntemi, homojen bölgeler veya bölgeler oluşturmak için kullanılmıştır. Bu yöntemde tatmin edici gruplama değişim katsayıları ile belirlenmektedir. Wiltshire yöntemine göre, ilk kez, tüm havzanın homojen bir bölge olarak kabul edilip edilmediğini araştırmak gerekmektedir. İlk önce havzanın ortalama değişim katsayısı (C_v), ve ortak kayıt süresi bulunmaktadır. Sonra bir bölgede en yüksek ve en küçük değişim katsayısı ve kayıt süresini bulunması gerekmektedir. Değerlerin bulunup ve eğer sınırların dışına olursa havzanın tamamı homojen bir bölge olarak kabul edilmemektedir. Bu nedenle, değerlendirmek için havzayı birden fazla bölgeye bölmek gerekmektedir. Homojen bölge değerlendirme sonucunda, Ceyhan havzası 8 homojen bölgeye ayrılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Ceyhan Havzasının homojen bölge dağılım haritası

Tablo 2. 8 bölgenin özellikleri

Bölge Nu	AGİ Nu	n	\bar{x}	σ	Cv
1	D20A058	30,00	36,96	83,27	2,25
	D20A059	30,00	51,15	39,67	0,78
2	D20A005	53,00	40,22	33,28	0,83
	D20A008	50,00	42,25	35,86	0,85
	D20A010	34,00	58,25	27,12	0,47
	D20A024	29,00	471,47	430,88	0,91
	D20A065	18,00	36,82	20,16	0,55
	D20A073	16,00	1,67	1,14	0,68
3	D20A001	10,00	33,06	26,06	0,79
	D20A041	13,00	28,24	20,04	0,71
	D20A042	18,00	18,23	19,74	1,08
	D20A043	40,00	55,58	41,91	0,75
	D20A044	36,00	29,36	27,93	0,95
	D20A045	36,00	40,25	36,41	0,90
	D20A071	19,00	28,60	38,79	1,36
	D20A072	14,00	12,64	16,89	1,34
4	D20A004	27,00	34,40	39,59	1,14
	D20A006	43,00	44,43	25,58	0,58
	D20A017	24,00	116,45	110,87	0,95
	D20A040	34,00	7,53	5,74	0,76
5	D20A013	43,00	46,32	30,61	0,66
	D20A033	16,00	69,78	34,41	0,49
	D20A035	13,00	1016,67	491,55	0,58
	D20A046	41,00	191,90	106,46	0,55
6	D20A036	30,00	62,49	48,10	0,77
	D20A053	26,00	37,04	15,27	0,41

	D20A054	27,00	50,03	26,21	0,52
	D20A055	17,00	19,50	9,25	0,47
	D20A057	23,00	16,86	8,03	0,48
	D20A068	14,00	11,84	8,08	0,68
	D20A069	20,00	8,71	4,87	0,56
7	D20A007	32,00	56,65	60,31	1,06
	D20A015	22,00	21,10	27,21	1,29
	D20A016	41,00	30,06	39,46	1,31
	D20A051	26,00	9,97	8,10	0,81
	D20A052	20,00	4,52	2,71	0,60
	D20A066	17,00	19,10	15,39	0,81
8	D20A002	42,00	32,80	223,55	0,72
	D20A027	26,00	7,49	3,26	0,44
	D20A031	17,00	5,28	4,81	0,91
	D20A048	29,00	23,66	15,40	0,65
	D20A056	25,00	21,57	12,71	0,59
	D20A063	25,00	11,39	9,06	0,79

Tablo2'deki gibi sekiz bölgeye ayrılarak homojenlik testlerine (6.denklemleri) kullanılarak test edilmiştir:

1. Bölgenin En büyük değişim katsayısı, D20A058 istasyonuna bulunmuştur. 30 yıllık kayıt süresi sahip bu istasyonda, $C_v = 2,25$ 'tir. En küçük değişim katsayısı, 30 senelik ölçüm uzunluğuna bu istasyonda D20A059 istasyonunda ve $C_v = 0,78$ 'dir. Bu iki istasyondaki n ort. = 30,00 senedir. Ort. Değ. Kat. = 1,52. C_v 'nin örnekleme dağılımı, 2,43 yüksek değerini ve 0,61'in düşük değerini hesaplamak için (107.) denkleminin kullanımı olarak bulunmuştur. 0,78 ve 2,25 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 1. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

2. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,72 ve n ort. = 33,33 senedir, en yüksek değ. Kat., D20A024 istasyonuna bulunmuştur. 29 yıllık ölçüm uzunluğuna sahip bu istasyonda, $C_v = 0,91$. En küçük değişim katsayısı D20A010 istasyonunda ve 34 yıllık kayıt süresi sahip bu istasyonda $C_v = 0,47$ 'dir. Ortalama değişim katsayısı = 0,72 olan, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 0,97'nin en yüksek değeri ve 0,47'nin en düşük değeri bulunmuştur. 0,47 ve 0,91 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 2. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

3. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,99 ve n ort. = 23,25 senedir, en yüksek değ. Kat., D20A071 istasyonuna bulunmuştur. 19 senelik kayıt süresi sahip, $C_v = 1,36$, en düşük değ. Kat. D20A041 istasyonunda ve 13 senelik kayıt süresi sahip, $C_v = 0,71$ 'dir, 2 istasyondaki ort. Değ. Kat. = 0,99'dir. C_v 'nin örnekleme dağılımı, 1,48'in en yüksek değeri ve 0,50'nin en düşük değeri hesaplanmıştır. 1,36 ve 0,71 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 3. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

4. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,85 ve n ort. = 29,40 senedir, en yüksek değ. Kat., D20A004 istasyonuna bulunmuştur. 27 yıllık kayıt süresi sahip, $C_v = 1,14$, en düşük değ. Kat. D20A006 istasyonlarında ve 43 yıllık ölçüm uzunluğuna sahip, $C_v = 0,58$ 'dir. 2 istasyondaki ort. Değ. Kat. = 0,86, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 1,19 en yüksek değeri ve 0,53 en düşük değeri hesaplanmıştır. 1,14 ve 0,58 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 4. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

5. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,57 ve n ort. = 28,25 senedir, en yüksek değ. Kat., D20A013 istasyonuna bulunmuştur. 43 yıllık kayıt süresi sahip, $C_v = 0,66$, en düşük değ. Kat. D20A033 istasyonunda ve 16 senelik ölçüm uzunluğuna sahip, $C_v = 0,49$, 2 istasyondaki ort. Değ. Kat. = 0,57, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 0,76'nın en yüksek değeri ve 0,38'in en düşük değerleri hesaplanmıştır. 0,66 ve 0,49 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 5. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

6. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,55 ve n ort. = 22,43 senedir. en yüksek değ. Kat., D20A036 istasyonuna bulunmuştur. 30 yıllık ölçüm uzunluğuna sahip, $C_v = 0,77$, en düşük değ. Kat. D20A053 istasyonunda ve 26 senelik kayıt süresi sahip, $C_v = 0,41$ 'tir, 2 istasyondaki ort. Değ. Kat. = 0,56, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 0,77'nin en yüksek değeri ve 0,33 en düşük değerleri hesaplanmıştır. 0,41 ve 0,77 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 6. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

7. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,98 ve n ort. = 26,33 senedir. En yüksek değ. Kat., D20A016 istasyonuna bulunmuştur. 41 yıllık ölçüm uzunluğuna sahip, $C_v = 1,31$, en düşük değ. Kat. D20A052 istasyonunda ve 20 senelik kayıt süresi sahip, $C_v = 0,60$ 'tır, 2 istasyondaki ort. Değ. Kat. = 0,98, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 1,44 en yüksek değeri ve 0,52'nin en düşük değerleri hesaplanmıştır. 0,60 ve 1,31 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 7. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

8. Bölgenin ortalama değişim katsayısı = 0,68 ve n ort. = 27,33 senedir, en yüksek değ. Kat., D20A031 istasyonuna bulunmuştur. 17 yıllık ölçüm uzunluğuna sahip, $C_v = 0,91$, en düşük değ. Kat. D20A027 istasyonunda ve 26 senelik kayıt süresi sahip, $C_v = 0,44$, 2 istasyondaki ort. Değ. kat. = 0,68, ve C_v 'nin örnekleme dağılımı, 0,93 en yüksek değeri ve 0,43 en düşük değerleri hesaplanmıştır. 0,44 ve 0,91 değerleri bu sınırların içinde olduğu için 8. bölge homojen bölge olarak kabul edilmektedir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Ceyhan havzası üzerinde ölçülen taşkın değerleri üzerinde kapsamlı bir taşkın analizi yapılmıştır. Seçilmiş 43 AGİ de uzun süreli ölçülmüş değerlere en uyumlu istatistik dağılımın belirlenmesi için çeşitli testler uygulanmıştır. Bu testler, L-Moment, K-S ve PPCC testleridir. Bu testler sonucu Ceyhan havzasının akış değerleri için GEV dağılımının daha uygun olduğu görülmüştür. Mann-Kendall ternd analizi sonucu, 0,05 anlamlılık düzeyinde alarak 40 istasyon yani % 93'ünde trend olmamasına rağmen 3 istasyon yani %7'sinin trendi olduğu ispatlanmıştır. Bölgesel analiz sonucu, Ceyhan havzası 8 homojen alana sahiptir. Her testin nihai sonucunu görürsek, D20A001 istasyonunun ilginç bir sonucu olduğunu görebilmekteyiz. Bu istasyon en düşük zaman dilimine sahip olduğu için farklı bir sonuç görmüştür.

Kaynaklar

- [1] A. Atalık, (2007). Su Sorunu ve Tarımda Sulama Suyu Kullanımı, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Mühendislik Dergisi. 81.
- [2] Alp, M. ve Cigizoglu, H. K. (2004). Farklı Yapay Sinir Ağı Metotları ile Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesi, İTÜ Mühendislik Dergisi. 3(1), 80-88.
- [3] Alpar, R. (2003). Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlere Giriş 1, Ankara,

Türkiye.

- [4] B. Barak, (2009). İç Anadolu Bölgesi'nde Küresel Isınma Sürecinde Yağış ve Sıcaklık Verilerinde Meydana Gelen Değişimler ve Eğilimler (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde Üniversitesi, Niğde, Türkiye.
- [5] Bilgisayar Uygulamaları Semineri, (1991). DSİ, GAP,1, ss. 1-23.
- [6] DSİ, (1994). Türkiye Akarsu Havzaları Maksimum Akımlar Frekans Analizi (MAFA), Ankara.
- [7] E. Elbaşı, ve H. Özdemir, (2023). Akım Gözlem İstasyonu Bulunmayan Havzalarda Taşkın Debisi Tahmini: Doğu Karadeniz Örneği, Türk Coğrafya Dergisi. (84), 85-96.
- [8] E. Turhan, S. Değerli ve B. Duyan Çulha, (2021). Çeşitli Tekerrür Periyotları için Taşkın Debilerinin Tahmininde Farklı Olasılık Dağılımlarının Karşılaştırılması: Ceyhan Nehri Örneği, Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi. 11(2), 731-742.
- [9] F. Saka ve Ö. Yüksek, (2017). Belli Aşılma Olasılığı Sahip Debilerin Bölgesel Regresyon Denklemine Eldesin ve Doğu Karadeniz Havzası Örneği, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi. 32(2), 335-342.
- [10] F.Sarış, (2006) Türkiye'de Yağış Yoğunluğunun Alansal ve Zamansal Değişimi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye.
- [11] G. İcel, (2009). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Sıcaklık ve Yağış Trend Analizleri ve Ekstrem Hadiseler (Basılmamış Doktora Tezi). Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- [12] G.Çağıl, (2011). Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının Elekte Yöntemi ile Analizi, Maliye Finans Yazıları Dergisi. 25(93), 59-86.
- [13] H. Okutan, O. Cerit ve E. Karacan, (2004). Küresel İklim Değişiklerinin Çayeli (Rize) Yöresindeki Doğal Afetlerin Oluşumuna Etkilerinin İncelenmesi, I. Ulusal Çevre Kongresi, Sivas, Türkiye, ss. 367-377.
- [14] H.N. Phien, (1987). A Review of Methods of Parameter Estimation for The Extreme Value Type-1 Distribution, Journal of Hydrology. 90, 251-267.
- [15] M. Bayazıt ve O. Yeğen, (2005). Mühendisler için İstatistik. Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- [16] M. Bayazıt, (2005). İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, Türkiye.
- [17] M. Türkeş, (2007). İklim Değişikliği Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler, Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 38-53.
- [18] M. Yılmaz, F. Tosunoğlu ve M.C. Demirel, (2021). Taşkın Frekansı Analizinde Klasik Yöntemler ve Alternatif Bir Parametre Tahmin Yönteminin Karşılaştırılması, Journal of the Institute of Science and Technology. 11(2), 1243-54.
- [19] M.U. Hassan, O. Hayat and Z. Noreen, (2019). Selecting The Best Probability Distribution for a Study of Torne River, Sn Applied Sciences. 1(12), 1629.
- [20] Marquardt, D.W., (1963) An Algorithm for Least Squares Estimation of Nonlinear Parameters, Journal of the society for Industrial and Applied Mathematics. 11(2), 431-441.
- [21] Mason, J.C., Price, R.K. ve Tem'me, A., (1996). A Neural Network Model of Rainfall Runoff Using Radial Basis Functions, Journal of Hydraulic Research. 34(4), 537-548.
- [22] N. Seçkin, ve E. Topçu, (2016). Adana ve Çevre İllerde Gözlenen Yıllık Maksimum Yağışların Bölgesel Frekans Analizi, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University. 31(4), 1049-1062.
- [23] O. Yıldız, (2006). Uzun Sentetik Done Üzerinde, Yıllık Taşkın ve Yağmur Pikleri Frekans Analizi için L-momentler Yönteminde Kullanılacak Noktalama Pozisyonu Formülü Parametrelerinin Belirlenmesi (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi). Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.
- [24] Önsöz, B., (1992). Bölgesel Taşkın Frekans Analizi. (Basılmamış Doktora Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

- [25] R.E. Livezey and W.Y. Chan, (1983). Statistical Field Significance and its Determination by Monte Carlo Techniques. *Mon. Weath. Rev.* 111.
- [26] R.M. Vogel, W.O. Thomas and T.A. McMahon, (1993). Flood-Flow Frequency Selection in Southwestern United States, *Journal of Water Resources Planning and Management*. 119(3), 353-366.
- [27] S. Özkan ve T. Partal, (2024). Yeşilirmak Havzasında Düşük Akarsu Akımlarının Analizi, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 10(1), 77-88.
- [28] S. Trajkovic, and S. Kolakovic, (1998). Wind-Adjusted Turc Equation for Estimating Reference Evapotranspiration at Humid European Locations, *Hydrology research*. 40(1), 45-52.
- [29] S.B. Kılıç, (2006). Türk Bankacılık Sistemi İçin Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Erken Uyarı Modelinin Tahmini, *ODTÜ Gelişme Dergisi*. 33, 117-154.
- [30] T. Dalrymple, (1960). Flood Frequency Methods, U.S. Geol. Survey, Water Supply Paper 1453 A, Washington, 11-51.
- [31] T. Partal ve F. Kahya, (2006). Trend Analysis in Turkish Precipitation Data, *Hydrological Processes*, 20, 2011-2026.
- [32] Unicef, (1999). Groundwater: The Invisible and Endangered Resource, Pamphlet, UNICEF, Geneva.
- [33] Uswrc, (1982), United States Water Resources Council: Guidelines for Determining Flood Flow Frequency, Bull. 17B, Hydrol. Comm., Water Resour. Council, Washington, D.C.
- [34] Y. Abdollahzadeh-moradli, (2012). Karun Üst Havzasında Taşkın Analizi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Karun, İran.
- [35] Z. Özcan, (1992). Türkiye Akarsularının Taşkın Pikleri Frekans Analizi. (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi) Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.