
Araştırma Makalesi / Research Article

Bitlis Çayı Taşkın Hidrolojisi

Mehmet Cihan AYDIN*, Muhammet Mustafa YAYLAK

Bitlis Eren Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bitlis

Özet

Bitlis Çayı, şehir merkezinden geçen ve yaklaşık 208 km²'lik yağış alanına sahip bir akarsudur. Kayalık, dağlık ve yağış fazlalığı nedeniyle bu akarsu yatağında sık sık taşkınlar meydana gelebilmektedir. Bir bölgenin taşkın hidrolojisinin bilinmesi, taşkın kontrol çalışmaları için büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada Bitlis il merkezini risk altında tutan Bitlis Çayı'nın yağış alanı dikkate alınarak, mevcut *Devlet Su İşleri (DSİ)* ölçüm verilerine dayalı taşkın hidrolojisi belirlenmeye çalışılmıştır. Mevcut çalışmadan elde edilen bulguların, bu bölge için ileride yapılabilecek taşkın önleme çalışmalarına ve diğer bilimsel çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir

Anahtar Kelimeler Bitlis Çayı, Taşkın hidrolojisi, Olasılık dağılımları, Akım ölçümleri.

Flood Hydrology of Bitlis Stream

Abstract

Bitlis Stream passes through the Bitlis city center and has approximately 208 km² basin. Owing to mountainy, rocky and too much fall, the stream bed is often exposed to floods. Knowledge of the flood hydrology of a region plays an important role in terms of the flood control studies. In this study, it was tried to determine the flood hydrology, considering upstream basin of the Bitlis Stream holding under the risk of Bitlis City, based on the present flow measuring data by *Water State Works of Turkey*. The findings obtained in the present study are expected to supporting further scientific studies and flood control applications for this region. **Keywords:** Power transformer, Sweep frequency response method, Fault detection

Keywords: Bitlis Stream, Flood hydrology, Probability distributions, Flow measurements

1. Giriş

Taşkın, günümüzdeki en önemli doğal afetlerden biridir. Özellikle yerküre üzerinde meydana gelen küresel ısınma nedeniyle, daha fazla buharlaşma ve dolayısıyla daha fazla ve dengesiz yağışlar yeryüzünde etkili olabilmektedir. Özellikle de kar erimesiyle birlikte meydana gelen yağışlar, daha büyük taşkınlara neden olabilmektedir. Bu nedenle, fazla kar yağışı alan bölgelerdeki havanın ısınması ve ilkbahar yağmurlarıyla birlikte oluşan kar erimesinden kaynaklanacak taşkınların dikkate alınması gerekmektedir. Taşkınların zararlarını azaltmak ve önlemek amacıyla uygulanacak yapılı ve yapısız taşkın önleme çalışmalarının yürütülebilmesi için, öncelikle akarsu yatağının ve havzasının taşkın hidrolojisinin iyi bilinmesi gerekir.

Bitlis ili, Türkiye'nin en fazla yağış alan yerlerinden biridir. Özellikle farklı iklim kuşaklarının ve coğrafyaların kesiştiği bir noktada yer almasından dolayı mikro-klima özelliği gösteren Bitlis ili, Türkiye'nin en fazla kar yağışı alan ilidir [1, 2]. Bazı yıllarda yıl boyunca toplam kar yağışı 12-13 m'yi yerdeki sıkışmış kar kalınlığı ise 4-5 m'yi bulabilmektedir. Dolayısıyla kar erimesiyle meydana gelebilecek yağışlar, önemli taşkın riskleri oluşturmaktadır. Bitlis Çayı; Bitlis il merkezinin içinden geçen kuzeyinde 2102 m kotlu Tahtalı Tepe, doğusunda 2558 kotundaki Şikirinkuz Tepe, güneyinde

*Sorumlu yazar: mcaydin@gmail.com

Geliş Tarihi: 22.02.2016 Kabul Tarihi: 29.03.2016

2351 kotundaki Koçmir Tepe ve 2209 kotlu Helizan Tepe'nin yer aldığı 208.13 km²'lik yağış alanına sahip bir akarsudur. Yağış alanı 46.9 km² olan Kümüs Çayı ise, Bitlis ili içerisinde bu çaya bağlanmaktadır. [3]. Bu çalışmanın amacı; şehir merkezinin içerisinde geçen ve taşkın riski oluşturan Bitlis Çayının taşkın hidrolojisini istatistiksel yöntemlerle analiz etmektir. Bu amaçla, *DSİ Akım Gözlem İstasyonu* (AGİ) verilerine dayalı olarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma bulgularının, ileride yapılabilecek diğer bilimsel çalışmalara ve çalışma alanı içerisindeki taşkın koruma çalışmalarına destek sağlayacağı beklenmektedir.

2. AGİ Verileri

İncelenecek olan Bitlis Çayı üzerinde, DSİ'ye ait iki adet AGİ bulunmaktadır. Bunlardan biri Bitlis Merkez Karınca mevkiinde bulunan 1145 m kotundaki E26A016 numaralı AGİ olup, 1971 yılından bu yana kapalı durumdadır. Yağış alanı 346.4 km² olarak verilen bu istasyonun sadece 1965-1970 yılları arasında aylık akım verileri elde edilebilmiştir. Diğerisi ise Siirt ili Baykan mevkiinde bulunan ve halen açık durumda olan, 910 m kotundaki, 640.4 km² yağış alanlı E26A010 numaralı AGİ'dir. Bu AGİ'ye ait 32 yıllık aylık akım verileri; *DSİ, Etüt Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü*'nden temin edilmiştir.

2.1. E26A016 Numaralı AGİ

Bitlis Merkezi'nin hemen çıkışındaki Karınca mevkiinde bulunan E26A016 no'lu AGİ'ye ait 1965-1970 yılları arası aylık akım verilerine göre debi süreklilik eğrisi Şekil 1'de elde edilmiştir. Ölçüm yılları arasındaki maksimum debi 58.10 m³/s olup, debi süreklilik eğrisine göre ise 50 m³/s veya daha fazla debi gelme ihtimali %5'in altındadır. Bu değer su yapılarından alınabilecek güvenilir su miktarının tespitinde kullanılabilir de, taşkın analizi için kullanılması doğru olmaz. E26A016 numaralı AGİ'den alınan 6 yıllık veriler istatistiksel analiz için yeterli olmadığından, buradan daha mansapta yer alan Baykan mevkiindeki E26A010 numaralı AGİ verileri kullanılarak uzun yıllarda gelmesi muhtemel taşkın debileri tahmin edilecektir.



Şekil 1. E26A016 numaralı AGİ'ye ait debi süreklilik eğrisi

2.2. E26A010 Numaralı AGİ

DSİ verilerine göre toplam yağış alanı 640.40 km² olan E26A010 numaralı AGİ, daha mansaptaki Baykan mevkiinde bulunmaktadır. Bu istasyona ait 1982-2013 yılları arasındaki aylık maksimum debi değerleri kullanılarak, gelecekte gelmesi muhtemel taşkın debileri istatistiksel dağılımlar yardımıyla tahmin edilmeye çalışılacaktır.

3. Olasılık Dağılım Fonksiyonları (ODF)

3.1. Lognormal Dağılım Fonksiyonu

Lognormal dağılımı, hidrolojide en yaygın kullanılan dağılımlardan biridir. Bu dağılımda rastgele bir değişken her zaman pozitif ve çarpıktır. Eğer herhangi rastgele bir x değişkeni lognormal olarak dağılmışsa, o zaman $\ln(x)$ normal olarak dağılır. Lognormal dağılımda olasılık yoğunluk fonksiyonu (PDF-*Probablity Density Function*), Eşitlik (1)'de sunulmuştur.

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}, x > 0 \quad (1)$$

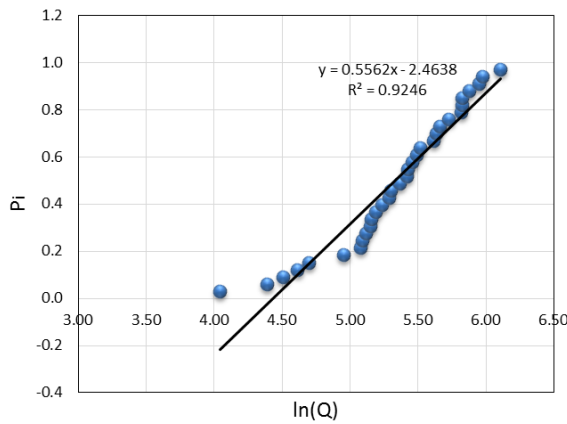
kümülatif dağılım fonksiyonu:

$$F(x) = \Phi\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right) \quad (2)$$

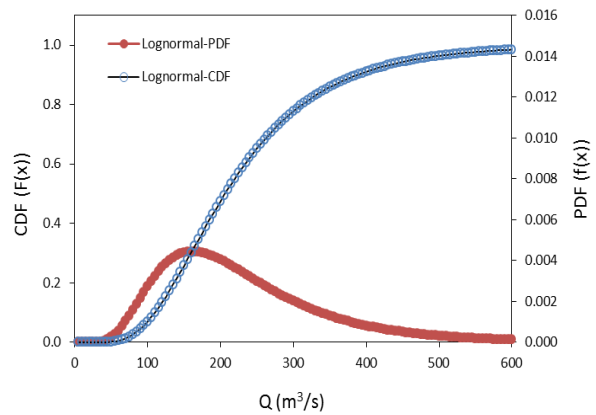
burada; σ ve μ sırasıyla bağımsız değişkenin doğal logaritmasının standart sapması ve ortalaması, Φ standart normal dağılımın kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF=*Cumulative Distribution Function*) olup, (3) bağıntısı ile ifade edilmektedir.

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt \quad (3)$$

E26A010 nolu istasyon verileri yardımıyla, Lognormal dağılımın uygunluğunu test etmek için Şekil 2(a)'daki grafik çizdirilmiştir. Burada; belirginlik katsayısının $R^2 = 0.92$ olduğu görülmektedir. Elde edilmiş lognormal dağılım fonksiyonları ise, Şekil 2(b)'de gösterilmiştir. Bu dağılımın parametreleri, $\sigma = 98.50$ ve $\mu = 228.96$ olarak elde edilmiştir.



Şekil 2. (a) Lognormal dağılımı uygunluk testi,



(b) Lognormal dağılım fonksiyonları

3.2. Gumbel Dağılım Fonksiyonu

Hidrolojide kullanılan diğer bir olasılık dağılımı da Gumbel dağılımıdır. Bu dağılım, yıllık maksimum yağış ve akım gibi hidrolojik olayların olasılık analizlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntemle iyi sonuçlar elde etmek için, en az 10 yıllık periyodun maksimum değerlerine ihtiyaç vardır. Gumbel dağılımının kümülatif dağılım fonksiyonu Eşitlik (4)'te sunulmuştur.

$$F(x) = \exp(-e^{-y}) \quad (4)$$

burada; y parametresi (5) bağıntısıyla ifade edilmektedir

$$y = \alpha(x - \beta) \quad (5)$$

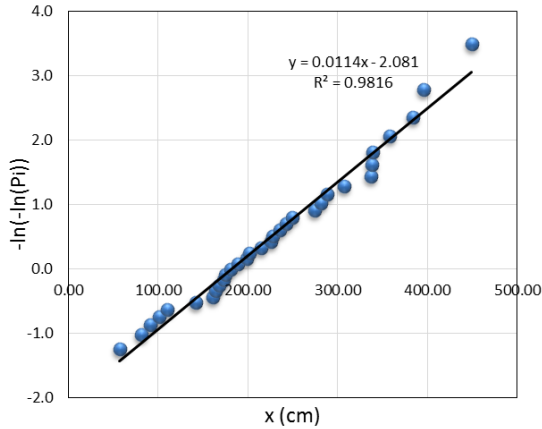
burada; $\alpha = 1.28/\sigma$ ve $\beta = \mu - 0.45\sigma$, μ = rastgele değişkenin ortalaması, σ = onun standart sapmasıdır. Rastgele değişkenler tahmin için beklenenlerden daha az olabileceğinden, örneklerin eksikliğinden dolayı, (6) eşitliğindeki düzeltme uygulanmaktadır.

$$K = \frac{y - y_n}{S_n} \quad (6)$$

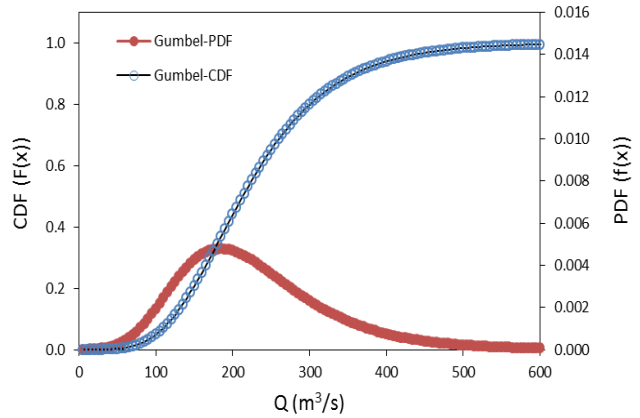
Bu bağıntıdaki, y_n ve S_n bağımsız değişken örneklerinin sayısına bağlı sabitlerdir. Diğer bir taraftan x değerleri K faktörüne dayanılarak, Eşitlik (7)'deki gibi hesaplanır.

$$x = \mu + K\sigma \quad (7)$$

AGİ verilerine göre elde edilen Gumbel dağılımının uygunluk testi, Şekil 3(a)'da gösterilmiştir. Bu grafikte $R^2 = 0.98$ olduğu görülmektedir. Bu dağılımın parametreleri, $\alpha = 0.013$ ve $\beta = 184.64$ olarak elde edilmiş olup, dağılıma ait olasılık fonksiyonlarının grafikleri Şekil 3(b)'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3. (a) Gumbel dağılımı uygunluk testi,



(b) Gumbel dağılım fonksiyonları

3.3. Weibull Dağılım Fonksiyonu

İstatistiklerde iki parametrelili Weibull dağılımı, sürekli bir olasılık dağılımı olarak bilinmektedir. Bu dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)$ ve kümülatif dağılım fonksiyonu $F(x)$ aşağıdaki gibi verilmektedir:

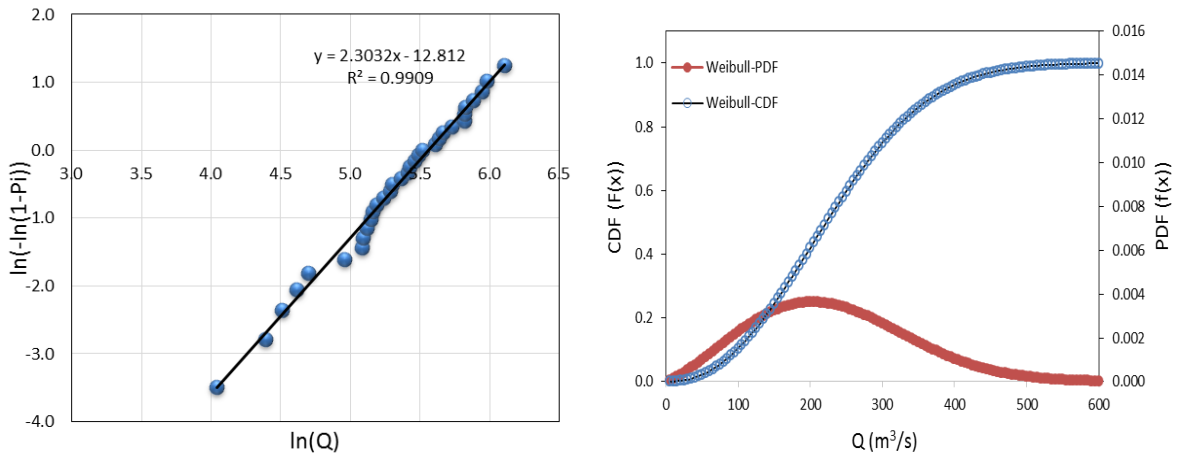
$$f(x) = \frac{\eta}{\varepsilon} \left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{\eta-1} \exp\left[-\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^{\eta}\right] \quad (8)$$

$$F(x) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\varepsilon}\right)^\eta\right] \quad (9)$$

burada η = biçim parametresi, ε = (10) bağıntısıyla ifade edilen ölçek parametresidir.

$$\ln\{-\ln[1 - F(x)]\} = -\eta \ln(\varepsilon) + \eta \ln(x) \quad (10)$$

burada; eğer $\alpha = -\eta \ln(\varepsilon)$ ve $b = \eta$ ise, η ve ε katsayıları $Y_i = \alpha + bX_i$ doğrusal eşitliğinin regresyon analizinden, katsayılar belirlenerek elde edilmektedir [2]. Dikkate alınan E26A010 numaralı AGİ'ye göre elde edilmiş uygunluk testi grafiği ve dağılım fonksiyonları Şekil4(a,b)'de verilmiştir. Uygunluk testinden belirginlik katsayısının bu dağılım için, $R^2 = 0.99$ olduğu görülmektedir. Bu dağılımın parametreleri ise, $\alpha = -12.81$, $\eta = 2.30$, $\varepsilon = 260.52$ olarak elde edilmiştir.



Şekil 4. (a) Weibull dağılımı uygunluk testi,

(b) Weibull dağılım fonksiyonları

3.4. ODF Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Baykan E26A010 numaralı AGİ verilerine göre üç olasılık dağılımı fonksiyonundan elde edilen farklı periyotlarda gelmesi muhtemel debiler, Çizelge 1'de hesaplanmıştır. Weibull dağılımı $R^2 = 0.99$ ile en uygun dağılım olmasına karşılık, en düşük değerler bu dağılım ile elde edilmiştir. Fakat Gumbel dağılımı için de $R^2 = 0.98$ değeri, bu değere yakındır. Gumbel dağılımının hidrolojide daha çok tercih edildiğini düşünürsek, bu dağılım sonuçlarını dikkate almak daha uygun olacaktır. Aynı zamanda çizelgede en yüksek debilerin çoğunlukla lognormal dağılımıyla elde edildiği görülmektedir. Bununla birlikte bu değerler; Bitlis merkezinden yaklaşık 50 km mansaptaki Baykan AGİ'sine göre hesaplandığından, Bitlis merkezini etkileyecek taşkın debileri bu değerlerden daha küçük olacaktır. Hesaplanan bu taşkın debilerinden, Bitlis ilini etkileyecek taşkın debilerinin elde edilmesi için yağış alanları oranından faydalanılacaktır.

DSİ verilerine göre E26A010 numaralı Baykan AGİ'sinin mansabındaki yağış alanı (havza toplama alanı) 640.40 km^2 , Bitlis çıkışındaki E26A016 numaralı Karınca AGİ'sinin mansabındaki yağış alanı 346.40 km^2 , Bitlis merkezinde yağış alanı 208.13 km^2 , merkezde birleşen Kümüş Çayı yağış alanı ise 46.90 km^2 olarak verilmektedir. Buna göre Bitlis merkezini risk altında tutan yağış alanı, Kümüş Çayı ile birlikte 255.03 km^2 'dir. Bu yağış alanının, E26A010 numaralı Baykan AGİ'si yağış alanına oranı $255.03/640.40=0.40$ 'tır. Bu oran, E26A010 numaralı AGİ'den elde edilen taşkın debilerini Bitlis il merkezi için azaltma katsayısı olarak kullanılabilir. Buna göre Çizelge 1'deki debi değerleri 0.40 ile çarpılarak, Bitlis il merkezi için taşkın debileri Çizelge 2'deki gibi elde edilebilmektedir.

Çizelge 1. E26A010 numaralı AGİ'nin muhtemel taşkın debileri

T (Yıl)	Muhtemel Debi (m ³ /s)			
	Lognormal	Gumbel	Weibull	Maks.
5	312	314	320	320
10	378	380	374	380
25	488	463	433	488
50	566	525	471	566
100	647	587	506	647
500	849	729	576	849
1000	942	790	603	942
5000	1175	932	660	1175
10000	1283	993	683	1283
R² =	0.92	0.98	0.99	--

Çizelge 2. Bitlis il merkezi için azaltılmış taşkın debi değerleri

T (Yıl)	Muhtemel Debi (m ³ /s)			
	Lognormal	Gumbel	Weibull	Maks.
5	124.8	125.6	128.0	128.0
10	151.2	152.0	149.6	152.0
25	195.2	185.2	173.2	195.2
50	226.4	210.0	188.4	226.4
100	258.8	234.8	202.4	258.8
500	339.6	291.6	230.4	339.6
1000	376.8	316.0	241.2	376.8
5000	470.0	372.8	264.0	470.0
10000	513.2	397.2	273.2	513.2
R² =	0.92	0.98	0.99	--

4. Rasyonel Metot

Akarsularda taşkın debisinin belirlenmesinde pratik, fakat etkili yöntemlerden biri de Rasyonel Metottur. Daha çok küçük havzalar için kullanılan bu metotta; havza alanı A olan bir havzaya düşen i şiddetinde yağışın, meydana getireceği maksimum Q debisi (11) bağıntısıyla hesaplanır.

$$Q = C \cdot i \cdot A \quad (11)$$

burada; C = zeminin geçirimsizliğine bağlı sızma ve kayıpları ifade eden akış katsayısı, i = yağış şiddeti (m/s), A = havza alanı (m²) ve Q = debi (m³/s) olarak tanımlanmaktadır. Her ne kadar bu yöntem; geçirimsiz alanların yüzdesi büyük olan yerlerde ve yağış süresinin (t_p) havzanın geçiş süresinden (T_c) büyük veya eşit olduğu küçük havzalarda (0.5-5.0 km²) iyi sonuçlar verse de, yağış süresi havza geçiş süresinden büyük bir yağış dikkate alındığında, karşılaştırma açısından bir fikir verebilir.

Uygulama alanı olarak belirlenen Bitlis Çayı'nın havzası genel olarak otlak kaplı, sert, geçirimsiz, volkanik ve eğimli bir zemin yapısına sahiptir. Bitlis kent merkezini risk altında tutan kentin membaındaki yağış alanının yaklaşık olarak % 10'u bitişik nizam yerleşim bölgesi, geriye kalan % 90'ı ise otlak kaplı geçirimsiz eğimli bölge olarak kabul edilirse, akış katsayısı (C) Eşitlik (12) ile hesaplanabilir [4]:

$$C = (0.75 \times 0.10 + 0.35 \times 0.90) = 0.39 \quad (12)$$

4.1. Havza Geçiş Süresi

Havzaların hidrolojik bakımdan en önemli özelliklerinden biri olan geçiş süresi (T_c), yüzeysel akışın havzanın en uzak noktasından çıkış noktasına varabilmesi için tanımlanan süre olarak bilinmektedir. Eğimle ters orantılı olan geçiş süresi, havza alanı arttıkça büyür. Geçiş süresinin hesaplanması için *Natural Resource Conservation Service* (NRCS) tarafından gecikme zamanının (T_L) 5/3 katı olarak verilen (13) eşitliği kullanılabilir.

$$T_c = \frac{5}{3}T_L ; T_L = \frac{[L^{0.8}(2540 - 22.86CN)^{0.7}]}{(1410CN^{0.7}S^{0.5})} \quad (13)$$

burada; L = havza uzunluğu (m), CN = eğri numarası, S = havza eğimi (%), T_c = geçiş süresi (saat), T_L = gecikme süresi (saat)'dir. CN değeri Johnson [5] tarafından; havzada bulunan hidrolojik toprak grupları, arazi kullanımı/örtüsü ve önceki nem durumu (*AMC-Antecedent Moisture Contidions*) değerlerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır [5]. CN değeri, Chow vd. [6] tarafından arazi kullanımı/örtüsüne göre hidrolojik toprak gruplarına bağlı olarak elde edilmiştir. *DSİ Bitlis 173. Şube Müdürlüğü*'nden alınan bilgilere göre havzanın $CNII$ değeri 85 olarak verilmektedir [3].

Küçük havzalarda geçiş süresini hesaplamak için diğer bir ampirik bağıntı olan Kirpich bağıntısı Eşitlik (14)'te sunulmaktadır[4, 7].

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0.385} \quad (14)$$

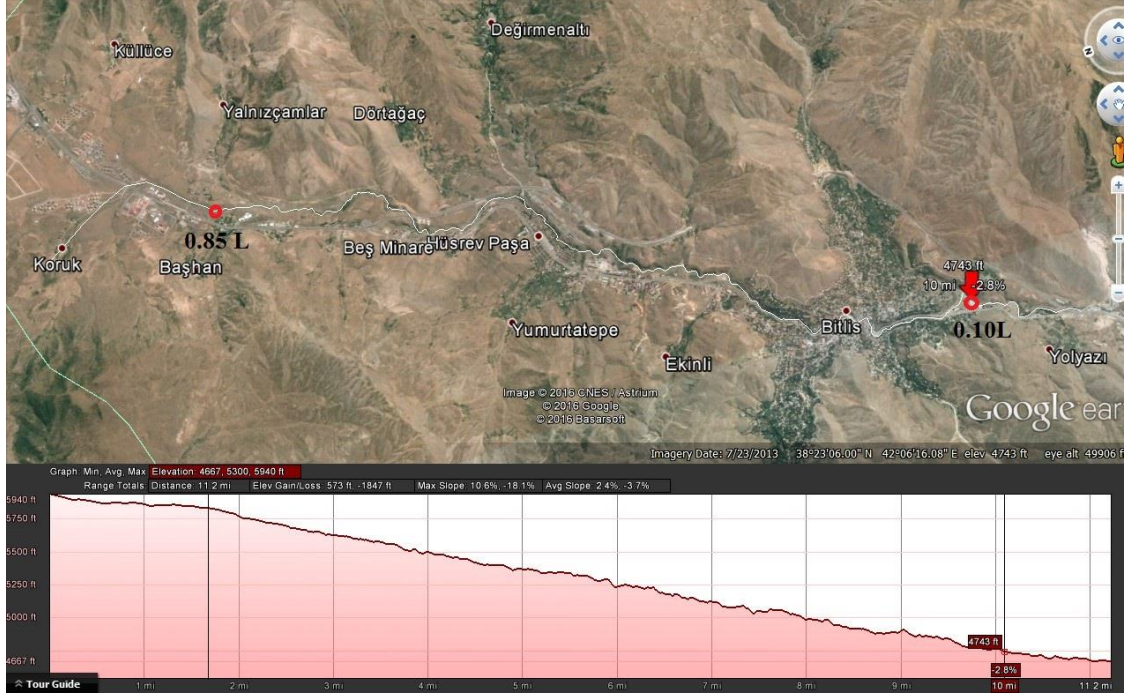
burada; T_c = saat cinsinden geçiş süresini, L = km cinsinden akarsu uzunluğunu ve S = havza eğimini ifade etmektedir.

Kinematik teoriye göre T_c dakika, L metre, yağış şiddeti i mm/saat cinsinden ve n Manning pürüzlülük katsayısı olmak üzere geçiş süresi, (15) bağıntısıyla da hesaplanabilmektedir [4].

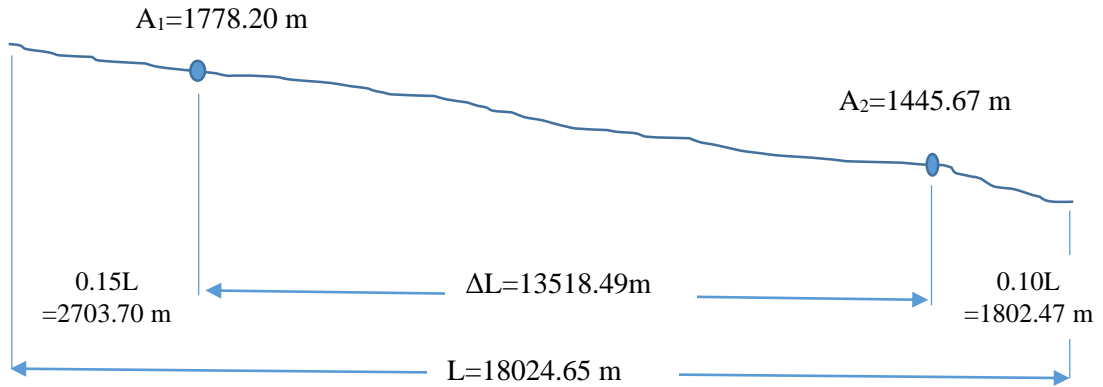
$$T_c = \frac{6.92(L \times n)^{0.6}}{i^{0.4} \times S^{0.3}} \quad (15)$$

4.2. Havza Eğimi

Hidrolojide diğer bir havza özelliği ise havza eğimidir. Havza eğimini ölçmek için farklı yöntemler kullanılabilir de en basit ve etkili yöntemlerden biri; ana akarsu kolunun uzunluğunun %10'u ile %85'indeki kotlar arasındaki farkın, bu değerlerin alındığı noktalar arasındaki uzaklığa oranıyla bulunmaktadır [8]. Buna göre çalışma alanına ait havza alanı, Şekil 5'e göre Eşitlik (16)'da hesaplanmıştır.



Şekil 5. Havzanın Bitlis Menbasındaki kısmının eğimi (Google Earth)



Şekil 6. Havza eğimi hesabı

$$S = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{Kot}(A_1) - \operatorname{Kot}(A_2)}{\Delta L} = \frac{1778.20 - 1445.67}{13518.65} = 0.025 \rightarrow \%2.5$$

4.3. Rasyonel Yönteme Göre Debi Hesabı

Bitlis Çayı'nın Bitlis menbası için DSİ verilerine göre uzunluğu $L = 22.6$ km, alanı 255.3 km², eğri numarası $CN(II)=85$, Manning katsayısı $n=0.022$, Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) [9]'ne göre bir saatlik maksimum yağış 13 mm/saat olarak alındığında geçiş süreleri farklı formüller için Çizelge 3'te hesaplanmıştır. Bu tabloya göre, geçiş süresi yaklaşık olarak ortalama 6 saat alınabilir. Taşkın hesabı için yağış süresinin geçiş süresine eşit veya daha büyük şiddetli bir yağışın kabul edilmesi gerektiği bilindiğinden DMİ [9] verilerine göre Bitlis için 6 saatlik maksimum yağış miktarı olarak 40 mm/6 saat = 6.7 mm/saat dikkate alınabilir. Her ne kadar Rasyonel metot için büyük bir alan olsa da diğer yaklaşımlarla kıyaslamak için Rasyonel metoda göre yağış miktarı:

$$Q = 0.39 \times \frac{6.7}{1000 \times 3600} \text{ m/s} \times 255.03 \times 10^6 \text{ m}^2 = 185 \text{ m}^3/\text{s}$$

olarak elde edilir. Belirtmek gerekir ki bu değer sadece 2014 yılı 6 saatlik maksimum yağış (40 mm) dikkate alınarak hesaplanmıştır. Uzun yıllar ölçülmüş maksimum yağışlar dikkate alınabilseydi belirli bir periyotta gelmesi muhtemel yağışlara göre taşkın debisi Rasyonel metot ile tahmin edilebilirdi. Yine de bu değer, diğer hesaplarla karşılaştırıldığında iyi bir tahmin olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Farklı yaklaşımlara göre hesaplanmış havza geçiş süreleri

<i>L</i> (km)	CN(II)	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>i</i> (mm/sa)	<i>T_L</i> (sa)	Geşiç süresi, <i>T_c</i> (sa)		
						Denk. (12)	Denk. (13)	Denk. (14)
22.60	85	0.025	0.022	13.0	5.34	8.90	3.01	6.76

5. Sonuç

Mevcut çalışmada, Bitlis Çayı'nın AGİ verileri kullanılarak üç farklı olasılık dağılım fonksiyonu ve Rasyonel yöntemle göre Bitlis il merkezini tehdit eden taşkın debileri hesaplanmıştır. Böylece, belirli periyotlardaki beklenen muhtemel maksimum taşkınların Gumbel dağılımına göre; $Q_{50} = 210.0 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{500} = 291.6 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{1000} = 316.0 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak dikkate alınması en uygundur. Elde edilen taşkın debileri DSİ tarafından sentetik seriler yardımıyla hesaplanan; $Q_{500} = 283.3 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{1000} = 311.8 \text{ m}^3/\text{s}$ değerlerine oldukça yakındır. Rasyonel metotla elde edilen değer ise $Q = 185.0 \text{ m}^3/\text{s}$ olup, bu değer Gumbel dağılımı için 25 yıllık periyoda karşılık gelmektedir. Elde edilen bu taşkın debileri dere yatağına yakın yerleşim alanları için önemli bir risk oluşturmakta ve bunun için gerekli önlemler zaman geçirilmeden alınmalıdır.

Bu gibi yerleşim yerlerine yakın yerlerdeki taşkın riskinin önceden belirlenmesi doğabilecek felaketlere önceden önlem alınabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, incelenen bölgenin hidrolojisi için detaylı bilgi sunmakta ve bölge ile ilgili taşkından korunma çalışmalarında kullanılabilir. Özellikle Belediyeler, DSİ ve İl Özel İdareler gibi yerel idareler tarafından yapılacak taşkın koruma ve imar çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Ayrıca elde edilen bu veriler, aşağıda belirtilen proje tarafından desteklenen ve devam eden tez çalışmasında da kullanılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma; Bitlis Eren Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri BEBAP 2015.06 no'lu "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi" başlıklı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Terzi C. 2011. Doğu Anadolu Bölgesinin Zemin Kar Yüğü Haritasının Oluşturulması ve Çatı Kar Yüklerinin Belirlenmesi. KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi, 149s, Trabzon.
2. Aydın M.C., Işık E. 2015. Evaluation of Ground Snow Loads in the Micro-climate Regions, Russian Meteoroloji and Hydrology, 40 (11): 741-748.
3. DSİ. 2015. *Bitlis Çayı ıslahı çalışma raporu*, DSİ, XVII. Bölge Müdürlüğü Van.
4. Bayazıt M. 2011. *Hidroloji*, Birsen Yayınevi, İstanbul.

5. Johnson R.R. 1998. An Investigation of Curve Number Applicability to the Watersheds in Excess of 2500 Cectares (250km²). Jornal of Environmental Hydrology, Vol: 6.
6. Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W. 1988. *Applied Hydrology*, McGraw- Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, New York.
7. Özdemir H. 2007. SCS CN Yağış-Akış Modelinin CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Uygulanması: Havran Çayı Örneği (Balıkesir). Ankara Üniversitesi Coğrafi Bilimler Dergisi, 5 (2): 1-12.
8. Erkek C., Ağırlioğlu N. 2013. *Su Kaynakları Mühendisliği*. Beta Yayınevi, İstanbul.
9. DMİ. 2014. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/maksimum-yagisalar.aspx> (Erişim Tarihi: 05.02.2016)