

Akım Gözlemi Olmayan Havzalarda Taşkın Akımlarının Belirlenmesi: Kızıldere Havzası

Ahmet Ali KUMANLIOĞLU^{*1}, Satuk Buğra ERSOY²

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 45140, Manisa. (ORCID: 0000-0001-7073-0322)

²İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 35050, İzmir

(Alınış / Received: 20.02.2018, Kabul / Accepted: 18.04.2018,
Online Yayınlanma / Published Online: 15.09.2018)

Anahtar Kelimeler

Kızıldere deresi
Mockus
Yöntemi
Taşkın akımı

Özet: Sunulan çalışmada Gediz Nehrinin bir yan kolu olan ve üzerinde herhangi bir akım gözlem istasyonu olmayan Kızıldere deresinin 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın akımları belirlenmiştir. Taşkın akımlarının belirlenmesinde Mockus yöntemi kullanılmıştır. Kızıldere deresi havzasını temsil eden meteoroloji gözlem istasyonları olan Muradiye ve Üçpınar istasyonlarında gözlemlenen yağış verileri kullanılmıştır. Yağış verilerinin istatistiksel analizleri yapılarak verilere en uygun dağılım belirlenmiştir. Yağış verilerine en uygun dağılım istatistik testler vasıtasıyla Log-pearson Tip-3 dağılımı olduğu bulunmuştur. Bu dağılım ile Soil Conservation Service (SCS) ve Mockus yöntemi kullanılarak, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 tekerrürlü yıllık maksimum yağış yükseklikleri hesaplanmıştır. Hesaplanan yağış verileri ile Kızıldere Deresine ait 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın akımları havzanın Mockus yönteminden elde edilen birim hidrografi ile bulunmuştur..

Determination of Flood Currents in Basins without Current Monitoring: Kızıldere Basin

Keywords

Kızıldere
Tributary
Mockus Method
Floods currents

Abstract: In this study, 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 and 1000 years repetitive flood currents of Kızıldere, which is a sidewall of Gediz River were determined. The Mockus method was used to determine flood currents. Rainfall data observed in Muradiye and Üçpınar stations, which are meteorological observation stations representing Kızılderere basin, were used. Statistical analyzes of precipitation data were performed to determine the most appropriate distribution. The most suitable distribution for rainfall data was found to be Log-Pearson Type-3 distribution through statistical tests. With this distribution, maximum annual precipitation heights of 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 repetitions were calculated by using Soil Conservation Service (SCS) and Mockus method. The flood currents of 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 and 1000

years belonging to Kızıldere Tributary and calculated hydrographs were found by unit hydrograph obtained from Mockus method of the basin.

*Sorumlu yazar: ahmet.kumanlioglu@cbu.edu.tr

1. Giriş

Taşkınlar, bir akarsuyun farklı sebeplerle yatağından taşarak veya farklı nedenlerle yükselen suların yerleşim yerlerine, alt yapı ve üst yapı tesislerine, verimli tarımsal alanlara ve bölgedeki canlılara zarar vermesi sonucu doğal afet olarak tanımlanır [1, 2, 3, 4]. Ülkemizde sık görülen taşkınlar, doğal afetlerin oluşturduğu zararlar, depremde sonra ekonomik kayıplar açısından ikinci sırada yer almaktadır [5, 6, 7, 8, 9]. Taşkınlar, ana yapısına ek olarak hatalı arazi kullanımı, doğal afet birikintisinin yok edilmesi, dere ve yataklarına usulsüz yerleşimler ve erozyon gibi etkilerle temelde insan müdahalesine bağlı olarak meydana gelen olaylardır [4, 6, 10 11, 12, 13, 14].

Yerleşim ve tarım alanlarının taşkın felaketlerinden korumak ve önlemek amacıyla ülkemizde ve dünyada birçok çalışmalar yapılmaktadır [15, 16, 17, 18, 19]. Özellikle drenaj alanı fazla ve taşkın debi değerleri yüksek olan akarsuların kıyısında yapılaşmaya müsait olan düzlük alanlar yerleşim yerleri olarak ve akarsu kıyısındaki verimli araziler tarımsal alan olarak seçilirken, arazinin taşkına maruz olup olmadığı hususu dikkate alınması gereken ilk ve en önemli unsurdur [20, 21, 22].

Havza yönetimi ve taşkın modellerinin oluşturulmasında akım gözlemi olmayan havzalarda taşkın akımlarının doğru belirlenmesi çok önemlidir. Taşkın modellerinde taşkın alanlarının belirlenmesi, haritalandırılması ve bunların doğrultusunda havza yönetiminin planlanması yapılmaktadır. Taşkın modellerinin temel girdisini taşkın akımları oluşturmaktadır. Bu tür çalışmalarda taşkın akımları olası muhtemel taşkın değerinden daha büyük

hesaplanmış ise gereken önlemlerin boyutları artacak ve maliyette büyük artışlara sebep olacaktır. Eğer olası muhtemel taşkın değerinden daha az hesaplanmışsa taşkın modelleri gerçeği yansıtmayacak buda can veya mal kaybı riskini arttıracaktır [23,24].

Taşkın akımlarının belirlenmesinde üzerinde akım gözlemi olmayan havzalarda Mockus, SCS, Synder ve Kirpich gibi sentetik yöntemler literatürde sıklıkla kullanılmaktadır [2, 25, 26, 27]. Sönmez ve ark. sentetik yöntemlerle ile İstanbul derelerinde görülebilecek olası taşkın debilerini belirlemişler ve Synder yöntemine göre bulunan taşkın debilerinin diğer yöntemlerle hesaplanandan çok daha büyük olduğunu göstermişlerdir [26]. Sönmez ve ark. Mudurnu Çayı için DŞİ sentetik yöntemini ve Mockus yöntemini kullanarak taşkın akımlarını hesaplanmış ve Mockus yönteminin havzaya ait parametreleri daha fazla kullandığından dolayı, bu yöntemin taşkın akımlarının belirlenmesinde daha uygun olduğunu belirtmişlerdir [27].

Çalışmada üzerinde herhangi bir akım gözlem istasyonu bulunmayan Gediz Havzası Kızıldere Deresi'nin taşkın hidrografları belirlenmiştir. Burada Kızıldere deresi havzasını temsil eden Muradiye ve Üçpınar meteoroloji gözlem istasyonlarında gözlemlenen yağış verilerine ait uygun istatistiksel dağılımlar belirlenmiştir. İstatistiksel dağılımların belirlenmesinde Kolmogrov-Smirnov ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi kullanılmıştır. Bu testler sonucunda belirlenen istatistik dağılımla 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıl tekerrürlü alansal ortalama yağış değerleri bulunmuştur. Bu yağış değerleri kullanılarak Mockus

yöntemi ile 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 yıllık taşkın debilerinin birim hidrografları çıkarılmıştır.

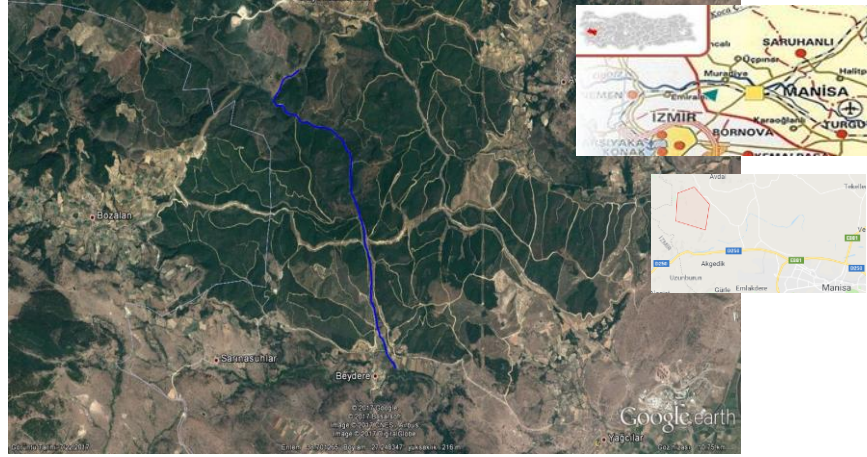
2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Kızıldere Deresi Manisa İlimizin, Yunusemre İlçesi sınırlarında yer almaktadır. Kızıldere yaklaşık 500 m kotlarında olan Karıca Tepe eteklerinden doğar; akışını güneydoğu istikametinde sürdürerek Karakuzu Tepe eteklerinde güneye yönelerek Kızıldere adını alır. Güneye akmaya devam eden Kızıldere

160.30 m talveg kotunda aks yerine ulaşır. Beydere Mahallesi girişinde Soğukpınar Deresine sol sahilten mansaplanıp Soğukpınar Deresi doğu ve batı yönünde akışını sürdürür ve Beydeğirmen Dere adını aldıktan sonra Gediz Nehrine karışır.

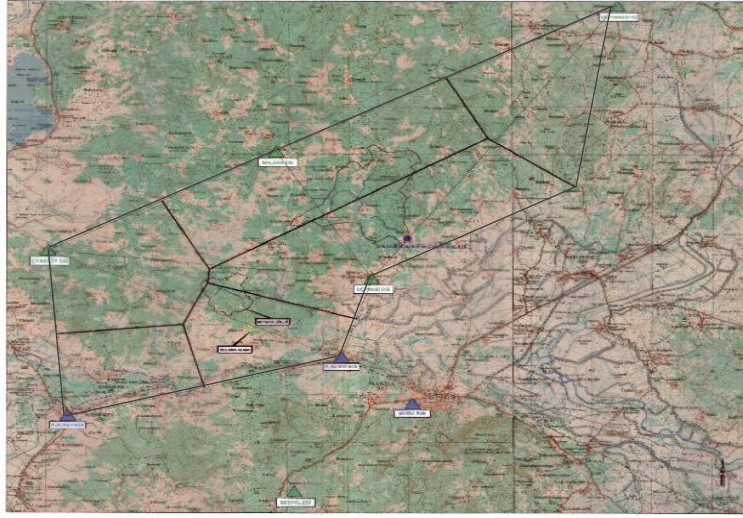
Kızılderinin uzunluğu 5.42 km, yağış alanı 12 km²'dir. Bölgede akdeniz iklimi hâkim olup, bitki örtüsü ormanlıktır. Kızıldere'nin konumu gösterir leksiz Google earth görüntüsü şekil 1'de gösterilmektedir.



şekil 1. Kızıldere google earth görüntüsü

Kızıldere havzasının yağış ölçümlerinin hesabında, DSİ 2. Bölge Müdürlüğünden alınan, MGİ Muradiye, pınar, Beşyol ve Maldan istasyonları yağış ölçüm verileri kullanılmıştır. Thiessen poligonu yöntemine göre, dere yatağını en çok etkileyen istasyonlar %70 oranında

Muradiye gzlem istasyonu, %30 oranında da pınar gzlem istasyonudur. MGİ Muradiye, pınar, Beşyol ve Maldan istasyonları Thiessen Poligonu leksiz olarak şekil 2'de verilmiştir.



şekil 2. MGI Muradiye, Upınar, Beşyol ve Maldan istasyonları Thiessen Poligonu

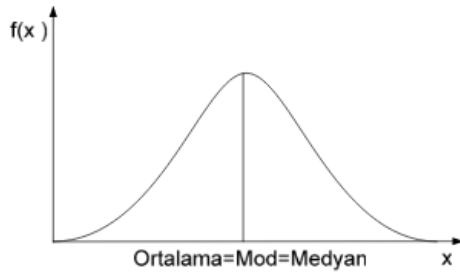
2.2. İstatistiksel Dağılımlar

Manisa Kızıldere Deresi taşkın akımlarının belirlenmesinde aşağıda açıklanan Normal, Log-Normal, Gumbel, Gama Tip 3 ve Log-Pearson Tip 3 dağılımları kullanılmıştır.

2.2.1. Normal Dağılım (ND)

Normal dağılım, iki parametreyle tanımlanır. Bunlar ortalama (μ) ve standart sapmadır (σ). Normal dağılım hesabına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 1'de ve grafiği şekil 3'te verilmektedir.

$$f(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$



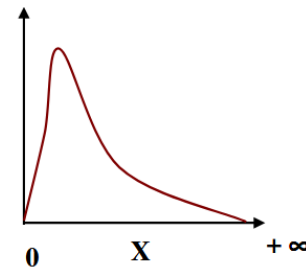
şekil 3. Normal Dağılım

2.2.2. Log-Normal Dağılım (LN2)

Log-Normal olasılık dağılımı, logaritması normal dağılım gösteren herhangi bir rassal değişken için tek kuyruklu bir olasılık dağılımıdır.

Bir x rasgele değişkenine ilişkin $\ln x$ olasılık dağılımı normal ise, x 'in olasılık dağılımı logaritmik normal dağılım ya da kısaca log-normal dağılım terimiyle adlandırılır. Log-Normal dağılım hesabına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 2'de ve grafiği şekil 4'te verilmektedir.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_y\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu_y)^2}{2\sigma_y^2}} \quad (2)$$



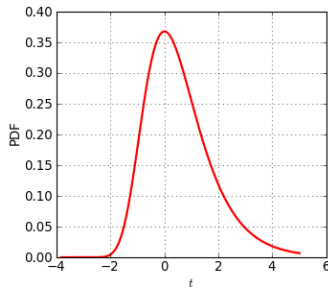
şekil 4. Log-Normal Dağılım

2.2.3 Gumbel Dağılımı (GD)

Gumbel dağılımı çeşitli örneklerin bir dizi maksimum veya minimum dağılımını modellemek için kullanılır. Maksimum gözlemlenen değerlerin belirli bir yıl içinde maksimum düzeyde dağılımını göstermek için kullanılır. Bu dağılım deprem, sel veya diğer doğal afetlerin meydana gelme olasılığını tahmin etmede kullanılabilir. Gumbel dağılım hesabına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 3'te ve grafiği Şekil 5'te verilmektedir.

$$F(x) = \exp(-e^{-\alpha(x-\beta)}) \quad (3)$$

Formüldeki α ve β dağılım parametreleridir.



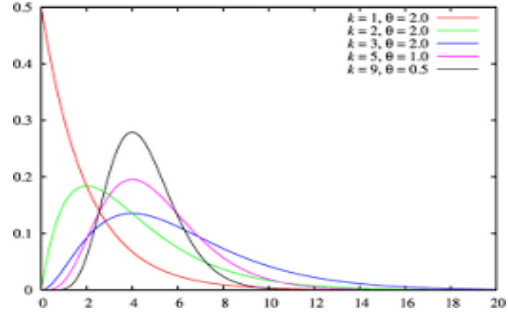
Şekil 5. Gumbel Dağılımı

2.2.4 Gama Tip 3 Dağılımı (G3)

Gamma Tip-3 dağılımı iki parametrelili sürekli bir olasılık dağılımıdır. Dağılıma ait olasılık dağılım fonksiyonu Denklem 4'te ve grafiği Şekil 6'da verilmektedir.

$$f(x) = x^{k-1} \frac{e^{-x/\theta}}{\theta^k \Gamma(k)} \quad x, \theta, k > 0 \quad (4)$$

Formüldeki θ ölçek parametresine, k şekil parametresine karşılık gelmektedir. $\Gamma(k)$ $(k-1)!$ olarak alınabilir.



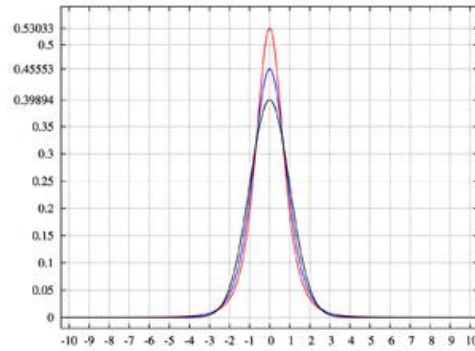
Şekil 6. Gama Tip-3 Dağılımı

2.2.5 Log-Pearson Tip 3 Dağılımı (LP3)

Log-Pearson Tip-3 Dağılımına ait olasılık yoğunluk fonksiyonu Denklem 5'te, grafiği Şekil 7'de verilmektedir.

$$f(x) = |\beta| [\beta(x - \xi)]^{\alpha-1} \frac{e^{-[\beta(x-\xi)]}}{\tau(\alpha)} \quad (5)$$

Olasılık yoğunluk fonksiyonu dağılımında α biçim parametresi, β ölçek parametresi ve ξ yer parametresidir. $\alpha > 0, \beta > 0$ için $x > \xi$ olup ξ alt sınırı oluşturur. $\beta < 0$ için ise $x < \xi$ olup ξ üst sınırdır.



Şekil 7. Log-Pearson Tip-3 Dağılımı

2.3. İstatistiksel Testler

Eldeki gözlem sonuçlarına en iyi uyan olasılık dağılım fonksiyonu istatistik yöntemler kullanarak belirlenebilir. Dağılımların gözlemlere uygunluğunu kontrol etmek için çalışma kapsamında Kolmogrov-Smirnov testi ve Olasılık Çizgisi Korelasyon testi uygulanmıştır.

2.3.1. Kolmogorov-Smirnov (K-S) Testi
Gözlenen bir verinin, istatistiksel bir metot ile bulunan dağılım sonucunun uygunluğunu kontrol etmek için uygulanır. Bu test yönteminde gözlenen her bir veri için $F^*(x_i)$ değerleri ve bu veri için kullanılan istatistiksel dağılımın verdiği $F(x_i)$ değerleri arasındaki maksimum farkın mutlak değeri bulunur. Bulunan Δ ile istatistik kitaplarında yer alan veri sayısına ve α anlamlık düzeyine göre belirlenen $\Delta\alpha$ değeri ile karşılaştırılır. $\Delta < \Delta\alpha$ ise belirlenen anlamlık düzeyine göre dağılım K-S testinde kabul edilir. Bu istatistiksel yöntemin matematiksel ifadesi Denklem 6'da verilmektedir.

$$\text{Max } \Delta = |F^*(x_i) - F(x_i)| \quad (6)$$

Burada x_i gözlem istasyonundan alınan veridir. $F^*(x_i) = i/N$ formülüyle hesaplanır. i sıra sayısı, N toplam veri sayısıdır. $F(x_i)$ ilgili istatistiksel dağılımın eklenik olasılık dağılımıdır.

2.3.2. Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi (OÇKT)

Gözlenen her bir verinin, α anlamlık değeri Denklem 7'yardımıyla her bir elemanın aşılma olasılığı $F(x)$ bulunur. Bulunan bu değere karşılık kullanılan istatistiksel metotların ters olasılıkları $F(x_i)$ hesaplanır.

$$F(x) = \frac{(i - a)}{N + 1 - 2a} \quad (7)$$

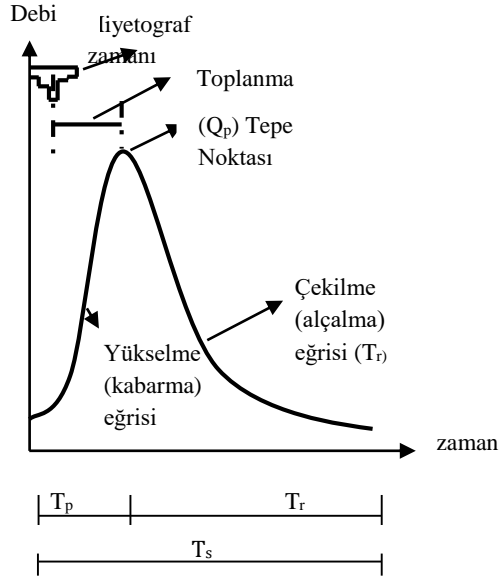
$F(x)$ ve $F(x_i)$ değerleri arasındaki r^* korelasyon katsayısı hesaplanarak, istatistik kitaplarında yer alan ilgili tablolardan Gumbel Dağılımı, Normal Dağılım, Log-Normal Dağılımı Gama Tip-3 Dağılımı ve Log-Pearson Tip 3 Dağılımının uygun olup olmadığı değerlendirilir.

2.4. Mockus Yöntemi

Mockus Yöntemi üzerinde akım gözlem istasyonu bulunmayan havzada geçen

debinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca hesabının pratikliği ve üçgen hidrografın çizim kolaylığı bakımından tercih edilmektedir. Toplanma süresi 3 saat veya drenaj alanı daha küçük yerler için uygulanmaktadır.

Taşkın debisini hesaplarken birim hidrograf analizi yapılır. Birim hidrograf analiz grafiği Şekil 8'deki gibidir.



Şekil 8. Hidrograf grafiği

Hidrograf analizinde nehir yatağının harmonik eğimi Denklem 8 ile hesaplanır.

$$S = \left(\frac{10}{\sum \frac{1}{\sqrt{S_i}}} \right)^2 \quad (8)$$

Burada S nehir yatağının harmonik eğimini, S_i kesitler arası harmonik eğimi göstermektedir.

Harmonik eğime ve nehir yatağı uzunluğuna bağlı olarak havzanın toplanma süresi Denklem 9'a'da verilen Kirpich Formülü ile hesaplanır. [28].

$$T_c = 3.95 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \quad (9a)$$

Denklem 9a'da T_c havzanın toplanma süresini (dk), L nehir yatağı uzunluğunu (km) ifade etmektedir. T_c toplanma süresi saat (sa) ve L nehir yatağı uzunluğunu (m) cinsinden ifade edildiğinde Denklem 9b'ye ulaşılır.

$$T_c = 0.00032 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad (9b)$$

Suların toplanma süresine denk gelen D yağış süresi Denklem 10 yardımı ile bulunur. Uygulamalarda yağış süresi en büyük tamsayıya tamamlanır. T_c 'nin 1 saatten küçük cıkması durumunda yağış süresi değerı toplanma süresine eşit almır.

$$D = 2 * \sqrt{T_c} \quad (10)$$

Burada D suların toplanma süresine denk gelen yağış süresini (sa) ifade eder.

Hidrografın yükselme (kabarma) zamanının (T_p), suların toplanma süresine denk gelen yağış süresi ve toplanma süresine bağlı ifadesi Denklem 11'de verilmektedir.

$$T_p = 0.5D + 0.6T_c \quad (11)$$

Hidrografın ekilme eğrisi (T_r), kabarma eğrisinin fonksiyonu olarak Denklem 12 ile bulunmaktadır.

$$T_r = 1.67 * T_p \quad (12)$$

Taşkın hidrografının taban genişliği (T_s), kabarma eğrisi süresi ile çekilme eğrisi sresinin toplamıdır (Denklem 13).

$$T_s = T_r + T_p \quad (13)$$

Birim hidrografın birim alana göre pik debisi Denklem 14 yardımıyla bulunur.

$$q_p = 0.208 * A / T_p \quad (14)$$

Burada q_p taşkın hidrografının pik debisi ($m^3/s/mm$), A havza alanı (km^2) parametresidir.

2.5. Soil Conservation Service (SCS) Yöntemi

Havzada verilen bir yağışın oluşturacağı dolaysız akım hidrografının belirlenmesinde hidrolojik uygulamalarda kullanılan Soil Conservation Service (SCS) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde artık yağışın hesaplanması Denklem 15'deki gibi yapılır.

$$P_e = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S) \quad (15)$$

Denklem 15'de P_e artık yağışı (mm) göstermektedir. Denklem 15'de yer alan S ise zemin cinsine ve başlangıç nemine bağlı olup CN eğri numaraları ile Denklem 16'da verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$S = ((1000/CN) - 10) * 25.4 \quad (16)$$

Maksimum taşkın debisi Denklem 17 yoluyla hesaplanmaktadır.

$$Q_{max} = (P_e * q_p) + Q_{baz} \quad (17)$$

P_e etkin yağışı (mm), Q_p birim hidrograf pik debisi ($m^3/s/mm$), Q_{baz} taban akımını (m^3/s) ifade etmektedir.

3. Bulgular

3.1. Yağış Verilerinin İstatistiksel Analizi

Taşkın akımlarının belirlenmesinde Muradiye ve pınar meteoroloji gzlem istasyonlarında (MGİ) gözlemlenen yağış değerleri kullanılmıştır. Herbir MGİ'de

gözlemlenen veriler için Normal Dağılım (ND), Log-Normal Dağılım (LN2), Gamma Tip-3 Dağılımı (G3), Gumbel Dağılımı (GD) ve Log-Pearson Tip-3 Dağılımlarına (LP3) ait istatistik parametreleri Tablo 1'de verilmektedir. ND için Muradiye MGİ'de ortalama 65.4 mm ve standart sapması 20.2 mm, Üçpınar MGİ'de ortalama 48 mm ve standart sapma 21.1 mm'dir. LN2 dağılım için Muradiye MGİ'de ortalama 4.1 mm ve standart sapması ise 0.3 ve Üçpınar MGİ'de ortalama 3.8 mm ve standart sapma 0.4 mm olarak bulunmuştur. GD parametreleri olan α ve β parametreleri

Muradiye MGİ yağış verileri için sırasıyla 0.05 ve 55.4, Üçpınar MGİ yağış verileri için sırasıyla 0.06 ve 38.4 olarak hesaplanmıştır. G3 dağılımının Muradiye MGİ yağış verileri için biçim parametresi (α) 2, ölçek parametresi (β) 13.6 ve eşik parametresi (x_0) 21, Üçpınar MGİ yağış verileri için bu parametreler sırasıyla 0.7, 25.2 ve 29.8 olarak bulunmuştur. LP3 dağılımında ise biçim (α), ölçek (β) ve eşik parametreleri Muradiye MGİ yağış verileri için sırasıyla 6.8, 0.06 ve 1.4, Üçpınar MGİ yağış verileri için bu parametreler 5.7, 0.07 ve 1.3 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Muradiye ve Üçpınar MGİ gözlemlenen yağışların istatistik dağılımlarının parametreleri

Dağılım MGİ	ND		LN2		GD		G3			LP3		
	μ	σ	μ	σ	α	β	α	β	x_0	α	β	x_0
Muradiye	65.4	20.2	4.1	0.3	0.05	55.4	2.0	13.6	21.0	6.8	0.06	1.4
Üçpınar	48.0	21.4	3.8	0.4	0.06	38.4	0.7	25.2	29.8	5.7	0.07	1.3

Muradiye ve Üçpınar MGİ'deki verilerin istatistik dağılımlarının belirlenmesinde 0.10, 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeyinde uygunluğu Kolmogorov-Smirnov (K-S) ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi ile araştırılmıştır. Muradiye ve Üçpınar MGİ

veriler için uygulanan Kolmogorov-Smirnov (K-S) test sonuçları Tablo 2'de ve Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi sonuçları Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 2. Muradiye ve Üçpınar MGİ veriler için uygulanan Kolmogorov-Smirnov (K-S) test sonuçları

Dağılım tipi	Mak Δ	Muradiye MGİ			Mak Δ	0.01	Üçpınar MGİ		
		0.01	0.05	0.10			0.01	0.05	0.10
ND	0.106	Kabul	Kabul	Kabul	0.149	Kabul	Kabul	Kabul	
LN2	0.152	Kabul	Kabul	Kabul	0.110	Kabul	Kabul	Kabul	
GD	0.151	Kabul	Kabul	Kabul	0.133	Kabul	Kabul	Kabul	
G3	0.106	Kabul	Kabul	Kabul	0.117	Kabul	Kabul	Kabul	
LP3	0.125	Kabul	Kabul	Kabul	0.062	Kabul	Kabul	Kabul	

Tablo 3. Muradiye ve Üçpınar MGİ veriler için uygulanan Olasılık Çizgisi Korelasyon Testi (OÇKT) sonuçları

Dağılım tipi	r	Muradiye MGİ			r	0.01	Üçpınar MGİ		
		0.01	0.05	0.10			0.01	0.05	0.10
ND	0.975	Kabul	Kabul	Kabul	0.873	Ret	Ret	Ret	
LN2	0.956	Kabul	Kabul	Ret	0.951	Ret	Ret	Ret	
GD	0.946	Kabul	Kabul	Ret	0.945	Kabul	Ret	Ret	
G3	0.932	Kabul	Ret	Ret	0.968	Kabul	Ret	Ret	
LP3	0.958	Kabul	Kabul	Ret	0.978	Kabul	Kabul	Ret	

Olasılık dağılım fonksiyonlarının K-S testine göre uygunluğunun belirlenmesinde kullanılan Δ_α sınır değerler 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık düzeylerinde (α), Muradiye MGİ yağış verileri için 0.36, 0.29, 0.26 ve pınar MGİ yağış verileri için 0.23, 0.19 ve 0.17'dir. Tablo 2'de verilen dağılımlar için hesaplanan Δ_{mak} değerler Δ_α değerlerinden kek olduğu için olasılık dağılımlarının hepsinin incelenen tüm anlamlılık düzeylerinde uygun olduğunu göstermektedir.

OKT'inde r^* değeri Gumbel dağılımı haricindeki olasılık dağılımları için 0.01, 0.05 ve 0.10 anlamlılık düzeylerinde Muradiye MGİ verileri için 0.924, 0.949, 0.958, pınar MGİ verileri için de 0.965, 0.976 ve 0.980'dir. Gumbel dağılımı için bu değerler Muradiye MGİ verileri için 0.906, 0.939, 0.952 ve pınar MGİ verileri için 0.939, 0.964 ve 0.972'dir. r^* değerleri ile OKT sonucunda hesaplanan r değerleri karşılaştırıldığında Muradiye MGİ verilerinde ND ve LP3 dağılımının uygunluğu tüm anlamlılık düzeyleri için kabul edilmiştir. LN2 ve GD 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeylerinde kabul edildiği fakat 0.10 anlamlılık düzeyinde ret

edilmiştir. G3 dağılımı 0.01 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiş fakat diğer düzeylerde ret edilmiştir. pınar MGİ verileri için incelenen olasılık dağılımlarında ND ve LN2 dağılımlarının uygunluğu OKT'inde incelenen tüm anlamlılık düzeylerinde ret edilmiştir. GD ve G3 dağılımlarının uygunluğu 0.01 anlamlılık düzeyinde kabul edilmiş fakat diğer düzeylerde ret edilmiştir. LP3 dağılımının uygunluğunda ise 0.01 ve 0.05 anlamlılık düzeylerinde kabul edilmiş ancak 0.10 düzeyinde ret edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 2 ve Tablo 3'te yer alan sonuçlar beraber incelendiğinde Muradiye ve pınar MGİ'de gözlemlenen verileri için en uygun olasılık dağılım fonksiyonunun LP3 olduğu görülmektedir. Bunun sonucunda 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 ve 500 yıl tekerrürlü taşkın akımlarının hesaplanmasında LP3 dağılımından elde edilen maksimum yağış değerleri kullanılmıştır. Kızıldere havzası taşkın akımlarının belirlenmesinde kullanılacak olan alansal ortalama maksimum yağış Thiessen oranları kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. LP3 dağılımından elde edilen maksimum yağış ve alansal ortalama maksimum yağış

Yağış (mm)	Tekerrür yılları							
	2	5	10	25	50	100	200	500
Muradiye	64.06	82.96	93.47	104.93	112.38	119.08	125.13	131.48
pınar	42.44	59.24	72.70	92.67	109.89	129.29	151.21	176.85
Alansal ortalama yağış	57.57	75.85	87.24	101.25	111.64	122.14	132.95	145.09

3.2. Taşkın Akımı Hesabı

Kızıldere havzası taşkın debisinin belirlenmesinde Mocus Yöntemi kullanılmıştır. Mocus Yöntemi ile taşkın yinelenme debilerinin hesabında havzanın eğri numarası CN_{II}, havzanın bitki örtüsü ve jeolojik yapısı birlikte irdelenerek 70 olarak tespit edilmiştir.

Kızıl Dere Harmonik eğim hesabı Tablo 5'te verilmiştir. Havzanın toplanma sresinin hesabında havza eğimi Denklem 8 yardımıyla 0.044 ve toplanma süresi Denklem 9b ile 0.80 saat bulunmuştur. Yağış süresi (D) toplanma süresine bağlı olarak 1.79 saat hesaplanmıştır (Denklem 10). Yağış süresi 2 saat alınarak Denklem 11 ile hidrografın yükselme zamanı 1.48 saat bulunmuştur. Havzanın ekilme eğrisi, yükselme eğrisinin fonksiyonu olarak 2.47 saat hesaplanmıştır (Denklem

12). Taşkın hidrografın taban genişliği Denklem 13 ile 3.95 saat bulunmuştur. Birim hidrografın birim alana göre pik debisi (q_p) Denklem 14 ile 1.69 m³/s/mm olarak hesaplanmıştır (Tablo 6).

Tablo 5. Harmonik eğim hesap tablosu

Sıra No	H (m)	H (m)	$l = L/10(m)$	$\sqrt{l/h}$
0	163	0		
1	170	7		8.80
2	187	17		5.65
3	210	23		4.85
4	248	38		3.78
5	259	11	542	7.02
6	282	23		4.85
7	330	48		3.36
8	401	71		2.76
9	452	51		3.26
10	497	45		3.47
	334	334		47.80

Tablo 6. Birim hidrograf parametreleri

S	T _c (saat)	D (saat)	T _p (saat)	T _r (saat)	T _s (saat)	q _p (m ³ /s/mm)
0.044	0.8	2	1.48	2.47	3.95	1.69

Havzaya düşen yağışın oluşturacağı dolaysız akımın hidrografının belirlenmesi SCS yöntemiyle yapılmıştır. Havzada Denklem 15 yardımıyla 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü artık yağış

ykselikleri (P_e) hesaplanmıştır (Tablo 7). Denklem 15'te yer alan S değeri CN_{II} eğri numarası 70 alınarak Denklem 16 ile 108.86 olarak hesaplanmıştır.

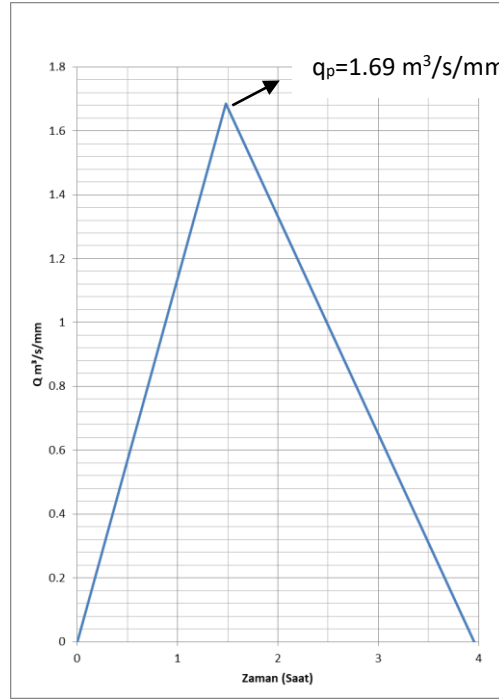
Tablo 7. Kızıldere havzası 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü artık yağış ykselikleri

Artık yağış (mm)	Tekerrür aralığı (yıl)					
P _e	2	5	10	25	50	100
	1.19	3.92	6.24	9.65	12.51	15.65

Kızıldere havzası birim hidrograf değerleri Tablo 8'de, birim hidrograf grafiği Şekil 9'da verilmektedir.

Tablo 8 Kızıldere havzası birim hidrografı

T (saat)	0.00	0.50	1.00	1.48	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	3.95
Q _p (m ³ /s/mm)	0.00	0.57	1.14	1.69	1.68	1.33	0.99	0.65	0.31	0.00



Şekil 9. Kızıldere havzası birim hidrograf grafiği

Taşkın akımlarının belirlenmesinde taban akımı Sarmaçayı havzasında gözlenen akımlar kullanılarak Denklem 18 ile hesaplanmıştır.

$$\left(\frac{A_1}{A_2}\right)^{2/3} = \frac{Q_1}{Q_2} \quad (18)$$

Burada, A_1 Kızıldere havza alanı (12 km²), A_2 Sarmaçayı havza alanı (52.3 km²), Q_2

Sarmaçayı akımıdır (1.96 m³/s). Denklem 18 ile Kızıldere havzası taban akımı 0.73 m³/s olarak hesaplanmıştır.

2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü maksimum taşkın debileri (Q_{max}), Q_{taban} akımı 0.73 m³/s alınarak Denklem 17 yardımıyla hesaplanmış ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. 2, 5, 10, 25, 50 ve 100 yıl tekerrürlü maksimum taşkın debileri

Maksimum Taşkın Debisi (m ³ /s)	Tekerrür aralığı (yıl)					
	2	5	10	25	50	100
Q_{max}	2.73	7.33	11.26	17.00	21.82	27.12

500 ve 1000 yıllık taşkın debi hesabında Denklem 19 kullanılmıştır.

$$Q_T = Q_{10} + ZT * Q_{100} - Q_{10} \quad (19)$$

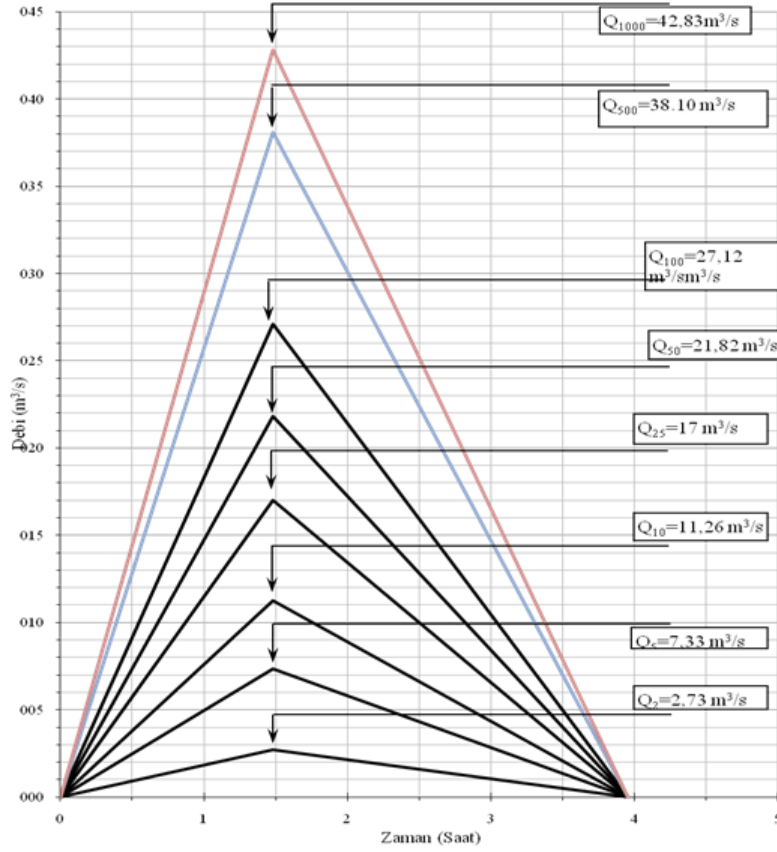
Formüldeki ZT parametresinin formülü Denklem 20'de verilmiştir.

$$ZT = 0.99 * \text{Log}T - 0.98 \quad (20)$$

Denklem 19 ile Q_{500} $38.10 \text{ m}^3/\text{s}$ ve Q_{1000} $42.83 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak hesaplanmıştır. Kızıldere havzası birim hidrograf değerleri Tablo 10'da, birim hidrograf grafiği Şekil 10'da verilmektedir.

Tablo 10. Mocus yöntemine göre 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıllık tekerrürlü taşkın debileri

Tekerrür (Yıl)	2	5	10	25	50	100	500	1000
Q (m^3/s)	2.73	7.33	11.26	17.00	21.82	27.12	38.10	42.83



Şekil 10. Kızıldere havzası 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın debilerinin birim hidrografları

4. Tartışma ve Sonuç

Sunulan çalışmada da üzerinde herhangi bir akım güzlem istasyonu bulunmayan

Kızıldere Deresinde görülebilecek olan 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 ve 1000 yıl

tekerrürlü taşkın akımları hesaplanmıştır.

Muradiye ve pınar MGI'den alınan yağış verileri doğrultusunda, Normal Dağılım, Log-normal Dağılım, Gama Tip-3 Dağılımı, Log-pearson Tip-3 Dağılımı ve Gumbel Dağılımına göre 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 tekerrür yıllık maksimum yağış yükseklikleri hesaplanmıştır. Verilere en uygun olasılık dağılım fonksiyonunu belirlemek için Kolmogrov-Simirnov ve Olasılık izgisi Korelasyon Testi uygulanmıştır. Testler sonucunda her iki testte de başarılı olan dağılımlardan, yağış yükseklikleri diğer dağılımlara göre daha yüksek sonuç veren Log-Pearson Tip-3 dağılımı seçilmiştir. Bu olasılık dağılımı sonucunda elde edilen yağış yükseklikleri taşkın akımı hesabında kullanılmıştır.

Debi hesabında öncelikle derenin birim hidrograf analizi yapılarak maksimum birim hidrograf pik debisi hesaplanmıştır. Olasılık dağılım fonksiyonu sonucu bulunan maksimum yağış yükseklikleri akışa dönüştürülerek etkin yağış yüksekliği bulunmuştur. Mockus ve SCS yöntemi ile bulunan birim hidrograf kullanılarak 2, 5, 10, 25, 50, 100, 500 ve 1000 yıl tekerrürlü taşkın akımları bulunmuştur.

Bölgede görülebilecek taşkınlar sebebi ile tarımsal açıdan verimli olan havza su altında kalmaması için gerek ekonomik açıdan gerek ise can ve mal kaybı riskini minimuma indirebilmek açısından bu tür çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır.

Kaynakça

[1] Kmş, A.., Ceylan, A. 1950-2005 Maksimum Ortalama şiddetli Yağış Verilerinin Türkiye'de Taşkın Risk Alanlarının Belirlenmesine Yönelik Yorumlanması, V. Ulusal Hidroloji

Kongresi, ODTÜ, Ankara,2007, 163 – 171.

[2] şen Z., 2009. Taşkın afet ve modern hesaplama yöntemleri. Su Vakfı Yayınları, İstanbul.

[3] Koç C, Kosif K, Kızıltepe S, Eroğlu H, şirin O., 2010. Taşkından koruma tesislerine müdahaleler ve ülkemizde yaşanan taşkın olaylarının değerlendirilmesi. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, T.C. Orman Bakanlığı, Afyonkarahisar, 125-140.

[4] Sarıcan, Y, 2013. Taşkın Tehlikesinin Belirlenmesi Amacı İle Otomatik Yağış Miktarı lm Sisteminin Geliştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, 124 s.

[5] Onuşluel, G.,Harmancıoğlu, N.B., 2002. Su Kaynaklı Doğal Afet: Taşkın, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422/4-5-6.

[6] Uşkay, S., Aksu, S., 2002. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları Ve Alınması Gereken nlemler. Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 420-421-422/4-5-6, 133 – 136.

[7] Akay O, Birinci V, Bulu A., 2010. Taşkın alanlarının planlanması ve yönetimi. II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, T.C. Orman Bakanlığı, Afyonkarahisar, 1-9.

[8] Malkoç F, ztrk D, Malkoç Y, Tuna H, Yıldız M, 2010. Doğu Karadeniz Havzası için Uygulanan taşkın tahmin yöntemlerinin doğruluğunun araştırılması. VI. Ulusal Hidroloji Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 127-140.

[9] Pisleaga, M., Badaluta-Minda, C. 2016. TheFloodImpactFromIlisuaCatchmentArea On The Environment. Procedia Engineering, , 161, 2168 – 2172.

[10] zcan, O., Musaoğlu, N., şeker, D. Z. 2009. Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve

- Risk Yönetimi; Sakarya Havzası rneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs, Ankara.
- [11] Gl Onuşluel G ve Aygün O, 2013. Taşkın potansiyeli yönünden Türkiye akarsu havzalarının meknsal karakterizasyonu. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 393-402.
- [12] Arkoç, O., zşahin B, 2015. Kentsel Planlamada Sınırlamalara Yer bilimlerinin Etkisi ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. 9th International Sinan Symposium, 21-22 Nisan, Edirne, 117 – 123.
- [13] Sakieh, Y., 2017. Understanding The Effect Of Spatial Patterns On The Vulnerability Of Urban Areas To Flooding. International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, 125 – 136.
- [14] Wilusz, D. C., Zaitchij, B. F., Anderson, M. C., Hain, C. R., Yılmaz, M. T., Mladenova, I. E., 2017. Monthly Flooded Area Classification Using Low Resolution SAR Imagery In The Sudd Wetland From 2007 To 2011. Remote Sensing of Enviroment, 194, 205 – 218.
- [15] Tünay, M., Ateşoğlu, A., 2004. Bartın İli Taşkın Sahalarındaki değişimin Uzaktan Algılama Verileriyle İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 60 – 72.
- [16] şamandar, A., Genç, .. 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Düzce Büyük Melen Çay Taşkın Haritasının Oluşturulması. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 5(2), 183 – 189.
- [17] Yao, Q., Xie, J., Guo, L., Zhang, X., Liu, R., 2016. Analysis And Evaluation Of Flash Flood Disasters: A Case Of Lingbao Country Of Henan Province In China. Procedia Engineering, 154, 835 – 843.
- [18] Batica, J., Gourbesville, P. Resilience 2016. In Flood Risk Management – A New Communication Tool. Procedia Engineering, 154, 811 – 817.
- [19] Tanguy, M., Chokmani, C., Bernnier, M., Poulin, J., Raymond, S., 2017. River Flood Mapping In Urban Areas Combining Radarsat-2 Data and Flood Return Period Data. Remote Sensing of Environment, 198, 442 – 459.
- [20] Dursun  F, 2008. Murat Nehrinin Elazığ ili Palu ilçesi civarındaki taşkın seviyesinin belirlenmesi. Doğu Anadolu Blgesi Araştırmaları, 130-133.
- [21] Tanaka, T., Tachikawa, Y., Inhikawa, Y., Yorozu, K., 2017. Impact Assessment Of Upstream Flooding On Extreme Flood Frequency Anaysis By İncorporating A Flood İnundation Model For Flood Risk Assessment. Journal of Hydrology, 554, 370 – 382.
- [22] Ardaya, A. B., Evers, M., Ribbe, L., 2017. What In fluences Disaster Risk Perception? Intervention Measures, Flood And Landside Risk Perception Of The Population Living In Flood Risk Areas In Rio De Janerio State Brazil. International Journal of Disaster Risk Reduction, 25, 227 – 237.
- [23] Anlı, A. S., 2006. Giresun Aksu havzası maksimum akımlarının frekans analizi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 19(1), 99 – 106.
- [24] zdemir, H., 2008. Havran Çayı'nın (Balıkesir) taşkın sıklık analizinde Gumbel ve Log-Pearson Tip III dağılımlarının karşılaştırılması. Coğrafi Bilimler Dergisi, 6(1), 41 – 53.
- [25] Aydın, M., Bağatur, T., 2016. Nakayasu sentetik birim hidrograf metodunun Türkiye havzalarında kullanılabilirliğin incelenmesi: Göksu Nehri havzası rneği. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dersigi, 7(3), 377 – 386.

[26] Sönmez, O., ztrk, M., Doğan, E., 2012. İstanbul derelerinin taşkın debilerinin tahmini. SA Fen Bilimleri Dergisi, 16(2), 130 - 135.

[27] Sönmez, O., Hıra, T., Demir, F., 2017. Akım lm olmayan nehirlerde farklı yağış akış modelleri ile tekerrürlü taşkın debisi hesabı: Mudurnu ayı reneği. 5th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science. 29-30 September, Baku-Azerbaijan. 1091 - 1100.