

M, Bülent. (2024). Çaybağı (Kotur) Havzasının (Saray-Van) Jeomorfolojisi ve Jeomorfometrik Özellikleri. *Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi (ASOBİD)*. 9 (16), s. 230-272.

ÇAYBAĞI (KOTUR) HAVZASININ (SARAY-VAN) JEOMORFOLOJİSİ VE JEOMORFOMETRİK ÖZELLİKLERİ GEOMORPHOLOGY AND GEOMORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF ÇAYBAĞI (KOTUR) BASİN (SARAY-VAN)

Öğr. Gör. Dr. Bülent MATPAY*
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
bulentmatpay@yyu.edu.tr

Öz

Yer şekillerinin oluşum ve gelişim süreciyle drenaj ağının kuruluşu ve gelişimi arasında güçlü bir bağ vardır. Yer şekilleri ve drenaj ağı özellikleri üzerinde rolü olan iç ve dış etmenlerden bazen biri diğerinden daha ön plana çıkabilmektedir. Bunlardan hangisinin etkin olduğu bilinirse havzanın jeomorfolojik evrimi, drenaj ağı özellikleri, topoğrafyayla ilişkisi açıklanabilir. Jeomorfometrik analizi yapılan havza, Van Gölü'nün doğusunda İran sınırındadır. 653 km² alana sahip havzanın ana akarsuyu Çaybağı Çayı'dır. Çalışmada literatür araştırması, uzaktan algılama (UA) teknikleri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımı ve arazi çalışmalarından faydalanılmıştır. Çalışma alanının jeomorfometrik özelliklerinin daha önce izah edilmemiş olması, havzanın özel bir konumda (Türk- İran sınırında) ve özgün nitelikte olması, havzanın erozyon, taşkın, yerleşme sorunları, arazi kullanımı gibi sorunları içermesi bakımından önem arz etmektedir. Çalışmada yapılan analiz verileri ve elde edilen bulgular havza planlayıcılara, havza sorunlarının çözümünde rehber olması bakımından önemlidir. Analizler neticesinde havzada eğimin yüksek, erozif faaliyetlerin fazla, genel olarak gençlik evresinde, dinamik, dış bükey, dantritik karakterli,

*ORCID: orcid.org/0000-0002-2938-8913.

morfolojinin kısa mesafelerde değiştiği anlaşılmıştır. Havzada meydana gelen taşkınların oluşumunda, üst dizinlerden gelen yüksek akım ve kısa zamanlı maksimum akımların etkin olduğu hesaplanmıştır. Havzanın kuzeyinden güneyine doğru yükselti kademesinin arttığı görülmüştür. Havza morfolojisinin gelişiminde neotektonikle gelişen rejim değişikliğinin, flüvyal süreçlerle artan yamaç işleminin rolü fazladır. Çalışma, Van Gölü havzasının diğer alt havzalarıyla korelasyonu, havza önceliklendirilmesinde planlayıcılara rehber niteliğindedir.

Anahtar Sözcükler: Jeomorfometri, jeomorfoloji, çaybağı havzası, fiziki coğrafya, saray.

Abstract

There is a strong connection between the formation and development process of landforms and the establishment and development of the drainage network. Internal and external factors can sometimes be more prominent than the other on landforms and their features. If it is known which of these is effective, the geomorphological evolution of the basin, its drainage network features and its relationship with topography can be explained. The basin, whose geomorphometric analysis was carried out, is on the border with Iran, east of Lake Van. The main stream of the basin, which has an area of 653 km², is Çaybağı Stream. Literature research, remote sensing, Geographic Information Systems and field studies were used in the study. This work; It is important that the geomorphometric features of the basin have not been explained before, that the basin is in a special location (on the Turkish-Iranian Border) and has a unique character, and that the basin contains problems such as erosion, floods, settlement problems and land use. The analysis data found in the study are important in terms of guiding basin planners in solving basin problems. As a result of the analysis, it was understood that the slope in the basin is high, erosive activities are high, generally in the youth phase, it is dynamic, convex, dendritic in character, and the morphology changes in short distances. It has been calculated that the high flow and short-term maximum flows coming from the upper series are effective in the formation of floods in the basin. It has been observed that the elevation level increases from north to south of the basin. In the development of basin morphology, the regime change that develops with neotectonics and the increasing slope cultivation with fluvial processes have a significant role. The study's correlation of the Lake Van basin with its sub-basins serves as a guide for planners in basin prioritization.

Keywords: Geomorphometry, Geomorphology, Çaybağı Basin, Physical Geography, Saray.

Giriş

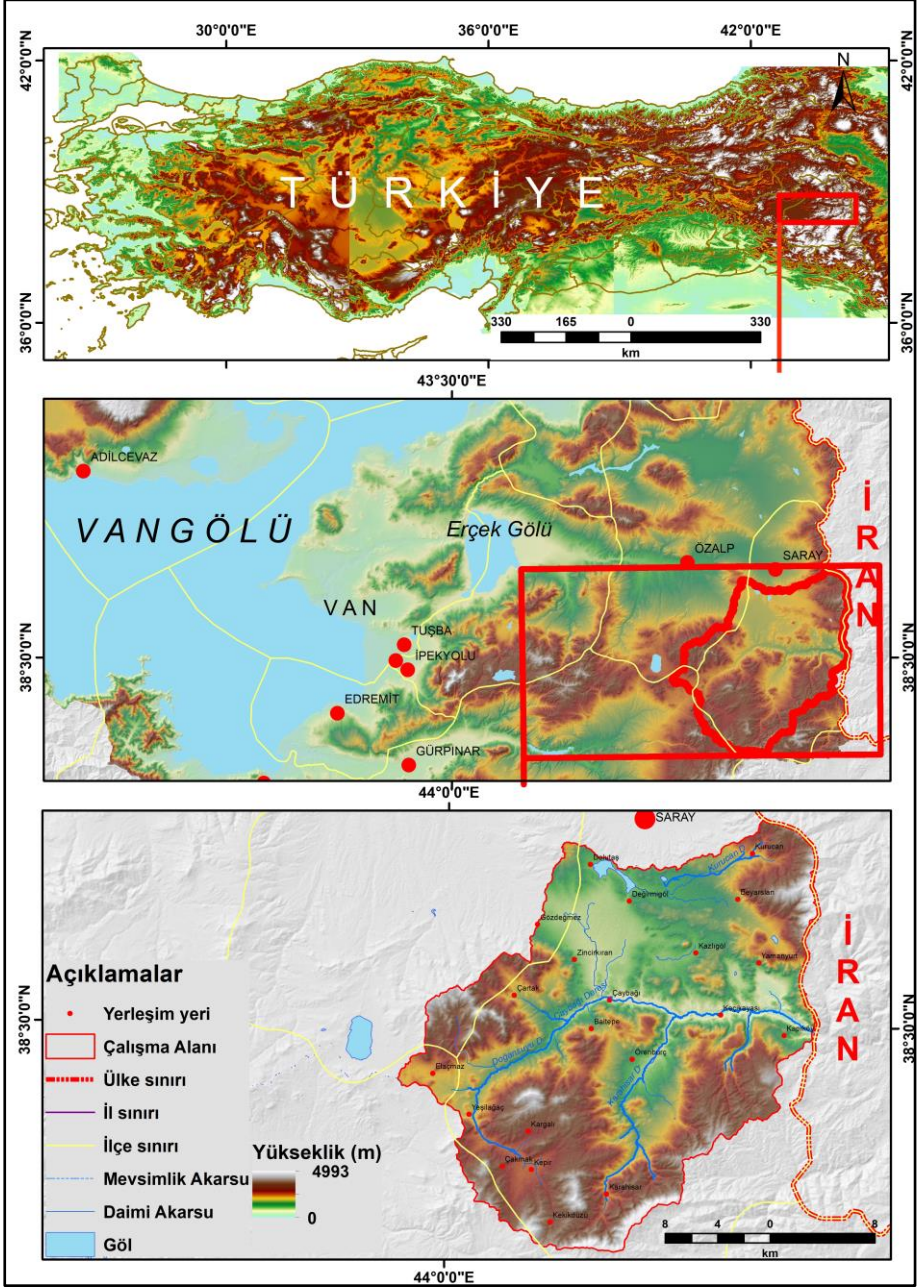
Dünyanın sahip olduğu özelliklerinden biri de homojen düz bir yüzeye sahip olmayışıdır. Bu yüzey oluşmaya başladığı ilk andan itibaren iç ve dış etmenlerin tesiri altında devamlı değişmektedir (Tunçdilek, 1985: 47). Morfometri bu yüzeye ait biçim ve boyut özelliklerinin nicel analizidir (Agarwal, 1998; Mahadevaswamy vd., 2011: 721). Nicel analizler, drenaj ağının gelişimi ve bu sistemin jeomorfolojik gelişimindeki etmenlerin izahında daha nesnel, kanıta dayalı ve korelasyon imkânı veren sonuçlar vermesi bakımından önemlidir (Turoğlu, 1997; Pike, 2000). Morfometrik parametrelerden (alansal, çizgisel ve yüzeysel) faydalanılarak yapılan hesaplamalar sonucu ortaya konulan nicel veriler, o arazinin jeomorfolojik geçmişi hakkında bilgi sahibi olma ve geleceği hakkında öngöründe bulunma imkânı sağlamaktadır. Bu sayede ulaşılan veriler ışığında arazinin oluşumu ve gelişimi hakkında bilgi edinilerek insanların doğaya zarar vermeden ondan faydalanma ve doğanın neden olabileceği zararlardan korunma yolları belirlenebilir. Bunun yanında doğal kaynakları tüketmeden sürdürülebilirliğin nasıl olması gerektiğine de cevap bulunabilir. Bu durum coğrafi ilke ve prensiplerine uygun olacak biçimde yapılacak planlamalarla mümkündür.

Havzaların jeomorfolojik oluşumu ve gelişim süreciyle drenaj ağının kuruluşu ve gelişimi arasında güçlü bir bağ vardır. Zira bu bağ relief hakkında önemli bilgiler içermektedir. Değişik sistem ve şekilsel özellikler veren drenaj tiplerinin oluşum ve gelişimini etkileyen ve yönlendiren etmenlerin neler olduğu tanımlanabilir. Akarsuların geçmişte ve günümüzde iklim koşullarına bağlı olarak aşındırma, taşıma ve biriktirme unsuru olması topografik görünümde yer şekillerinde değişimlere neden olmaktadır (Erinç, 2001). Dış etmenlerden akarsuyun tesiriyle gelişen değişimler tektonizma, litolojiyle beraber diğer jeomorfolojik unsurlarla da etkileşime geçerek havzalarının relief özelliğinde etkili olmakta o yerin jeomorfolojik evrimi hakkında önemli bilgi sunmaktadır (Özşahin, 2015: 705; Karaaslan ve Karataş, 2017: 128).

Günümüzde UA ve CBS tekniklerinden faydalanılarak birçok çalışmada morfometrik analizlerden faydalanılmaktadır (Horton, 1932; Miller, 1953; Schumm, 1954; Melton, 1957; Baumgardner, 1987; Patton, 1988; Turoğlu, 1997; Cürebal, 2004; Cürebal, 2006; Erginal ve Cürebal, 2007; Tarı ve Tüysüz, 2008; Özşahin, 2010; Özdemir, 2011; Karataş, 2014; Avcı ve Sunkar, 2015; Karabulut vd., 2016; Utlı ve Özdemir, 2018; Öztürk vd., 2019; Ege vd., 2019; Ege ve Duman, 2020; Ege ve Avsever, 2021; Uzun, 2019; 2021; Şimşek vd., 2021). Bu çalışmada Çaybağı havzasının seçilmesinin en önemli nedeni bu yerin kendine özgü jeomorfolojik unsurları ve drenaj özelliklerini barındırmasıdır. Bunun yanında literatür taraması sonucunda özel konuma sahip bu yerde (Türkiye-İran sınırında bulunması) jeomorfolojik ve jeomorfometrik bir çalışmanın henüz yapılmamış olması çalışmanın temel dayanağını oluşturmaktadır.

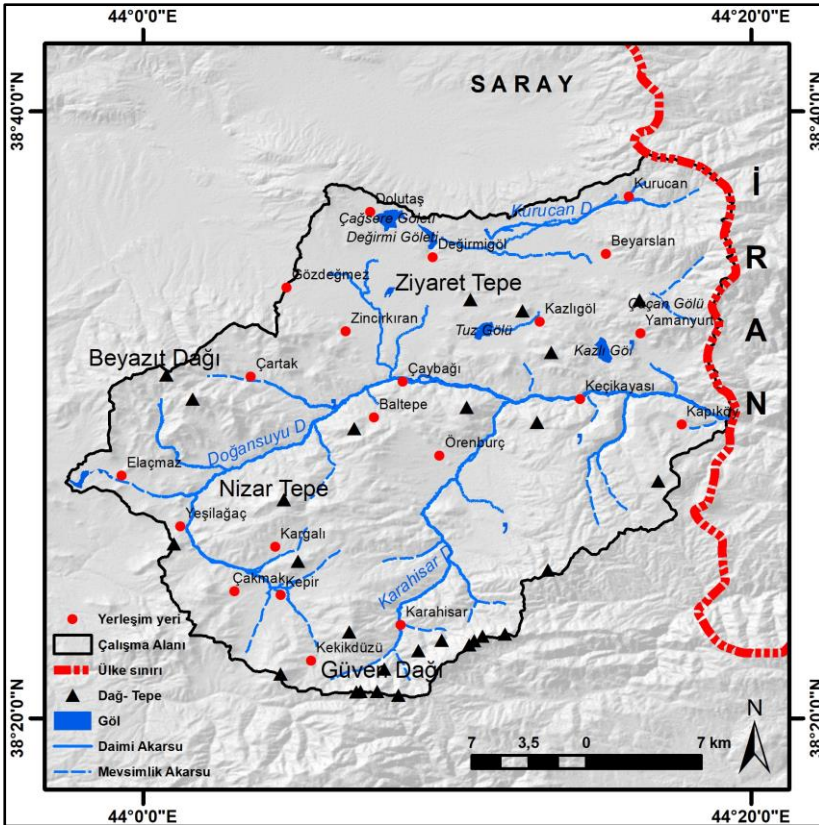
1. Çalışma Alanı

Türkiye coğrafi bölgelerine göre Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yukarı Murat-Van bölümünde ve Van ili sınırları içerisinde bulunan çalışma alanı, Van Gölü havzası ve İran sınırı arasında konumlanmaktadır (Görsel 1).



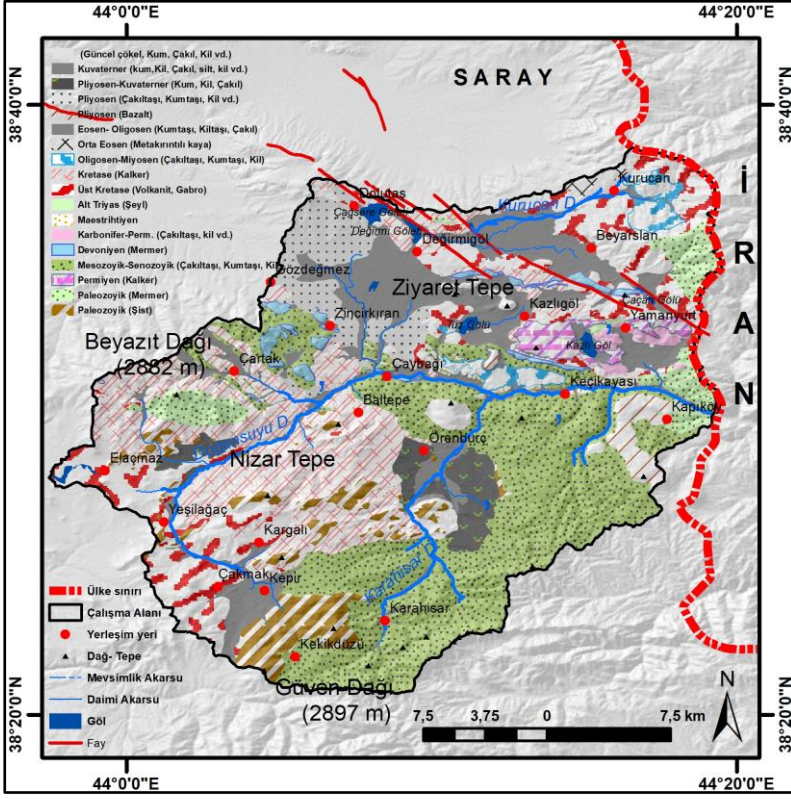
Görsel 1. Çalışma alanının lokasyon haritası.

Havzanın ana akarsuyu Çaybağı Çayı'dır. Buna birçok daimi ve geçici yan kol bağlanmaktadır (Görsel 2). Bu kollar kaynağını yüksek dağlık-tepelik alanda bulunan kar erimeleri ve yağışlarla beraber fay ve karstik orjinli su kaynakları, farklı kayaçlar arasında yüzeye sızıntı şeklinde çıkan kaynaklardan almaktadır. Havzada bulunan göller Çağsere Gölü, Değirmi Gölü, Çaçan Gölü, Tuz Gölü, Kazlı Göl ve Çöplük Göleti'dir. Kuruyan ve kuruma eşiğinde olan bu göller birbirinden farklı orjinde olup farklı jeolojiye ait kayaçlar üzerinde bulunmaktadır. Bunlardan Çağsere, Çaçan ve Tuz Gölü dağlar arasında bulunan tektonik depresyonlarda bulunmakta ve çevreden gelen kar erimeleri ve yağışlarla beslenmektedir. Bu göllerin ortak özelliği sığ özellikte olmasıdır.



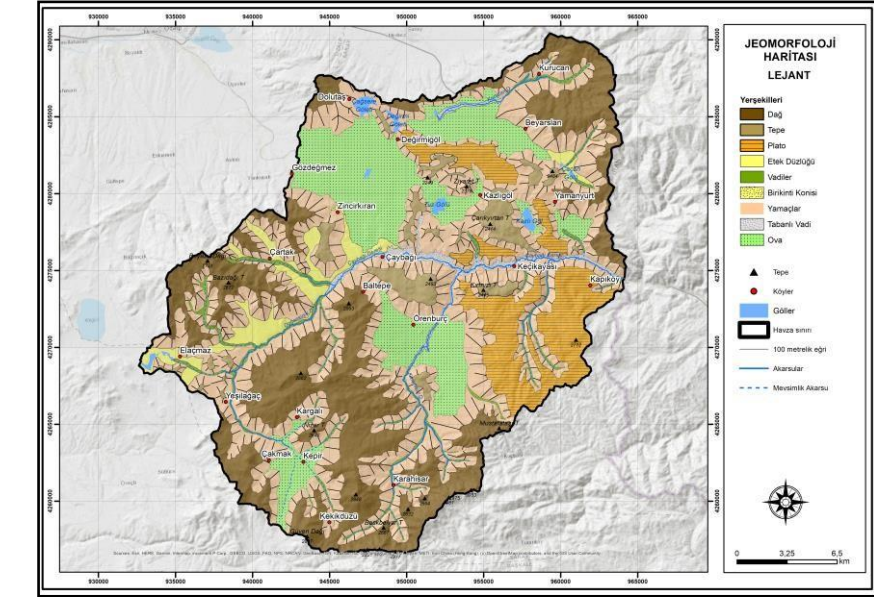
Görsel 2. Çalışma alanının hidrografi haritası.

Çaybağı havzasının jeolojisi ve jeomorfolojisi neotektonikle gelişen rejim değişikliğinden etkilenen bir konumda olup havza yüksek dağlar, vadiler, tektonik depresyonlar, yüzey kıvrımları, fay vb. unsurları içermektedir. Örneğin Çaybağı Çayı vadisi boyunca gelişmiş tipik fay zonu morfolojisi dikkat çekicidir. Çaybağı köyü yakın doğusunda, vadi kenarında görülen traverten oluşumu ve sıcak su kaynakları faylanma olayının göstergesidir (Ketin, 1977). Kıtasal çarpışma sonucu gelişen jeolojik değişim (yükselme, alçalma ve faylanma), litolojik özellikler ve flüvyal süreçler havzanın morfolojik karakterine yansımıştır (Şaroğlu ve Güner, 1981). Çaybağı havzası, zaman periyodu bakımından farklı jeolojik zamanlar ve değişik kayaçlardan oluşmaktadır (Görsel 3). Havzanın temelini Paleozoik döneme ait kayaçlar oluşturmaktadır. Bunlar sert kalker, şist, melanj ve metakırıntılı kayaçlardır. Zincirkıran, Çaybağı, Çartak, Örenburç ve Kargalı'nın kuzeydoğusunda paleozoyik yaşlı kayaçlara rastlamak mümkündür.



Görsel 3. Çalışma alanı jeolojik zaman haritası (MTA, 2007).

Havzanın jeomorfolojisine bakıldığında; dağ, plato ve ova gibi ana yer şekillerinin yanında vadi, vadi tabanı düzlükleri, taraça ve birikinti konileri gibi birimler bulunmaktadır (Görsel 4). Havza topoğrafyası genç tektonik hareketlerle yükselmiş ve yeraltı ve yerüstü suların dinamiğine bağlı olarak parçalanmış ve günümüzdeki morfolojisini kazanmıştır. Havzanın jeomorfolojik unsurlarını oluşturan birimler tektonik depresyonların içinde bulunan göller, ovalar ve vadi tabanları oluştururken yamaçlardan itibaren eğimli etek düzlükleri, aşınım yüzeyleri, dağlar ve tepeler oluşturmaktadır.



Görsel 4. Çalışma Alanı Jeomorfoloji Haritası (Matpay ve Seyitoğulları, 2023).

Çalışma alanı iklim açısından Doğu Anadolu sert karasal iklimiyle karakterizedir. Bu karakter doğuya doğru yani denizel tesirden uzaklaştıkça belirginleşmektedir. Bölgede tektonik gençliliği sağlayan Arabistan platformunun Anadolu ile çarpışması (Şaroğlu ve Güner, 1981) yükselti koşullarının değişmesine neden olduğu açıktır. Havza topoğrafyasında yükselti farklılığı fazla ve yer şekilleri kısa mesafelerde değişmektedir. Bu durum tektonik depresyonlar ile yüksek dağlar arasında sıcaklık ve yağış koşullarının değişmesine neden olmaktadır. Böylece ova ve dağ arasında sıcaklık ve yağış koşulları gittikçe değişmektedir. Havzada yıllık ortalama sıcaklığı 6,2 °C olup en fazla olduğu ay 20,9 °C ile temmuz ayıdır. En düşük ortalama sıcaklık ise -9,6 °C olup ocak ayıdır. Havzaya ortalama en çok yağış miktarı ilkbaharda düşmekte olup yıllık ortalama toplam yağış miktarı 400 mm'nin üstündedir (Matpay, 2011). Sıcaklık ve yağış rejiminde meydana gelen değişimler havzada flüvyal süreçleri etkileyerek dolaylı olarak morfolojinin de değişimine neden olmaktadır. Havzanın toprak örtüsü malzeme taşınımının az olduğu yerlerde bulunduğu yere ait

litolojiden köken alırken, tektonik depresyonlarda taşınmış malzemelerden köken almaktadır. Tektonik depresyonlarda bulunan göl kıyılarında, tabanlı vadinin akarsu boylarında alüvyonlar ve kolüvyonlar yaygındır. Bozkır örtünün hâkim olduğu havzada nadiren ağaç ve çalı toplulukları, göl kıyılarında ise halofitler yaygındır. Fazla eğimli yamaçlar ve çıplak kayalıklar toprak ve bitki örtüsünden yoksundur.

2. Materyal ve yöntem

Topoğrafya üzerinde etkili olan iç ve dış etmenlerin rolü ve ölçüsü morfometrik analizlerden faydalanılarak yorumlanabilir. Yani topoğrafyada drenaj ağının dağılımı ve karakteri, yapının denetimi ve derecesi gibi unsurlar jeomorfik indislerle yapılan modellemeler ve morfometrik yaklaşımlarla rahatça izah edilmektedir. Çaybağı Havzası'nın flüvyal süreçler ve drenaj ağı yerleşiminin morfometrik indislerden faydalanılarak ortaya konulan bu çalışmada öncelikle literatür taraması yapılmıştır. Daha sonra CBS ve UA tekniklerinden, çeşitli haritalardan, arazi gözlemleri, fotoğraflamalar, bölgede yapılmış bilimsel çalışmalardan (Ketin, 1977; Matpay, 2011; Seyitoğulları, 2012; 2022; Yılmaz, 2016; Matpay ve Seyitoğulları, 2023) faydalanılmıştır. Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları, 1/100.000 ölçekli Van iline ait jeoloji haritası MTA (Maden ve Tetkik Arama Genel Müdürlüğü), Alaska Fairbanks Üniversitesi Jeofizik Enstitüsü'nün web sitesinden temin edilen (ASF, 2024) 10 m çözünürlüğe sahip Alos Palsar uydusundan elde edilmiş Sayısal Yükselti Modeli (*SYM*) (*Digital Elevation Model (DEM)*) verisinden faydalanılmıştır. ArcGIS yazılımı kullanılarak havzaya ait bakı, eğim, yamaç eğriselliği, yükselti kademeleri, jeomorfoloji, hidroğrafya, drenaj yoğunluğu vb. haritalar hazırlanmıştır. Temel bulguları ortaya koymak için morfometrik indis (alansal, çizgisel ve yüzeysel (rölyef)) formüllerinden faydalanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 1). Çalışmada flüvyal süreçler, drenaj ağı ve gelişiminde rol oynayan etmenlerden; yapı, tektonizma ve jeomorfolojik süreçlerin etkisini daha net izah eden indisler seçilmiştir. Ardından drenaj ağı (flow

direction, stream order, flow accumulation) özelliklerine ait haritalar üretilerek sayısal (Raster Calculator) hesaplamalar yapılmıştır. Akarsu sıklığı ve drenaj (vadi) yoğunluğu; çizgisel akarsu verilerinin Line-Kernel Density metodunun kullanımıyla hazırlanmıştır.

Nihayetinde çalışmada elde edilen morfometrik hesaplama sonuçları, haritalamalar ve arazi çalışmaları birlikte yorumlanarak ulaşılan bulgular ofis ortamında işlenmiştir.

Tablo 1. Kullanılan morfometrik indisler.

Alansal Morfometrik indisler			
İndis Adı	Formül	Kaynak	Tanımlama
Havza alanı (A)	(km^2)	Schumm (1956)	Alan hesabı (ArcGIS yazılımı ile yapılmıştır).
Havza çevresi (P)	(km)	Schumm (1956)	Çevre uzunluğu (ArcGIS yazılımı ile yapılmıştır).
Dairesellik oranı (Rc)	$R_c = 4\pi A/P^2$	Miller (1953),	Havza alanının, havzayla aynı çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlamasıyla hesaplanmaktadır.
Havza Şekli (R _η)	$R_f = A/L_b^2$	Horton, (1932)	Havza alanının, maksimum havza uzunluğunun karesine bölünmesinden elde edilen sonuç.
Havza biçim faktörü (R')	$R' = A/(B*L)$	Eagleson, (1970)	Alanın(A), maksimum havza genişliği (B) ile ana akarsu uzunluğu (L) çarpımına oranı
Biçim katsayısı (R _{cf})	$R_{cf} = L^2 / A$	Eagleson, (1970)	Havza uzunluğunun (L) karesinin, havza alanına oranı.
Birleşik şekil F. (R _u)	$R_u = L / A^{1/2}$	NIH, (1998)	Havza uzunluğunun (L) havza alanının kareköküne oranı.
Lemniscate oranı (K)	$K = L_b^2 * \pi / 4A$	Baiju vd., (2015)	Akarsuya paralel olarak havzanın bir ucundan bir ucuna çizilebilen maksimum mesafenin (L _b) karesinin, π ile çarpımının, alanın 4 katına oranı.
Akarsu Sıklığı (F _s)	$F_s = (\sum_{i=1}^N N) / A$	Reddy vd., (2004)	Havzadaki toplam dizin sayısının (N) havza alanına (A) oranı.
Tekstür Oranı (R _t)	$R_t = (\sum_{i=1}^N N_i) / P$	Horton, (1945)	Havzadaki 1. dizin sayısının (N ₁) havza çevre uzunluğuna (P) oranı.
Drenaj Tekstürü (R ^t)	$R^t = (\sum_{i=1}^N N) / P$	Ödeker ve Türkoğlu, (2020)	Strahler yöntemi ile oluşturulan toplam dizin sayısının (N _{toplam}) havzanın çevre uzunluğuna (P) oranı.
Drenaj yoğunluğu (D _a)	$D_d = (\sum L) / A$	Horton, (1932)	Tüm dizinlerin toplam uzunluğunun (L _{toplam}) havza alanına (A) oranı.

Çizgisel Morfometrik indisler			
Havza uzunluğu (L ve L _b)	(km)	Strahler, (1957)	L: Uzunlamasına en fazla mesafe. L _b : bir havzadaki ana akarsuyun ağız ve kaynak noktaları arasında çizilen doğruya paralel olarak, havzanın su bölümü çizgisinden başlayıp, su bölümü çizgisinde ölçülen en uzun mesafe.
Havza genişliği (W)	km	Strahler, 1964	Uzun eksene dik ölçülen en büyük genişlik değeri.
Akarsu uzunluğu (L _m)	km	Strahler, 1964	Kaynak kesimindeki en uzun 1. dizi yatağının başlangıcından havzadaki en büyük dizindeki akarsuyun ağız kısmına olan vadi uzunluğunun ölçümü

Akarsu uzunluk oranı (R _i)	$R_i = L_U / L_{U+1}$	Strahler, 1964	Strahler yöntemine bağlı olarak belirli bir dizinin toplam uzunluğunun (L _U) sonraki dizinin toplam uzunluğuna (L _{U+1}) oranıdır.
Çatallanma Oranı (R _b)	$R_b = N_U / N_{U+1}$	Strahler, (1952)	Bir dizindeki akarsu sayısının (N _U) bir üst dizinin sayısına (N _{U+1}) oranı.
Yüzeysel akış uz. (L _U)	$L_U = 1 / 2D_d$	Horton, (1945)	Drenaj yoğunluğunun (D _d) tersinin yaklaşık yarısıdır
Uygunluk Oranı (R _i)	$R_i = L_M / P$	Melton, (1957)	Ana akarsu yatağının toplam uzunluğunun (L _M) havza çevre uzunluğuna oranı.

Yüzeysel (Rölyef) Morfometrik indisler

Relief Oranı (R _h)	$R_h = H_R / L$	Schumm, (1956)	Bir havzanın en yüksek noktası ile en alçak noktası arasındaki mesafe farkının (H _R), havzanın maksimum uzunluğuna (L) oranı.
Vadi Genişlik-Vadi Yükseklik oranı (Vf)	$Vf = 2Vfw / [(Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$	Bull & McFadden (1977)	Vfw: Vadi tabanı genişliği (m), Erd: Sağ yamaç yükseltisi (m), Esc: Vadi tabanı yükseltisi (m), Eld: Sol yamaç yükseltisi (m).
Hipsometrik Eğri (Hc)	$X = a/A \quad Y = h/H$	Strahler, (1952)	Havza Yükselti basamaklarının alansal dağılımı gösteren grafik olup, toplam bağıl yüksekliğinin (h/H), toplam bağıl alanına (a/A) oranlanması
Hipsometrik integral (Hi)	$Hi = Hort - Hmin. / Hmax. - Hmin$	Strahler, (1952)	Hipsometrik eğrinin altında kalan toplam alan.
Kurvatur Derecelendirme (Dc)	<i>Konkav, Konveks Yatay</i>	Wilson & Gallant, (2000)	Havzada yamaçların konkav (içbükey) konveks (dışbükey) ve yatay olma durumlarını gösterir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Alansal Parametreler

3.1.1. Havza Alanı (A) ve Havza Çevresi (P)

Havzanın büyüklüğü, flüvyal akış ve erozif faaliyetleri hakkında bilgi sunmaktadır (Tarr ve Martin, 1914). Havza alanının bilinmesi planlamaların yapılması bakımından önemlidir. Havza alanı 653 km² hesaplanmıştır. Alanı 250 km² üzeri olan havzalar “büyük havza” olarak tanımlanmaktadır (Tülücü, 2012). Bu yönüyle çalışma alanı büyük havza niteliğindedir. Morfolojik olarak ova alanı ile dağlık alan arası yatay mesafenin fazla olması havza alanının büyük olmasını sağlamıştır. Havza çevresi ise havzanın su bölümü çizgisine ait engebe hakkında bilgi verir (Karataş, 2017). Girinti ve çıkıntı özelliği fazla olan havzanın çevre uzunluğu 129,031 km dir.

3.1.2. Dairesellik Oranı (Rc), Havza Şekli (Rf)

Havza alanının, havzayla eşit çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlanmasıyla hesaplanan Rc (Miller, 1953) havzanın şekli ve yapısal denetimin ölçüsü hakkında bilgi vermektedir (Gray, 1961; NIH, 1998; Mahadevashwamy vd., 2011). Ayrıca bu indisten hesaplanan değer polyelerin gelişim özellikleri hakkında da bilgi vermektedir (Şimşek vd., 2021). Rc havzanın jeolojisi, arazi kullanımı, iklim özellikleri, havza reliefi, eğimi akarsu yoğunluğu ve uzunluğundan etkilenir (Avci, 2023). Havza şeklini betimlerken Rc nin 1'e yakın hesaplanması daireselliği göstermektedir (Çoşkun ve Öztürk, 2022). Havza için Rc= 0,49 olarak hesaplanmıştır. Bulunan sonuca göre havzada flüvyal sürecin etkin ve dairesel eğilimli olduğu söylenebilir. Farklı formüllerle havza şekli hesaplanabilir. Bunlar biçim indeksi, biçim katsayısı, biçim faktörü, biçim görünüm oranı, sıkışıklık ve schumm katsayılarıdır. Bu çalışmada (Rf), (Rcf) ve (Ru) hesaplanmıştır. Rf havzanın geometrisi (dairelilik, uzunlamasına) hakkında bilgi vermektedir (Horton, 1932; Özdemir, 2011; Uzun, 2021). Düşük Rf değeri havzada kısa zamanda yan kollardan gelen az akımla, uzun süreli meydana gelen yüksek ana akımın göstergesiyken, Yüksek Rf

değeri ise aksi durumun göstergesidir (Biswas vd., 1999; Reddy vd., 2004; Özdemir, 2011; Utlu ve Özdemir, 2018). (Rf) havzanın ne ölçüde flüvyal erozyona maruz kaldığı hakkında fikir verdiği gibi yapısal denetim hakkında da bilgi vermektedir. (Eagleson, 1970; Ekinci, 2011; Karataş, 2017). Havza için $R_f = 0,59$, $R_u = 1,07$ ve $R_{cf} = 1,06$ olarak hesaplanmıştır. Bu indislerden elde edilen sonuca ait yorumlar benzerlik göstermektedir. Dairesel yakın şekli olan havzada, uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akım, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma sebep bir durumun olduğu anlaşılmaktadır. Buna göre flüvyal süreçlerin etkin olduğu söylenebilir. Arazide yapı kontrolünde gelişen dağlık ve yüksek aşınım yüzeyi yamaçlarında flüvyal süreçlerin marifetiyle derin yarılmış vadiler, birikinti konileri gözlenmiştir.

3.1.3. Sekiz/Kelebek Eğrisi (Lemniscate) Oranı (K) ve Akarsu Sıklığı (Fs)

Chorley (1957)'in önerdiği bu indis drenaj havzası şeklindeki değişimi ayırt etmek, havzalar arası farkı ortaya koyabilmek, Havza şeklinin sekiz/kelebek eğrisine ne kadar benzer ya da yakınlık gösterdiğine karar vermede kullanılmaktadır (Uçar, 2018). Lemniscate oranının 0,5-1,8 aralığında olması normal kabul edilmektedir (Baiju vd., 2015). Genel olarak havzanın ortalama eğimi hakkında da bilgi veren bu indisin (Rama, 2014) düşük hesaplanması akış hızının düşük olduğunu dolayısıyla sediman yükünün azaldığını, havzanın yuvarlak yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu oranın yüksek hesaplanması ise aksi yönde değerlendirmelerin göstergesidir. Yüksek lemniscate oranına sahip havzada heyelan, sel ve taşkın riski fazladır (Ödeker ve Türkoğlu, 2020). Havza için $K = 1,69$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer akışın az ve sediman taşıma gücünün azaldığını ve havzanın yuvarlak bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Nitekim arazi gözlemlerinde Çaybağı Çayı üzerinde menderesli bir akışın olduğu ve çoğu yerde kopuk menderesler olduğu görülmüştür. Bunun yanında yan kollarda sediman taşınımının fazla olduğu ve ana kola bağlanan ağızda taşıma gücünün ve eğimin azaldığı

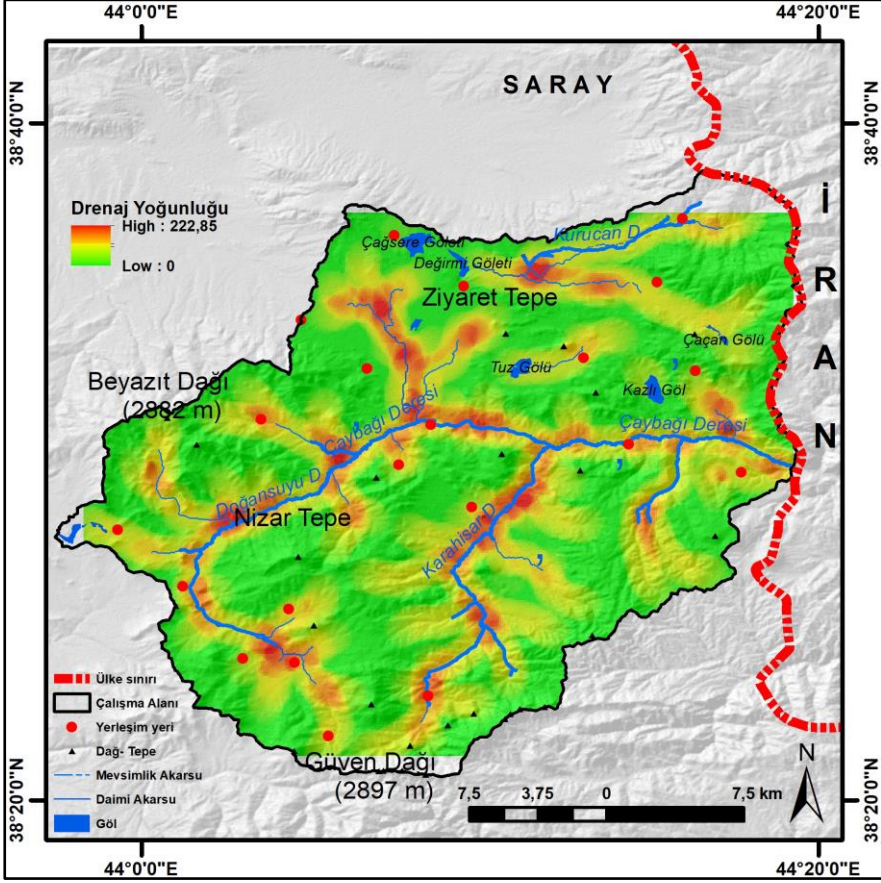
gözlemlenmiştir. Fs ise Akarsu sıklığı ve drenaj yoğunluğuyla doğru orantılı olup litoloji, bitki örtüsü ve reliefle ilişkilidir. Fs değerinin yüksek hesaplanması göreceli olarak zemin permeabilitesinin az, seyrek bitki örtüsünün ve yüksek reliefin göstergesidir. Buna karşın Fs değerinin düşük hesaplanması aksi yönde değerlendirmelerin göstergesidir. Dolayısıyla Fs değerinin yüksekliği doğal olarak taşkın potansiyelini işaret etmektedir (Obi Reddy vd., 2004; Özdemir, 2011; Ödeker ve Türkoğlu, 2020). Akarsu sıklığı oranı 1,03 olarak hesaplanmıştır. Havzanın kuzey kesimiyle güney kesimi arasındaki litolojik ve relief farklılıkları akarsu sıklığına yansımıştır. Keza yöre halkıyla yapılan görüşmelere göre tarihsel geçmişte yaşanan su baskınları çoğunlukla havzanın güneyinde gerçekleşmiştir.

3.1.4. Tekstür Oranı (Rt) ve Drenaj Tekstürü (Rt)

Strahler yöntemine bağlı olarak bir havzada bulunan toplam 1.dizin sayısının, çevre uzunluğuna oranlanmasıyla hesaplanan Rt (Obi Reddy, 2004; İmamoğlu, 2020) havzada bulunan kayaç özelliklerine ve geçirgenliğine, baki koşullarına göre değişmektedir. Rt yüksek ise 1. düzeydeki akarsu kolları fazla, düşük ise az sayıdadır (Özdemir, 2011; Karataş, 2017; İmamoğlu, 2020). Dairesel havzalarda bu oran daha yüksek çıkmasına karşın uzunlamasına havzalarda düşük çıkmaktadır (Özdemir, 2011). Bunun yanında olası sel ve taşkınların yorumlanmasında Rt bilinmesi önemlidir. Havza için Rt 2,79 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç ana akarsu yatağına 1. dizinden gelen kolların drenaj ağına büyük katkı yaptığı ve flüvyal süreçlerde etkili olduğunu göstermektedir. 1. dizin sayısının fazla olduğu ve diğer şartların da uygun olduğu alanlarda yüzeysel akışın ve erozyonunu fazla olacağı söylenebilir. Drenaj tekstürü kayaç özellikleri ve geçirgenlik hakkında bilgi vermektedir. Hesaplamaya göre Drenaj tekstürü; (<2) ise çok kaba taneli, (2-4) arası kaba taneli, (4-6) arası orta taneli, (6-8) arası İnce taneli, (>8) ise çok ince taneli yapıdadır (Smith, 1954; Ali ve Khan, 2013; Ödeker ve Türkoğlu; 2020). Havza için drenaj tekstürü 5,25 hesaplanmıştır. Havzanın drenaj yoğunluğuna göre yüzeysel akışın fazla ve “orta taneli” drenaj tekstürüne sahip olduğu anlaşılmaktadır.

3.1.5. Drenaj Yoğunluğu (Dd)

Horton'un önerdiği ve topoğrafyanın parçalanma derecesini gösteren bu indis (Horton, 1932, 1945; Ödeker ve Türkoğlu, 2020) jeoloji, iklim, drenaj ağı bitki örtüsü hakkında bilgi vermektedir (Hoşgören, 2001; Özdemir, 2011). Permeabilitesi yüksek kayaların olduğu yerlerde yeraltına sızma potansiyeli fazla ve yüzeyde aşınım az olacağından drenaj yoğunluğu düşük değerler sunacaktır. Buna karşın permeabilitesi düşük kayaların yoğun olduğu yüzeylerde yer altına sızma düşük olacağından yüzeysel akış fazla ve aşınımın fazlalığı ortaya çıkacaktır. Bu yüzden yüksek değerler hesaplanacaktır (Patton ve Baker, 1976; Patton, 1988; Özdemir, 2011). Drenaj yoğunluğu 0,74 hesaplanmış olup jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin drenaj yoğunluğu üzerinde rol oynadığı anlaşılmıştır (Görsel 5).



Görsel 5. Çalışma alanının drenaj yoğunluğu haritası.

3.2. Çizgisel Parametreler

3.2.1. Havza Uzunluğu (L) Maksimum Havza Genişliği (W) ve Akarsu Uzunluğu (Lm)

Bir havzada ana akarsuyun kaynak ve ağız noktası arasında çizilen doğrultuya paralel olarak, havzanın su bölümü hattından başlayıp ve havzanın su bölümü hattında bitecek biçimde hesaplanan en büyük değer olarak tanımlandığından (Strahler, 1957; Karataş 2014) havza uzunluğu her zaman havzanın maksimum uzunluğuna karşılık gelmez. Havza uzunluğu 26,319 km dir. Havza genişliği indisi yapı ve flüvyal aşındırmanın havzadaki etkinliği hakkında fikir verir (Karataş, 2014). W değeri ana akarsu

kolunun yakın kuzeyinden itibaren ölçümlenerek 26,09 km ölçülmüştür. Lm belirlenirken, kaynaktan itibaren ağız kısmına olan mesafe hesaplanmıştır. Eğimin azaldığı yerden itibaren artan kıvrımlanmaya paralel olarak akarsu uzunluğu artmaktadır. Ağız kısmına yaklaştıkça artan menderesli yapıdan dolayı Çaybağı Çayı'nın uzunluğu fazla olup 42,725 km hesaplanmıştır.

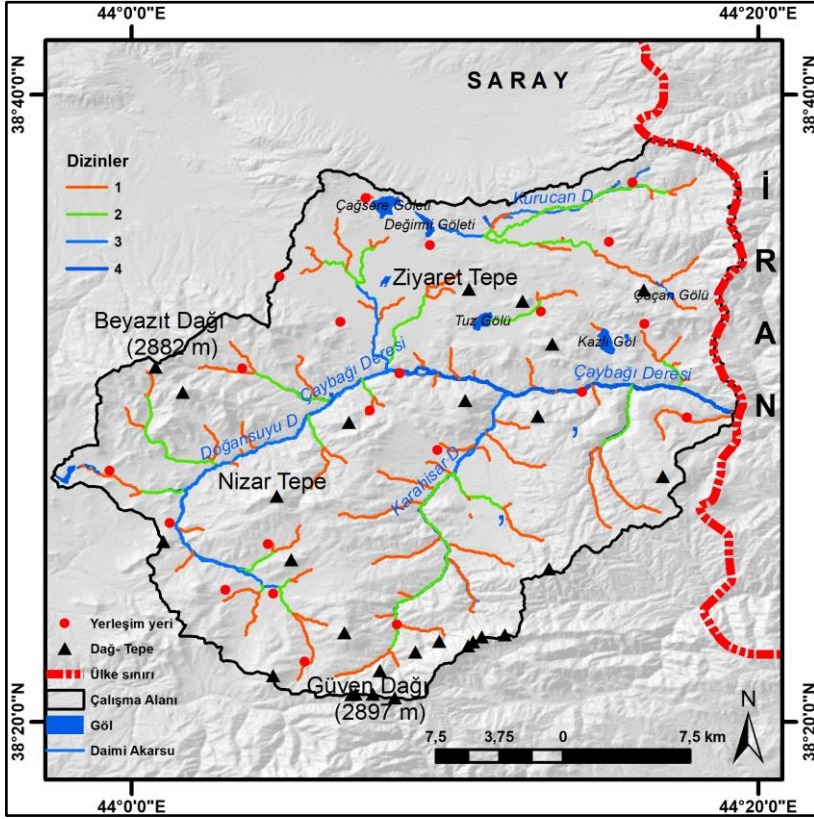
3.2.2. Akarsu Uzunluk Oranı (RL)

RL hesaplanmasında akarsu dizinlerinin uzunlukları esas alınmaktadır (Horton, 1945; Strahler, 1964). Strahler metoduna göre belirli bir dizinin toplam uzunluğunun kendinden sonraki dizinin toplam uzunluğuna oranıdır (Patton ve Baker, 1976; Patton, 1988; Altıparmak ve Türkoğlu, 2018; Uzun, 2019; Dursun ve Babalık, 2023). RL akarsu kollarındaki uzunluklara bağlı olarak tutulma oranı hakkında fikir vermekle (Patton, 1988) beraber taşkın ve akım toplanma zamanı ve bu doğrultuda akarsuyun aşındırma gücü hakkında bilgi vermektedir (Özdemir, 2011). Genel olarak; RL değeri düşük olan havzalar dar ve uzun, RL değeri yüksek olan havzalar ise uzunluk ve genişliklerinin birbirine yakın olduğu daha oval havzadır. RL değeri yüksek olan drenaj havzalarında alt dizinlerden gelen yüzeysel sular hızla birleşmektedir. Bu durum yüzeysel su kütesinin artmasına ve hızla akarsu yatağının dolmasına hatta yatağın taşıma kapasitesinin üstüne çıkmasına neden olmaktadır (Horton, 1945; Strahler, 1964; Özdemir, 2011). Ayrıca dandritik karakterli drenaj ağlarında düşük, paralel veya sub-paralel görünümlü drenaj ağlarında ise yüksek RL değerinden söz etmek mümkündür (Karataş, 2014; Altıparmak ve Türkoğlu, 2018). Havzada ortalama akarsu uzunluk oranı 1,96 olarak hesaplanırken dizinler arasında bu değer 1,83-2,55 arasında değişmektedir.

3.2.3. Çatallanma Oranı (Rb)

Her dizindeki akarsu sayısının üst dizine ait akarsu sayısına oranlamasıdır (Strahler, 1952; Schumm, 1956). Düşük değer, akıma ait hidrografın keskin olduğunu, yüksek değer ise hidrografın düşük ve devamlı olabileceğini göstermektedir

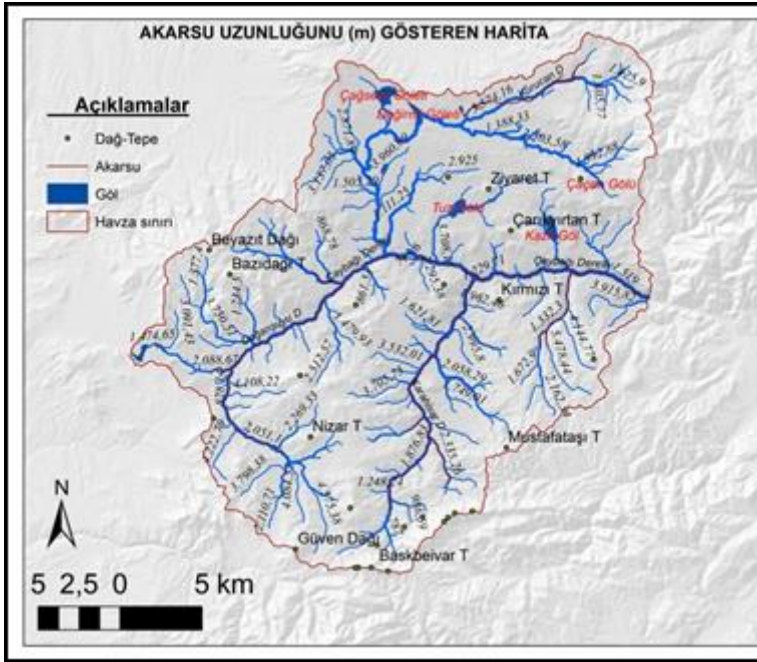
(Özdemir, 2011). Topografyanın parçalanma durumuyla flüvyal süreçlerin etkinliği, topografya yüzeyinin erozyonal gelişimdeki payının anlaşılmasında önemli bir veri olan Rb, jeolojik yapı, iklim ve reliefle sıkı bir bağı vardır (Karataş, 2014; 2017). Analizde $Rb=1,97$ hesaplanmıştır. Buna göre çalışma alanında drenaj ağının daha keskin ve belirgin olduğunu göstermektedir. Öncelikle 1. dizinde akarsu sayısının fazla olması flüvyal aşınmanın etkinliğini göstermektedir (Görsel 6).



Görsel 6. Çalışma alanı akarsu dizilişi ve çatallanma oranı haritası.

3.2.4. Yüzeysel Akış Uzunluğu (Lf)

Horton (1945) tarafından önerilen indis yere düşen yağışın yüzeyden akarak akarsuya ulaşım mesafesi olarak tanımlanır (Horton, 1945; Shah vd., 2014; Elbaşı, 2015; Karabulut, 2016). Bu indis havzanın hem hidrolojik hem de fizyografik yapısından etkilenmektedir. Yüzeysel akış uzunluğu hesaplamasında üç (3) sınıflandırma mevcuttur. Bunlar; düşük (< 0.2), orta ($0.2 - 0.3$) ve yüksek (>0.3) değer olarak sınıflandırılmaktadır. Yüksek değer, eğimin az ve akış yolunun uzun mesafeli olduğunu ayrıca daha fazla sızma ve az yüzeysel akışın oluştuğunu göstermektedir. Lf toprak erozyonu üzerinde doğrudan tesiri vardır (Chandrashekar vd., 2015; Dursun ve Babalık, 2023). Havzada ana kola bağlanan yan kol uzunluk mesafelerinin bir üst dizine göre gitgide arttığı söylenebilir (Görsel 7). Bu veriler ışığında havzanın Lf değeri 0,67 olarak hesaplanmış olup “yüksek değer” sınıfındadır.



Görsel 7. Çalışma alanı akarsu uzunluğu haritası.

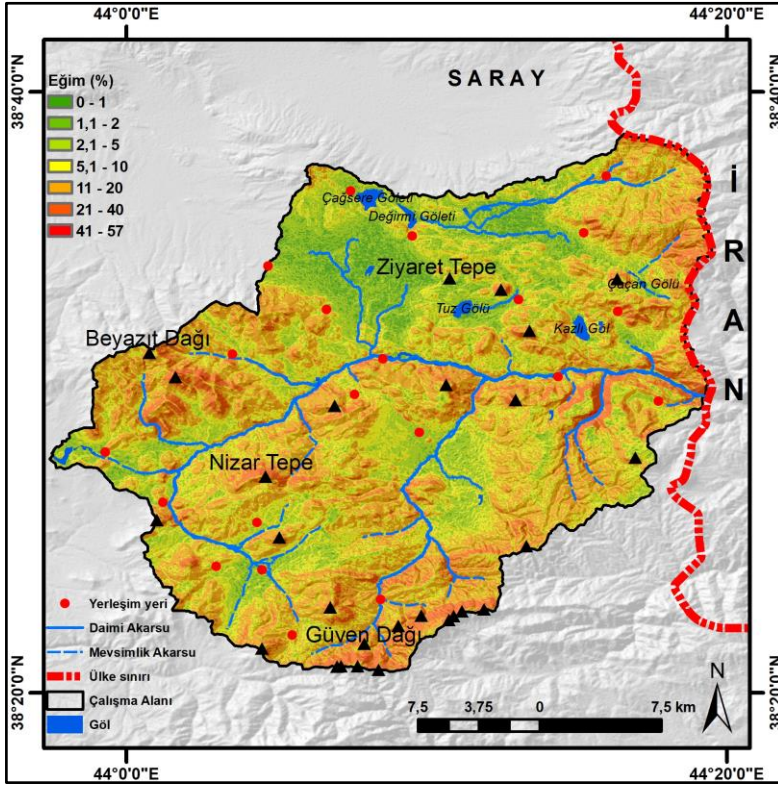
3.2.5. Uygunluk Oranı (Ri)

Ana akarsu toplam uzunluğunun havza çevresi toplam uzunluğuna bölünmesi uygunluk oranını vermektedir. Bu indis havzanın ne ölçüde olgunlaşma sürecine girdiği hakkında bilgi vermektedir (Karataş, 2017; Uzun, 2019). Bir havzada engebe azaldıkça ana akarsuların kıvrımlılık oranı artmaktadır. Buna bağlı olarak ana akarsu uzunluğu artarken havzanın girinti çıkıntıları ve çevre uzunluğu azalmaktadır. Böylece olgunluk düzeyi artan havzalarda ana akarsu uzunlukları artmış, çevre uzunlukları ise kısalmaktadır. Engebenin çok fazla olduğu genç havzalarda ise Ri çok düşük çıkmaktadır. Ancak bu genel durum faylanmanın ön planda olduğu havzalarda her zaman aynı sonucu vermemektedir (Öztekinçi ve Coşkun, 2021). Kısaca havza çevre uzunluğu arttıkça uygunluk oranı azalmakta iken ana akarsu toplam uzunluğu arttıkça uygunluk oranı artmaktadır. $R_i=0,33$ hesaplanmıştır. Bu veri ve hesaplama göre havzada aşınım ve flüvyal süreçlerin etkin olduğu söylenebilir.

3.3. Yüzeysel (rölyef) indisler

3.3.1. Eğim (SI):

Topoğrafyanın sahip olduğu eğim koşulları hem yüzeysel suların yer altına sızması üzerinde hem de flüvyal erozyonun şiddeti üzerinde belirleyici bir rolü vardır. Bunun yanı sıra kütle hareketleri, iklim koşulları, toprak kalınlığı, bitki örtüsü doğal ortam koşulları ile eğim arasında yakın bir bağ vardır (Karataş, 2017; Altıparmak ve Türkoğlu, 2018). Havzanın kuzey kesimiyle güney kesimi arasında eğim koşullarının farklılığı drenaj ağı niteliğine yansımıştır (Görsel 8).



Görsel 8. Çalışma alanı eğim haritası.

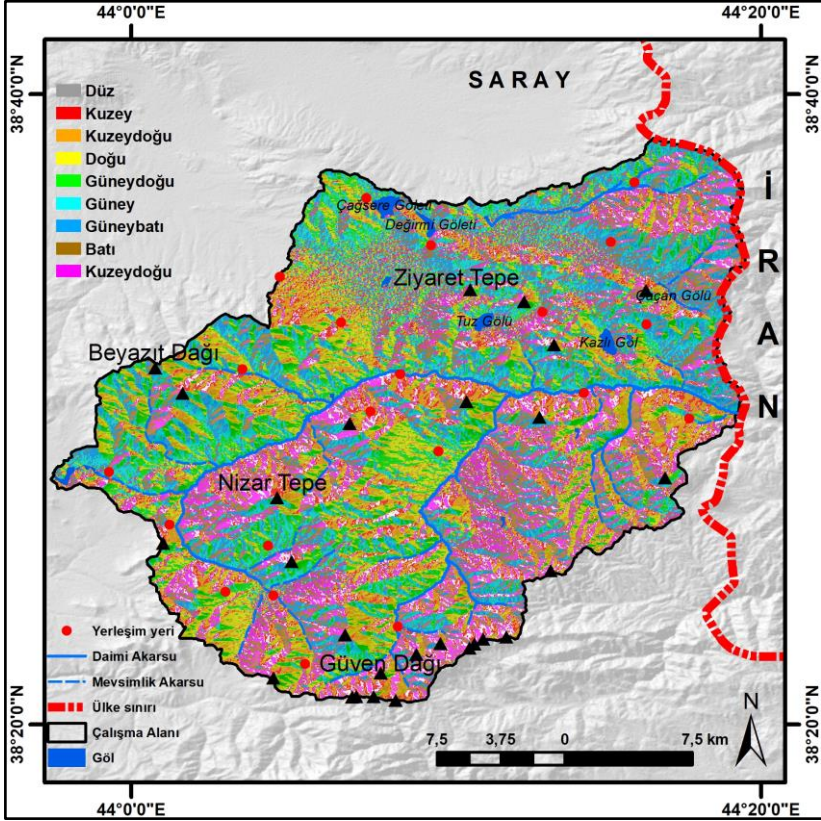
Havzanın eğim grupları ve oransal dağılımı homojen değildir (Tablo 2). Eğim koşulları üzerinde birçok iç ve dış etmenin rolü olmasına rağmen flüvyal süreçler, jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin rolü ön plandadır. Havza morfolojisinin kuzeyden güneye doğru belirgin olan değişimi eğim özelliklerine de yansıdığı görülmektedir. Eğimin %1-15 arası olduğu yerler havzanın kuzeyi kesiminde fazla iken, Eğimin %15 ve üzeri olduğu yerler havzanın güneyinde fazladır. Saha gözlemlerinde eğimin az olduğu yerler, dağlar arasında tektonik çukurlukları yer alan ovalar, ana kolun aşağı çıkışı ve yan kolların ana kola bağlandığı ağır kısmıdır.

Eğim Grupları (%)	Oransal Dağılımı (%)	Eğim Grupları (%)	Oransal Dağılımı (%)
0-5	14,35	16-20	13,73
6-10	17,7	21-25	11,88
11-15	15,67	26 - >	26,68

Tablo 2. Çalışma Alanı Eğim Grupları.

3.3.2. Bakı (As)

Güneş ışınlarının geliş açısı, yağış, toprak oluşumu, güneşlenme süresi, kar örtüsünün yerde kalma süresi ve bitki örtüsü gibi çoğu doğal faktör üzerinde etkili olduğundan yola çıkarak hidrografik unsurlarla ilişkisi olduğu söylenebilir. Bakı ayrışmanın türü ve şiddeti üzerinde rolü vardır. Farklı bakı koşullarına sahip yamaçlar arasında erozyonal faaliyetler aynı ölçüde işlememektedir (Karataş, 2017; Uzun, 2019). Havza geneli için yapılan hesaplamalar ve bakı haritası incelendiğinde, doğu, batı, kuzey ve güney ana yönlerine ait bakı oranı yüzdesel dağılımı sırasıyla % 10,5, 11, 11 ve 11,7 olup birbirine yakın hesaplanmıştır. Düz alanların havzanın kuzeybatısında yoğun olduğu görülmüştür (Görsel 9).

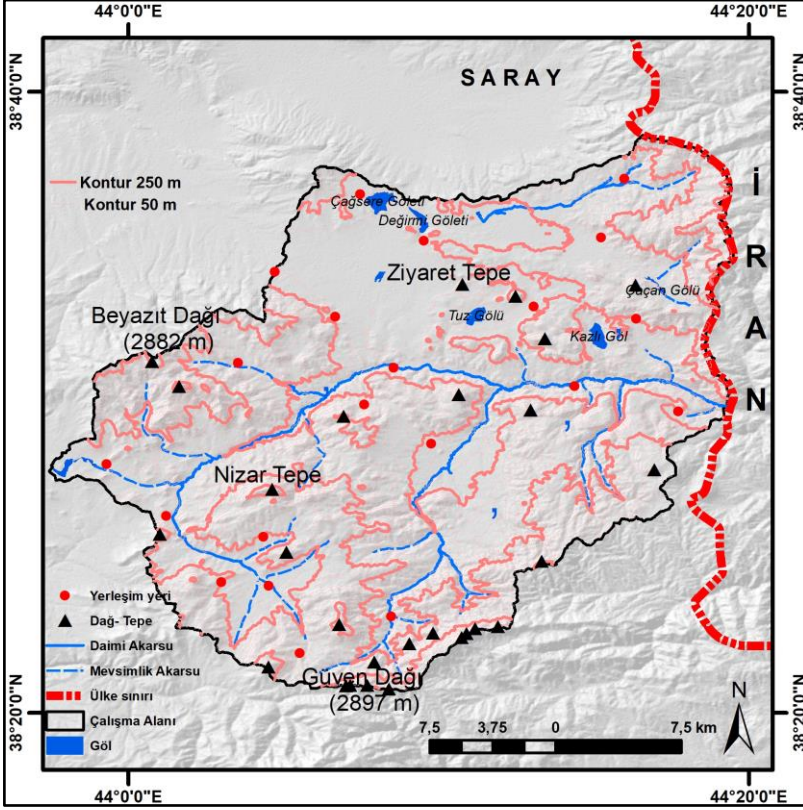


Görsel 9. Çalışma Alanı Bakı Haritası.

3.3.3. Yükselti (E):

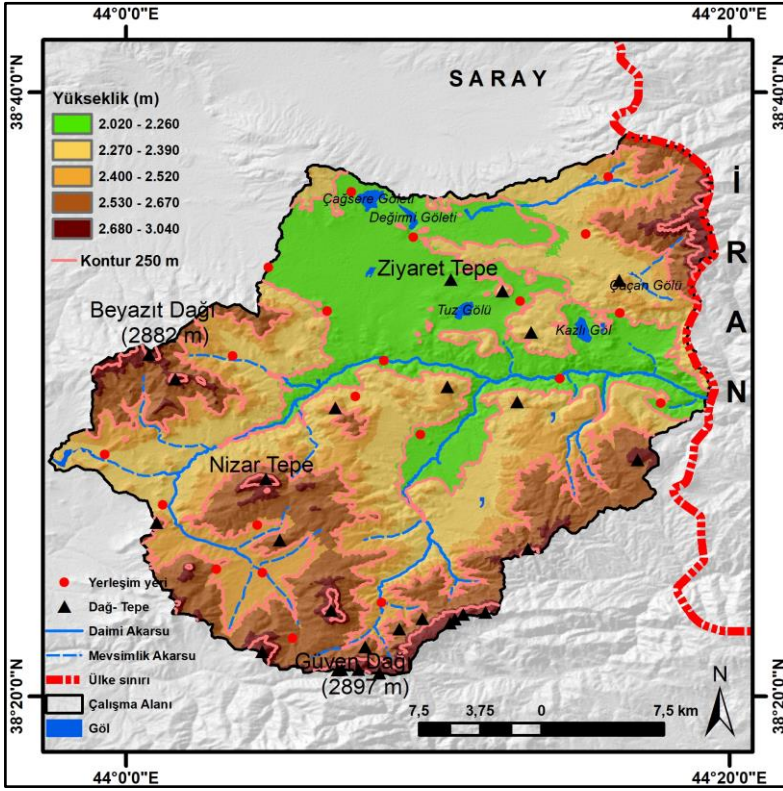
Yükselti kademelerinin dağılışı havzanın topografya yapısı hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca iklimsel unsurlar, eğim ve baki gibi diğer birimlerle olan ilişkisiyle havzadaki aşınmanın dağılışı ve yamaç eğimlerinin işlenişi hakkında ipuçları da vermektedir. Havzada en düşük yükselti 2024 m, en fazla yükselti ise 3035 m olup yükselti amplitüdü 1011 m'dir. Havzada yükselti koşullarının kuzeyden güneye doğru artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum havzanın morfolojik karakterine de yansımaktadır. Öyle ki havzanın kuzey kesimleri dağ arası çukurlukları dolduran alüvyon tabanlı ova karakterindeyken, havzanın güneyi Çaybağı ve buna

bağlanan yan kollarla derin olarak yarılmış yüksek dağlık alan ve fazla eğimli yamaç karakterindedir (Görsel 10).



Görsel 10. Çalışma Alanı Topoğrafya Haritası.

Havzanın önemli yükselti noktaları dağlık ve yüksek aşınım yüzeylerine denk gelmektedir. Bu yükseltilere (Beyazıt Dağı, Bazı Dağı, Güven Dağı) sahiptir (Görsel 11) Havzanın önemli yükselti noktaları dağlık ve yüksek aşınım yüzeylerine denk gelmektedir.



Görsel 11. Çalışma Alanı Yükselti Haritası.

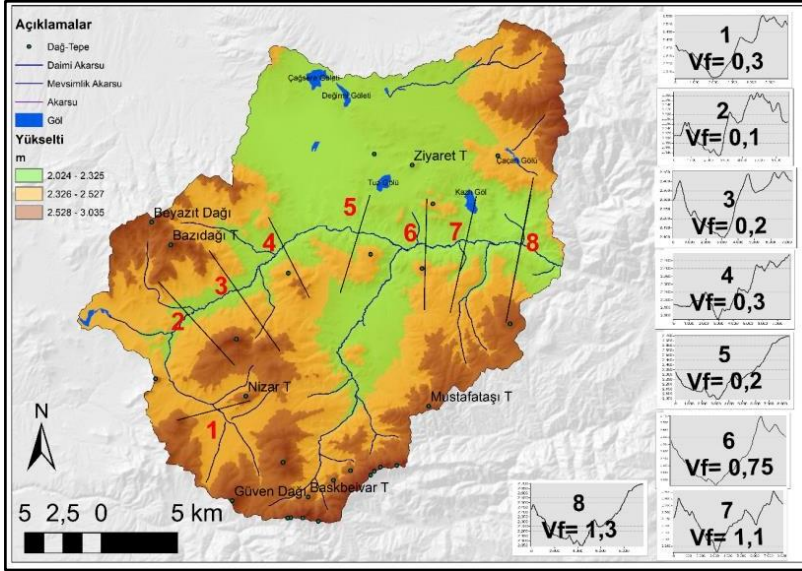
3.3.4. Relief Oranı (Rh)

Belirli bir formülle hesaplanan Rh (Schumm, 1956; Pike ve Wilson, 1971; Uzun, 2019) erozyonal sürecin ve tektoniğin tesiri, engebелilik, flüvyal süreçlerin boyutu ve bunun drenaj ağına etkisi hakkında bilgi sunmaktadır (Cürebal ve Ekinci, 2007; Ekinci, 2005; Karataş, 2017). Yüksek relief oranı, eğimin dikliğini ve akarsuyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşüm oranı hakkında fikir vermektedir. Dik olan havzada yüzey akışı genellikle daha hızlı olup daha yoğun havza boşalmasına ve fazla aşındırıcı kuvvet meydana gelmesine neden olmaktadır. Düşük relief oranı ise aksi durumun göstergesi olup yer altı suyu potansiyelinin iyi olduğu anlamını taşır (Öztekinci ve Coşkun, 2021). Ayrıca havzada kısa mesafeli yükselti farkının artması relief oranına yansımaktadır. Bu

durum da havzada yüzeysel suların dinamiğini artırmaktadır. Havza için $R_h = 26,93$ hesaplanmıştır.

3.3.5. Vadi Tabanı-Vadi Genişliği Oranı (Vf)

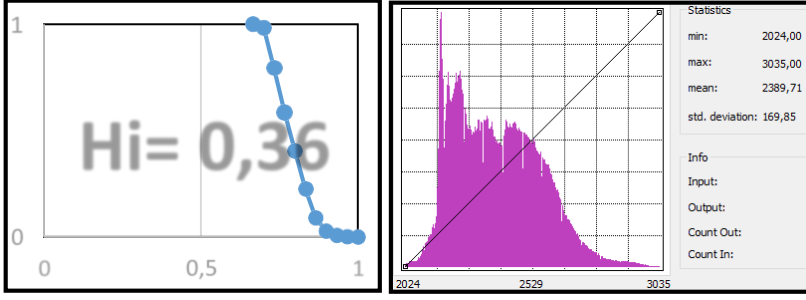
Vf tektoniğin yamaç profili üzerindeki etkisi hakkında fikir verir (Keller ve Pinter, 2002). Yani akarsu vadisinin bölgesel yükselimi sonucunda bulunduğu vadiyi derine doğru kazarak, morfolojik bakımdan gençleşip gençleşmediğinin anlaşılması için bu indise bakılmaktadır. İndisin kullanımındaki esas amaç; "V" biçimli derin vadilerle "U" biçimli geniş tabanlı vadileri ayırmaktır (Bull, 1977). Vadi tabanının yükseklik indisi sonucundan bulunan değerle tektonizmanın bölgesel etkisi ters orantılıdır. Vadi tabanının geniş, tektonik yükselmenin (uplift) düşük olduğu sahalar yüksek Vf değerleri ($V_f \geq 1.5$, yanal erozyonla oluşmuş "U" şekilli vadiler) ile temsil edilirken; vadi tabanının dar- eğimli, tektonik yükselmenin aktif olduğu sahalar düşük Vf değeri ($V_f \leq 1$, dar ve derin "V" şekilli vadiler) ile temsil edilir. $V_f = 1-1.5$ hesaplanırsa orta derece tektonik yükselimi söz konusudur (Keller ve Pinter, 2002; Silva vd., 2003; Bozdoğan ve Canpolat, 2023). Havzada ana akarsu kolu üzerinde 8 (sekiz) farklı noktada Vf indisi analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucu Vf değerleri en düşük 0,1 ve en yüksek 1,1 ile bu değerler arasında tespit edilmiştir. Vf değerinin dağılışına bakıldığında havzanın ağız kısmına doğru Vf değerinin yükseldiği görülmüştür. Bu durum yamaç işleminin aktif olduğunu göstermektedir. Buna karşın 1,2,3,4 kesitlerine ait Vf indisleri ise derin vadilerin varlığını ve flüvyal aşındırma süreçlerinin baskın olduğunu göstermektedir (Görsel 12).



Görsel 12. Çalışma Alanı Vadi Tabanı-Vadi Genişliği Oranı (V_f) Haritası.

3.3.6. Hipsometrik Eğri (Hc) ve İntegral (Hi)

Hipsometrik eğriden faydalanılarak havzanın tektonik evrimi, aşınım yüzeylerinin genel özellikleri ve ana jeomorfolojik unsurları hakkında bilgi elde edilebilir. Hipsometrik eğrinin dış bükey olması havzanın gençlik, S biçiminde olması olgunluk, iç bükey olması havzanın yaşlılık evresinde olduğunun göstergesidir (Strahler, 1952; Özdemir, 2011; Sharma ve Mahajan, 2020; Coşkun ve Öztürk, 2022). Çalışma alanına ait hipsometri eğrisine bakıldığında dış bükey olduğu görülmektedir. Bu durum havzada dağ, tepe ve yüksek plato sahaları olarak görülmektedir. Keza arazi gözlemlerinde bu morfolojik unsurlar üzerinde aşınım faaliyetlerinin aktif olduğu, akarsu kollarının topoğrafyaya gömülmesiyle derin vadiler oluşturduğu görülmektedir. Yükselti- alan korelasyonu yapıldığında, neotektonikle rejim değişikliğine uğrayan havzada flüvyal süreçlerin etkin olduğu, aşınımın ve yamaç işleminin aktif olduğu söylenebilir (Görsel 13).



Görsel 13. Çalışma Alanı Hipsometrisi.

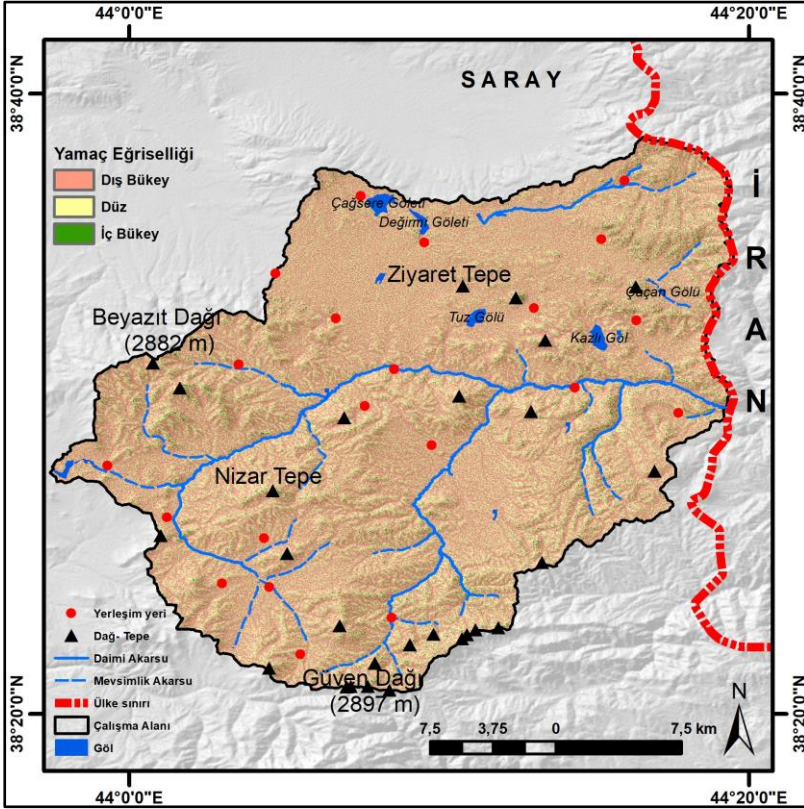
Topoğrafyanın aşınım döngüsü safhasını ve aşınım-parçalanma derecesi hakkında bilgi veren hipsometrik integral, hipsometrik eğrinin sayısal ifadesidir (Strahler, 1952). H_i değerinin yüksek olması topoğrafyanın yüksekliğinin göstergesiyken değerlerin orta ve düşük çıkması oldukça aşındırılmış-parçalanmış bir topoğrafyanın göstergesidir (Karataş, 2017; Özdemir, 2011). Havza için $H_i = 0,36$, ortalama yükselti 2389 m olarak hesaplanmıştır. Nihai olarak nispi yükseltisi 1'e yakın olan havzanın dış bükey hipsometri eğrisi ve H_i değeri birlikte yorumlandığında havzada aşındırıcı güçlerin etkin olduğu, genç ve dinamik bir topoğrafyayı temsil ettiği sonucu çıkarılabilir.

3.3.7. Kurvatür Derecelendirmesi (Yamaç Eğriliği / Dc)

Bu indisten faydalanılarak havza topoğrafyasının dış bükey (konveks), iç bükey (konkav) ve düz (yatay) olan yerleri ortaya konulabilir. Böylece havzanın zemin yapısı, relief özellikleri ve erozyonal gelişimi hakkında yorum yapılabilir. Konkav alan baskınlığı olgun ve yaşlı topoğrafyanın, konveks alan baskınlığı henüz olgunlaşmamış genç olan topoğrafyanın temsilcisidir. Konkav ve konveks sahaların birbirine yakın oranda olması ise ileri gençlik ve olgunluk safhasına işaret etmektedir (Karataş, 2017; Uzun, 2019). Havza genelinde yapılan kurvatür analizi sonucu havzanın iç bükey ve dış bükey alan dağılımları birbirine yakın olup

%48'lerin üzerindedir. Düz alanlar ise %1 civarındadır (Görsel 14). Dc verilerinden konkav ve konveks alan değerlerinin birbirine yakın hesaplanması havzada olgun ve genç sahaların birlikte yer

aldığını göstermektedir. Keza bu durum flüvyal sürecin havzadaki erozyonel tesirine delildir. Arazi gözlemlerinde vadi tabanına bağlanan yamaçlar ve havzanın aşağı çığırında konkav alanlar baskındır. Eğimin fazla olduğu yamaçlar ve akarsuyun yukarı çığırında konveks alanlar fazladır.

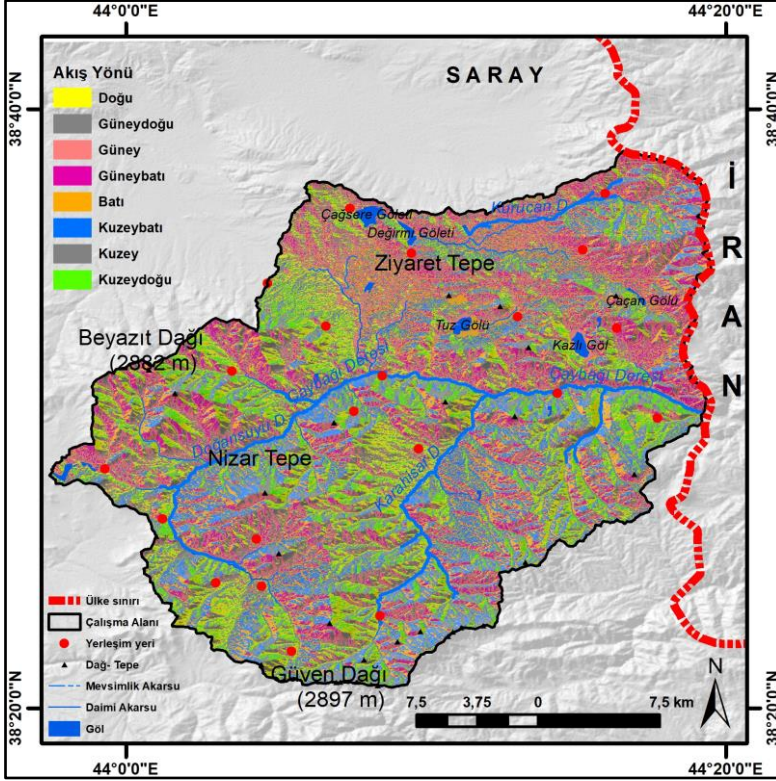


Görsel 14. Çalışma Alanı Yamaç Eğrisellik Haritası.

3.3.8. Akış Yönü Belirleme

Bu indis taşınan materyalin hareketi ve yönü hakkında bilgi verir (Tarboton, 1997). SYM üzerindeki grid hücrelerin her biri belirli yükseklik değerine sahiptir. Bunlar kendi değerinden küçük olan hücreye doğru akışa geçmektedir. Her hücre için dört ana ve dört ara yön belirlenmiştir. Bu indisten faydalanılarak herhangi bir noktaya düşen su kütlelerinin hangi yöne doğru hareket edeceği

tanımlanmıştır (Akkaya Aslan vd., 2004; Ödeker ve Türkoğlu, 2020). Bu veriler ışığında suyun toplanma alanı ve yönü belirlenerek taşkın görülmeye ihtimalinin olduğu lokasyon belirlenebilir. Çalışma alanının jeolojik ve jeomorfolojik karakterinin havzanın kuzeyi ve güneyi arasında belirgin farklılığı akış yönü üzerinde değişikliklere neden olmuştur. Havzanın kuzeyinde ovaya doğru yönelen yan kollar güney ve güneybatı istikametinde hareket ederek eğimin azaldığı depresyonlarda birikmektedir. Bu durum çukurluklara genç çökel birikimi olarak yansımaktadır. Arazi gözlemlerinde havzanın güneyinde ise litolojik unsurlara ait tabakaların eğim yönü, eğim açısı ve yükselti koşullarının değişkenliği akış yönü üzerinde belirleyici role sahip olduğu görülmüştür (Görsel 15).



Görsel 15. Çalışma Alanı Akış Yönü Haritası.

Sonuç ve Öneriler

Çalışmalara bakıldığında, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilirliğinde havza sınırlarının dikkate alınarak, kullanıma yönelik önceliklendirmenin yapılması günümüzde önem kazanan bir konu olduğu anlaşılmaktadır. Bu çerçevede havzaların coğrafi açıdan sahip olduğu güçlü ve zayıf yönlerinin tespitinde morfometrik analizler önemli bilgiler vermektedir. Bu çalışmada Çaybağı Havzası'nın çizgisel, alansal ve yüzeysel morfometrilerine ait 26 indisin hesaplamaları yapılmış olup çeşitli haritalar üretilmiştir. Çalışmada ulaşılan sonuçlar şu şekildedir; Genel olarak havzanın bölgede son yaşanan neotektonik süreç, havzanın yükselmesine (uplift) neden olurken diğer yandan da flüvyal süreçlerin tesiriyle morfolojisinin değişime uğradığı/uğramaya devam ettiği söylenebilir. Morfometrik analiz sonuçları ve haritalamalara göre, havzanın dinamik ve genç bir aşınım sürecinde olduğu anlaşılmaktadır. Bunu havza hipsometrisinin dış bükeyliği, ve hipsometrik integrali de doğrulamaktadır. Dairesele yakın şekli olan havzanın ova alanı ile dağlık alan arası yatay mesafe fazladır. "Büyük havza" niteliğinde, K-G eksenli hattı olan Türkiye-İran sınırı girinti-çıkıntı durumu fazla olduğu anlaşılmıştır. Keza havzada, uzun zamanda yan kollardan gelen yüksek akım, kısa süreli düşük ana akımın görüldüğü ve kısa süreli maksimum akıma sebep bir durumun olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum saha çalışmalarında yapı kontrolünde gelişen eğimi fazla dağlık/tepelik ve yüksek aşınım yüzeyi yamaçlarında flüvyal süreçlerin marifetiyle derin yarılmış vadiler, birikinti konileri olarak gözlenmiştir. Keza havzanın aşağı çığırında akışın az ve sediman taşıma gücünün azaldığını Çaybağı Çayı üzerinde menderesli bir akışın olduğu ve çoğu yerde kopuk menderesler olduğu görülmüştür. Bunun yanında yan kollarda sediman taşınımının fazla olduğu ve ana kola bağlanan ağızda taşıma gücünün ve eğimin azaldığı gözlemlenmiştir. Havzanın kuzey kesimi ile güney kesimi arasındaki litolojik ve relief farklılıkları akarsu sıklığına yansımıştır. Keza tarihsel geçmişte yaşanan su baskınları çoğunlukla havzanın güneyinde gerçekleşmiştir. Bu durum morfometri hesaplamalarıyla örtüşmektedir. Morfometrik

hesaplar ışığında ana akarsu yatağına 1. dizinden gelen kolların drenaj ağına büyük katkı yaptığı ve flüvyal süreçlerde etkili olarak erozyona neden olduğu/olabileceği söylenebilir. Havzanın drenaj yoğunluğuna göre yüzeysel akışın fazla ve “orta taneli” drenaj tekstürüne sahip olduğu, jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin drenaj yoğunluğu üzerinde rol oynadığı anlaşılmıştır. Genel olarak dantritik karakterli havzanın yüzeysel akış uzunluğu “yüksek değer” sınıfında ve 1. dizinde akarsu sayısının fazla olmasından ötürü flüvyal aşınmanın etkin olduğu bu da flüvyal erozyonun güçlü olduğunu göstermektedir. Havza genelinde yapılan kurvatür analizi sonucu havzanın iç bükey ve dış bükey alan dağılımları birbirine yakındır bu durum flüvyal sürecin havzadaki erozyonal tesire delildir. Arazi gözlemlerinde vadi tabanına bağlanan yamaçlar ve havzanın aşağı çığırında konkav alanlar baskındır. Eğimin fazla olduğu yamaçlar ve akarsuyun yukarı çığırında konveks alanlar fazladır. Havzada eğim koşulları homojen olmayıp havza morfolojisinin kuzeyden güneye doğru belirgin olan değişimi (Görsel 16) eğim özelliklerine de yansıdığı görülmektedir. Saha gözlemlerinde eğimin az olduğu yerler, dağlar arasında tektonik çukurlukları dolduran alüvyon sahalar, ana kolun aşağı çığı ve yan kolların ana kola bağlandığı ağız kısmıdır. Nihai olarak drenaj ağları neotektonik ve flüvyal süreçlerin ortak etkisiyle gelişen havzada yamaç işleminin aktif olduğu görülmektedir. Morfometrik analizleri ortaya konulan havzanın Çaybağı Çayı havzasının Vangölü alt havzaları ile korelasyonu yapılarak havza temelli doğal kaynak yönetim planlamasında önceliklendirilmesi önerilmektedir. Bunun yanında Türkiye genelinde yapılan/yapılacak muhtemel havza çalışmalarında elde edilen morfometrik analiz ve yorumlamaları karar vericilere fikir vereceği açıktır.

- Akkaya Aslan, Ş. T., Gündoğdu, K. S., & Demir, A. O. (2004). Sayısal yükseklik modelinden yararlanılarak bazı havza karakteristiklerinin belirlenmesi: Bursa Karacabey İnkaya Göleti havzası örneği. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 167-180.
- Avcı, V. (2023). Esmahanım Deresi Havzası'nın (Akçakoca- Düzce) Morfometrik Özellikleri ve Taşkınlara Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 25(1), 96-118. Doi: 0.24011/barofd.1148666
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2015). Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu çayı ve batlama deresi havzalarının morfometrik analizleri. *İstanbul Üniv. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 30, 91-119.
- Baiju, C. K., Kumar, B. A., Gopinath, G., Chandran, M. S., & Ramkumar, T. (2015). GIS Based Morphometric Analysis of the Kochara Sub-Watershed of Greater Periyar Plateau (GPP) of South Western Ghats, India. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 4(1), 895-910.
- Baumgardner, R. W. (1987). Morphometric studies of subhumid and semiarid drainage basins, Texas Panhandle and Northeastern New Mexico (No. 163). *Bureau of Economic Geology. University of Texas at Austin*.
- Biswas, S., Sudhakar, S., Desai, V.R., (1999). "Prioritisation of Subwatersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin: A Remote Sensing and GIS Approach", *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, Vol. 27, No.3, p. 155-166.
- Bozdoğan, M., & Canpolat, E. (2023). Drenaj havzalarındaki morfotektonik özelliklerin jeomorfik analizlerle incelenmesi: Delibekirli (Kırıkhan/Hatay) havzası örneği. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (11), 22-51. <https://doi.org/10.46453/jader.1207265>
- Bull, W.B. (1977) Tectonic Geomorphology of the Mojave Desert. USGS Contract Report, Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering, Menlo Park, CA

- Bull, W.B. and McFadden, L.D. (1977) Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California. In: Doehring, D.O., Ed., Geomorphology in Arid Regions: A Proceedings Volume of the 8th Annual Geomorphology Symposium, State University of New York, Binghamton, 23-24 September 1977, 115-138.
- Chandrashekar, H., Lokesh, V.K., Sameena, M., Roopa, J., Ranganna, G., 2015. GIS-based morphometric analysis of two reservoir catchments of Arkavati River, Ramanagaram District, Karnataka. International Conference on Water Resources, Coastal and Ocean Engineering (ICWCOE 2015), Aquatic Procedia, 4: 1345-1353.
- Chorley, R. J. (1957). Climate and morphometry. *The Journal of Geology*, 65(6), 628-638.
- Coşkun, M. ve Öztürk, A. (2022). Havza önceliklendirmesi bakımından Ermenek Çayı Havzası ve Gökçay Havzasının karşılaştırmalı morfometrik analizi. *Turkish Journal of Forestry*, 23(1), 1-10. <https://doi.org/10.18182/tjf.1024569>
- Cürebil, İ. (2004). Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (11), 11-24.
- Cürebil, İ. (2006). Strahler yöntemiyle komşu akarsu havzalarının karşılaştırmalı analiz: Mıhlı ve Şahin Dereleri. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (2), 71 –84.
- Cürebil, İ. ve Ekinci, D. (2006). Kızılkeçili Deresi havzasında CBS tabanlı RUSLE (3D) yöntemiyle erozyon analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0 (47) , 115-129.
- Delibekirli (Kırıkhan/Hatay) Havzası Örneği. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi* (11), 22-51.
- Dursun, İ. ve Babalık, A. A. (2023). Burdur Gölü Havzasındaki morfometrik parametrelerin ve erozyon durumunun değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 24 (1), 25-38. DOI: 10.18182/tjf.1205157

- Eagleson, P. S. (1970). *Dynamic Hydrology*, McGraw-Hill, New York, USA.
- Ege, İ., & Avsever, D. (2021). Sille çayı havzası'nın (Konya) morfometrik özelliklerinin CBS ile belirlenmesi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi*, 6(2): 40-63.
- Ege, İ., & Duman, N. (2020). Maymun dağı (Çardak-Denizli/Dazkırı-Afyonkarahisar)'nın morfotektonik özelliklerinin CBS ile belirlenmesi. *Turkish Studies-Social*, 15(1), 277-307.
- Ege, İ., Polat, S., & İzmirli, E. (2019). Özdemirci (Çivril-Denizli) havzasının morfotektonik özelliklerinin CBS ile belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(44), 141-167.
- Ekinci, D., (2011) Safranbolu ve Çevresinin-Araç Çayı'nın, Soğanlı ve Eflanlı Çayları Ağız Noktaları Arasında Kalan Kısımına Ait Akarsu Havzasının- Jeomorfoloji Özellikleri. *Titiz Yayınları*, İstanbul.
- Elbaşı, E. (2015). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul.
- Erginal, A. E. ve Cürebal, İ. (2007). Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (17), 203-210.
- Erinç, S. (2001). Jeomorfoloji I (Güncelleştirenler; Ahmet ERTEK, Cem Güneysu). İstanbul: Der yayın 3. Basım.
- Gray, D.M. (1961). Interrelationships of watershed characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 66: 1215-1223. Doi: 10.1029/jz066i004p01215.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. transactions. *American geophysical union*, 13(1), 350-361.
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative

morphology. *Geological society of America bulletin*, 56(3), 275-370.

Hoşgören, M.Y. (2001). Hidrografya'nın Ana Çizgileri I: Yeraltısuları-Kaynaklar-Akarsular. *Çantay Kitabevi*, 4. Baskı, İstanbul.

İmamoğlu, A. (2020). Alaca Çayı Havzası Erozyon Durumunun Morfometrik Ölçümler ile İlişkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 868-878.

Karaaslan, S. ve Karataş, A. (2017). Istranca Dağlarında Drenaj Şebekesinin Kuruluş ve Gelişimi. *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s.127- 133). Elazığ.

Karabulut M.S. (2016). Drenaj Havzalarının Aster GDEM ve SRTM Verileri Temelinde Karşılaştırmalı Jeomorfometrik Analizi, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)*, İstanbul.

Karataş, A. (2014). Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması, *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, İstanbul.

Karataş, A. (2017). Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması. İstanbul: *Çantay Kitabevi*.

Keller, E. & Pinter, N. (2002). Active Tectonics: Earthquakes, Uplift, And Landscape. New Jersey: Prentice Hall

Ketin, İ., (1977). Van Gölü ile İran Sınırı Arasındaki Bölgede Yapılan Jeoloji Gözlemlerinin Sonuçları Hakkında Kısa Bir Açıklama. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, c. 20, 79-85.

Mahadevaswamy, G., Nagaraju, D., Siddalingamurthy, S., Lakshamma, Mohammad, S. I., Nagesh, P. C. and Krishna, R., (2011). Morpometric Analysis of Nanjangud Taluk, Mysore District, Karnataka, India, Using GIS Techniques, *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1 (4), 721-734.

Matpay, B. (2011). Akgöl ve yakın çevresinin jeomorfolojisi: Özalp, Van-Yüzüncü Yıl Üniversitesi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)*, van.

- Matpay, B., & Seyitoğulları, M. A. (2023). Çaybağı (Kotur) havzasının (Van-Saray) eğitim ve yükselti koşulları bakımından arazi kullanımının ortaya konulması. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 63(2), 1428-1453
<https://doi.org/10.33171/dtcfjournal.2023.63.2.21>
- Melton, M. (1957). An Analysis of the Relations Among Elements of Climate, Surface Properties and Geomorphology. Department of Geology, *Columbia University, Technical Report*, 11, Project NR 389-042. Office of Navy Research, New York.
- Miller, V. C., (1953). A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee, Technical Report no: 3, *Department of Geology, Columbia University*, New York, USA.
- MTA, 2007, "Van İlinin Yerbilim Verileri", Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi, Ankara
- NIH, (1998). Representative Basin Studies: Morphometric Analysis of Suddagedda Basin, Andhra Pradesh, *National Institute of Hyrology*, Jal Vigyan Bhavan, RoorkeIndia.
- Obi Reddy, G.P., et al. (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.
- Ödeker, B. ve Türkoğlu, N. (2020). Sabuncular Deresi Havzası'nın (Rize/Çayeli) Morfometrik Özelliklerinin Coğrafi Bilgisistemleri (CBS) ile Belirlenmesi, *Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, Cilt: 60 Sayı: 1 Sayfa Aralığı: 14-38 DOI: 10.33171/dtcfjournal.2020.60.1.2
- Özdemir, H. (2011). Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel. Ed. Deniz Ekinci. İstanbul: *Türk Coğrafya Kurumu Yay.*, 457-474.
- Özşahin, E. (2010). Komşu akarsu havzalarının morfometrik analiz: Sarıköy ve Kocakıran Dereleri temel üzerine bir çalışma

- (Gönen Havzası, Güney Marmara). *Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (1), 139-154.
- Özşahin, E. (2015). Ganos (Işıklar) Dağı ve yakın duygular (Tekirdağ) akarsularının tahkim özellikler, *Uluslararası Günlük ile ilgili Sosyal Bilim*, 35, 139 -162
- Öztekin Y. S. ve Coşkun, M. (2021). Devrek Çayı Havzasının Vejetasyonu ve Hidrografyası, *İksad Publishing House*, Ankara, s. 379.
- Öztürk, B. ve Erginal, A. E. (2008). Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası-Çanakkale) havza gelişiminin morfometrik analizler ve jeomorfoik indislerle incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 50, 61- 68.
- Öztürk, M. Z., Özkan, D. ve Şimşek, M. (2019). Kapadokya Bölgesinin drenaj özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, Journal of Geography, 38, 1-12.
- Patton, P. and Baker, V. (1976). Morphometry and Floods in Small Drainage Basin Subject of Diverse Hydrogeomorphic Controls. *Water Resources Research*, 12 (5), 941-952. <https://doi.org/10.1029/WR012i005p00941>
- Patton, P. C., (1988) Drainage basin morphometry and floods. In: Baker VR, Kochel RC, Patton PC (eds) Flood geomorphology. Wiley, USA, pp 51-65.
- Pike, R. J. (2000). Geomorphometry - diversity In quantitative surface analysis, *Progress in Physical Geography*, 24 (1), 1-20.
- Pike, R. J., and Wilson, S. E. (1971). Elevation-relief ratio, hypsometric integral, and geomorphic area-altitude analysis. *Geological Society of America Bulletin*, 82(4), 1079-1084.
- Rama, V. Anantha. (2014). "Drainage Basin Analysis for Characterization of 3rd Order Watersheds Using Geographic Information System (GIS) and ASTER Data." *Journal of Geomatics* Vol: 8.2.
- Reddy, G. P. O., Maji, A. K. ve 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), 1-16.
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geol. Soc. Am. Bul*, 67, 597- 646.
- Seyitoğulları M.A. (2012). Özalp ilçesi ve yakın çevresinin fiziki coğrafya özellikleri, *Van YYÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi*, Van
- Seyitoğulları M.A. (2022). Yukarı Karasu Havzasının Fiziki Coğrafya Özellikleri, *Van YYÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi*, Van
- Shah, A.H., Nengroo, Z.A., Kuchay, N.A., Bhat, M.S. (2014). Morphometric analysis and watershed prioritization for hydrological studies in Dal lake watershed of Jammu & Kashmir: A remote sensing & GIS approach, *Int. Journal of Recent Scientific Research*, 5/1, 82-94.
- Sharma, S., Mahajan, A.K. (2020). GIS-based sub-watershed prioritization through morphometric analysis in the outer Himalayan region of India. *Applied Water Science*,10,1-11.
- Silva, P. G., Goy, J. L., Zazo, C. and Bardaji, T. (2003). Fault- Generated Mountain Fronts In Southeast Spain: Geomorphologic Assessment Of Tectonic And Seismic Activity. *Geomorphology*, 50, 203-225. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00215-5](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00215-5).
- Smith, K.G., (1954). "Standards for Grading Texture of Erosional Topography," *American Journal of Science*, Vol. 248, 1954, pp. 655- 668. doi:10.2475/ajs.248.9.655
- Strahler, A. N., (1952) Hypsometric Analysis of Erosional Topography, *Bulletin of the Geological Society of America*, 63, 1117-1142.
- Strahler, A.N., (1957). Quantitative analysis of American Geomorphology Transactions. *American Geophysical Union*, 38: 913-920.

- Strahler, A.N., (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: V. T. Chow (Ed.) New York: McGraw Hill, *Handbook of Applied Hydrology*, pp. 4-76.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri, *Türkiye Jeoloji Kur. Bül.*, 24(2), 39-50.
- Şimşek, M., Öztürk, M. Z., Doğan, U., & Utlı, M. (2021). Toros polyelerinin morfometrik özellikleri. *Coğrafya Dergisi*, (42), 101-119.
- Tarboton, D. (1997). "A New Method for The Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models." *Water Resources Research* 33(2), 309-319.
- Tarı, U. ve Tüysüz, O. (2008). İzmit Körfezi ve çevresinin morfotektoniği. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 7 (1), 17-28.
- Tarr, R. S. and Martin, L., (1914). *College Physiography*, Macmillan, New York.
- Tunçdilek, N. (1985). Türkiye'de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı. İstanbul: *İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğr. Enst. Yayınları*.
- Turoğlu, H., (1997). İyidere Havzasının Hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (32): 355-364.
- Tülücü, K. (2012). "Su Kaynaklarının Planlanması", *Adana: Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay. No: 175, Ders kitapları yayın no: A-53*.
- Uçar, A. (2018). Hidrolojik Modelleme için Havza Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi, *İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi)*, Malatya.
- Utlı, M. ve Özdemir, H. (2018). Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü Biga Çayı Havzası Örneği. *Coğrafya Dergisi*, (36), 49-62.
- Uzun, M. (2019). Dilderesi Havzasında (Kocaeli) Morfometrik İndislerle Flüvyal Süreçler ve Drenaj Şebekesi Yerleşiminin Değerlendirmesi. *International Journal of Geography and*

Geography Education (40) , 454-477. DOI: 10.32003/iggei.573354

Uzun, M. (2021). İnegöl Havzasında Drenaj Ağı Gelişimi ve Flüvyal Süreçlerin Morfometrik Analizlerle İncelenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 30 (1) , 85-106. DOI: 10.51800/ecd.906685.

Yılmaz, M. (2016). Çaybağı (Kotur) Çayı Havzası'nda (Saray, Van) Nüfusun Gelişimi, Yapısı ve Dağılışı. *Coğrafya Dergisi* (32), 1-18.