



# MDAG

MULTIDISCIPLINARY  
APPROACHES WITH GEOGRAPHY

Başvuru 09.11.2023 Received | Kabul 05.12.2023 Accepted  
E-ISSN: 2980-1141 | <https://www.mdag.com.tr>  
Cilt 1, Sayı 4 (2023), ss. 262-279  
Doi., 10.29329/mdag.2023.617.1



## Atf Bilgisi / Reference Information

Çıtak, S., ve Kılıç, M. O. (2023). Yukarı Çekerek Havzası'nın Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Jeomorfometrik Analizi. *Multidisipliner Yaklaşımlarla Coğrafya Dergisi*, 1(4), 262-279 <https://doi.org/10.29329/mdag.2023.617.1>

## Yukarı Çekerek Havzası'nın Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Jeomorfometrik Analizi

Geomorphometric Analysis of the Yukarı Çekerek Basin Using Geographic Information Systems (GIS)

Sema ÇITAK 

YL. Öğr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [semacitak00@gmail.com](mailto:semacitak00@gmail.com)

Orhan Mete Kılıç 

Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, [orhanmete.kilic@gop.edu.tr](mailto:orhanmete.kilic@gop.edu.tr)

## ÖZET

Bu çalışma, Yukarı Çekerek Havzası'nın morfometrik özelliklerini Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak incelenmesini amaçlamaktadır. Havza analizlerinde 30x30 metre çözünürlüklü Sayısal Yükselti Modeli (SYM) verileri temel alınmıştır. Veri setleri, ArcMAP 10.5 yazılımı kullanılarak akarsu ağlarının üretilmesi ve Strahler metodu ile analizlerin yapılmasıyla oluşturulmuştur. Bu çalışma, çizgisel (bir boyutlu), alansal (iki boyutlu) ve rölyef (üç boyutlu) morfometrisini içeren 14 ana parametreyi ele almaktadır. Havzanın şekli (Rf), akarsu sıklığı (Fs), uzunluk oranı (Re), drenaj yoğunluğu (Dd), gravelüs indeksi (Kg), çatallanma oranı (Rb), tekstür oranı (T), akarsu uzunluk oranı (RI), drenaj tekstür oranı (Rt), havza rölyefi (Bh), hipsometrik integral (Hi), hipsometrik eğri (Hc) ve akım toplanma zamanı (Tc) gibi parametreler, bu analizde hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, havzanın uzunluğunun genişliğine göre fazla olduğu, engebelilik değerinin ve dere yatak eğiminin yüksek olduğu, akım toplanma süresinin genel olarak kısa olduğu, olgunluk evresini yaşadığı, jeomorfolojik şekillerin denge profiline ulaştığı ve havzanın tektonik açıdan durağan bir durumda olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, Yukarı Çekerek Havzası'nın morfometrik özelliklerini belirleyerek, su kaynakları yönetimi ve havza planlamasında kritik öneme sahip bilgiler sunmayı amaçlamaktadır.

## ABSTRACT

This study aims to examine the morphometric properties of the Yukarı Çekerek Basin using Geographic Information Systems (GIS). Basin analyzes were based on Digital Elevation Model (DEM) data with 30x30 meter resolution. Data sets were created by generating stream networks using ArcMAP 10.5 software and analyzing with the Strahler method. This study considers 14 main parameters including linear (one-dimensional), areal (two-dimensional) and relief (three-dimensional) morphometry. Shape of the basin (Rf), stream frequency (Fs), length ratio (Re), drainage density (Dd), gravel index (Kg), bifurcation ratio (Rb), texture ratio (T), stream length ratio (RI), drainage Parameters such as texture ratio (Rt), basin relief (Bh), hypsometric integral (Hi), hypsometric curve (Hc) and flow collection time (Tc) were calculated in this analysis. As a result of the calculations, it has been determined that the length of the basin is longer than its width, the roughness value and the slope of the stream bed are high, the flow collection period is generally short, it is in its maturity phase, the geomorphological shapes have reached the balance profile and the basin is in a tectonically stable state. This study aims to provide critical information in water resources management and basin planning by determining the morphometric characteristics of the Yukarı Çekerek Basin

**Anahtar Kelimeler:** Jeomorfometri, Morfometrik Analiz, Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS), Yukarı Çekerek Havzası

**Keywords:** Geomorphometry, Morphometric Analysis, Geographic Information Systems (GIS), Pulling Up Basin



## GİRİŞ

Son yıllarda morfometri coğrafi bilimlerin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiş ve yeryüzü şekillerinin matematiksel ifadesi ve sayısal analizi ile ilgilenen temel bir disiplin olarak kabul edilmiştir. Bu alandaki çalışmalar jeomorfoloji, hidroloji, matematik, istatistik ve bilgisayar bilimleri gibi çeşitli disiplinlerin birleşiminde yoğunlaşmıştır (Uzun, 2021). Morfometri topoğrafyanın sayısal olarak temsil edilmesi ve analiz edilmesi yoluyla doğal süreçlerin anlaşılmasına ve yeryüzü şekillerinin evrimsel süreçlerle ilişkilerinin çözümlenmesine olanak tanır.

Özellikle akarsu havzaları morfometri çalışmalarında büyük bir öneme sahiptir. Akarsu havzalarının geometrisi, boyutu, akış ağı ve drenaj özellikleri, hidrolojik döngünün anlaşılması, su kaynaklarının etkin yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir role sahiptir. Bu bağlamda morfometrik analizler akarsu havzalarının jeomorfolojik özelliklerini ve hidrolojik davranışlarını anlamak için vazgeçilmez bir araçtır (Horton, 1945; Strahler, 1952). Morfometri terimi ilk defa 1957 yılında Chorley tarafından resmi olarak kullanılmış olsa da bu alandaki çalışmaların kökleri daha eskilere dayanmaktadır. Örneğin akarsu ağlarının matematiksel analiziyle ilgili temel adımlar 1930'larda Horton tarafından atılmıştır. Horton'ın bu çalışmaları akarsuların matematiksel modellerle ifade edilebileceği fikrini güçlendirmiştir (Özdemir, 2011). Daha sonra Strahler'in bu konudaki çalışmalarıyla birlikte akarsu sistemlerinin sınıflandırılması ve analizi gibi konularda önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Strahler, 1952; Özdemir, 2011). Son yıllarda CBS alanında yaşanan hızlı gelişmeler morfometrik analizlerin daha kapsamlı ve hassas hale gelmesini sağlamıştır. CBS coğrafi verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve görselleştirilmesi için güçlü bir araçtır. Morfometri çalışmalarında CBS'nin rolü giderek artmaktadır. CBS sayesinde SYM gibi temel verilerin yanı sıra coğrafi konum bilgileri kullanılarak akarsu havzalarının şekilleri, eğrileri, akış yolları ve drenaj sistemleri gibi unsurlar detaylı bir şekilde incelenebilir (Ödekler ve Türkoğlu, 2020). Aynı zamanda CBS farklı zaman dilimlerindeki topoğrafya değişiklikleri izleme yeteneği sayesinde çevresel etkilerin ve doğal süreçlerin analizlerine olanak tanır. Bu bağlamda morfometri çalışmalarında CBS'nin kullanımı analizlerin doğru, güvenilir ve detaylı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Analizlerin doğruluğu ve güvenilir oluşu su kaynakları yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahip bilgilerin elde edilmesini kolaylaştırmaktadır.

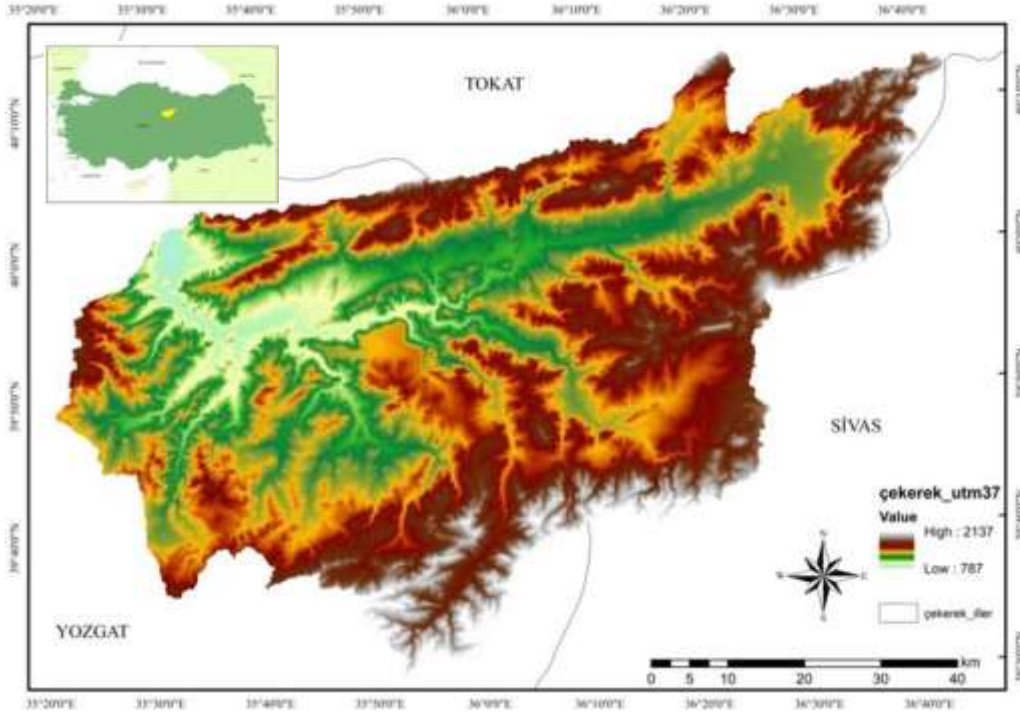
Bu çalışma Yukarı Çekerek Havzası'nın morfometrik analizini ortaya koyarak havzanın jeomorfolojik ve hidrografik özelliklerini ayrıntılı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu analizler; akarsu ağı yapısı, akarsu profil eğrileri, erozyon potansiyeli ve sediment taşıma kapasitesi gibi temel morfometrik parametreler kullanılarak havzanın hidrolojik karakteristiklerine ve jeolojik evrimine dair değerli bilgiler elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma bölgenin su kaynakları yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından stratejik önemini vurgulamaktadır. Bu tür analizler, bölgenin sürdürülebilir su kaynakları yönetimi ve çevresel denge açısından kritik rolünü vurgulamayı amaçlar. Bu bağlamda gelecekteki doğal kaynak planlamalarının temelini atılmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca bu çalışmanın sonuçları havzanın sürdürülebilir su kaynakları yönetimine ve çevresel dengeye katkı sağlayacak stratejilerin geliştirilmesinde önemli bir kılavuz olarak kullanılabilir.



## YÖNTEM

### Çalışma Alanı

Çekerek Irmağı Sivas ilinin yaklaşık 50 km kuzeybatısında bulunan Yıldız Dağından doğmakta olup Yeşilırmak'ın kollarından bir tanesidir. Çekerek Irmağı havzası yaklaşık olarak 7.000 km<sup>2</sup>'lik bir alan kaplarken Orta Karadeniz ve İç Anadolu bölgesi sınırlarında bulunmaktadır ve 250 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Yozgat'tan doğan Çekerek Irmağı Yozgat'ın Kayabaşı mevkiinde Tokat istikametinden gelen Yeşilırmak'ın kolu olan Tozanlı Çayı ile birleşir ayrıca Çekerek Irmağı Amasya'nın 15 km güneyinde Çorum Çayı ile birleşerek Yeşilırmak'a katılır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanı Lokasyon Haritası.

### Veri ve Yöntem

Bu çalışmada, 30 metre çözünürlüğe sahip Aster uydusundan elde edilen SYM kullanılmıştır. Çalışmanın odak noktası, Yukarı Çekerek havzasının sınırları ve bu alanda yapılan veri analizleridir. Tüm veri işleme süreçleri ArcMAP 10.5 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Havza oluşturma işlemi, ilk aşamada DEM verisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu veri üzerindeki hatalar ve bozukluklar, morfometrik analizlerin doğru yapılabilmesi için "Fill" işlemiyle düzeltilmiştir. Ardından, akış yönlerini belirlemek için "Flow Direction" fonksiyonu kullanılmış ve bu akış yönlerine bağlı olarak "Flow Accumulation" işlemiyle akış biriktirme raster verisi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu raster veri ile "Raster Calculator" aracılığıyla 500 piksel eşik değerine sahip akarsu ağı oluşturulmuştur. Bu akarsu ağı, Strahler (1952) yöntemine göre dizinlere ayrılmış ve 6 farklı derece hesaplanmıştır. Bu dereceler, analiz için gerekli olan temel verileri sağlamıştır. Veri işleme süreçleri, Aster uydusu verilerinin işlenmesi ve ArcMAP yazılımının Hydrology modülü üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu adımlar, çalışma alanının özelliklerini belirlemek ve havza morfometrisi analizlerini gerçekleştirmek için temel oluşturmuştur. Yukarı Çekerek havzanda kullanılmış olan parametrelere ait matematiksel ifadeler ve açıklamaları Tablo 1' de verilmiştir.

**Tablo 1.** Morfometrik Parametreler (Utlu ve Özdemir, 2018).

	NO	PARAMETRE	FORMÜL	KISALTMA AÇIKLAMASI	KAYNAK
ALANSAL MORFOMETRİ	1	Havza Şekli (R <sub>f</sub> )	$R_f = A / L_b^2$	<b>A:</b> Havza Alanı km <sup>2</sup> <b>L<sub>b</sub>:</b> Havza uzunluğu	Horton, 1932
	2	Akarsu Sıklığı (F <sub>s</sub> )	$F_s = N / A$	<b>N:</b> 1. dizin toplam sayısı <b>A:</b> Havza alanı km <sup>2</sup>	Horton 1932, 1945
	3	Uzunluk Oranı (R <sub>c</sub> )	$R_c = 2 / L_m * [A/\pi]^{0.5}$	<b>L<sub>m</sub>:</b> Havza çevresi uzunluğu km <b>A:</b> Havza Alanı km <sup>2</sup>	Schumm, 1956
	4	Drenaj Yoğunluğu (D <sub>d</sub> )	$D_d = \Sigma L / A$	<b><math>\Sigma L</math>:</b> Toplam akarsu uzunluğu <b>A:</b> Havza Alanı km <sup>2</sup>	Horton 1932, 1945
	5	Gravelüs İndeksi (K <sub>g</sub> )	$K_g = P / 2\sqrt{(\pi * A)}$	<b>P:</b> Havza çevresi uzunluğu km <b>A:</b> Havza Alanı km <sup>2</sup>	Gravelius, 1914
ÇİZGİSEL MORFOMETRİ	6	Çatallanma Oranı (R <sub>b</sub> )	$R_b = N_u / N_{u+1}$	<b>N<sub>u</sub>:</b> Akarsu havzasındaki dizin sayısı <b>N<sub>u+1</sub>:</b> Bir sonraki toplam dizin sayısı	Schumm, 1956
	7	Tekstür Oranı (T)	$T = N_{u1} / P$	<b>N<sub>u1</sub>:</b> 1. Dizinlerin toplam sayısı <b>P:</b> Havza çevresi uzunluğu km	Horton, 1945
	8	Akarsu Uzunluk Oranı (R <sub>l</sub> )	$R_l = L_u / L_{u+1}$	<b>L<sub>u</sub>:</b> Dizin sayısının toplam uzunluğu m. <b>L<sub>u+1</sub>:</b> Sonraki dizin sayısının uzunluğu m.	Patton, 1988
	9	Drenaj Tekstür Oranı (R <sub>t</sub> )	$R_t = N_u / A$	<b>N<sub>u</sub>:</b> Akarsu havzasındaki dizin sayısı <b>A:</b> Havza Alanı km <sup>2</sup>	Horton, 1945
RÖLYEF MORFOMETRİSİ	10	Hipsometrik İntegral (H <sub>i</sub> )	$H_i = H_{ort} - H_{min} / H_{max} - H_{min}$	<b>H<sub>ort</sub>:</b> Ortalama yükselti <b>H<sub>min</sub>:</b> Minimum yükselti <b>H<sub>max</sub>:</b> Maksimum yükselti	(Pike ve Wilson, 1971) (Mayer, 1990)
	11	Hipsometrik Eğri (H <sub>c</sub> )	$H_c = a/A$ veya $h/H$	<b>a:</b> Rölatif alan <b>A:</b> Toplam alan <b>h:</b> Rölatif yükseklik <b>H:</b> Toplam yükseklik	(Pike ve Wilson, 1971) (Mayer, 1990)
	12	Havza Rölyefi (B <sub>h</sub> )	$B_h = H_{max} - H_{min}$	<b>H<sub>max</sub>:</b> Maksimum yükselti <b>H<sub>min</sub>:</b> Minimum yükselti	Schumm, 1956
	13	Engebelilik Değeri (R <sub>n</sub> )	$R_n = B_h * D_d$	<b>B<sub>h</sub>:</b> Havza rölyefi <b>D<sub>d</sub>:</b> Drenaj yoğunluğu	Schumm, 1956
	14	Akım Toplanma Zamanı (T <sub>c</sub> )	$T_c = 0.0195 * L^{0.77} / S^{0.385}$	<b>L:</b> Ana akarsuya paralel maksimum ana akarsu uzunluğu <b>S:</b> Havza eğimi	Kirpich, 1940



## BULGULAR

### Alansal Morfometri

Alansal parametreler havzaların alansal özelliklerini oluşturan morfometrik parametreler olup havzaya düşen yağışların toplanması ve yüzeysel akışın havzaya toplanıp birikmesi açısından önem taşımaktadır (Özdemir, 2011). Bu parametreler; Havza Şekli ( $R_f$ ), Akarsu Sıklığı ( $F_s$ ), Uzunluk Oranı ( $R_e$ ), Drenaj Yoğunluğu ( $D_d$ ) ve Gravelius İndeks ( $K_g$ ) dir. Bu parametreler alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

#### *Havza Şekli / Form Faktörü ( $R_f$ )*

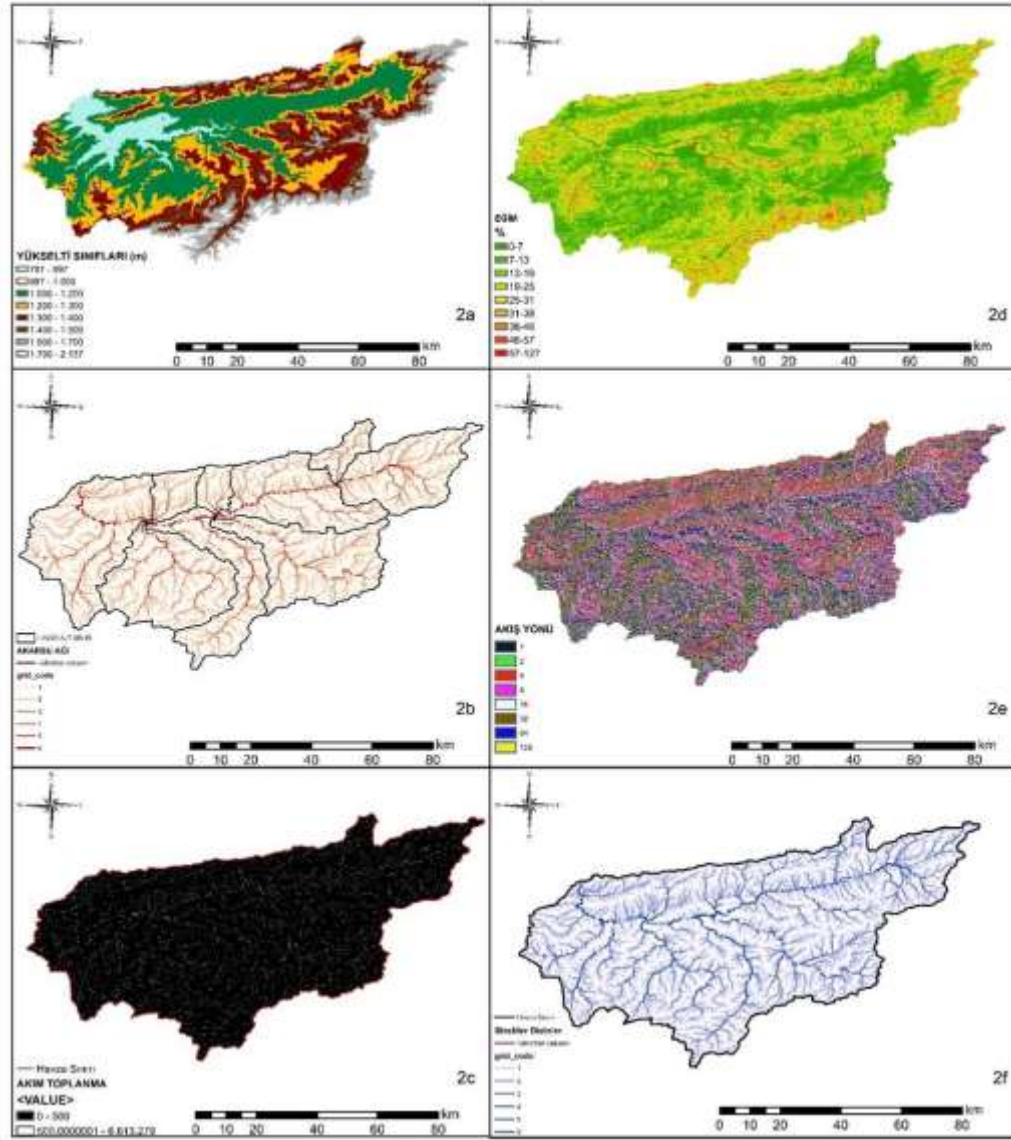
Havza alanının maksimum havza uzunluğunun karesine oranıdır (Horton, 1932). Havza şekli suyun konsantrasyon süresini etkileyen faktörlerden birisidir.  $R_f$  değerinin düşük olduğu yani değerin 0' a yaklaştığı havzalar dar ve uzunlamasına bir şekil gösterirken bu tip havzalarda suyun toplanma süresi daha uzun olacağından daha düşük akımlar oluşturmaktadır (Kutukcu vd., 2015).  $R_f$  değerinin yüksek olduğu yani değerin 1'e yaklaştığı havzalar daha kısa ve orta uzunlukta olup daireselliğe daha yakın olan havzalar olarak belirtilir ve bu havzalarda akım toplanma zamanı kısa olacağından yüksek akımlar oluşturmaktadır (Kutukcu vd., 2015).  $R_f$  değeri bakımından Yukarı Çekerek havzası 0,31 değer almış ve havzaya yağışla düşen suyun toplanma süresi kısa olması nedeniyle havzada düşük akımlar görüldüğü söylenebilir. Bu değerin 1'den küçük çıkması havza uzunluğunun genişliğinden fazla olduğunu göstermektedir.

#### *Akarsu Sıklığı ( $F_s$ )*

Akarsu sıklığı havza içindeki toplam akarsu dizin sayısının havza alanına bölünmesi ile bulunur (Horton, 1932; Altıparmak ve Türkoğlu, 2018). Akarsu sıklığı değeri jeomorfolojik özellikler, bitki örtüsü, zeminin litolojik özellikleri, iklim ve insan faktörü gibi etmenlerden etkilenmektedir. (Hoşgören, 2001). Yüksek  $F_s$  değeri yüksek rölyef, seyrek bitki örtüsü ve düşük infiltrasyon kapasitesini ifade ederken, düşük  $F_s$  değeri yüksek infiltrasyon, alçak rölyef ve yoğun bitki örtüsünü ifade etmektedir (Patil ve Mali, 2013). Ayrıca akarsu sıklığı ve drenaj yoğunluğu havzanın drenaj dokusu hakkında bilgi verdiği gibi çoğu zaman bu iki parametre arasında da doğru orantı bulunmaktadır (Utlu ve Özdemir, 2018).

Yukarı Çekerek havzasında  $F_s$  0,76 (tablo 2) değer almış olup bu değer düşük akarsu sıklığı olarak kabul edilmektedir. Yukarı Çekerek havzasında yüksek infiltrasyon kapasitesinin olduğu, geçirgen bir sahanın olduğu, alçak rölyefe sahip olduğu ve yoğun bitki örtüsü dokusunun var olduğuna dair ipuçları sunmaktadır.





Şekil 2. Çekerek Havzasının CBS ortamında Hazırlanan Haritaları ( 2a.Çekerek Havzası Yükselti Sınıfları, 2b. Havza Alt Sınırı, 2c. Akım Toplanma, 2d.Eğim, 2e.Akış Yönü, 2f. Strahler' e Göre Oluşturulan Akarsu Ağı).

Tablo 2. Yukarı Çekerek Havzasına Ait Hesaplanan Morfometrik Değerler.

PARAMETRE	ALDIĞI DEĞERLER
Havza Şekli ( $R_f$ )	0,31
Akarsu Sıklığı ( $F_s$ )	0,76
Uzunluk Oranı ( $R_c$ )	0,13
Drenaj Yoğunluğu ( $Dd$ )	1,18
Gravelius İndeks ( $K_g$ )	2,32
Çatallanma Oranı ( $R_b$ )	1,77
Tekstür Oranı ( $T$ )	6,49
Akarsu Uzunluk Oranı ( $R_l$ )	1,92



Drenaj Tekstür Oranı ( $R_t$ )	1,53
Hipsometrik İntegral ( $H_i$ )	0,37
Hipsometrik Eğri ( $H_c$ )	a/A: 0,76 h/H: 0,04
Havza Rölyefi ( $B_h$ )	1350,00
Engebelilik Değeri ( $R_n$ )	1593,00
Akım Toplanma Zamanı ( $T_c$ )	69,45

### ***Akarsu Uzunluk Oranı (Rl)***

Akarsu uzunluk oranı, havzada belirlenmiş olan bir dizinin toplam uzunluğunun kendinden sonraki dizinin toplam uzunluğuna bölünmesi ile bulunmaktadır (Patton, 1988). Uzunluk oranı parametresi, suyun akarsu boyunca ne kadar taşındığını havza alanına göre değerlendirmekte ve akarsuyun topografik uzunluğu ile ilişkilendirilerek taşkın hassasiyeti üzerinde bilgi sağlamaktadır. (Aldharab vd., 2019; Babu vd., 2016). Uzunlamasına olan havzalarda genelde akarsu dizinlerinin boylarının da uzun olmasından dolayı su havzada daha az tutularak çabuk drene olup Rl değerinin düşük çıkmasına neden olur. Dairesel şekilli havzalarda ise durum tam tersi olup su havzada daha fazla tutulur ve birikim artarak Rl değerinin yüksek çıkmasına ve nispeten taşkın hassasiyetinin artmasına neden olmaktadır (Karataş, 2014). Dandiritik drenaj ağına sahip havzalarda düşük akarsu uzunluk oranından söz edilirken paralel veya sub-paralel drenaj ağına sahip havzalarda ise yüksek akarsu uzunluk oranlarından söz edilmektedir (Karataş, 2014). Yukarı Çekerek havzası akarsu uzunluk oranı 1,92 değer almış olup uzunlamasına bir şekle sahip olan havzada dizinlerin boylarının da uzun olmasından dolayı suyun daha az tutulduğunu ve hızlı bir şekilde drene olduğunu göstermektedir. Ayrıca değerinin düşük olması havzanın dandiritik drenaj ağına sahip olduğunu göstermektedir.

### ***Drenaj Yoğunluğu ( $D_d$ )***

Drenaj yoğunluğu havzada oluşturulan dizinlerin toplam uzunluğunun havza alanına bölünmesi ile bulunmaktadır (Horton, 1932). Drenaj yoğunluğu hesaplamaları havzanın bitki örtüsü, jeolojisi, yarıma derecesi ve iklim özellikleri hakkında bilgi vermektedir (Horton, 1932; Rana vd., 2016; Tarboton vd., 1992).

$D_d$  değerinin yüksek olması durumunda havzada yüzeysel akışın etkisi ile parçalanma ve aşındırma faaliyetleri görülürken,  $D_d$  değerinin düşük olması durumunda ise havzada yüzeysel akış sularının infiltrasyon ile yer altına sızması nedeniyle yer altı akımları oluşmaktadır (Patton, 1988). Kısaca düşük  $D_d$  değeri genellikle dayanıklı kayaların olduğu sahalarda akarsu aralıklarının daha geniş olduğu ve yüksek infiltrasyonun olduğu sahalarda ortaya çıkarken, yüksek  $D_d$  değeri infiltrasyonun azaldığı ve yüzeysel akışın artması ile akarsu aralıklarının daralıp azaldığı sahalarda ortaya çıkmaktadır (Aytuk, 2017). Drenaj yoğunluğu sadece jeolojiyi değil iklimik jeomorfolojiyi de yansıtmaktadır. Eğim ve jeoloji değerlerinin eşit olduğu sahalarda, kurak bölgelerde seyrek bitki örtüsüne bağlı olarak infiltrasyonla su kaybı az olup  $D_d$  değeri artış göstermekteyken nemli bölgelerde ise yoğun bitki örtüsüne bağlı olarak infiltrasyonla su kaybı fazla olup  $D_d$  azalmaktadır (Reddy vd., 2004). Kısaca havzanın drenaj yoğunluğu bitki örtüsü, jeolojisi, yarıma derecesi, hidrolojik özellikleri ve iklim özelliklerine göre değişmektedir. Drenaj yoğunluğu değerini literatürden de ulaşılabileceği üzere 4 sınıfa ayrılmıştır.

Bu sınıflar;

- 0 - 2 arası düşük



- 2 – 2,5 arası orta
- 2,5 – 3 arası yüksek
- 3 ve üzeri çok yüksek olarak ifade edilmektedir (Malik vd., 2011).

Yukarı Çekerek havzası Malik vd. yaptığı sınıflama grubunda 1.18 değer olarak 0 – 2 arasındaki düşük değere sahip grupta yer almaktadır. Genel olarak havzada yüzeysel akış sularının infiltrasyon ile yer altına sızması nedeniyle yer altı akımları oluşacağı söylenebilir.  $D_d$  değerinin düşük olması jeolojik yapısının dayanıklı kayaların oluştuğunu ve yoğun bir bitki örtüsüne sahip olduğunu gösterirken Yukarı Çekerek havzasında infiltrasyon faaliyetlerinin artması ile su kayıplarında artışlar görülebileceği söylenebilir.

### ***Gravelius İndeks ( $K_g$ )***

Gravelius indeksi, havzanın şeklini açıklayan bir parametre olup havzanın dairesel bir görünümde sahip olup olmadığı hakkında bilgi verir (Ajay vd., 2014; Özdemir, 2011).  $K_g$  değerinin yüksek olması havzanın uzunlamasına bir şekle sahip olduğunu ve erozyon potansiyelinin de yüksek olduğunu ifade ederken  $K_g$  değerinin düşük olması havzanın dairesel bir şekle sahip olduğunu ifade eder (Ajay vd., 2014). Yukarı Çekerek havzasının gravelius indeks değeri 2,32 olarak hesaplanmıştır. Buna göre havzanın uzunluğunun (124,984 km) genişliğinden (67,034 km) fazla olması ile jeolojik olarak heterojen bir yapıya sahip olduğu ve dairesellikten uzak bir şeklinin olduğu söylenebilir.

### **Çizgisel Morfometri**

Çizgisel parametreler, bir havzanın su yollarının ve akış sistemlerinin uzunluk, eğim, yoğunluk ve düzen gibi morfometrik özelliklerini ifade eden değerlerdir. Bu parametreler, havza üzerindeki su yollarının ve çizgisel özelliklerin analiz edilerek, suyun akışının ve taşınmasının incelenmesini sağlar. Havzaların morfometrik özelliklerini anlamak için, akarsu ağının uzunluğu, akış rejimi ve akış yollarının şekli gibi çeşitli çizgisel özellikler değerlendirilir. Bu değerlendirme, havzanın hidrolojik davranışı, erozyon potansiyeli ve suyun akış dinamiği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır (Özdemir, 2011). Bu parametreler; Çatallanma Oranı ( $R_b$ ), Tekstür Oranı (T), Drenaj Tekstür Oranı ( $R_i$ ) dir. Havza içinde hesaplanan bu parametrelerin aldığı değerler ve havza hakkında verdiği ipuçları devam eden alt bölümlerde açıklanmıştır.

### ***Çatallanma Oranı ( $R_b$ )***

Çatallanma oranı belirlenmiş bir dizinin havzadaki toplam akarsu sayısının kendinden bir üst dizindeki toplam akarsu sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır (Strahler, 1964). Havzadaki her bir dizinin için çatallanma formülü kullanılarak  $R_b$  değerleri hesaplanıp daha sonra tüm dizinin aldığı değerlerin ortalaması alınarak havzanın çatallanma oranı bulunur (Strahler, 1964). Çatallanma oranı havzadan havzaya değişiklik göstermektedir.  $R_b$  değerinin düşük olduğu havzalarda akım hidrograflarında daha keskin ve yüksek özellik göstermekteyken,  $R_b$  değerinin yüksek olduğu havzalarda daha düşük ve devamlı akım hidrograf özelliği göstermektedir (Özdemir, 2011; Strahler, 1964). Ayrıca çatallanma oranı havzanın akımı hakkında da bilgi vermektedir. Yüksek çatallanma oranına sahip havzalarda sel karakterli akımlar görülürken düşük çatallanma oranına sahip havzalarda





ise taşkın karakterli akımların görüldüğü bilinmektedir (Özdemir, 2007). Horton'a (1945) göre bir havzada ideal çatallanma oranı 3 olmalıdır. Çatallanma oranı 3-5 arasında değer alan havzaların jeolojik yapısı daha homojen olarak belirtilmektedir (Ritter, 2002; Verstappen, 1993). Bazı çalışmalarda (Chandrashekar vd., 2015; Kabite ve Gessesse, 2018; Nag, 1998; Strahler, 1964) ise havzanın çatallanma oranının 5 den küçük olması durumunda üç şekilde sınıflamıştır (Görür ve Karadeniz, 2018).

Bunlar;

- Havza dirençli kayalara sahiptir,
- Havzanın jeolojisi homojenlik göstermesinden dolayı erozyondan daha az etkilenmektedir,
- Havzadaki akarsu kolları 1., 2. ve 3. dizinlerden oluşmaktadır.

Havzanın Strahler' e göre oluşturulan akarsu ağı Şekil 2f'de verilmiştir ve Yukarı Çekerek havzasının çatallanma oranı 1.77 değer almıştır ve  $R_b$  değeri Horton (1945)' in 3 olarak belirlediği değerden düşük bir değerde bulunmuştur. Buna dayanarak akım hidrograflarının daha keskin ve yüksek özellik göstermekte olduğu söylenebilir. Nag (1998)'e göre ise araştırma havzası  $R_b$  değerinin 5 den küçük olduğu görülmektedir. Yukarı çekerek havzasının dirençli kayalara sahip olduğu, havzanın 1.dizin (3738), 2. dizin (1746) ve 3. dizin (915) akarsu kollarının fazla olmasından dolayı homojen bir jeolojik yapıya sahip olduğu ve buna bağlı olarak havzanın erozif faaliyetlerden düşük derecede etkilenmesi beklenmektedir. Nitekim Görür ve Karadeniz (2018)'de çatallanma oranında 1., 2. ve 3. dizinlerin fazla olmasının yanında 4, 5 ve 6. dizinlerinde havza da bulunmasının erozyonun yüksek olduğunun bir göstergesi olduğu vurgulanmaktadır. Çekerek havzasında da benzer şekilde bir durum söz konusu olduğundan dolayı erozyonun yüksek olması durumu beklenilebilir.

### ***Tekstür Oranı (T)***

Tekstür oranı, birinci dizindeki akarsu kollarının toplam sayısının havza çevresine bölünmesiyle bulunmaktadır (Horton, 1945; Özdemir, 2011). Smith (1950) tekstür oranını “en küçük dizindeki akarsular arasındaki aralıklar” ve “akarsular tarafından parçalanmış alanlar” olarak tanımlamaktadır (Coşkun ve Öztürk, 2022). T değeri ile havzanın sahip olduğu rölyef özellikleri, infiltrasyon miktarı, havzanın bakı durumu gibi havzanın litolojik özelliklerine bağlı olarak değişik değerler almaktadır (Rana vd., 2016). Tekstür oranı dairesel havzalarda daha yüksek değer alırken uzunlamasına havzalarda daha düşük değer alır ve T değerinin yüksek olması ana akarsu koluna su gönderen birinci dizindeki kolların fazla olduğunu ifade ederken, T değerinin düşük olması bu kolların daha az olduğunu ifade etmektedir (Özdemir, 2011). Yukarı Çekerek havzasının tekstür oranı 6,49 gibi düşük bir değer almış olup havzada birinci dizindeki kolların sayısının az olduğunu ve uzunlamasına bir havza olduğu görülmektedir. Aynı zamanda bu sonuç Gravelius indeksi ile paralel sonuçlar ortaya koyarak havzanın uzunlamasına bir yapıda olduğunu desteklemektedir.

### ***Drenaj Tekstür Oranı ( $R_t$ )***

Drenaj tekstür oranı, akarsu havzasındaki dizin sayısının havza alanına bölünmesi ile hesaplanır.  $R_t$  değeri havzanın infiltrasyon kapasitesini açıklayan bir parametredir.  $R_t$  değerinin yüksek olması geçirgenlik miktarının azlığını ve yüzeysel akışın fazla olduğunu ifade ederken,  $R_t$  değerinin düşük olması geçirgenlik miktarının fazla olduğunu ve buna bağlı olarak yüzeysel akışın az olduğunu ifade etmektedir (Smith, 1950). Yukarı Çekerek havzasının drenaj tekstür oranı 1.53 olarak hesaplanmış ve düşük bir değer olarak kabul edilmektedir.  $R_t$  değerinin düşük olması havzada



geçirgenliğin fazla yüzeysel akışın az olduğunu göstermektedir.

## **Rölyef Morfometrisi**

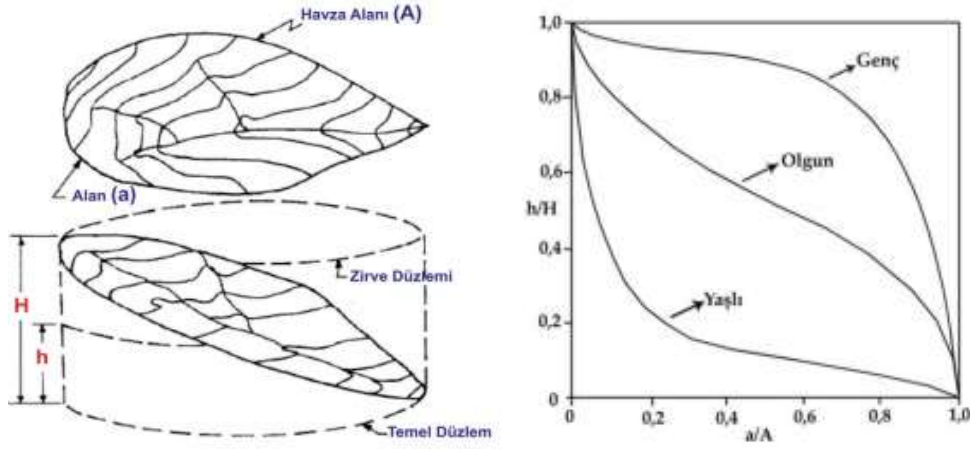
Rölyef parametreleri havzaların bakı, yükseklik ve eğim özelliklerini oluşturan parametrelerdir (Özdemir, 2011). Bu parametreler; Havza Rölyefi ( $B_h$ ), Hipsometrik Eğri ( $H_c$ ), Hipsometrik İntegral ( $H_i$ ), Engebelilik Değeri ( $R_n$ ) ve Akım Toplanma Zamanı ( $T_c$ ) dır.

### ***Havza Rölyefi ( $B_h$ )***

Havza rölyefi, havzanın en düşük ve en yüksek rakımı arasındaki farkın alınması olarak açıklanır (Pareta vd, 2011; Schumm, 1956). Havza rölyefi havzanın yüzeysel akışı, yüzeysel akış miktarı, taşkın pik toplanma değerinin belirlenmesi ve drenaj ağının oluşumu ve gelişimi hakkında bilgi verir (Uflu ve Özdemir, 2018). Havza rölyefinin yüksek olması engebeli bir sahanın varlığını ifade etmektedir (Toprak, 2015).  $B_h$  değerinin artması ile engebenin arttığı, daha dik yamaçların varlığı, akım toplanma süresinin azaldığı, dere yatağı eğiminin yüksek olduğu ve taşkın pikinin artması anlamına gelmektedir (Özdemir, 2011). Yukarı Çekerek havzasında havza en düşük 787 m ve en yüksek 2137 m yükseltiye sahiptir ve rölyef değeri ise 1350 m olarak hesaplanmıştır. Havzanın yükselti sınıfı haritası Şekil 2a'da verilmiştir. Havzada değerin yüksek olması ile engebenin fazla olduğunu, dik yamaçların varlığı ve dere yatak eğiminin yüksek olduğu, taşkın pikinin artış eğiliminde olduğunu ve akım toplanma süresinin genel olarak kısa olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Zorer ve Tonbul (2019)'da Başkale havzasında gerçekleştirdikleri araştırmalarında havza gelişimini morfometrik parametrelerle incelemiş ve havza rölyef değerini yüksek bularak elde edilen değerin havzada erozyon ve taşkın açısından yüksek potansiyele ulaşabileceğine işaret etmiştir.

### ***Hipsometrik İntegral ( $H_i$ )***

Hipsometrik integral, hipsometrik eğri altında kalan toplam alandır ve hipsometrik eğriyi karakterize etmenin en kolay yoludur (Keller ve Pinter, 2002).  $H_i$  değeri 0-1 arasında değer almaktadır (Keller ve Pinter, 2002; Mayer, 1990). Hipsometrik integral değeri sahanın yüksekliği hakkında bilgi vermektedir,  $H_i$  değerinin yüksek olması yükseltinin fazla olduğu,  $H_i$  değerinin orta ve düşük olmasında ise sahanın parçalanmış ve aşınmış topografik özellik gösterdiğini ifade etmektedir (Özdemir, 2011). Aşınım döngüsünde havza gençlik evresinde ise yüksek yatak eğimli akarsuların olduğunu, şelalelerin var olduğunu ve deniz seviyesinden yüksekte bulunan "V" profilli veya kanyon şekilli vadilerin var olduğunu ifade etmektedir (Özdemir, 2011). Olgunluk evresinde ise akarsuların denge seviyesine ulaştığını, derinlemesine aşındırmanın yavaşlaması ile yatağın genişlemeye başladığını, vadi tabanının alçalarak en fazla genişliğe ulaşabildiğini ve mendereslerin ortaya çıkmaya başladığını ifade eder. İhtiyarlık evresinde ise havzada en fazla derinlik ve genişliğe ulaşarak genişleme ve derinleşmenin sona erdiğini, neredeyse tüm eğimin ortadan kalktığını, su akışının düşük olmasından dolayı havzada sediman taşınımından çok birikim faaliyetlerinin görüldüğünü ve havzadaki tepelerin aşınması ile beraber taban seviyesinin deniz seviyesine gelerek yassı bir aşınım düzlüğü yani topografyanın peneplenleştiğini ifade eder (Erşahin ve Kaba, 2012).



Şekil 3. Hipsometrik Eğri Parametreleri (Özdemir, 2011)

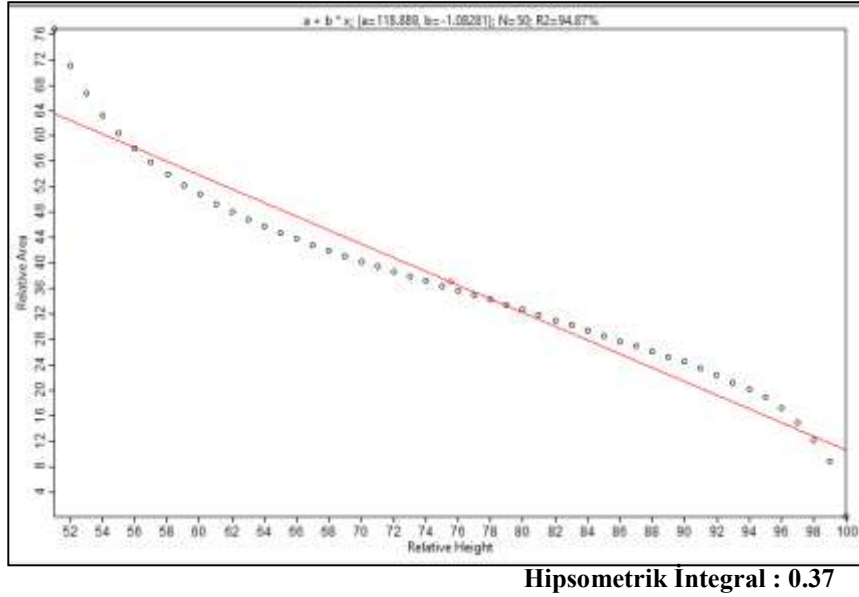
Ayrıca  $H_i$  değeri tektonik faaliyetler hakkında da bilgi vermekte olup, gençlik evresinde  $H_i$  değerinin yükseldiği oranda tektonik faaliyetlerin arttığı, yaşlılık ve olgunluk evresinde  $H_i$  değerinin azaldığı oranda tektonik faaliyetlerin daha durağan hale geldiği ifadelerde mevcuttur (Ajaykumar ve Gopinath, 2018; Turoğlu ve Aykut, 2019). Yukarı Çekerek havzasının ortalama hipsometrik integral değeri 0.37 olarak hesaplanmış olup havzanın gençlik ve olgunluk evresinin arasında yaşadığı görülmektedir (Şekil 3). Bu değer ile havzadaki birçok jeomorfolojik şeklin denge profiline ulaştığı, derinlemesine aşındırmanın yavaşladığı, akarsu yatağının genişlemeye başladığı ve havzanın tektonik olarak daha durağan bir halde olduğu söylenebilir. Yine Zorer ve Tonbul (2019)'da Başkale havzasında hipsometrik integral değerini 0,37 olarak hesaplamış ve havzanın gençlik ile olgunluk dönemi arasında bir safhada olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların havzaları ile Yukarı Çekerek Havzasının benzer integral özellikler sergilediği anlaşılmıştır.

### ***Hipsometrik Eğri ( $H_c$ )***

Hipsometrik eğri, drenaj havzasının toplam yüksekliğinin, toplam alana oranlanması ile bulunur veya rölatif yüksekliğin toplam yüksekliğe oranlanması ile bulunur (Strahler, 1952). Hipsometrik eğri yüksekliğin drenaj havzasındaki dağılımı ve havzanın jeolojik yaşı hakkında bilgi vermektedir (Özdemir, 2011).  $H_c$  değeri havzaların drenaj özelliklerinin değerlendirilmesinde havzaların farklı yükseklik ve büyüklük özelliklerinin ortadan kaldırılıp normalize edilerek değerlendirmeyi sağlar (Strahler, 1952). Elde edilen bu veriler doğrultusunda havzanın içbükey şekilli olması havzanın yaşlılık evresinde olduğunu, akarsuyun akım gücünün azaldığını, akarsu yük taşıma kapasitesinin azalarak daha çok biriktirme faaliyetlerinin olduğunu ve taşkınların olabileceğini ifade eder. Havzanın dışbükey şekilli olması havzanın daha gençlik evresinde olduğunu, akarsu akım gücünün fazla olması ve havzada sel faaliyetlerinin olabileceğini ifade eder (Özdemir, 2011). Hipsometrik eğrinin S şeklinde olması Zorer ve Tonbul (2019)'unda belirttiği gibi havzanın orta derecede aşınmış bir havza karakterini ifade etmektedir ve erozyonal faaliyetlerin görülebileceğini



ifade eder (Aytuk, 2017; Sharma ve Mahajan, 2020). Hipsometrik eğri değerleri her zaman düzenli bir şekil göstermeyebilir bazı havzalarda eğri bir anda yükselir bir anda yön değiştirerek aksi ikamet ederek düşüşler gösterebilir. Bu şekilde ani değişiklikler gösteren havzalarda kayaçların farklı aşınım direncine sahip olabileceği ve tektonik faaliyetlerin aktif olabileceği gibi yorumlar yapılabilir. Ayrıca eğrideki ani düşüşler havzada su düşüşlerinin de yaşandığına dair bilgiler verebilmektedir (Elbaşı ve Özdemir, 2018).



Şekil 4.Çekerek Havzası'nın Hipsometrik Eğri Grafiği (Saga GIS)

Yukarı Çekerek havzasında Şekil 4 de de görüldüğü üzere hem içbükey hem dışbükey bir eğri formu görülmektedir. Eğri formuna göre havzada ani yükselişler ve ani düşüşlerin olmayıp havzanın gençlik evresinden geçerek olgunluk evresine doğru ilerlediği görülmektedir. Havzanın gençlik evresindeyken akarsu akım gücünün fazla olması ile sel akımlı faaliyetler yaşanmış olup ileriki dönemlerde olgunluk evresine geçerek akarsu akım gücü azalmış buna bağlı olarak yük taşıma kapasitesi de azalarak biriktirme faaliyetlerinin başladığı ve taşkın faaliyetlerinin yaşanabileceği söylenebilmektedir.

### **Engebelilik Değeri (Rn)**

Engebelilik değeri rölyef ve drenaj yoğunluğunun ortak ürünü olup bu iki parametrenin çarpılması ile bulunur (Melton, 1957). Engebelilik değeri sızma kapasitesi, yüzeysel akış miktarı ve havzadaki akarsu aşındırma faaliyetleri hakkında bilgi vermektedir (Reddy vd., 2004). Rn değeri rölyef ve yarıлма faaliyetleri sonucunda oluşmasından dolayı şiddetli yarıılmış olan havzalar alçak rölyef özelliği gösterirken daha az şiddetli yarıılmış olan havzalar yüksek rölyef özelliği göstermektedir (Özdemir, 2011). Engebelilik değerinin fazla olduğu havzalar yüksek taşkın riski taşımakta, yüzeysel akışın minimum düzeyde seyretmektedir ayrıca drenaj havzasında engebelilik değeri arttıkça pik akımlarında artma ve erozif faaliyetlerde artmaktadır (Utlı ve Özdemir, 2018). Baker araştırmalarında engebelilik değerinin yüksek olduğu havzaların yüksek sel potansiyeline sahip olduğunu, düşük



engebelilik değerine sahip havzaların düşük sel potansiyeline sahip olduğunu bulmuştur (Beard, 1975). Yukarı Çekerek havzasının engebelilik değeri 1,59 metre olarak hesaplanmıştır. Görgülü ve Göl (2021)'de Sarayköy Göleti Havzasının alt havzalarından orman havzasında engebelilik değerini bizim değerimize yakın hesaplamış ve bu değer yüksek bir engebelilik değeri olduğuna işaret etmiştir. Araştırmacılar engebelilik değerinin yükseldikçe erozyon, akım ve sel tehlikesinin de yükseleceğini belirtmişlerdir. Böylelikle araştırma sahamızda benzer sonuçlar beklenilebilir. Aynı zamanda Havza rölyefi değerinden elde edilen engebenin fazla olduğu ve dik yamaçların var olduğu çıkarımları engebelilik değeri ile tutarlı sonuçlar sergilemiştir.

### ***Akım Toplanma Zamanı (Tc)***

Akım toplanma zamanı parametresinde yağış sonrasında akışa geçen suyun akarsu havzasının en yüksek noktasından en alçak noktasına (0 metre deniz seviyesine) veya ana akarsu koluna ulaşıncaya kadar geçen süre olarak açıklanır (Grimaldi vd., 2012). Akım toplanma zamanı havzanın kanal şekli, eğim özellikleri ve yüzeydeki arızalara bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Eğim ile akım toplanma zamanı ters orantılı olup, eğim arttıkça akım toplanma zamanı azalırken eğim azaldıkça akım toplanma zamanı artmaktadır. Havzada yaşamsal faaliyetlerin yoğun olduğu ve bitki örtüsünün tahrip edildiği yerlerde suyun yüzeysel akışa geçme hızı daha fazla olmasından dolayı akış toplanma zamanı kısadır ayrıca yapay akarsu yataklarının olduğu akarsularda da sürtünme kuvveti azalması ile beraber suyun akış hızı artış göstermektedir. Bu durumun tam tersi olarak havzanın doğal dengesinin değişmediği havzalarda suyun havzada tutulma süresi artmakta ve akarsu akış hızı azalmaktadır (Özdemir, 2011). Yukarı Çekerek havzasında akım toplanma zamanı 69,45 dakika olarak bulunmuştur. Yani havzada bir su damlasının kaynak noktasından akarsu ağzına ulaşana kadar geçen süre 1 saat 9 dakika 45 saniye olarak hesaplanmış olup havzanın su toplama süresinin kısa olduğu görülmektedir. Değerin düşük olması Yukarı Çekerek havzasında havzanın eğim değerinin yüksek olduğunu, yüzeysel akış hızının fazla olduğunu, taşkın pikinin artış eğiliminde olduğunu ve akım toplanma süresinin genel olarak kısa olduğunu göstermektedir.





## SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz bilişim sistemlerinin gelişmesi ile CBS ve Uzaktan Algılama gibi programlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle son 20 yıllık zaman diliminde CBS kullanımının artması ve hız kazanmasıyla morfometrik çalışmalar yapmak kolaylaşmış ve sonuçlar daha kesin ve güvenilir hale gelmiştir. Morfometrik çalışmalarda coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması ile beraber analizlerin yapılması, yapılan çalışmanın revize edilmesi, sonuçlarının yorumlanması, haritalanması ve doğruluklarının ve güvenilirliklerinin belirlenmesi daha kolay hale gelmiştir. Yukarı Çekerek havzasının morfometrik özellikleri ArcMAP 10.5 programı yardımı ile belirlenmiş ve 14 morfometrik parametre kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışma sahasında 30 metre çözünürlüklü Aster uydusuna ait olan Sayısal Yükselti Modeli oluşturularak akarsu ağları belirlenmiş ve oluşturulan sayısal veriler ile Yukarı Çekerek havzasının morfometrik karakteri ortaya konmuştur. Bu analizler sonucunda elde edilen değerlerden hareketle havza şeklini gösteren parametreler havzanın uzunluğunun genişliğinden fazla olduğunu ve dairesellikten uzaklaşan bir şekle sahip olduğu görülmektedir. Uzunlamasına bir şekle sahip olan Yukarı Çekerek havasında yağışla düşen suyun toplanma süresinin kısa olacağını ve ani taşkın oluşma ihtimalinin düşük olacağı söylenebilir. Ayrıca havzada dizinlerin boylarının uzun olması nedeniyle suyun daha az tutularak hızlı bir şekilde drene olduğu söylenebilir. Havzanın drenaj durumunu gösteren parametreler, düşük akarsu sıklığına sahip olduğunu, geçirgenliğin ve infiltrasyon kapasitesinin fazla olmasıyla düşük yüzeysel akış görüldüğünü ve buna bağlı olarak su kayıplarının oluştuğunu ayrıca havzanın yoğun bitki örtüsüne sahip olduğunu göstermektedir.

Çatallanma oranı değerleri incelendiğinde Horton' un 3 olarak belirlediği değerden düşük bir değere sahip olması nedeniyle havzada akım hidrografının keskin ve yüksek olduğu, havzanın 1.dizin 2. dizin ve 3. dizin akarsu kollarının fazla olmasından dolayı homojen bir jeolojik yapıya sahip olduğu söylenememektedir ve buna bağlı olarak havzanın erozif faaliyetlerden etkilenmesi beklenmektedir. Yukarı Çekerek havzasının rölyef Morfometrisi gösteren parametreler incelendiğinde havzada engebelik değerinin ve dere yatak eğiminin yüksek değerler aldığını, havzada dik yamaçların varlığını ve akım toplanma süresinin genel olarak kısa olduğunu göstermektedir.

Havza jeomorfolojik olarak değerlendirildiğinde havzanın hipsometrik eğrisi S şekilli olması havzanın gençlik ile olgunluk evresi arasında yaşadığı, jeomorfolojik şekillerin denge profiline ulaştığı, derinlemesine aşındırmanın yavaşladığı, akarsu yatağının genişlemeye başladığı ve havzanın tektonik olarak daha durağan bir halde olduğu söylenebilmekle beraber sel potansiyelinin ve taşkın pik ihtimalinin yüksek olmadığı fakat bu faaliyetlerin artış eğiliminde olduğu söylenebilir. Ayrıca sahanın erozyona karşı hassas olması nedeniyle özellikle engebenin fazla olduğu yerlerde erozyona karşı koruma çalışmalarının planlanması gerekmektedir. Yine Yukarı Çekerek havzasının morfometrik analizi, ani taşkın oluşma ihtimalinin düşük olduğunu ve suyun hızlı bir şekilde drene olduğunu göstermektedir. Bu bilgi, afet yönetimi ve planlaması için değerli olabilir. Ancak, erozyona karşı hassasiyeti ve sel potansiyelindeki artış eğilimini göz önünde bulundurarak, havzanın bu afetlere karşı hassas bölgelerini belirlemek ve bu bölgelerde erken uyarı sistemleri kurmak önemlidir. Havzanın yoğun bitki örtüsüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bilgi, bölgenin doğal ekosistemlerinin korunması ve biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği için kritiktir. Özellikle, erozyona karşı hassas olan alanlarda ormancılık projeleri veya erozyon kontrolüne yönelik ağaçlandırma gibi çevresel koruma çalışmaları planlanabilir. Ayrıca, havzanın alansal özellikleri tarım alanlarının kullanımını etkileyebilir. Engebeli bölgelerde erozyonun etkili olabileceği düşünüldüğünde, tarım alanlarının konumlandırılması ve tarım uygulamalarının yönetimiyle ilgili dikkatli planlama yapılmalıdır. Sürdürülebilir tarım teknikleri ve erozyon kontrolüne yönelik çiftçi eğitimleri bu konuda önemli olabilir. Bunlara ilaveten havzanın düşük akarsu sıklığına sahip olduğu ve suyun hızlı bir şekilde drene olduğu belirlenmiştir. Bu bilgi, su



kaynaklarının yönetimi açısından önemlidir. Su toplama ve depolama sistemlerinin kurulması veya suyun kalitesinin korunması için önlemler alınması, su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından faydalı olabilir. Havza morfolometrik analizlerinin sonuçları, yerel halkın ve karar alıcıların eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi için bir fırsat sunar. Özellikle erozyonla mücadele, sel riskleri ve su kaynaklarının korunması konusunda toplulukların bilinçlendirilmesi, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı için önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Tüm bu sonuçlar göstermektedir ki morfolometrik parametreler ile yapılan analizler sonucunda havzalarda hidrolojik değerlendirmeler yapmak beşeri faaliyetlerin planlanmasına, erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasına ve afet yönetim planlarının oluşturulmasına ön çalışma niteliği taşıyarak doğal kaynakların daha sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve bölgenin uzun vadeli kalkınmasına katkıda bulunabilecek yeni çalışmalara katkı sağlayacak niteliktedir.



## Kaynakça

- Ajay, P., Mahmood, K., Vijay, S., P, T. P., Joy, J., Nayan, P. (2014). Morphometric and land use analysis for watershed prioritization in Gujarat state, India. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(2), 1–7.
- Ajaykumar, B. N., Gopinath, G. (2018). Geospatial Techniques For The Analysis Of Hypsometric Parameters Of A Humid Tropical River Basin, South Western Ghats, India. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 13(2), 465–476.  
<https://doi.org/10.26471/CJEES/2018/013/040>
- Aldharab, H., Ali, S. A., Iqbal, J., Ghareb, S. A. (2019). Analysis of Basin Geometry in Ataq Region , Part of Shabwah Yemen : Using Remote Sensing and Geographic Information System Techniques Original Article Analysis of Basin Geometry in Ataq Region , Part of Shabwah Yemen : Using Remote Sensing and Geographic . June. <https://doi.org/10.5958/2320-3234.2019.00001.5>
- Altıparmak, S., Türkoğlu, N. (2018). Yakacık Çayı Havzasının (Hatay) Morfometrik Analizi. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 58(1), 353.  
<https://doi.org/10.33171/dtcjournal.2018.58.1.18>
- Aytuk. (2017). Değirmendere Havzası ' nin (İskenderun / Hatay ) Flüvyal Jeomorfolojisi. Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Babu, K. J., Sreekumar, S., Aslam, A. (2016). Implication of drainage basin parameters of a tropical river basin of South India. *Applied Water Science*, 6(1), 67–75. <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0212-8>
- Beard, L. R. (1975). Generalized Evaluation of Flash-flood Potential: A Report by Leo R. Beard for National Weather Service, National Ocean and Atmospheric Administration, US Dept. of Commerce. Center for Research in Water Resources, University of Texas at Austin.
- Chandrashekar, H., Lokesh, K. V., Sameena, M., roopa, J., Ranganna, G. (2015). GIS –Based Morphometric Analysis of Two Reservoir Catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. *Aquatic Procedia*, 4(Icwrcoe), 1345–1353.  
<https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.175>
- Coşkun, M., Öztürk, A. (2022). Havza önceliklendirmesi bakımından Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzasının karşılaştırmalı morfometrik analizi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.18182/tjf.1024569>
- Elbaşı, E., Özdemir, H. (2018). Morphometric Analysis of the Marmara Sea River Basins. *Journal of Geography*, 36, 63–84. <https://doi.org/10.26650/jgeog418790>
- Erşahin, H. E., Kaba, C. (2012). Vadiler (Akarau, Flüvyal, tektonik) ve Jeolojik Önemi Hilmi. In Beytepe Ankara.
- Görgülü, E., Göl, C. (2021). Coğrafi bilgi sistemleri ile havza morfometrik analizi: Sarayköy Göleti Havzası (Çankırı) örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 107-118.
- Görür, A., Karadeniz, C. (2018). Morfometrik Parametrelerin Havza Hidrolojisi Bakımından Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(4), 447–454.  
<https://doi.org/10.18182/tjf.476776>
- Gravelius, H. (1914). Grundrifi der gesamten Gewässerkunde. Band I: Flufkunde Compendium of Hydrology I. Berlin, Germany
- Grimaldi, S., Petroselli, A., Tauro, F., Porfiri, M. (2012). Time of concentration: a paradox in modern hydrology. *Hydrological Sciences Journal*, 57(2), 217–228.  
<https://doi.org/10.1080/02626667.2011.644244>
- Horton, R. (1932) Drainage Basin Characteristics. *Transactions, American Geophysical Union*, 13, 350-361. - References - Scientific Research Publishing.  
[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451619](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451619)
- Horton, R. (1945) Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of America Bulletin*, 56, 275-370. - References - Scientific Research Publishing.



- [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451620](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451620)
- Hoşgören, M. Y. (2001). Hidrografyanın ana çizgileri: Yeraltı suları, Kaynaklar, Akarsular (Vol. 1). İstanbul Üniversitesi.
- Kabite, G., Gessesse, B. (2018). Hydro-geomorphological characterization of Dhidhessa River Basin, Ethiopia. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.02.003>
- Karataş, A. (2014). Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması.
- Keller, E. A., Pinter, N. (2002). Active Tectonics : Earthquakes, Uplift, and Landscape / Edition 2. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, 362. <https://search.worldcat.org/title/803823604>
- Kirpich, Z. P. (1940). Time of concentration of small agricultural watersheds. Civil Engineering, 10(6), 362.
- Kutukcu, A., Kaya, S., Kabdasli, S., Gazioglu, C., ve, G., Bakanlığı, T., Ankara, K. (2015). Teknik Sempozyumu 21-23 Mayıs. <http://globalweather.tamu.edu/>
- Malik, M. I., Bhat, M. S., Kuchay, N. a. (2011). Watershed based drainage morphometric analysis of Lidder catchment in Kashmir valley usin geographical information system. Recent Research in Science and Technology, 3(4), 118–126.
- Mayer, L. (1990). Introduction to quantitative geomorphology: an exercise manual. Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual.
- Melton, M. (1957). An analysis of the relations among elements of climate, surface properties, and geomorphology. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0148373.pdf>
- Nag, S. K. (1998). Morphometric analysis using remote sensing techniques in the Chaka sub-basin, Purulia district, West Bengal. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 26(1–2), 69–76. <https://doi.org/10.1007/BF03007341>
- Ödekler, B., Türkoğlu, N. (2020). Sabuncular Deresi Havzası'nın (Rize/Çayeli) Morfometrik Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 60(1), 14. <https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2020.60.1.2>
- Özdemir, H. (2007). Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) Cbs ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın Ve Heyelan Risk Analizi.
- Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı, March.
- Pareta, K., Pareta, U. (2011). Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS. International Journal of Geomatics and Geosciences, 2(1), 248–269.
- Patil, V.S., Mali S.P. (2013). Watershed Characterization and Prioritization of Tulasi Subwatershed : a Geospatial Approach. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 2(6), 2182–2189. [www.ijirset.com](http://www.ijirset.com)
- Patton, P. (1988) Drainage Basin Morphometry and Floods. In Baker, V., Kochel, R. and Patton, P., Eds., Flood Geomorphology, Wiley, New York, 51-65. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1451651](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1451651)
- Pike, R. J., Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. Geological Society of America Bulletin, 82(4), 1079–1084.
- Rana, N., Singh, S., Sundriyal, Y. P., Rawat, G. S., Juyal, N. (2016). Interpreting the geomorphometric indices for neotectonic implications: An example of Alaknanda valley, Garhwal Himalaya, India. Journal of Earth System Science, 125(4), 841–854. <https://doi.org/10.1007/s12040-016-0696-8>
- Reddy, G. P. O., Maji, A. K., Gajbhiye, K. S. (2004). Drainage morphometry and its influence on landform characteristics in a basaltic terrain, Central India-a remote sensing and GIS approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 6, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2004.06.003>
- Ritter, D.F., Kochel, R.C. and Miller, J.R. (2002). Process Geomorphology. McGraw Hill, Boston. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1688357](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1688357)
- Schumm, S.A. (1956). Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New



- Jersey. Geological Society of America Bulletin, 67, 597-646. - References - Scientific Research Publishing.  
[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1768382](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1768382)
- Sharma, S., Mahajan, A. K. (2020). GIS-based sub-watershed prioritization through morphometric analysis in the outer Himalayan region of India. Applied Water Science, 10(7).  
<https://doi.org/10.1007/S13201-020-01243-X>
- Smith, K. G. (1950). Standards for grading texture of erosional topography. American Journal of Science, 248(9), 655–668. <https://doi.org/10.2475/AJS.248.9.655>
- Strahler, A. (1952) Dynamic Basis of Geomorphology. Geological Society of America Bulletin, 63, 923-938. - References - Scientific Research Publishing. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45te-exjx455qlt3d2q\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1749496](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45te-exjx455qlt3d2q))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1749496)
- Strahler, A. (1964) Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In Chow, V., Ed., Handbook of Applied Hydrology, McGraw Hill, New York, 439-476. - References - Scientific Research Publishing.  
[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451624](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1451624)
- Tarboton, D. G., Bras, R. L., Rodriguez-Iturbe, I. (1992). A physical basis for drainage density. Geomorphology, 5(1–2), 59–76. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(92\)90058-V](https://doi.org/10.1016/0169-555X(92)90058-V)
- Toprak, A. (2015). Solhan Deresi Havzasinin (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.
- Turoğlu, H., Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası İçin Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2(2), 1–15.  
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/685038>
- Utlu, M., Özdemir, H. (2018). The Role of Basin Morphometric Features in Flood Output: A Case Study of the Biga River Basin. Journal of Geography, 36, 49–62.  
<https://doi.org/10.26650/jgeog408101>
- Uzun, M. (2021). İnegöl Havzasında Drenaj Ağı Gelişimi ve Flüvyal Süreçlerin Morfometrik Analizlerle İncelenmesi. Ege Coğrafya Dergisi, 30(1), 85–106.  
<https://doi.org/10.51800/ecd.906685>
- Verstappen, H. (1993). Applied Geomorphology Geomorphological Surveys for Environmental Development. Elsevier, New York. - References - Scientific Research Publishing.  
[https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2029731](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjct55.))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2029731)
- Zorer, H., Tonbul, S. (2019). Başkale Havzası'nda havza gelişiminin jeomorfolojik analizlerle incelenmesi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 29(2), 19-38.





## EXTENDED ABSTRACT

Morphometry, which has been an important field of study for geographical sciences in recent years, is defined as expressing landforms with mathematical expressions and numerical elevation models. By using morphometric parameters, many features of the river basin and river sub-basins, such as drainage characteristics, can be measured. Although the term was first used by Chorley in 1957, Horton laid the foundations in 1932 and demonstrated that mathematical calculations could be made with his study of the morphometric properties of stream networks and drainage composition, in other words, the relationship between streams. This study was planned to be carried out due to the fact that the Çekerek basin, which is the study area, is one of the important sub-basins of the Yeşilirmak stream, as well as the presence of important streams and streams, the basin is rich in biodiversity and has important agricultural lands. In this study, DEM (Digital Elevation Model) containing the Digital Elevation Model (DEM) data of the Aster satellite with a resolution of 30x30 meters was used, and all data of the basin boundaries and the study area were determined with the help of the ArcMAP 10.5 program. A stream network with a threshold value of 500 pixels was created by converting it to raster data on the ArcMAP program. In order to divide this stream network into directories according to the Strahler (1952) method, 6 indices were calculated by Stream Order and the data of the parameters to be applied were obtained. Determination of the drainage network of the Yukarı Çekerek Basin by revealing the fluvial factors occurring in the basin by applying morphometric parameters with the help of GIS, water flow direction, formal characteristics of the basin, flood and overflow creation capacity of the basin, sediment transport-production capacity and hydrographic calculations by calculating the morphometric parameters of the basin. It is aimed to have information about its features. Based on the values obtained as a result of the analysis of 14 parameters in line with the areal, linear and relief morphometric characteristics of the Çekerek basin; The length of the basin is greater than its width, the roughness value and the slope of the stream bed are high, the flow collection period is generally short, it is in its maturity phase, the geomorphological shapes have reached the equilibrium profile, the stream bed has begun to expand with the slowing down of deep erosion and the basin is in a tectonically stable state. In addition, it has been determined that the flood potential and flood peak probability of the basin are not high, but tend to increase. All these results show that making hydrological evaluations in basins as a result of analyzes made with morphometric parameters will contribute to new studies as a preliminary study in the planning of human activities, the creation of early warning systems and the creation of disaster management plans.

### Ek bilgiler

**Çıkar çatışması bilgisi:** Sorumlu yazarlar, çalışmada çıkar çatışması olmadığını kabul etmektedir.

**Destek bilgisi:** Çalışma yapılırken herhangi bir kurumdan veya kişiden destek alınmamıştır.

**Etik onay bilgisi:** Çalışma için etik onay gerekmektedir.

**Katkı oranı bilgisi:** Yazarların makaleye katkı oranı %55 birinci yazar, %45 ikinci yazar olarak dağıtılmıştır.