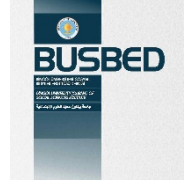


Makalenin Türü : Araştırma Makalesi  
Geliş Tarihi : 22.08.2022  
Kabul Tarihi : 20.10.2022



<https://doi.org/10.29029/busbed.1165548>

## ELBİSTAN HAVZASI'NIN GENEL MORFOTEKTONİK DİNAMİKLERİNİN JEOMORFOMETRİK İNDİSLERLE ANALİZİ

Fatma ESEN<sup>1</sup>, Saadettin TONBUL<sup>2</sup>

### ÖZ

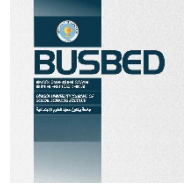
Bu çalışmada Elbistan Havzası'nın jeomorfolojik gelişimine etki eden yapısal özellikler jeomorfometrik indislerle sorgulanmıştır. Sorgulamada, Elbistan Havzası'na ait 25 alt havzanın jeomorfolojik özelliklerini kazanmasında jeolojik yapı ve tektoniğin etkisi kantitatif verilerle açıklanmaya çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda her bir alt havzaya drenaj havza asimetrisi ( $A_f$ ), transvers topografik simetri faktörü (T), havza rölyefi ( $B_h$ ), rölyef oranı ( $R_h$ ), havza şekli indeksi ( $B_s$ ), hipsometrik eğri ( $H_c$ ) ve hipsometrik integral ( $H_i$ ) gibi jeomorfometrik indisler uygulanmıştır. Uygulama esnasında 10x10 metre çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli, jeoloji verisi, aktif fay verisi ile Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımlarından ArcGIS 10.7 paket programı kullanılmıştır. Havzaya uygulanan indislerden ( $A_f$ , T,  $B_h$ ,  $R_h$ ,  $B_s$ ,  $H_c$  ve  $H_i$ ) elde edilen kantitatif veriler birbirleri ile tutarlı sonuçlar vermiştir. Yani alt havzalarda tektoniğin etki derecesine göre yapılan sınıflandırmalar esas alındığında genellikle aynı alt havzaların aynı grupta yer aldığı görülür. Bununla birlikte yakın lokasyonda yer alan alt havzalar da çoğunlukla aynı sınıflarda yer almıştır. Dolayısıyla jeomorfometrik indislerden elde edilen verilerin tamamı fayların geçtikleri alanlardaki alt havzaların formlarına farklı derecelerde etki ettiğini destekler niteliktedir. Elbistan Havzası'nda alt havzaların farklı formlarda olmasında aktif tektonik ve litoloji önemli rol oynamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Aktif tektonik, Morfotektonik, Jeomorfometrik indis, Elbistan Havzası.

<sup>1</sup> Dr., Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, [fesen@bingol.edu.tr](mailto:fesen@bingol.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0002-3740-1751>

<sup>2</sup> Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, [stonbul@firat.edu.tr](mailto:stonbul@firat.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0001-5383-8091>

Article Type : Research Article  
Date Received : 22.08.2022  
Date Accepted : 20.10.2022



<https://doi.org/10.29029/busbed.1165548>

## ANALYSIS OF GENERAL MORPOTECTONIC DYNAMICS OF THE ELBISTAN BASIN BY GEOMORPHOMETRIC INDICES

Fatma ESEN<sup>1</sup>, Saadettin TONBUL<sup>2</sup>

### ABSTRACT

In this study, the structural features affecting the geomorphological development of the Elbistan Basin were questioned with geomorphometric indices. In the inquiry, the effect of geological structure and tectonics on the acquisition of geomorphological characteristics of 25 sub-basins belonging to the Elbistan Basin was tried to be explained with quantitative data. For this purpose, drainage basin asymmetry ( $A_f$ ), transverse topographical symmetry factor (T), basin relief ( $B_h$ ), relief ratio ( $R_h$ ), basin shape index ( $B_s$ ), hypsometric curve ( $H_c$ ) and hypsometric integral ( $H_i$ ) such as geomorphometric indices were applied. During the application, a 10x10 meter resolution Digital Elevation Model (DEM), geology data, active fault data and ArcGIS 10.7 package program from Geographic Information System (GIS) software were used. Quantitative data obtained from the indices ( $A_f$ , T,  $B_h$ ,  $R_h$ ,  $B_s$ , Smf,  $H_c$ ,  $H_i$ ) applied to the basin gave consistent results with each other. In other words, based on the classifications made according to the degree of tectonic impact in the sub-basins, it is generally seen that the same sub-basins are in the same group. However, the sub-basins located in close locations were mostly in the same classes. Another geomorphometric index used to calculate the relative tectonic activity of fault segments in the shaping of the Elbistan Basin is Smf. When the results obtained from the Smf values applied to 15 basins were evaluated, it was determined that tectonics played a highly active role in the development process of the mountain fronts. Active tectonic and lithology played an important role in the different form of the sub-basins in the Elbistan Basin.

**Keywords:** Active tectonic, Morphotectonic, Geomorphometric indice, Elbistan Basin.

<sup>1</sup> Dr., Bingöl University, Faculty of Arts and Science, Department of Geography [fesen@bingol.edu.tr](mailto:fesen@bingol.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0002-3740-1751>

<sup>2</sup> Prof. Dr., Firat University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography [stonbul@firat.edu.tr](mailto:stonbul@firat.edu.tr) <https://orcid.org/0000-0001-5383-8091>

## 1. GİRİŞ

Tektonik olarak aktif alanlarda yerçekillerinin gelişimini, litolojik faktörler ile erozyon süreçlerinin karmaşık bir entegrasyonu belirler (Bubank & Anderson, 2012; Tiwari vd., 2021). Tektonik aktivitenin jeomorfolojik süreçler üzerindeki etkisini değerlendirmek için akarsu havzalarının niteliksel ve niceliksel analizlerinden faydalanılır (Jackson vd., 1998; Sung & Chen, 2004; Delcaillau vd., 2006; Ramsey vd., 2008). Tektonik dinamikler değerlendirilirken, topografik haritalar ve saha gözlemleri gibi geleneksel yaklaşımların yanı sıra morfolojik indisler kullanılarak jeomorfolojik analizler yapılabilir. Jeomorfolojik yöntemlerle topografyanın analizi yapılırken yeryüzeyinin matematiksel ölçümü, yerçekillerinin şekli ve boyutları gibi verilere ihtiyaç duyulur (Pike vd., 2009). Herhangi bir alanda aktif tektoniğin zaman-mekân ilişkisini ve kapsamını ölçmede jeomorfolojik analizler oldukça etkilidir (Keller & Pinter, 2002; Burbank & Anderson, 2012). Drenaj sistemlerinin jeomorfolojik analizleri, bölgenin son tektonik rejimi hakkında faydalı göstergeler sağlayabilir (Bhatt, 2007; Singh, 2015; Argyriou vd., 2016; Manjare, 2017; Manjare vd., 2020). Bununla birlikte büyük akarsu havzalarında tektonik izler hızlı aşınımına bağlı olarak çoğu zaman maskelenmiş olup kolayca tanımlanamazlar. Ancak yan kollarda bu izler belirgin olarak gözlemlenebilir (Schumm vd., 1956). Her bir alt havza, değişen drenaj morfolojisine bağlı olarak ana kanal üzerinde ayrı bir etkiye sahiptir (Özdemir & Bird, 2009). Bu nedenle akarsu havzalarının jeomorfolojik analizleri yapılırken alt havzaları ile birlikte analize tabi tutulması gerekir.

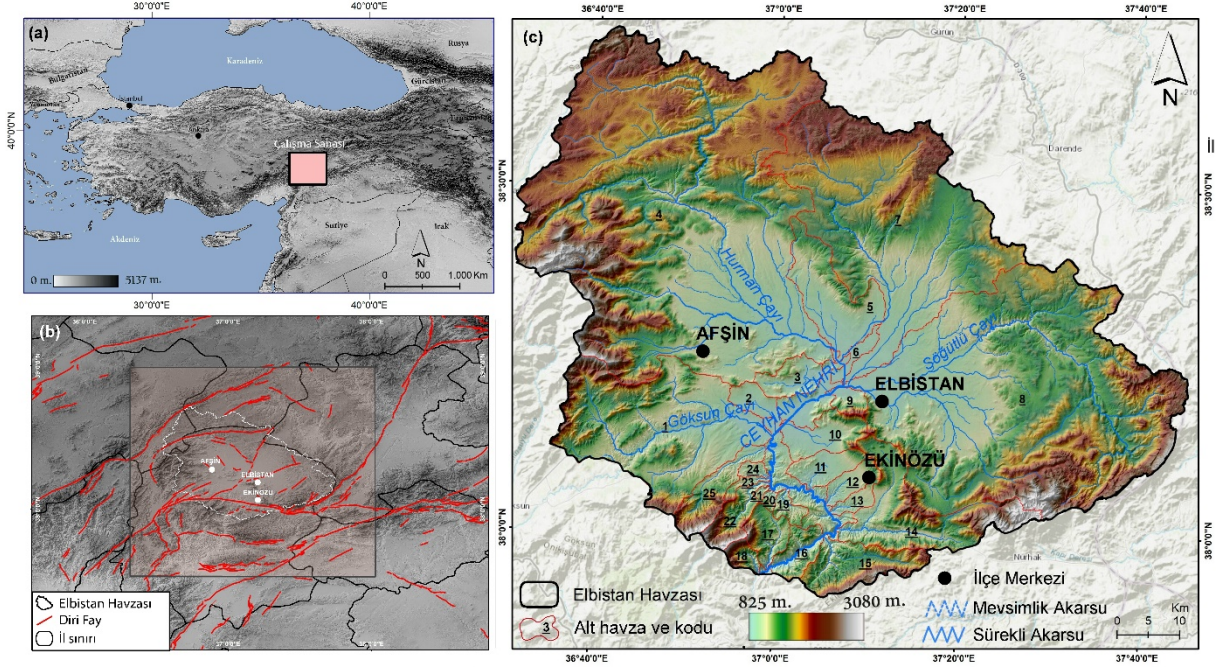
Havza sistemlerinin akış özellikleri ile jeomorfolojik özellikleri arasındaki ilişki hidrolojik olayların boyutu ve şekline etki eder (Rastogi & Sharma, 1976; Hajam, 2013). Havzanın morfolojik yapısı ile aktif tektonizmanın ortak etkisi akarsuyun erozif potansiyelini artırır. Bu nedenle son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de havzaların jeomorfolojik analizine yönelik çalışmalar önem kazanmıştır (Cürebal & Erginal, 2007; Erginal & Cürebal, 2007; Öztürk & Erginal, 2008; Bahadır & Özdemir, 2011; Bayer Altın & Altın, 2011; Karabulut vd., 2013; Koç, 2013; Elbaşı & Özdemir, 2018; Güney, 2018; Özşahin & Eroğlu, 2018; Zorer & Tonbul, 2019; Utlü & Ghasemlounia, 2021; Avcı vd., 2022).

Günümüzde, havza jeomorfolojik analizlerinde büyük ölçüde Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojileri kullanılmaktadır (Avinash vd., 2011; Samal vd., 2015). Bu teknikler ile elde edilen veriler, nicel veri setlerinin yüzey karakterizasyonunun yorumlanması ve yönetiminde kolaylıklar sağlamaktadır (Magesh & Chandrasekar, 2014). Havza eğimi, yükseltisi, şekli, şekil oranı vb. gibi jeomorfolojik parametrelerin fizyografik bilgileri sayısal yükseklik modellerinden (SYM) türetilmektedir (Moore vd., 1991; Martz & Garbrechet, 1992; Wilson & Gallant, 2000; Lindsay, 2016). SYM' den topografik havza verilerinin otomatik olarak türetilmesi daha hızlıdır, daha az öznel ve topografik haritalara uygulanan geleneksel manuel tekniklerden daha fazla tekrarlanabilir ölçümler sağlar (Tribe, 1992). Jeomorfolojik indisler, akarsu drenaj havzalarında tektonizmaya bağlı yükselimi, yapı ve litolojiye bağlı gelişen morfolojiyi, akarsu aşındırma etmen ve süreçlerine ait verileri kantitatif olarak saptamaya olanak tanır.

Herhangi bir alanda aktif tektonizmanın etkilerini saptamada fayda sağlayan jeomorfolojik indisler, özellikle drenaj havzalarında ve alt havzalarda birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Yıldırım, 2014; Omidali vd., 2015; Gentana vd., 2018; Elias vd., 2019). Böylece, jeomorfolojik indisler kullanılarak elde edilen kantitatif veriler, havzaların tektonik aktiviteleri ile erozif etkilerinin anlaşılması açısından büyük önem taşır (Keller & Pinter, 2002; Dehbozorgi vd., 2010; Yıldırım, 2014; Sağlam Selçuk & Düzgün, 2017). Çalışma alanı olarak seçilen Elbistan Havzası'nın yüzey suları Ceyhan Nehri ve kolları tarafından drene edilmektedir. Havza toplamda 25 alt havzadan oluşmaktadır. Havzaların gelişimi ve bugünkü formlarını kazanmalarında büyük ölçüde tektonik aktiviteler etkili olmuştur. Bu çalışmanın amacı Elbistan Havzası'nı drene eden akarsu havzaları üzerinde tektoniğin etkisini jeomorfolojik indislerden faydalanarak kantitatif verilerle açıklamaktır.

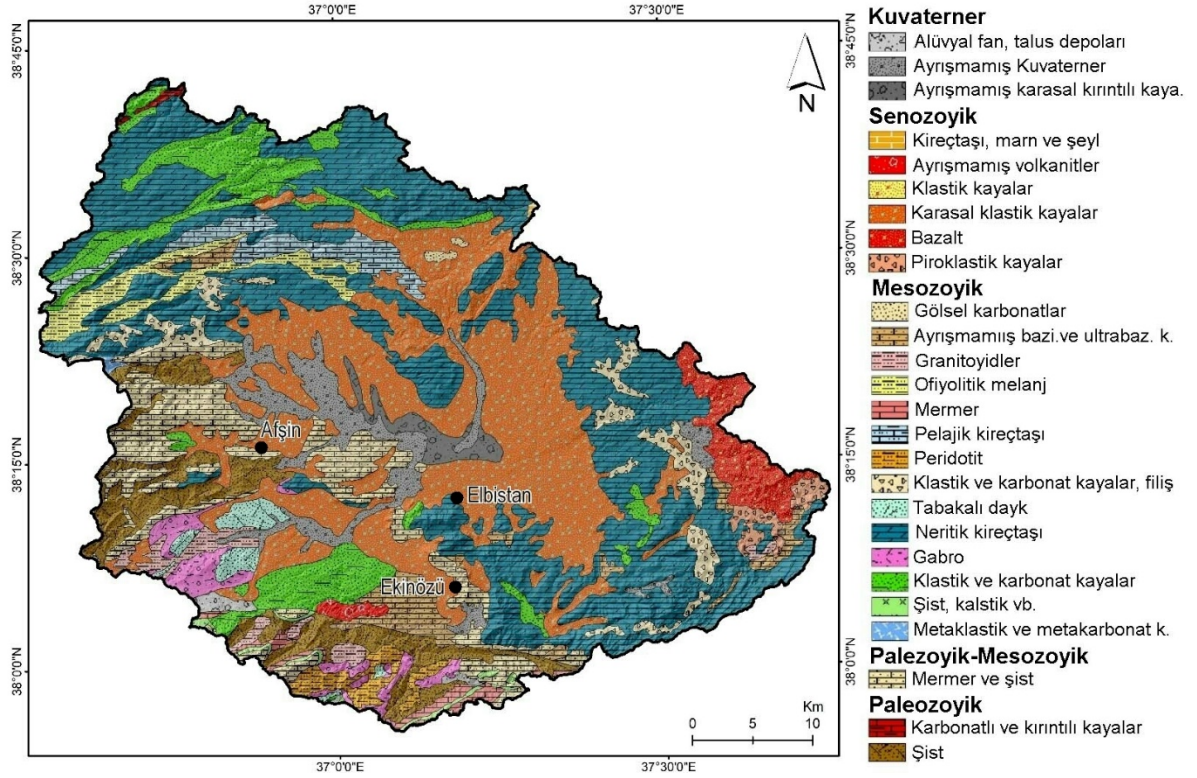
## 2. ÇALIŞMA ALANININ JEOLÖJİK VE JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Doğu Anadolu Bölgesi'nin en batı ucunda yer alan Elbistan Havzası, Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin kesişim noktasındadır. Orta Toros Dağları'nın çatallanarak Doğu ve Güneydoğu Toroslar'a ayrıldığı kısımda konumlanmış olan havza, batıdan Doğu Toroslar'ın başlangıcını oluşturan Binboğa Dağları, doğudan Kepez Dağı, kuzeyden Hezanlı Dağı, güneyden ve güneydoğudan Güneydoğu Toroslar'ın temsilcisi olarak kabul edilen Berit ve Nurhak dağları ile çevrilidir (Yücel, 1987). Jeolojik, jeomorfolojik ve hidrolojik açıdan karakteristik bir havza niteliğinde olan araştırma sahası, kabaca elips görünümündedir (Şekil 1). Elbistan Havzası'nın D-B yönünde uzanan ekseni 100,93 km K-G doğrultusunda uzanan ekseni 85,39 km yüzölçümü yaklaşık olarak 5594 km<sup>2</sup>'dir.



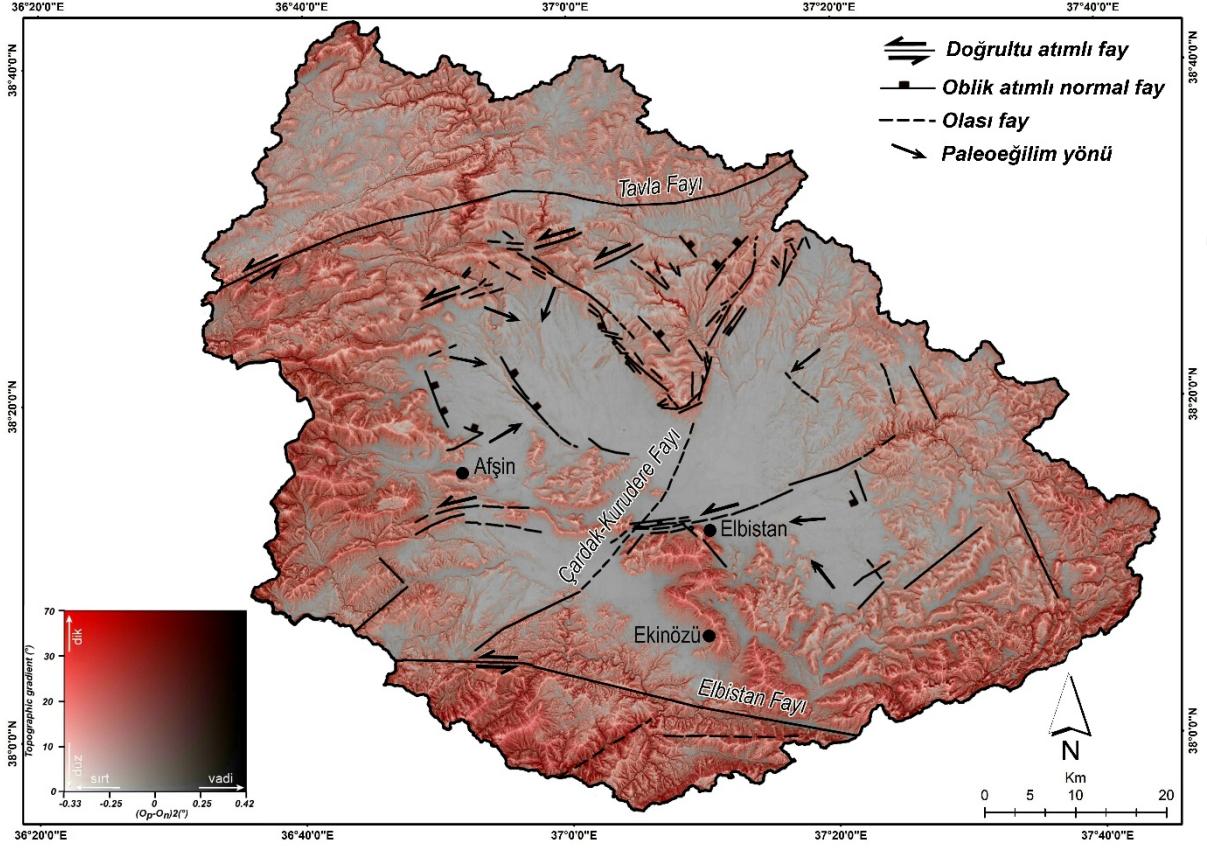
Şekil 1. (a) Elbistan Havzası'nın lokasyon haritası, (b) Elbistan Havzası ve yakın çevresinin tektonik haritası (faylar, MTA tarafından hazırlanmış olan 1/250000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası'ndan elde edilmiştir), (c) Havzaya ait sayısal yükseklik modeli ile havza içerisindeki akarsular ve alt havzaları.

Jeomorfolojik birimlerin oluşumunu ve gelişimini etkileyen en önemli yapısal unsurlar, litolojik ve tektonik özelliklerdir (Yalçınlar, 1969). Araştırma alanında, Paleozoik'ten günümüze kadar geçen süre içerisinde oluşmuş farklı yaş ve nitelikte kayalar bulunmaktadır (Şekil 2). Havzanın gelişim süreci, Üst Kretase'de Arap Levhası'nın Anadolu Levhası'nı sıkıştırma hareketi ile başlamış (Yılmaz vd., 1987; Yıldırım, 1989), ilerleyen süreçte kıvrımlanıp yükselen dağlık alanlar büyük ölçüde ekaylanmıştır (Tarhan, 1982; Genç, 1987; Yıldırım, 1989). Arap ve Anadolu levhalarının Orta Miyosen'de çarpışmasından sonra havzada bindirme ve sıkışma rejimi yerini doğrultu atımlı faylara bırakmıştır (Gözübol & Gürpınar, 1980). Üst Miyosen'de araştırma alanını kuzeyden ve güneyden sınırlandıran doğrultu ve düşey atımlı faylar arasındaki saha çökmüş, havza bugünkü görünümünü kazanmıştır (Tarhan, 1982). Pliyosen dönemi, linyit kömürünün olduğu bir dönem olması bakımından ayrıca önem arz eder. Alt Pliyosen'den itibaren dağlık alanlardan taşınan malzemeler havzayı kaplayan göl ortamında birikmiştir. Gölün dolmasıyla bataklık ortamı oluşmuş, kömürlü zonlar bu bataklık ortamında gelişmiştir. Bataklığın sediman birikimi açısından hareketli olduğu dönemlerde ara kesmeli ince kömür damarları, bataklığın sakin olduğu dönemlerde ise kalın kömür damarları oluşmuştur. Kömürlü birimin üzerine karasal kırıntılar ve karbonatlar çökelmiştir (Özdemir & Özarsı, 2009). Kuaterner'de ise saha epirojenik olarak toptan yükselmiş ve akarsular tarafından derince yarılarak tipik bir havza niteliği kazanmıştır.

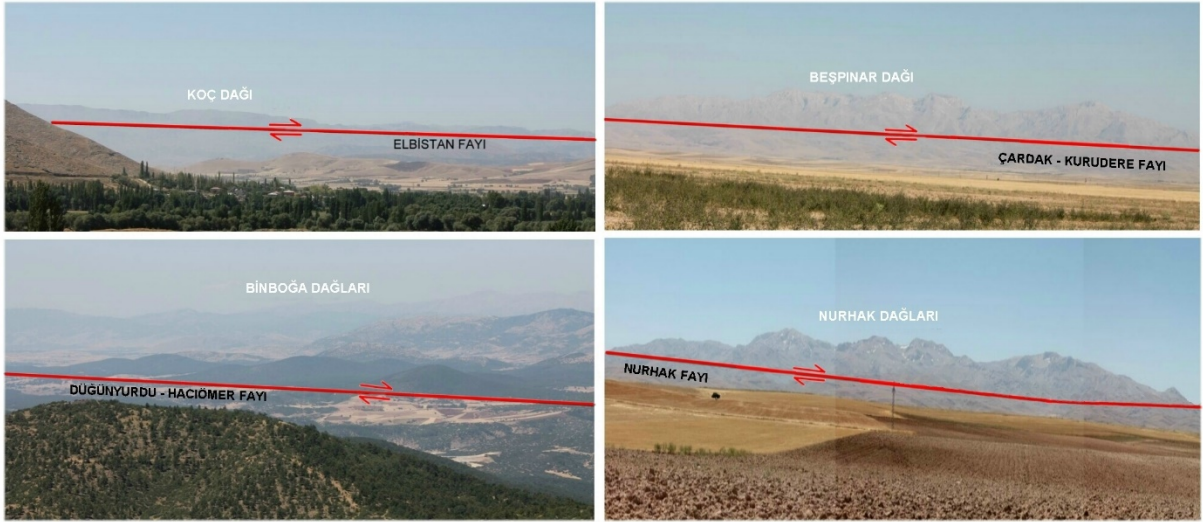


Şekil 2. Elbistan Havzası'nın jeoloji haritası (MTA (2002) tarafından hazırlanmış olan 1:500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası-Sivas paftasından faydalanılarak oluşturulmuştur).

Elbistan Havzası'nın Plio-Pleistosen evrimini kontrol eden doğrultu ve düşey atımlı faylar, havzada Miyosen ve daha genç birimlerin birbirleriyle ve temeli oluşturan birimler ile yan yana gelmesine neden olmuştur (Yusufoğlu, 2013). Çalışma alanının önemli tektonik unsurlarından biri olan Elbistan Fayı, Eosen'de doğrultu atımlı olarak gelişmiş, Orta Miyosen sonrası Neotektonik hareketlerle düşey atım kazanmıştır (Perinçek vd., 1987). Fay hattı üzerinde yer alan bütün birimlerin fay tarafından kesilmiş olması ve akarsularda görülen ötelenme, Elbistan Fayı'nın aktivitesini ve etkinliğini göstermesi bakımından önemlidir (Esen, 2014). Tavla Fayı, Elbistan Havzası'nın bugünkü formunu kazanmasında etkili olan bir diğer faydır. Havzanın kuzeyini baştan başa kateden Tavla Fayı, ters ve normal atım bileşeni dışında sol yanal atım özelliğine sahiptir (Perinçek vd., 1987). Çardak civarında Elbistan Fayı'na bağlanan Çardak-Kurudere Fayı, kuzeydeki plato alanlarının yükselti kazanmasında etkili olmuştur (Şekil 3). Havzayı çevreleyen dağlık alanlara geçiş faylarının oluşturduğu basamaklı yapı ile gerçekleşmektedir (Şekil 4).

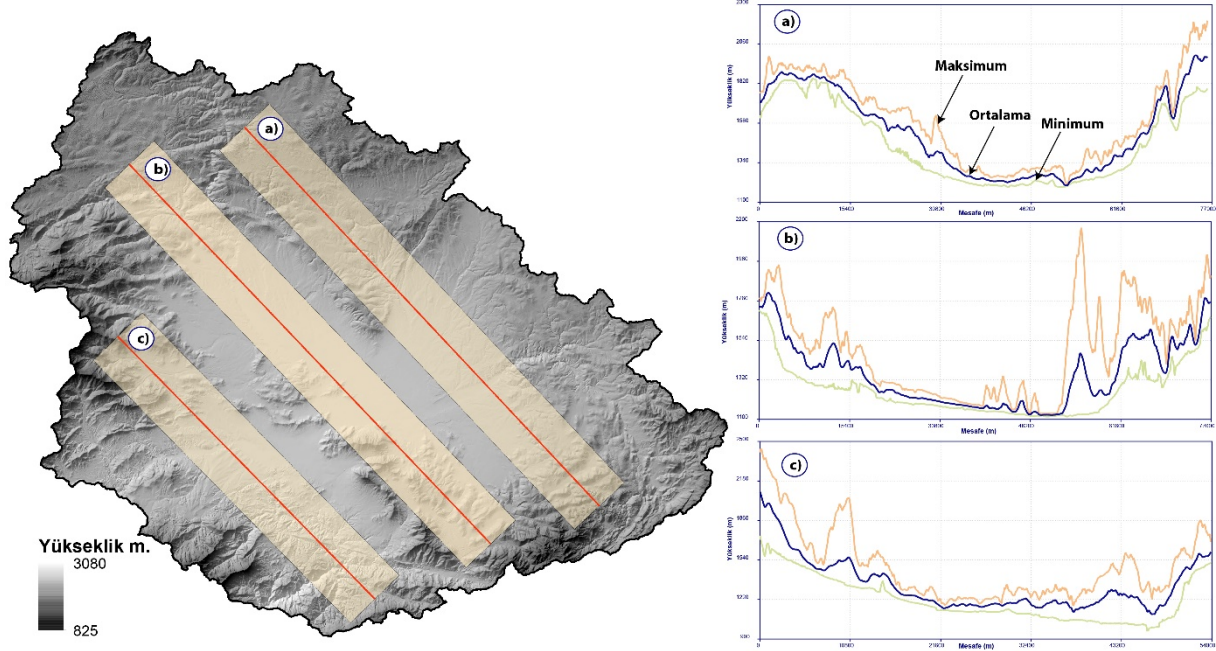


Şekil 3. Elbistan Havzasının tektonik haritası (Emre vd. (2013) tarafından hazırlanmış olan 1:1250000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Tarhan (1982), Genç (1987), Korkmaz vd. (2008) ve Yusufoglu (2013)'den faydalanılarak oluşturulmuştur).



Şekil 4. Elbistan Havzası'nın bugünkü morfolojik görünümünü kazanmasında etkili olan bazı faylar.

Araştırma alanının morfolojik görünümünü daha iyi yorumlayabilmek için swath profiller çıkartılmıştır (Şekil 5). Profiller, havzanın karakterinin iyi yansıtılabilmesi için 3000 m şerit genişliğinde ve KB-GD yönlü olarak alınmıştır. Elbistan Havzası'na ait profil serileri incelendiğinde, belirgin iki jeomorfolojik birim dikkat çeker: Elbistan Ovası ve onu çevreleyen yüksek dağlık alanlar. Havza tabanında yatay yapıya bağlı olarak sade bir topoğrafik görünüm hâkimken, havzayı çevreleyen dağlık alanlarda faylı yapılara bağlı olarak parçalı, engebeli ve arızalı bir görünüm hâkimdir.



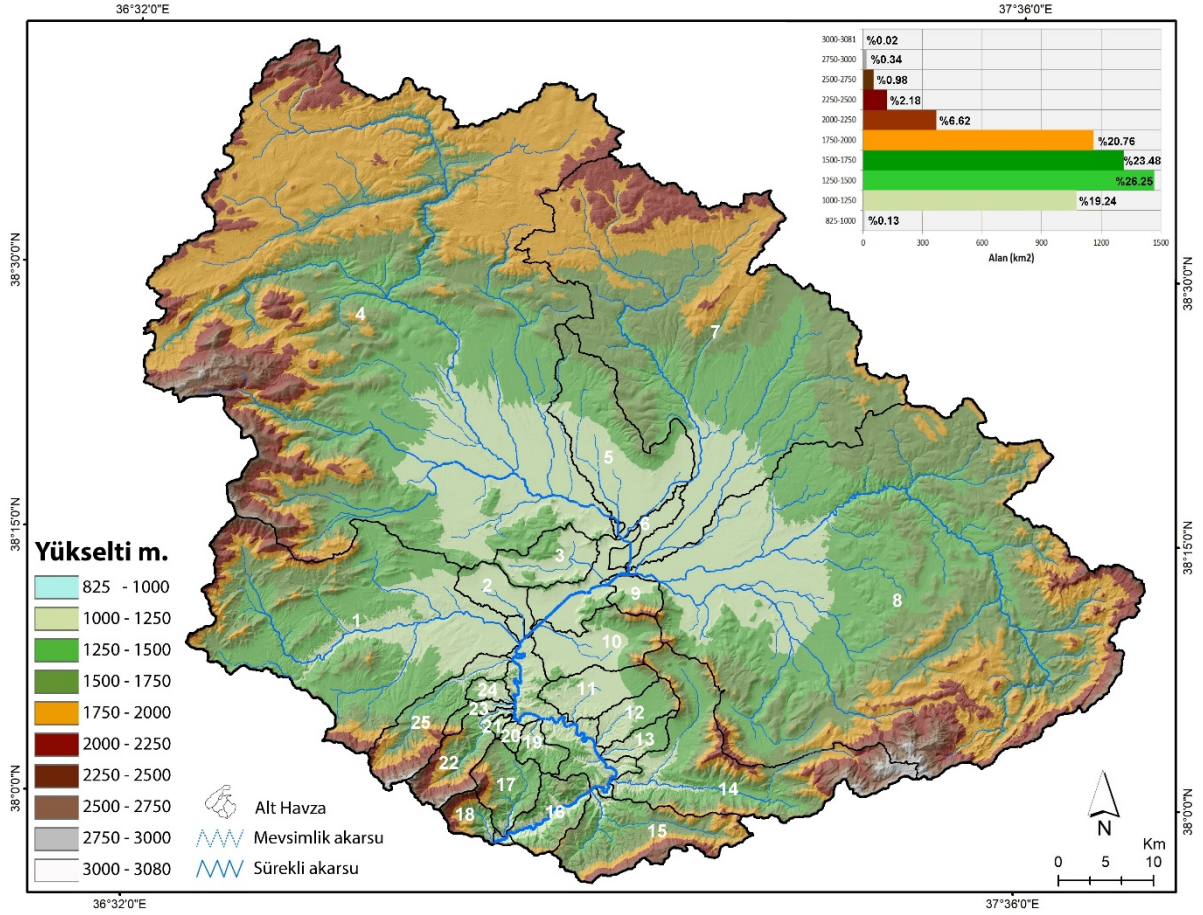
Şekil 5. Elbistan Havzası'nın KB-GD doğrultulu swath profil serileri.

Dört tarafı dağlarla çevrili olan havzanın batısında Binboğa Dağları yer alır. Binboğa Dağları'nın temelini Paleozoik'te oluşmuş mermer ve şist ile Orta Triyas-Kretase döneminde oluşmuş kalkerler meydana getirir. Bu birimlerin üzerine tektonik dokanaklı olarak Üst Kretase döneminde oluşmuş ofiyolitler yerleşmiştir (Tarhan, 1982). Mermer ve şistli yapılarda karstik çözünme ve akarsu aşındırmasına bağlı olarak dağlık ve plato yüzeyleri son derece parçalanmış bir görünüm kazandırmıştır. Havzanın güneybatısı ve güneyinde Kandil, Berit ve Koç dağları birer antiklinal şeklinde belirmiş olup, Alpin yöne uygun olarak kabaca GB-KD yönlü uzanış gösterir. Bu dağlık alanların kuzey yamaçlarını Elbistan Fayı sınırlandırır. Temelini mermer ve şistlerin oluşturduğu dağlık kütlelerin üzerinde yer yer granitoidler ve ofiyolitler bulunur. Havzanın güneydoğusunda yer alan Nurhak Dağları, bütünüyle kireçtaşlarından oluşmuştur. Dağlık kütlelerin üzerinde litolojik ve tektonik özellikler ile yükseltiye bağlı olarak iyi gelişmiş karstik ve glasyal şekiller görülür. Havzanın doğusunda yer alan Kepez Dağı, araştırma alanındaki diğer dağlık kütlelerden farklı olarak, volkanik birimlerden meydana gelmiştir. Bazalt ve tüflerden oluşan dağlık kütle daha ziyade volkanik bir plato görünümündedir. Temelini kireçtaşlarının oluşturduğu Hezanlı Dağı, havzanın kuzeyinde uzanış gösterir. Aynı zamanda bir antiklinale karşılık gelen dağlık kütlelerin güney yamacını Tavla Fayı sınırlandırır. Havzanın iç kesimlerinde ani yükselti artışı dikkat çeker. Yükseltisi 1200-1300 m civarında olan Soluk Tepeler tektonik sıkıştırma rejimi ile havzaya bindirme olarak yerleşen mermerlerden oluşmuştur. Havzanın güneydoğusunda birbiri ardınca sıralanmış ve geniş düzlük içerisinde ardalanmış ada görüntüsü sunan münferit dağlar sıralanır. Şardağı ile başlayan ada dağlar Medetsiz Dağı ve Salavan Dağı ile devam eder. Güneydoğu Toros dağlık sistemine dâhil olan bu ada dağlar, Güneydoğu Toros Dağları'nın Elbistan Havzası'nın ortasına doğru uzanan tali bir kolunu oluşturur (Esen, 2014)

Hurman Çayı'nın ikiye böldüğü Elbistan Havzası'nın doğusu ve batısı birbirinden farklı topoğrafik görünüme sahiptir. Havzanın doğusu deniz yüzeyi kadar düz bir ova görünümüne sahip olup, ortalama yükseltisi 1100 m dolaylarındadır. Havzanın batısı ise akarsularla derince yarılmış plato görünümünde olup, ortalama yükseltisi 1200-1300 m civarındadır (Yücel, 1986). Havzanın ortasında ülkemizin önemli ovalarından biri olan Elbistan Ovası yer alır. Ovanın K-G doğrultusunda genişliği 20-25 km. D-B yönlü genişliği 30-35 km'dir. Ova yaklaşık olarak 630 km<sup>2</sup>'lik alan kaplar. Elbistan Ovası'nın ortalama yükseltisi 1100 m. ortalama eğim değeri de %0-3 kadardır.

Jeomorfolojinin en önemli parametrelerinden biri olan yükselti, doğrudan ya da dolaylı olarak coğrafi koşulların tamamına farklı oranlarda etki ederek fiziki çevrenin şekillenmesini sağlar. Araştırma alanında merkezden çevreye doğru yükselti kademeli olarak artış gösterir. En düşük yükselti değeri havzanın güneyindeki Ceyhan Boğazı'nda görülür (825,05 m). En yüksek yükselti değeri ise havzanın güneydoğusunda yer alan Nurhak Dağları'nın zirvelerinde görülür (3080,79 m). Havzada ortalama yükselti değeri ise 1577,44 m'dir. Bu değer Türkiye ortalama yükseltisinin (1132 m) oldukça üstünde bir değerdir. Yükselti basamaklarının toplam alan içerisindeki dağılımına bakıldığında: 825-1000 m yükselti basamağı toplam alanın %0,13'ünü, 1000-1250 m yükselti basamağı %19,24'ünü, 1250-1500 m yükselti basamağı %26,25'ini, 1500-1750 m yükselti basamağı %23,48'ini, 1750-2000

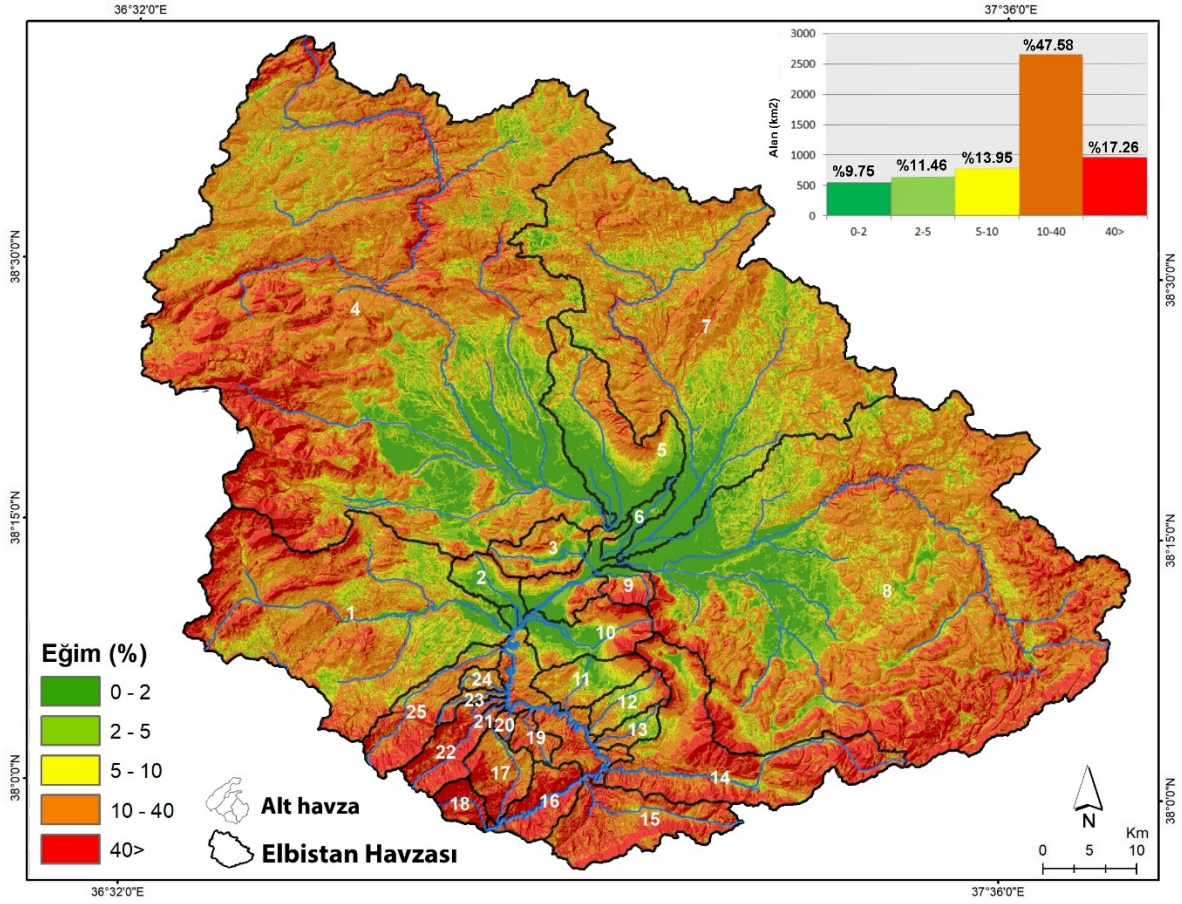
m yükselti basamağı %20,76'sını ve 2000 m'den yüksek alanlar %10,14'ünü kaplamaktadır. Bu değerler dikkate alındığında havzanın yaklaşık olarak yarısının (%49,73) 1250-1750 metreler arasında dağılış gösterdiği görülür (Şekil 6).



Şekil 6. Elbistan Havzası'nın yükselti basamakları haritası ve yükselti basamakları dağılış diyagramı.

Eğim, jeomorfolojik özelliklerin sorgulanması ve yorumlanmasında, morfolojinin ana karakterinin saptanmasında fayda sağlayan önemli bir parametredir (Özşahin & Eroğlu, 2018). Ortalama eğim değerinin %21,30 olduğu havzada, topoğrafyanın genel olarak yüksek eğimli olduğu görülür. Araştırma alanında eğim grupları Erol (1993) sistemi esas alınarak sınıflandırılmıştır. Buna göre toplam alanın %9,75'i %0-2 eğim grubunda (düzlük), %11,46'sının %2-5 eğim grubunda (dalgalı düzlük), %13,95'inin %5-10 eğim grubunda (az eğimli yamaç), %47,58'inin %10-40 eğim grubunda (eğimli dik yamaç), %17,26'sının da %40 ve üzeri eğim grubunda (çok dik yamaç) dağılış gösterir (Şekil 7). Havzanın yarısından fazlası (%64,84) %10'un üzerinde eğime sahiptir (Şekil 6). Türkiye topraklarının önemli bir kısmının %15'in üzerinde eğime sahip olduğu (Elibüyük & Yılmaz, 2010; Koç, 2013) dikkate alındığında, Elbistan Havzası'nda da benzer bir görünümün olduğu söylenebilir.





Şekil 7. Elbistan Havzası'nın eğim haritası ve eğim grupları dağılışı diyagramı.

### 3. MATERYAL VE METOT

Coğrafi prensipler ve araştırma yöntemleri dikkate alınarak yapılan çalışmada öncelikle altlık veriler temin edilmiştir. Altlık veri olarak 1/25000 ölçekli topografya haritaları, 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları ve 1/250000 ölçekli diri fay haritaları kullanılmıştır. Topoğrafya haritaları Harita Genel Müdürlüğü'nden, jeoloji ve fay haritaları MTA'dan temin edilmiştir. Temin edilen haritalar, ArcMap 10.7 paket programı kullanılarak sayısallaştırılmıştır. 1/25000 ölçekli topoğrafya haritalarından 10x10 metre çözünürlüğünde SYM verisi oluşturulmuştur. Elde edilen SYM kullanılarak Elbistan Havzası ve alt havzalarına ait sınırlar tespit edilmiştir. Alt havzaların jeomorfometrik indislerinin hesaplanmasında kullanılan veri setleri de SYM'den elde edilmiştir. Ayrıca Elbistan Havzası'nın sahip olduğu zengin yeraltı kaynakları nedeniyle, jeologlar tarafından detaylı şekilde çalışılmıştır. Havzanın jeomorfolojik gelişim süreci açıklanırken bu çalışmalardan büyük ölçüde faydalanılmıştır.

Elbistan Havzası'nda yer alan 25 alt havzanın morfotektoniğini jeomorfometrik indisler kullanarak açıklamayı amaçlayan bu çalışmada; drenaj havza asimetrisi ( $A_f$ ), transvers topografik simetri faktörü ( $T$ ), havza rölyefi ( $B_h$ ), rölyef oranı ( $R_h$ ), havza şekli indeksi ( $B_s$ ), hipsometrik eğri ( $H_c$ ) ve hipsometrik integral ( $H_i$ ) indisleri kullanılmıştır (Tablo 1).

Parametre	Formül	Kaynak
Drenaj Havza Asimetrisi ( $A_f$ )	$A_f = 100 (A_r / A_t)$	Keller & Pinter, 2002
Transvers Topografik Simetri Faktörü ( $T$ )	$T = D_a / D_d$	Keller & Pinter, 2002
Havza reliefi ( $B_h$ )	$B_h = H_{max} - H_{min}$	Schumms, 1956
Relief oranı ( $R_h$ )	$R_h = B_h / L_b$	Schumms, 1956
Havza Şekli İndeksi ( $B_s$ )	$B_s = B_l / B_w$	Schumms, 1956
Hipsometrik Eğri ( $H_c$ )	$H_c = (h/H) / (a/A)$	Strahler, 1952
Hipsometrik İntegral ( $H_i$ )	$H_i = H_{ort} - H_{min} / H_{max} - H_{min}$	Strahler, 1952

$A_f$ : drenaj havzası asimetrisi,  $A_r$ : akarsu havzadaki ana akarsuyun akış yönüne göre sağ tarafta kalan havza bölümünün alanı,  $A_t$ : akarsu drenaj havzasının toplam alanı,  $T$ : transvers topografik simetri faktörü,  $D_a$ : akarsu drenaj havzanın ortasından geçirilen çizgi ile ana akarsu arasındaki uzaklık,  $D_d$ : havza ortası çizgisinden havza sınırına kadar olan uzaklık,  $B_h$ : havzadaki en yüksek ve en alçak noktalar arasındaki yükselti farkı,  $R_h$ : havzanın minimum ve maksimum yükseklik farkı,  $B_s$ : havza şekli indeksi,  $B_l$ : havzanın en uzak drenaj bölümüne kadar ölçülen havza uzunluğu,  $B_w$ : havzanın en geniş noktasında ölçülen havza genişliği,  $H_c$ : hipsometrik eğri,  $h$ : yükselti basamağının değeri,

*H*: havzada maksimum yükselti değeri, *a*: alınan yükseklik üzerindeki gerçek alan değeri, *A*: havzanın toplam alan, *H<sub>i</sub>*: hipsometrik integral, *H<sub>ort</sub>*: ortalama yükseklik, *H<sub>min</sub>*: en düşük yükseklik, *H<sub>max</sub>*: havzanın en yüksek yükseklik değeri.

Drenaj havzası asimetrisi ( $A_f$ ), havza evrimi esnasında meydana gelen enine tektonik çarpılmanın varlığını saptamak için uygulanır (Hare & Gardner, 1985; Keller & Pinter, 2002). Özellikle zayıf konsolide yüzeyin Kuvaterner yaşlı malzemenin altında kaldığı alanlarda neotektonik aktivitenin belirlenmesinde  $A_f$  fayda sağlar (Cox, 1994). İndisten elde edilen sonuçlar, topografyanın gelişim sürecinde tektonik aktivitenin etkisinin saptanmasında büyük fayda sağlar (Öztürk & Erginal, 2008; Özşahin, 2010; Uzun, 2019). Havzanın tektonik açıdan sakin bir alanda gelişmesi durumunda  $A_f$  50'dir.  $A_f$ 'nin 50'den daha büyük veya daha küçük olması durumu havzada bir çarpılma olasılığını gösterir. Buna göre drenaj havza asimetrisi ( $A_f$ ) değerlerinin  $A_f \geq 65$  ve  $A_f < 35$  olması durumunda çarpılma yüksek,  $35 < A_f < 43$  /  $57 < A_f < 65$  olması durumunda orta,  $43 < A_f < 57$  olması durumunda ise düşük şekilde tanımlanmıştır (Saber vd., 2019).

Transvers topografik simetri faktörü (T), tektoniğin havza morfolojisini şekillendirmedeki rolünü saptamayı sağlayan önemli bir morfometrik indistir (Keller & Pinter, 2002). Topografik simetri faktörü (T), talvegden havza ortası çizgisine olan uzaklığın, havza sınırı ile havza ortası çizgisi arasındaki uzaklığa oranlanması ile bulunur (Keller & Pinter, 2002; Karataş, 2017). T değeri 0-1 arasında değişir. T=0 simetrik bir havzayı işaret ederken, asimetri arttıkça T değeri 0'dan 1'e doğru yaklaşır (Keller & Pinter, 2002; Bubank & Anderson, 2012).

Bir havzadaki en yüksek ve en alçak noktalar arasındaki yükselti farkı havza rölyefi ( $B_h$ ) olarak tanımlanır (Tablo 1). Bir drenaj havzasının hidrolojik özellikleri ile  $B_h$ 'si arasında güçlü bir ilişki vardır (Schumms, 1956).  $B_h$ , havzadaki topografik gelişim ile havzada etkili olan erozyon süreçlerinin yoğunluğunu açıklayan önemli bir indistir (Özdemir, 2011; Rai, 2017).

Rölyef oranı ( $R_h$ ), Schumm tarafından 1956'da tanımlanmış olup, havzanın minimum ve maksimum yükseklik farkları anlamına gelir (Tablo 1). Havzadaki eğim, akarsu aşındırma etkisi ve havza içerisindeki dağılışı hakkında bilgi veren bu indis, taşınan sediment hacmi hakkında da fikir verebilmektedir (Özşahin, 2015; Uzun, 2019). Transvers topografik simetri faktörü (T), havza rölyefi ( $B_h$ ) ve rölyef oranı ( $R_h$ ) "doğal kırılma (natural breaks)" algoritma tekniği (Jenks, 1967) esas alınarak, yüksek, orta ve düşük olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Costache vd., 2019).

Bir havzanın havza şekli indeksi ( $B_s$ ), havzanın yatay izdüşümü olarak tanımlanabilir (Cannon, 1976; Ramírez-Herrera, 1998). Genç havzalar aktif tektoniğin etkisi altındadır ve şekil olarak dağ yamacına paralel olarak uzama eğilimindedir. Aktif tektoniğin etkisi azaldıkça, uzamış havzalar kademeli olarak dairesel olanlara doğru dönüşür (Bull & McFadden, 1977; Ramírez-Herrera, 1998; El Hamdouni vd., 2008; Faghih vd., 2012). Havza şekil indeksi ( $B_s$ ), havza uzunluğunun havzanın en geniş noktasındaki genişliğine oranını ifade eder. Havza şekil indeksi 1. sınıf ( $B_s > 4$ ), 2. sınıf ( $3 < B_s < 4$ ) ve 3. sınıf ( $B_s < 3$ ) olarak üç sınıfa ayrılmıştır (El Hamdouni vd., 2008).

Hipsometrik analiz, yatay kesit drenaj havzası alanının yükseklikle ilişkisini açıklar (Langbein vd., 1947). Bu çalışmada 25 alt havzanın hipsometrik eğrilerini oluşturmak için Strahler'in (1952) yükselti dağılımını gösteren hipsometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda oluşturulan eğrilerin dış bükey olması havzadaki topografyanın genç olduğunu, iç bükey olması havzanın daha yaşlı ve olgun olduğunu gösterir (Strahler, 1952; Özdemir, 2011). Eğri şekillerine göre havzalar 3 sınıfta değerlendirilmiştir: 1. sınıf: dengede veya dengeye oldukça yakın iç bükey eğriler, 2. sınıf: dengeye yakın doğrusal eğriler, 3. sınıf: dengede olmayan dış bükey eğriler. Hipsometrik eğrinin şekli, havzadaki aktif tektonik süreçler hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir.

$H_c$ , belirli bir rakımın altındaki veya üstündeki havzanın orantılı alanını yansıtırken;  $H_i$ ,  $H_c$ 'nin altındaki alanı temsil eder (Keller & Pinter, 2002).  $H_i$ ,  $H_c$ 'nin sayısal ifadesi olup, havza topografyalarının aşınım döngüsü hakkında bilgiler verir (Strahler, 1952). Hipsometrik eğri ve hipsometrik integral değerleri birlikte değerlendirildiğinde, havzanın jeomorfolojik gelişim süreci hakkında bilgiler verir (Strahler, 1952; Keller & Pinter, 2002). 0-1 arasında değişen  $H_i$  değerlerinde 0'a yakınlık aşındırılmış ve parçalanmış, olgun bir topografyayı, 1'e yakınlık ise yüksek ve genç bir topografyayı tanımlar (Özdemir, 2011; Avcı & Sunkar, 2015; Karakaş, 2017; Zorer & Tonbul, 2019). Hipsometrik integral ( $H_i$ ) sonuçları,  $H_i < 0.4$  iç bükey,  $0.4 < H_i < 0.5$  doğrusal ve  $H_i > 0.5$  dış bükey şeklinde sınıflandırılmıştır (Saber vd., 2019).

#### 4. BULGULAR

Elbistan Havzası'nı drene eden ve jeomorfometrik analizde kullanılan alt havza sayısı 25'tir. Bu havzalardan en büyüğü 1848.75 km<sup>2</sup> (23) alana sahipken, en küçüğü 3.08 km<sup>2</sup> (22) alana sahiptir. Araştırma alanında 10 km<sup>2</sup>' den küçük 4 alt havza (1, 7, 8, 22), 1000 km<sup>2</sup>' den büyük 2 havza (5, 23) bulunmaktadır (Tablo 2). Havzaların alan ortalaması 218.66 km<sup>2</sup>'dir. Havzalar arasındaki alansal farklılıklar dikkat çekicidir. Kuzey, doğu ve batıda yer alan akarsu havzalarının alanı geniş ve akarsuların boyları uzundur. Buna karşılık araştırma alanının orta kesiminde ve güneyinde topografyanın sınırlandırdığı akarsu havzalarının alanları dar, akarsuların boyları da kısadır. Bir diğer ifade ile havzaların formlarının farklı olmasındaki temel etken topografik farklılıklardır.

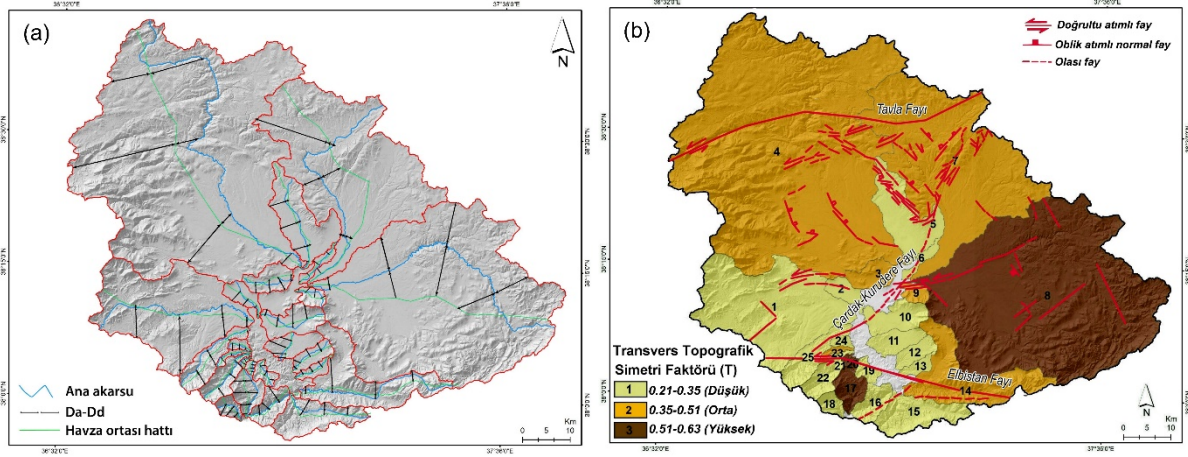
**Tablo 2.***Elbistan Havzasının alt havzalarında uygulanan jeomorfolitik indisler ve elde edilen değerler.*

Havza No	Alan (km <sup>2</sup> )	A <sub>f</sub>	T	B <sub>h</sub>	R <sub>h</sub>	B <sub>s</sub>	H <sub>i</sub>
1	5.49	50.01	0.21	1656.530	0.048	1.476	0.21
2	17.13	57.29	0.29	403.980	0.043	1.964	0.16
3	46.18	37.19	0.51	394.420	0.036	1.769	0.30
4	785.92	68.46	0.44	1783.720	0.030	1.193	0.31
5	1346.47	44.39	0.27	626.790	0.027	1.909	0.26
6	468.14	55.12	0.35	110.800	0.009	4.199	0.18
7	9.44	43.52	0.51	1155.210	0.027	1.238	0.43
8	9.58	34.97	0.63	1965.310	0.036	1.378	0.23
9	19.89	33.02	0.45	1057.740	0.151	1.644	0.28
10	150.51	45.49	0.32	1012.290	0.074	1.968	0.20
11	19.99	40.09	0.30	953.380	0.073	2.390	0.21
12	30.18	37.21	0.34	971.620	0.097	2.503	0.29
13	44.67	38.54	0.32	847.020	0.089	2.812	0.27
14	17.74	56.99	0.47	2075.100	0.065	1.867	0.34
15	30.99	28.31	0.34	1577.479	0.086	1.879	0.47
16	44.73	50.12	0.30	1215.080	0.123	1.599	0.42
17	48.58	71.72	0.62	1908.090	0.186	1.407	0.38
18	67.78	48.04	0.23	2115.690	0.318	1.386	0.46
19	69.39	38.61	0.29	493.630	0.078	1.305	0.52
20	105.51	27.74	0.55	666.990	0.205	1.230	0.37
21	214.98	72.96	0.56	671.120	0.212	1.867	0.35
22	3.08	46.73	0.27	1896.300	0.137	2.270	0.41
23	1848.75	56.84	0.45	1091.030	0.134	2.904	0.33
24	17.39	38.98	0.29	291.120	0.056	1.941	0.54
25	44.08	72.28	0.27	1893.780	0.100	3.230	0.31

#### 4.1. Drenaj Havza Asimetrisi (A<sub>f</sub>)

Elbistan Havzası'ndaki A<sub>f</sub> sonuçları incelendiğinde: en düşük değer 20. alt havzaya ait olup, 27.69'dur. En yüksek değer ise 21. Alt havzaya aittir (78.25). A<sub>f</sub> değerlerine göre 3 sınıfa ayrılmış olan araştırma alanında 1. sınıfa ait 10 alt havza (1, 5, 6, 10, 14, 16, 18, 21, 22, 23), 2. sınıfa ait 7 alt havza (2., 3., 11., 12., 13., 19., 24.) ve 3. sınıfa ait 9 alt havza (4., 7., 8., 9., 15., 17., 20., 22., 25. alt havzalar) bulunmaktadır. İndis sonuçları, araştırma alanının kuzey ve kuzeybatı kesimlerindeki havzalarda doğuya doğru çarpılma olduğunu göstermektedir (Tablo 2, Şekil 3, 8). Bu kesimde Tavla Fayı ve lokal küçük ölçekli fayların ortak etkisi ile plato alanları yükselti kazanmıştır. Havzanın güneydoğusundaki alt havzalar kuzeybatıya doğru, havzanın güneyindeki alt havzalar ise kuzeye doğru çarpılmıştır. Havzanın güneyinde D-B yönünde uzanan Elbistan Fayı ve buradaki bindirme faylarından kaynaklı farklı litolojilerin iç içe geçmiş olması havza geometrilerinin ve simetrilerinin şekillenmesinde önemli rol oynamıştır.

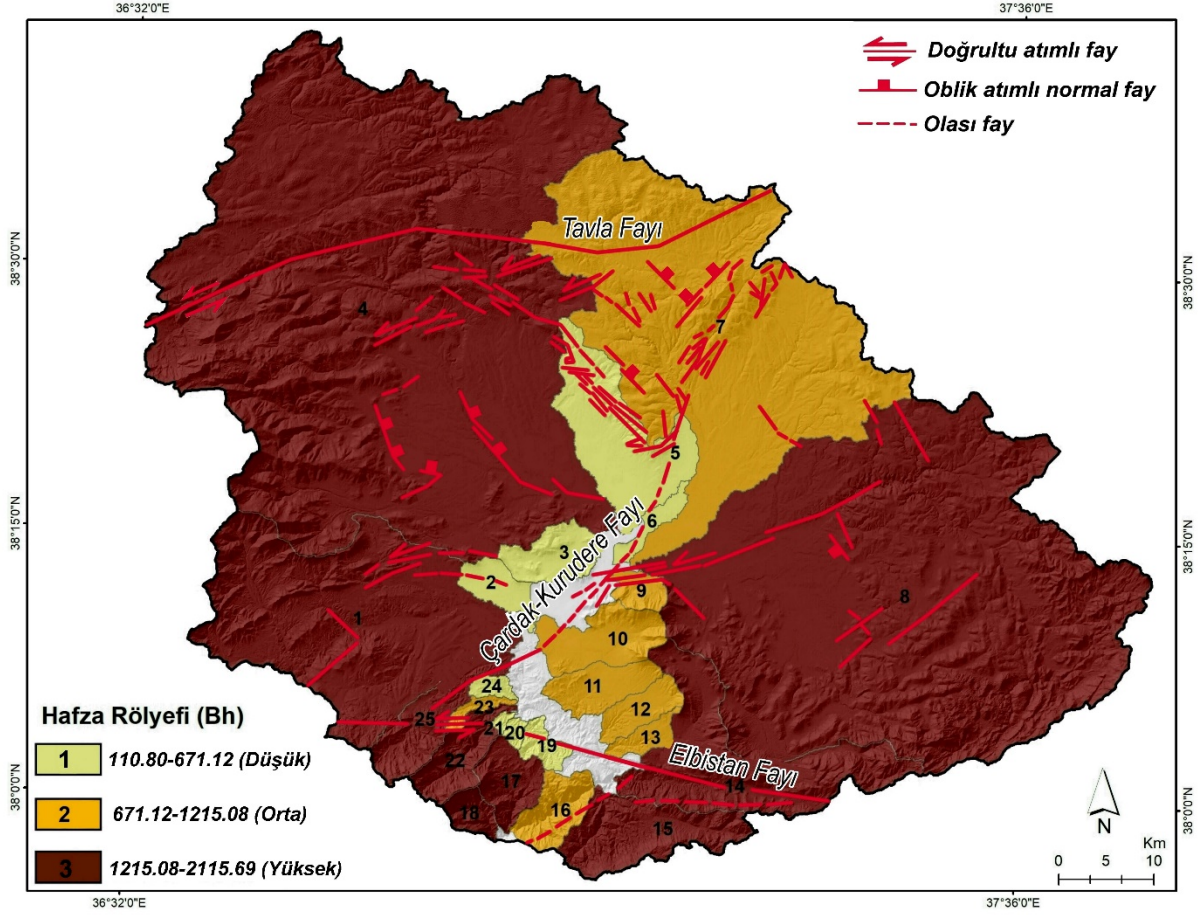




Şekil 9. Elbistan Havzası'nın transvers topografik simetri faktörü için referans alınan lokaliteler (a) ve transvers topografik simetri faktörü haritası (b).

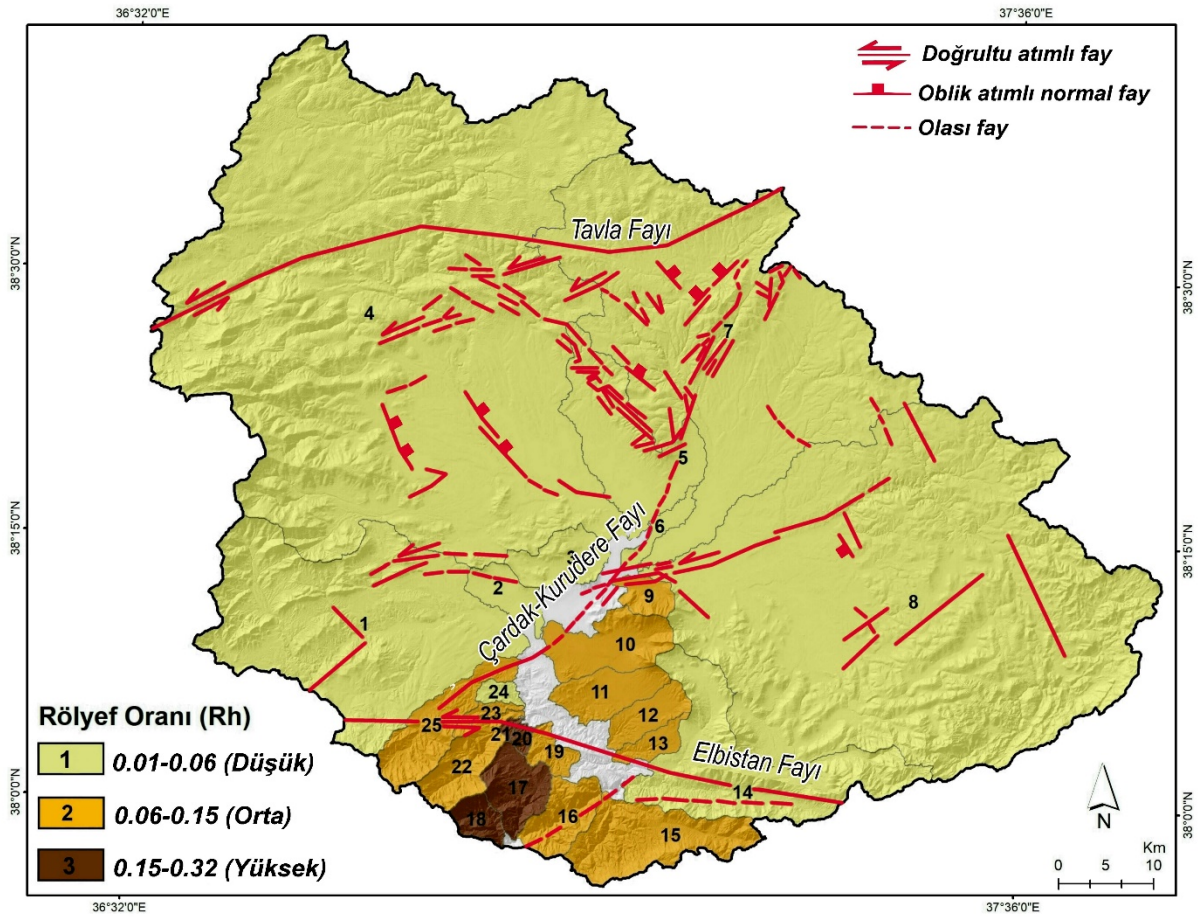
#### 4.3. Havza Rölyefi ( $B_h$ ) ve Rölyef Oranı ( $R_h$ )

Araştırma alanındaki en düşük havza rölyef değeri 110,8 m ile 6. havzada, en yüksek havza rölyef değeri de 2115,69 m gibi oldukça yüksek bir değerle 18. havzada tespit edilmiştir. Rölyef değerleri esas alınarak yapılan sınıflandırmaya göre 110.80-671.12 değerleri arasındaki 1. sınıfta 8 alt havza (2., 3., 5., 6., 19., 20., 21., 24.), 671.12-1215.08 değerleri arasındaki 2. sınıfta 8 alt havza (7., 9., 10., 11., 12., 13., 16., 23.) ve 1215.08-2115.69 değerleri arasındaki 3. sınıfta 9 alt havza (1., 4., 8., 14., 15., 17., 18., 22., 25.) bulunmaktadır. Araştırma alanında genel olarak rölyef değerlerinin yüksek olması, yüksek eğimli yamaçlara, yüksek eğimli akarsu yataklarına, geçirimsiz sert litolojiye işaret eder. Yüksek rölyef değerine sahip havzaların erozif potansiyelleri de oldukça yüksektir. Elbistan Havzası'nın yüksek dağlık alanlarla çevrili olması, dağlık alanların mukavemeti yüksek litolojiden oluşması, havzada faylı yapıların geniş yer tutması, havza tabanından dağlık alanlara geçişin oldukça parçalı ve arızalı yüzeylerle gerçekleşmesi, havza boylarının uzun, alanlarının fazla olması gibi nedenler rölyef değerlerinin yüksek olmasına neden olmuştur (Tablo2, Şekil 10).



Şekil 10. Elbistan Havzası'nın havza rölyefi haritası.

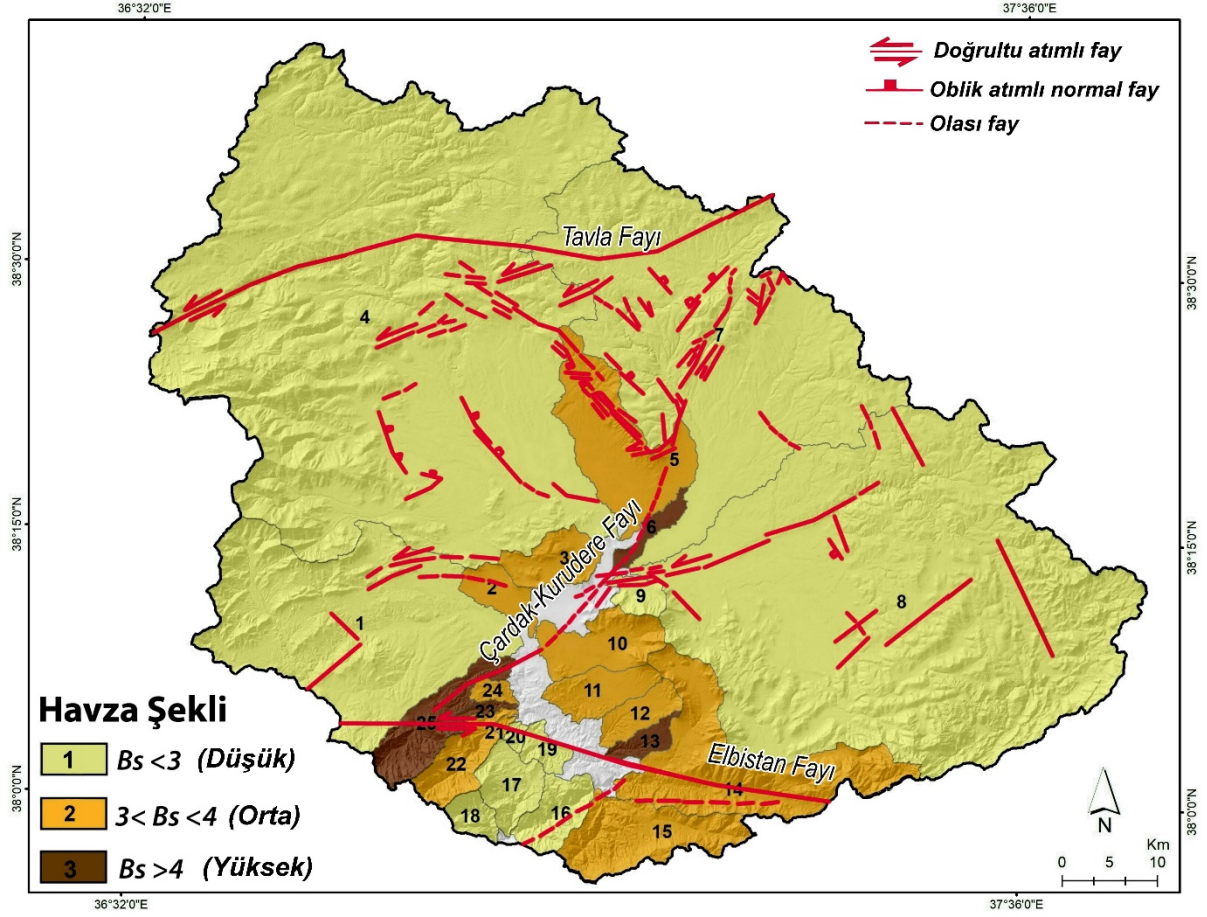
Rölyef oranı havzanın tektonik yapısı hakkında bilgi veren bir diğer önemli morfometrik indistir. Yüksek  $R_h$ , aktif tektoniği dolayısıyla yüksek eğim ve rölyefi ifade ederken, düşük  $R_h$  stabil ve pasif tektoniği ifade eder (Mahala, 2020). Araştırma alanında  $R_h$  oranı 0.027 ile 0.318 arasında değişmektedir. En düşük  $R_h$  değeri 3., 4., 5., 7. ve 8. havzalarda; en yüksek  $R_h$  değeri ise 18., 20. ve 21. havzalarda görülür.  $R_h$  değeri esas alınarak yapılan sınıflandırmaya göre 0.01-0.06 değerleri arasındaki 1. sınıfta 9 alt havza (1., 2., 3., 4., 5., 6., 7., 8., 14.), 0.06-0.15 değerleri arasındaki 2. sınıfta 10 alt havza (9., 10., 11., 12., 13., 15., 16., 19., 22., 25.) ve 0.15-0.32 değerleri arasındaki 3. sınıfta 4 alt havza (17., 18., 20., 21.) bulunmaktadır. Araştırma alanında yüksek rölyef oranına sahip alt havzaların dağılışı ile yükselti, eğim, tektonik ve litoloji haritaları incelendiğinde aralarında kuvvetli bir ilişkinin bulunduğu görülür. Yüksek rölyef oranına sahip alanlarda, faylar ile kesilmiş eğim değeri yüksek sert litolojiye sahip birimlerin varlığı dikkat çeker. Araştırma alanında  $R_h$  değeri yüksek alt havzalar, Elbistan Havzası'nın bugünkü görünümünü kazanmasında etkin rol oynayan Elbistan Fayı ile Çardak-Kurudere Fayı'nın birbirine yaklaştığı alanda yoğunlaşmıştır. Dolayısıyla güney ve iç kesimlerinde bulunan alt havzalarda tektonik unsurların neden olduğu deformasyonlar oldukça yüksektir (Tablo 2, Şekil 11).



Şekil 11. Elbistan Havzası'nın rölyef oranı haritası.

#### 4.4. Havza Şekli İndeksi ( $B_s$ )

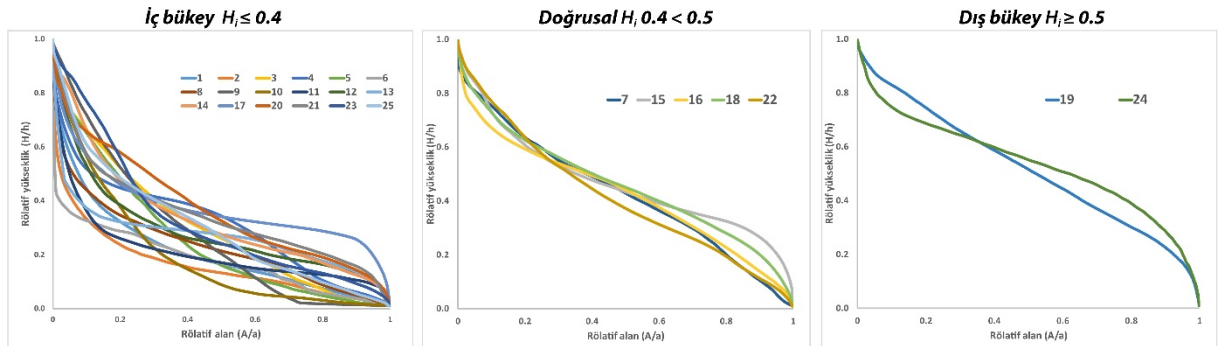
Araştırma alanında en düşük  $B_s$  değeri 25. alt havzada ölçülmüş olup 3.230'dir. 4.199 olan en yüksek  $B_s$  değeri ise 6. alt havzada ölçülmüştür.  $B_s$  değeri esas alınarak yapılan sınıflandırmaya göre  $B_s < 3$  olan 1. sınıfta 10 alt havza (1., 4., 7., 8., 9., 16., 17., 18., 19., 20.),  $3 < B_s < 4$  olan 2. Sınıfta 11 alt havza (2., 3., 5., 10., 11., 12., 14., 15., 21., 22., 24.) ve  $B_s > 4$  olan 3. Sınıfta 4 alt havza (6., 13., 23., 25.) bulunmaktadır. 2. ve 3. sınıfta yer alan alt havzalar birbirine oldukça yakın mesafelerde dağılış göstermektedir. Uzunlamasına şekle sahip bu alt havzalar Elbistan ve Çardak-Kurudere faylarının geçtiği alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu durum araştırma alanında havza şekillerinin belirmesinde fayların etkin rol oynadığını gösterir. Tektonik açıdan aktif olan alanlarda akarsuların yatak eğimi yüksek, havza genişlikleri daha dar olduğundan, erozif faaliyetler de yüksektir (Tablo 1, Şekil 12).



Şekil 12. Elbistan Havzası'nın havza şekli indeks haritası.

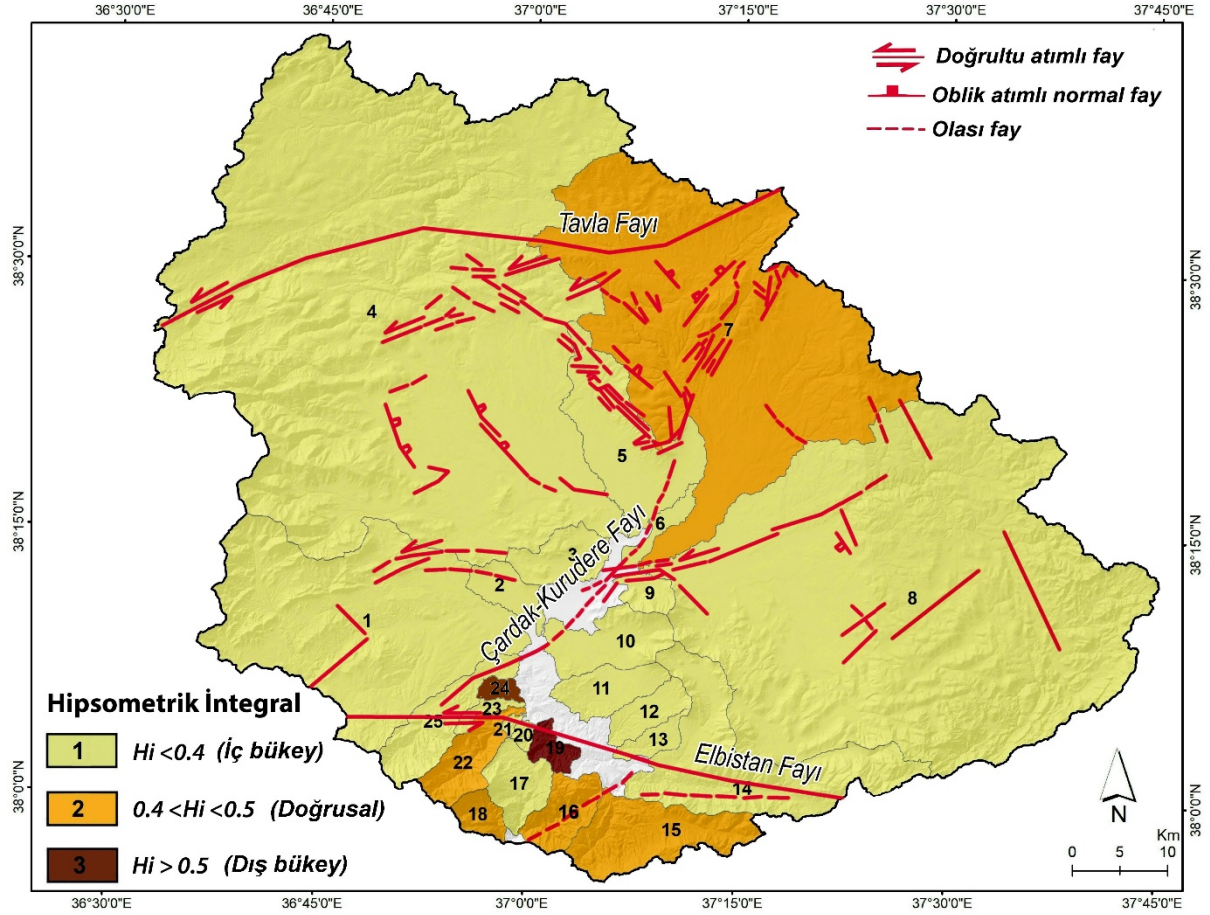
#### 4.5. Hipsometrik Eğri ( $H_e$ ) ve Hipsometrik İntegral ( $H_i$ )

alan alt havzaların da yoğunlaştığı görülür. 3. sınıfta yer alan 19. ve 24. alt havzalar Elbistan Fayı tarafından sınırlandırılmıştır. Bu havzalar genç bir yapıda olup, gelişimlerinde tektonizma aktif rol oynamıştır. Ayrıca 19. (0.52) ve 24. (0.54) havzaların hipsometrik eğrilerinde görülen belirgin dış bükey havzaları kesen fayın aktif olduğunun kanıtı olarak görülebilir (Şekil 13, 14).



Şekil 13. Araştırma alanındaki alt havzalara ait hipsometrik eğriler ve hipsometrik integral değerleri.





Şekil 14. Elbistan Havzasının hipsometrik integral haritası.

## 5. SONUÇ

Elbistan Havzası, jeolojik, jeomorfolojik ve hidrografik açıdan bir havzaya karşılık gelmektedir. Havzanın iç kesimlerde Kuvaterner döneminde oluşmuş genç birimler, havzayı çevreleyen yüksek dağlık alanlara geçildikçe yaşlı birimler görülür. Havza, kuzey, batı ve güneyden bindirme, doğrultu ve düşey atımlı faylarla sınırlandırılmıştır. Paleotektonik dönemde sıkışma rejiminin etkisi ile gelişen bindirme fayları, Üst Miyosen-Pliyosen'den günümüze kadar devam eden Neotektonik dönemde gelişen doğrultu ve düşey atımlı faylar havzanın şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. Tektonik hareketlerin etkisi ile oluşan dağlar, platolar ve havzalar araştırma alanının ana çatısını oluşturmuş, flüvyal süreçler ise bu ana çatıyı yarmak ve boşaltmak suretiyle parçalamış ve bugünkü görünümünü kazanmasına neden olmuştur. Dolayısıyla litolojik yapı ve tektonik, Elbistan Havzası'nın jeomorfolojik gelişimini ve morfolojik özelliklerini birinci derecede kontrol eden faktörlerdir.

Profil analizleri, havza ile dağlık alanlar arasında geçişin basamaklı bir yapıda olduğunu gösterir. Farklı seviyelerde görülen engebeli düzlükler havzadaki tektoniğin eseridir. Tektoniğin morfolojiye etkisini en iyi yansıtan jeomorfolojik parametrelerden yükselti ve eğim koşulları değerlendirildiğinde, ortalama yükseltisinin (1577,44 m), Türkiye ortalamasının oldukça üstündedir. Havzada nispi yükselti farkı 2255,74 metredir. Merkezden çevreye doğru yükselti değerleri arttıkça eğim değerleri de artmaktadır. Havzanın yarısından fazlası yüksek eğimli alanlara karşılık gelir.

Araştırma alanında 25 alt havza değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Alt havzaların alan, akarsu uzunlukları ve şekilleri birbirinden oldukça farklıdır. Dar ve uzun şekle sahip küçük alanlı alt havzalar, özellikle araştırma alanının iç kesiminde Ceyhan Nehri'nin kaynağını aldığı noktadan itibaren güneyde nehrin havzadan çıktığı yere kadar olan alanda toplanmıştır. Geniş, nispeten yuvarlak, geniş alanlı havzalar ise batı, kuzey ve doğuda bulunur. Havzaların farklı özellikte olmasında aktif tektonik ve litoloji önemli rol oynamıştır. Araştırma alanına uygulanan indis sonuçları havzadaki tektonik aktiviteleri ve litolojik farklılıkları destekler niteliktedir. Elbistan Havzası'ndaki alt havzaların yapısal özelliklerinin, drenaj koşullarının gelişimine etkisi jeomorfometrik indis hesaplamalarında açıkça görülmektedir. Havzaya uygulanan indislerden ( $A_f$ ,  $T$ ,  $B_h$ ,  $R_h$ ,  $B_s$ ,  $H_c$  ve  $H_i$ ) elde edilen kantitatif veriler birbirleri ile tutarlı sonuçlar vermiştir. Yani alt havzalarda tektoniğin etki derecesine göre yapılan sınıflandırmalar esas alındığında genellikle aynı alt havzaların aynı grupta yer aldığı görülür. Örneğin 1. alt havza  $B_h$  hariç tüm

indis sonuçlarına göre 1. sınıfta yer alır. 17. alt havza A<sub>f</sub>, T, B<sub>h</sub>, R<sub>h</sub>, değerleri itibari ile 3. sınıfta yer alır. 12. alt havza A<sub>f</sub>, B<sub>h</sub>, R<sub>h</sub> ve B<sub>s</sub> değerlerine göre 2. sınıfta yer alır. Yine sınıflandırmalar dikkate alındığında aynı lokasyonda yer alan alt havzalar çoğunlukla aynı sınıflar yer aldığı görülür. Örneğin 5. ve 6. alt havzalar ile 10. ve 11. alt havzalar tüm jeomorfometrik indis sonuçlarına göre aynı grupta yer almıştır. H<sub>i</sub> indis sonuçları, alt havzaların gelişim sürecinde özellikle tektonik aktivitelerin etkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. 7., 15., 16., 18., 22., 19. ve 24. havzaların hipsometrik eğrilerinde görülen dış bükey, Çardak-Kurudere, Tavla ve Elbistan faylarının bu havzaların gelişimine etkisini ve aktivitelerinin devam ettiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Elbistan Havzası'nın güneyindeki Elbistan Fayı ve bindirmeler bu alanın hem yükselti kazanmasına hem de farklı litolojik unsurların bir arada bulunmasına etki ederek komplike bir yapı kazanmasına etki etmiştir. Dolayısı ile bahsi geçen etkenlere bağlı olarak bu alanda yer alan alt havzalar genç topografik görünüme sahip olup, alanları havza geneline oranla daha küçük, eğim ve yükselti değerleri oldukça yüksektir. Aynı şekilde Çardak-Kurudere Fayı'nın özellikle güney kesimlerinde de alt havzalar benzer özelliktedir. Bu durum Elbistan Fayı ile Çardak-Kurudere Fayı'nın Elbistan Havzası genelinde tektonik açıdan en genç ve aktif faylar olduğunun kanıtı olarak gösterilebilir. Havzanın batısında, kuzeyinde ve doğusunda yer alan alt havzalar ise orta olgun topografik görünüme sahip olup, eğim ve yükselti değerleri nispeten daha düşüktür. Ancak batıda yer alan alt havzalar kuzeydeki alt havzalara oranla, kuzeyde yer alan alt havzalar ise doğuda yer alan alt havzalara oranla daha gençtir.

Sonuç olarak, Elbistan Havzası'nın jeomorfolojik gelişim süreci büyük ölçüde tektoniğin aktivitesinin denetimindedir. Alt havzaların formlarında farklılıklar olmasına karşılık, genel itibari ile Elbistan Havzası genç bir yapıdadır ve gelişimi devam etmektedir. Buna bağlı olarak akarsu drenaj havzalarında erozif faaliyetler yoğunudur. Çalışmanın sonuçları yörede yapılacak jeolojik, tektonik ve morfotektonik çalışmalar için önemli bir referans oluşturacaktır.

## BİLGİLENDİRME

Bu çalışma hazırlanırken, 2014 yılında tamamlanmış olan “Elbistan Havzası'nın Fiziki Coğrafyası” adlı doktora tezinden büyük ölçüde faydalanılmıştır.

## KAYNAKÇA

- Argyriou, A.V., Teeuw, R.M., Rust, D., & Sarris, A. (2016). GIS multi-criteria decision analysis for assessment and mapping of neotectonics landscape deformation: A case study from crete. *Geomorphology*, 253, 262–274. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.10.018>
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2015). Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan aksu çayı ve batlama deresi havzalarının morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 30, 91-119.
- Avcı, V., Sunkar, M., & Toprak, A. (2022). Morphometric Analysis of Mount Ararat (Eastern Anatolia, Türkiye). *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 8(3), 505-526. <https://doi.org/10.28979/jarnas.1037716>
- Avinash, K., Jayappa, K. S., & Deepika, B. (2011). Prioritization of Subbasins Based on geomorphology and morphometric Analysis Using Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) Techniques. *Geocarto International*, 26(7), 569–592. <https://doi.org/10.1080/10106049.2011.606925>
- Bahadır, M., & Özdemir, M. A. (2011). Acıgöl Havzası'nın sayısal topoğrafik analiz yöntemleri ile morfometrik jeomorfolojisi. *The Journal of International Social Research*, 4(18), 323-344.
- Bahrami, S. (2013). Analyzing the drainage system anomaly of zagros basins: Implications for active tectonics. *Tectonophysics*, 608, 914-928. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2013.07.026>
- Bajracharya, P., & Jain, S. (2021). Characterization of drainage basin hypsometry: A generalized approach. *Geomorphology*, 381, 107645 <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2021.107645>
- Bayer Altın, T., & Altın, B. N. (2011). Development and morphometry of drainage network in volcanic terrain, Central Anatolia, Turkey. *Geomorphology*, 125(4), 485-503. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.09.023>
- Bekaroğlu, E. (2013). *Jeomorfolojide Temel Araştırma Yöntemleri*. (Ed. Arı, Y. & Kaya, İ.) Coğrafyacılar Derneği.
- Bhatt, C. M., Rajiv, C., & Sharma, P. K. (2007). Morphotectonic analysis in Anandpur Sahib Area, Punjab (India) using remote sensing and GIS approach. *Journal of the Indian Society Remote Sensing*, 35(2), 129-139.
- Bull, W. B., & McFadden, L. D. (1977). Tectonic Geomorphology North and South of the Garlock Fault, California: In Geomorphology In Arid Regions. In: Doehring, D.O. (Ed.), *Proceedings 8th Annual Geomorphology Symposium*, State University New York (115–137), Binghamton.

- Burbank, D. W., & Anderson, R. S. (2012). *Tectonic Geomorphology*. (second ed.) WileyBlackwell, Chichester.
- Cannon, P. J. (1976). Generation of explicit parameters for a quantitative geomorphic study of Mill Creek Drainage Basin. *Oklahoma Geology Notes*, 36, 3–16.
- Costache, R., Pham, Q.B., Sharifi E., Linh, N.T.T., Vojtek, M., Vojteková, J., Nhi, P.T.T., & Khoi, D. N. (2019). Flash-Flood susceptibility assessment using multi-criteria decision making and machine learning supported by remote sensing and GIS techniques. *Remote Sens*, 12, 106. <https://doi.org/10.3390/rs12010106>
- Cox, R. T. (1994). Analysis of drainage-basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible quaternary tilt-block tectonics: An example from The Mississippi Embayment. *Geological Society of America Bulletin*, 106, 571–581.
- Cürebâl, İ., & Erginal, A. E. (2007). Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(19), 126-135.
- Dehbozorgi, M., Pourkermani, M., Arian, M. et al (2010). Quantitative Analysis of Relative Tectonic Activity in The Sarvestan Area, Central Zagros, Iran. *Geomorphology*, 121, 329–341. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2010.05.002>
- Delcaillau, B., Carozza, J. M., & Laville, E. (2006). Recent fold growth and drainage development, The Janauri And Chandigarh anticlines in the siwalik foothills, Northwest India. *Geomorphology*, 76, 241–256. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2005.11.005>
- dePolo, C.M., & Slemmons, D.B. (1998). 130,000 Year vs. 10,000 Year (Holocene) Classification of Active Faults In The Basin And Range Province. In: Lund, W.R. (Ed.), Proceedings Volume, Basin And Range Province Seismic-Hazards Summit. *Utah Geological Survey Miscellaneous Publication*, 98(2), 24–25.
- Elbaşı, E., & Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 36, 63-84. <https://doi.org/10.26650/JGEOG418790>
- Elias, Z., Sissakian, V. K., & Al-Ansari, N. (2019). Assessment of the tectonic activity in northwestern part of The Zagros Mountains, northeastern Iraq by using geomorphic indices. *Geotech Geol Eng*, 37, 3995–4007 <https://doi.org/10.1007/s10706-019-00888-z>
- Elibüyük, M., & Yılmaz, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 27-55.
- El Hamdouni, R., Irigaray, C., Fernndez, T., Chacona, J., & Keller, E.A. (2008). Assessment of relative active tectonics, southwest border of the Sierra Nevada (Southern Spain). *Geomorphology*, 96, 150–173. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2007.08.004>
- Erginal, A. E., & Cürebâl, İ. (2007). Soldere havzasının jeomorfolojik özelliklerine morfometrik yaklaşım: Jeomorfik indisler ile bir uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 203-210.
- Erol, O. (1993). Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi. *İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 10, 19-37.
- Esen, F. (2014). *Elbistan Havzası'nın Fiziki Coğrafyası*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi.
- Faghih, A., Samani, B., Kusky, T., Khabazi, S., & Roshanak, R. (2012). Geomorphologic assessment of relative tectonic activity in The Maharlou Lake Basin, Zagros Mountains of Iran. *Geological Journal*, 47, 30–40.
- Genç, Ş. C. (1987). *Cela-Koçdağı-Kızıldağ (K.Maraş İli) dolaylarının jeolojisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Gentana, D., Sulaksana, N., Sukiyah, E., & Yuningsih, E. T. (2018). Index of active tectonic assessment: Quantitative-Based Geomorphometric and Morphotectonic Analysis at Way Belu Drainage Basin, Lampung Province, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8, 2460–2471. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.6.6089>
- Gözübol, A. M., & Gürpınar, O. (1980). Kahramanmaraş kuzeyinin jeolojisi ve tektonik evrimi. Türkiye 5. Petrol Kongresi, (21-29), Ankara.
- Güney, Y. (2018). Çalidere Havzası'nın (Armutlu Yarımadası, Yalova) morfotektoniğinin jeomorfometrik analizlerle değerlendirilmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16 (2), 259- 271. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000201](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000201)

- Hajam, R. A., Hamid, A., & Bhat, S., (2013). Application of morphometric analysis for geo-hydrological studies using geo-spatial technology –A case study of vishav drainage basin. *Hydrol Current Res*, 4(3), 1-12. <https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000157>
- Hare, P. W., & Gardner, T. W. (1985). Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate Margins, Nicoya Peninsula Costa Rica. In: Morisawa, M. & Hack, J.T., Eds., *Tectonic Geomorphology. Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium*, Allen and Unwin (123-134), Boston.
- Jackson, J., Van Dissen, R., & Berryman, K. (1998). Tilting of active folds and faults in The Manawatu Region, New Zealand: Evidence from surface drainage patterns, New Zealand. *Journal of Geology and Geophysics*, 41, 377–385.
- Jenks, G. (1967). The data model concept in statistical mapping. *Int Year Cartogr*, 27, 186–190.
- Karabulut, M., Küçükönder M., & Topuz, M. (2013). Alata (Erdemli) Deresi'nin Jeomorfometrik Analizi. I. Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi (450–459). İstanbul.
- Karataş, A. (2017). *Karasu Çayı Havzasının Hidrografik Planlaması*. Çantay Kitabevi.
- Keller, E. A. (1986). *Investigation of active tectonics: Use of surficial earth processes*. National Academy Press.
- Keller, E. A., & Pinter, N. (2002). *Active tectonics, earthquakes, uplift and landscape*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Koç, T. (2013). Türkiye'nin Morfometrik Özellikleri. İç: E. Öner, ed. 2013. Prof. Dr. İlhan Kayan'a Armağan kitabı. Ege Üniversitesi yayımları Edebiyat Fakültesi Yayın No: 18, 433-467.
- Korkmaz, H., Karabulut, M., & Gürbüz, M. (2008). Göksun'da yerel zemin özellikleri ile deprem etkisi arasındaki ilişki. *Göksun Sempozyumu*, 22-23 Ağustos, Göksun.
- Langbein, W. B. (1947). Topographic characteristics of drainage basins. U.S.G.S. Water Supply Paper, 968C: 127–157.
- Lindsay, J. B. (2016). Whitebox GAT: A case study in geomorphometric analysis. *Computers & Geosciences*, 75-84. <https://doi.org/10.4172/2157-7587.1000157>
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., & Şaroğlu, F. (2013). *Açıklamalı Türkiye diri fay haritası*. Ölçek 1:1.250.000, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara-Türkiye. ISBN: 978-605-5310-56-1
- Magesh, N. S., & Chandrasekar, N. (2014) GIS Model Based Morphometric Evaluation Of Tamiraparani Sub-Basin, Tirunelveli District, Tamil Nadu, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 7: 131–141.
- Mahala, A. (2020). The significance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two different morpho-climatic settings. *Appl Water Sci*, 10(33), 6-16. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1118-2>
- Manjare, B. S. (2017). Drainage characteristics of tectonically active areas in Wardha and Purna River basin, Central India Using of Satellite Data. *Journal of Geomatics*, 11(2), 260-267.
- Manjare, B. S., Padhya, M., & Kelawade, A. (2020). Morphometric analysis of Erai River Basin in Sedimentary Landscape, Central India: A geospatial approach. *Indian Journal of Geosciences*, 74(4), 417 – 432.
- Martz, L.W., & Garbrecht, J. (1999). An outlet breaching algorithm for the treatment of closed depressions in a raster DEM. *Comput. Geosci.* 25, 835–844.
- Moore, I. D., Grayson, R., & Ladson, A. (1991). Digital Terrain Modelling: A review of hydrological, geomorphological, and biological applications. *Hydrol. Process.*, 5, 3–30.
- MTA (2002). *1:500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası-Sivas Paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayını.
- Omidali, M., Arian, M., & Sorbi, A. (2015). Neotectonics of Boroujerd Area, SW Iran by Index of Active Tectonics. *Open Journal Of Geology*, 5, 309-324. <https://doi.org/10.4236/ojg.2015.55028>
- Özdemir, H., & Bird, D. (2009) Evaluation of morphometric parameters of drainage networks derived from topographic maps and DEM in point of floods. *Environmental Geology*, 56(7), 1405–1415. <https://doi.org/10.1007/s00254-008-1235-y>

- Özdemir, M., & Özşarı, F. (2009). Ar 20069698 Ruhsat No'lu Kahramanmaraş Elbistan Linyit Sahası Buluculuk Talebine Esas Jeoloji ve Rezerv Raporu. MTA Raporu, Derleme No: 11179, (Yayımlanmamış), Ankara.
- Özdemir, H. (2011). *Havza Morfometrisi ve Taşkınlar. Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel* (457-474), Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Ozkaymak, Ç., & Sozabilir, H. (2012). Tectonic geomorphology of The Spildağı High Ranges. *Western Anatolia. Geomorphology*, 173, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.06.003>
- Özşahin, E. (2010). Komşu akarsu havzalarının morfometrik analizi: Sarıköy ve Kocakıran dereleri üzerine temel bir çalışma (Gönen Havzası, Güney Marmara). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 139-154.
- Özşahin, E. (2015). Ganos (Işıklar) Dağı ve yakın çevresindeki (Tekirdağ) akarsuların drenaj özellikleri. *International Journal of Social Science*, 35, 139-162. <https://doi.org/10.9761/JASSS2920>
- Özşahin E., & Eroğlu İ. (2018). Trakya Yarımadası'nın Jeomorfometrik Özellikleri. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 1, 87-98.
- Öztürk, B., & Erginal, A. E. (2008). Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası-Çanakkale) havza gelişiminin morfometrik analizler ve jeomorfik indislerle incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 50, 61-68.
- Perinçek, D., Günay, Y., & Kozlu, H. (1987). Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar. *Türkiye 7. Petrol Kongresi* (89-114), Ankara.
- Pérez-Peña, J. S., Azor, A., Azañón, J. M., & Keller, E. A. (2010). Active tectonics in The Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights from geomorphic indexes and drainage pattern analysis. *Geomorphology*, 119, 74–87.
- Pike, R., Evans, I., & Hengl, T. (2009). Geomorphometry: A brief guide. *Developments in Soil Science*, 33, 3-30. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00001-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00001-9)
- Rai, P. K., Mohan, K., Mishra, S., Ahmad, A., & Mishra, V. N. (2017). A GIS-Based approach in drainage morphometric analysis of Kanhar River Basin. *India. Appl Water Sci*, 7, 217–232. <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0238-y>
- Ramírez-Herrera, M. T. (1998). Geomorphic assessment of active tectonics in The Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt. *Earth Surface Processes And Landforms*, 23, 317–332.
- Ramsey, L. A., Walker, R. T., & Jackson, J. (2008). Fold evolution and drainage development in The Zagros Mountains of fars province, SE Iran. *Basin Research*, 20(1), 23–48. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2007.00342.x>
- Rastogi, R. A., & Sharma, T. C. (1976). Quantitative analysis of drainage basin characteristics. *Jour Soil And Water Conservation In India*, 26, 18-25.
- Rockwell, T.K., Keller, E.A., & Johnson, D.L. (1984). Tectonic Geomorphology of Alluvial Fans and Mountain Fronts Near Ventura, California. In: Morisawa, M. (Ed.), *Tectonic Geomorphology. Proceedings of The 15th Annual Geomorphology Symposium*. Allen and Unwin Publishers, Boston, MA, 183–207.
- Saber, R., Işık, V., & Caglayan, A. (2019). Tectonic geomorphology of the aras drainage basin (NW Iran): Implications for the recent activity of The Aras Fault Zone. *Geological Journal*, 55(7), 5022-5048. <https://doi.org/10.1002/gj.3724>
- Sağlam Selçuk, A., & Düzgün, M. (2017). Başkale Fay Zonu'nun tektonik jeomorfolojisi. *Maden Tetk ve Arama Dergisi*, 155, 33–47. <https://doi.org/10.19076/mta.65883>
- Samal, D. R., Gedam, S. S., & Nagarajan, R. (2014). GIS based drainage morphometry and its influence on hydrology in parts of Western Ghats region, Maharashtra, India. *Geocarto International*, 30(7), 755–778. <https://doi.org/10.1080/10106049.2014.978903>
- Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. *Geol. Soc. Am. Bul*, 67, 597-646.
- Singh, C. K. (2015). Middle Ganga Plain: May be on the verge of seismic shock. *Journal of the Geological Society of India*, 85, 511–513.
- Sreedevi, P. D., Subrahmanyam, K., & Shakeel, A. (2005). The significance of morphometric analysis for obtaining groundwater potential zones in a structurally controlled terrain. *Environ Geol*, 47(3), 412–420.

- Strahler, A. N. (1952). Dynamic basis of geomorphology. *Bulletin of The Geological Society of America*, 63, 923-938.
- Sung, O. & Chen, Y. C. (2004). Geomorphic evidence and kinematic model for quaternary transfer faulting of The Pakuashan Anticline, Central Taiwan. *Journal Of Asian Earth Sciences*, 24, 389-404.
- Tarhan, N. (1982). *Göksun-Afşin-Elbistan dolayının jeolojisi*. MTA Genel Müdürlüğü Kütüphanesi, Derleme No: 7296, (Yayımlanmamış).
- Tribe, A. (1992). Automated recognition of valley heads from digital elevation models. *Earth Surf Process Landform*, 16(1), 33-49
- Tiwari, J., Goswami P. K., & Bhakuni, S. S. (2021). Pattern of active crustal deformation in a part of a lesser Himalayan Tectonic Window, Himachal Pradesh, India. *Quaternary International*, 592, 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2021.03.043>
- Utlu, M., & Ghasemlounia, R. (2021). Flood prioritization watersheds of The Aras River, based on geomorphometric properties: Case study Iğdır Province. *Journal of Geomorphological Researches*, 6, 21-40. <https://doi.org/10.46453/jader.781152>
- Uzun, S. M. (2019). Dileresi Havzasında (Kocaeli) morfometrik indislerle flüvyal süreçler ve drenaj şebekesi yerleşiminin değerlendirmesi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 40, 454-477. <https://doi.org/10.32003/iggei.573354>
- Yalçınlar, İ. (1969). *Strüktürel Jeomorfoloji C: II* (2. Baskı). İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları.
- Yıldırım, M. (1989). Kahramanmaraş kuzeyinde (Engizek Nurhak Dağlarında) tektonik birliklerin jeolojik petrolojik incelenmesi. Yayımlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Yıldırım, C. (2014). Relative tectonic activity assessment of The Tuz Gölü fault zone central anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 630,183-192. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.05.023>
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1987). Initiation of the Neomagmatism in East Anatolia. *Tectonophysics*, 134(1987), 177-199.
- Yusufoğlu, H. (2013). An intramontane pull-apart basin in tectonic escape deformation: Elbistan Basin, Eastern Taurides, Turkey. *Journal Of Geodynamics*, 65, 308-329. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2012.05.012>
- Yücel, T. (1986). Bir coğrafyacı gözüyle Elbistan-Palu Oluğu. 1986 Fırat Havzası Coğrafya Sempozyumu (299-305), Elâzığ.
- Yücel, T. (1987). *Türkiye Coğrafyası*. Türk Kültürünün Araştırma Enst. Yay. No: 68, seri. 7, Sayı: A5.
- Wells, S. G., Bullard, T. F., Menges, C. M., Drake, P. G., Karas, P. A., Kelson, K. I., Ritter, J. B. & Wesling, J. R. (1988). Regional variations in tectonic geomorphology along a segmented convergent plate boundary Pacific Coast of Costa Rica. *Geomorphology*, 1, 239-265. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(88\)90016-5](https://doi.org/10.1016/0169-555X(88)90016-5)
- Wilson, J. P., & Gallant, J. C. (2000). *Digital terrain analysis: Principles and applications*. John Wiley & Sons, Inc (1-27) ISBN: 978-0-471-32188-0.
- Zorer, H., & Tonbul, S. (2019). Başkale Havzası'nda havza gelişiminin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 19-38 <https://doi.org/10.18069/firatsbed.536045>