



The Journal of Academic Social Science Studies

JASSS

International Journal of Social Science

Doi number:<http://dx.doi.org/10.9761/JASSS2678>

Number: 33 , p. 99-120, Spring I 2015

HOŞKÖY DERESİ HAVZASI'NIN (TEKİRDAĞ) JEOMORFOMETRİK ÖZELLİKLERİ GEOMORPHOMETRIC FEATURES OF HOŞKOY RIVER BASIN (TEKIRDAG)

Yrd. Doç. Dr. Emre ÖZŞAHİN

Namık Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

Özet

Teorik ve uygulamalı jeomorfoloji arasındaki temel konulardan biri olan jeomorfometri hakkında son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar oldukça artmıştır. Böylece topografyanın oluşum ve gelişim süreciyle alakalı daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, KAF (Kuzey Anadolu Fayı)'ın en batı kolu olan Ganos Fayı üzerinde yer alan Hoşkøy Deresi Havzasının jeomorfometrik özelliklerinin ve genç tektoniğin bölgenin morfolojik gelişimindeki rolünün açıklanmasıdır. Bu amaç kapsamında havza alanının jeomorfometrik özellikleri çeşitli jeomorfik indislerle ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada "Hoşkøy Deresi Havzası'nın jeomorfometrik özellikleri nasıldır? Bu özelliklerin tektonik etkenlerle bir ilişkisi var mıdır? Bu ilişki havzanın gelişimini nasıl etkilemiştir?" şeklindeki araştırma sorularına yanıtlar aranmıştır. Çalışmanın hipotezi, akarsu havzalarının gelişimi ile drenajın kuruluş ve gelişmesinin şekillenmesinde tektonik etkenler önemli rol oynamaktadır. Çalışmanın önemi ise tektonik etkilerin bazı jeomorfometrik yöntemlerle CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) teknikleri kullanılarak açıklanabileceğini göstermektedir. Temel materyal olarak 1:25.000 ölçekli topografya paftaları ve bu paftalardan elde edilen SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ile değişik ölçeklerdeki jeoloji haritalarından yararlanıldığı bu çalışmanın yöntemini çeşitli jeomorfik indis uygulamaları oluşturmaktadır. Çalışmadaki verilerin analizleri ve haritalandırması, CBS teknikleriyle ArcInfo/ArcMap 10.3 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, havza alanı ile drenajın kuruluş ve gelişmesinin tektonik etkenler vasıtasıyla şekillendirilmiş olduğu anlaşılmıştır. Havza alanında tektonizma etkisi, Ganos Fayı'nın kuzeyinde güneyine oranla daha şiddetli olmuştur. Bu durum mansaptan membaya doğru olacak şekilde ana akarsu kolunun sağında topografyanın güneye doğru çarpılmasına ve yükselmesine, solunda ise kuzeye doğru yönelmesine yol açmıştır. Bu çalışma topografyadaki tektonik etkilerin bazı jeomorfometrik yöntemler kullanılarak CBS teknikleriyle açıklanabileceğini göstermiştir. Bu özelliği nedeniyle CBS, topografyaya dayalı analizler ve planlamalarda etkin karar vermeye yardımcı bir araç olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Jeomorfometri, Ganos Fayı, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri), Hoşkøy Deresi Havzası, Tekirdağ

Abstract

The number of scientific studies on geomorphometry, which is a subject between theoretical geomorphology and practical geomorphology, has increased in recent years. Therefore, sounder results can be obtained about the formation and development process of topography. This study aims to explain the geomorphometric

features of the Hoşk y River Basin, which extends on the Ganos Fault that is the westernmost branch of NAF (North Anatolian Fault), and the role of the young tectonic unit on the morphological development of the region. To this end, an attempt has been made to reveal the geomorphometric features of the basin area through various geomorphometric indices. The study has intended to answer the following research questions: *“What are the geomorphometric features of the Hoşk y River Basin? Is there any relationship between these features and tectonic factors? If any, how has this relationship affected the development of the basin?”*. The research hypothesis is as follows: Tectonic factors play an important role in the development of drainage basins and the formation and development of drainage. The study is significant because it shows that tectonic influences can be explained through certain geomorphometric methods via GIS (Geographic Information Systems) techniques. 1:25.000 scale topographic map sheets, DEM (Digital Elevation Model) formed based on these map sheets, and geological maps of various scales have been used as basic materials. The methodology of the present study includes various geomorphic indices. The research data have been analyzed and mapped via ArcInfo/ArcMap 10.3 through GIS techniques. According to the research results, tectonic factors have shaped the basin area and the drainage (its formation and development). The tectonic influence has been more intense in the north of the Ganos Fault in comparison to its south in the basin area. That has caused the topography to warp to the south and rise on the right side of the main tributary and to head northward on the left side of the main tributary, all occurring from downstream to upstream. The present study has indicated that tectonic influences on the topography can be explained through certain geomorphometric methods via GIS techniques. Thanks to this feature, GIS can be used as an auxiliary tool to make effective decisions in topography-based analyzes and planning.

Key Words: Geomorphometry, Ganos Fault, GIS (Geographic Information Systems), Hoşköy River Basin, Tekirdag

GİRİŞ

Teorik ve uygulamalı jeomorfoloji arasındaki temel konulardan biri olan jeomorfometri hakkında yapılan bilimsel çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu tür çalışmalar bütüncül bir yaklaşımla topografyanın oluşum ve gelişiminin okunması için anahtar bir model sunmaktadır (Hack, 1957; Ponza, 2010). Aynı zamanda tektonik aktivitenin topografya üzerindeki etkisinin tanımlanması ve yorumlanmasında da büyük destek sağlamaktadır (Keller, 1986; Zovoili vd., 2004; Cooley vd., 2009; Enrico ve Tommaso, 2011).

Son yıllarda jeomorfometrik alışmalar, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) teknikleriyle rakamsal sorgulamaların (Yomralioğlu, 2002; Turoğlu, 2008; Bahadır ve  zdemir, 2011) ve analizlerin (Hirano vd., 2002; Demirkesen, 2003; Akar vd., 2006) kolaylıkla gerçekleştirilebildiği bir durum kazanmıştır. Böylece r liyefe ait jeomorfik indisler yardımıyla herhangi bir alandaki tektonik aktivitenin izleri pratik bir Şekilde ortaya konularak, jeomorfolojik oluşum ve gelişim daha sağlıklı bir Şekilde açıklanabilmektedir (Erginal ve Cürebal, 2007; Giaconia vd., 2012).

Dünya’da Lo Nehri Fayı (Cuong ve Zuchiewicz, 2001), Tarugo Nehri (Troiani ve Seta, 2008),  l  Deniz Transform Fay Zonu (Ata, 2008), Dekkan Bazalt İli (Kale ve Shejwalkar, 2008), Doğu Betic Cordillera (Pedrera vd., 2009), Sierra Nevada (Perez-Pena vd., 2010), Normandy sahası (Font vd., 2010), Hindu Kush (Mahmood ve Gloaguen 2012), Sierra Alhamilla (Giaconia vd. 2012); Türkiye’de ise Soldere Havzası (Erginal ve Cürebal, 2007), Mıhlı ayı Havzası (Cürebal ve Erginal, 2007), Bayramdere Havzası (Oztürk ve Erginal, 2008), İzmit Körfezi ve evresi (Tarı ve Tüysüz, 2008), Sarıköy ve Kocakıran derelerinin havzaları (Ozşahin, 2010), Dicle Vadisi (Yıldırım ve Karadoğan, 2011), Yeniçağa Havzası (Sarp vd., 2011), Acıgöl Havzası (Bahadır ve  zdemir, 2011), Spildağı drenaj havzaları (Ozkaymak ve Sözbilir, 2012), Alata

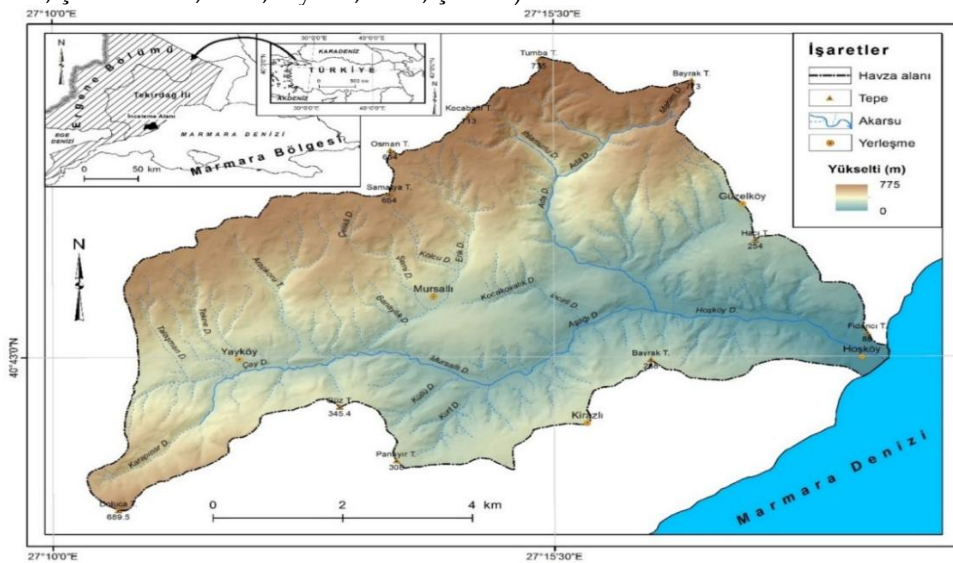
Deresi Havzası (Karabulut vd., 2013), Şehir Çayı Havzası (Karataş ve Ekinci, 2014) ve Lale Dere Havzası (Uzun, 2014) bu kapsamda yapılmış çalışmaların bulunduğu alanlardan bazılarıdır.

Bu çalışmanın amacı, Dünya'nın önemli aktif tektonik hatlarından biri olan KAF (Kuzey Anadolu Fayı)'ın en batı kolunu meydana getiren Ganos Fayı üzerinde yer alan Hoşköy Deresi Havzası'nın jeomorfometrik özelliklerinin ve genç tektoniğin bölgenin morfolojik gelişimindeki rolünün açıklanmasıdır. Çalışma amacı kapsamında "Hoşköy Deresi Havzası'nın jeomorfometrik özellikleri nasıldır? Bu özelliklerin tektonik etkenlerle bir ilişkisi var mıdır? Bu ilişki havzanın gelişimini nasıl etkilemiştir?" şeklindeki araştırma sorularına yanıtlar aranmıştır. Çalışmanın hipotezi, akarsu havzalarının oluşumları ile drenaj sistemlerinin kurulması ve gelişimlerinde tektonik etkenler önemli rol oynamaktadır. Çalışmanın önemi ise tektonik etkilerin bazı jeomorfometrik yöntemlerle CBS teknikleri kullanılarak açıklanabileceğini göstermektedir.

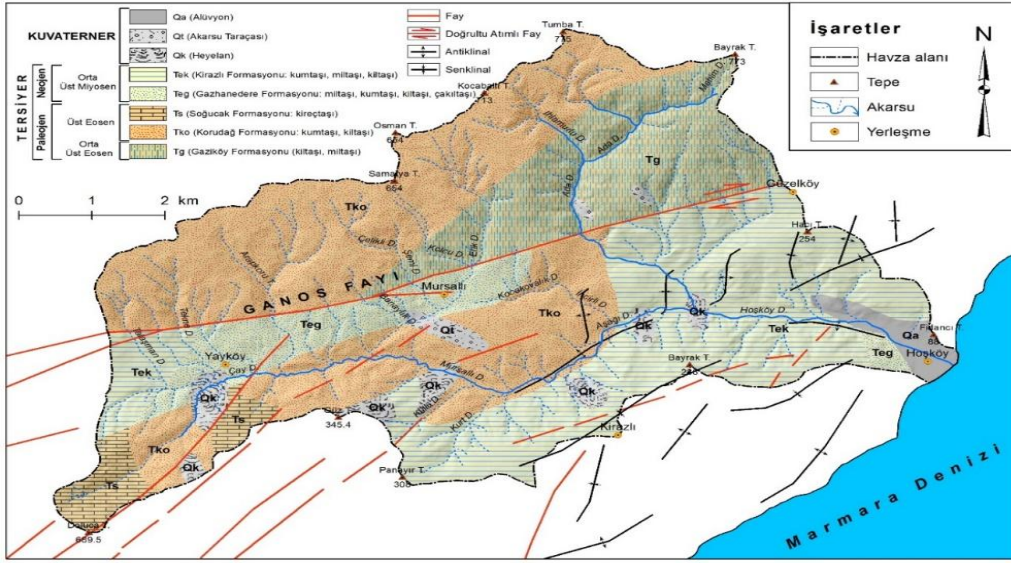
İnceleme Alanının Konumu ve Genel Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri

İnceleme alanı, Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde Marmara Bölgesi'nin Ergene Bölümü'nde yer alan Hoşköy Deresi Havzası'dır (Şekil 1). Havzanın yüzölçümü 55.2 km² olup, kabaca KB – GD uzanımlı bir akarsu olan Hoşköy Deresi'nin akaçlama sahasını oluşturmaktadır.

Trakya Havzası'nın güneyinde yer alan havza alanında, jeolojik olarak çeşitli yaş ve türde farklı formasyonlar yayılış göstermektedir (Şekil 2). Bunlardan en yaşlısı Orta-Üst Eosen'e ait kiltası ve miltaşından oluşan Gaziköy Formasyonu'dur. Ganos Fayı'nın kuzeyinde izlenen bu formasyonun üzerine Üst Eosen yaşlı kumtaşı ve kiltası aralanmasından oluşan Korudağ Formasyonu ile kireçtaşı litolojisindeki Soğucak Formasyonu yerleşmiştir. Havza alanında Korudağ Formasyonu Ganos Fayı'nın kuzeyinde ve güneyinde yüzeylenirken, Soğucak Formasyonu sadece güneyde yüzlek vermektedir. Paleojen'e ait bütün bu temel birimler Neojen ve Kuvaterner örtüyle kaplanmıştır. Neojen temel Orta-Üst Miyosen yaşındaki miltaş, kumtaşı, kiltası, çakıltaşından oluşan Gazhanedere Formasyonu tarafından örtülmektedir. İnceleme alanında sadece Ganos Fayı'nın güneyinde yayılış gösteren bu istifinin tavanına aynı sahadaki ve yaşta kumtaşı, miltaş ve kiltasından oluşan Kirazlı Formasyonu yerleşmiştir. Bütün bu formasyonlar Kuvaterner yaşlı birimler tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Yaltrak, 1995; 1996; Şentürk vd., 1998; Siyako, 2006; Şekil 2).



Şekil 1. İnceleme alanının lokasyon haritası



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Yaltrak, 1995; Şentürk vd., 1998'den yararlanılarak)

Hoşköy deresi havzası faylanma, kıvrımlanma ve çarpılmaya bağlı olarak meydana gelen yüzey deformasyonu şekillerine göre (Bekaroğlu, 2013) monoklinal yapı bir sahaya tekabül etmektedir. Nitekim Okay vd. (2004) inceleme alanı ve yakın çevresindeki kıvrımların oluşumunda aynı mekanizmayla olduğunu çözümlenmişlerdir. Dünya'nın en aktif tektonik hatlarından biri olan KAF (Kuzey Anadolu Fayı)'ın kuzey kolunun en batı uzantısında yer alan inceleme alanı, Ganos Fayı'nın kontrolü altındadır (Şekil 2). Bu fay, kuzeyinde ve güneyinde bulunan ana faya paralel veya paralele yakın faylardan oluşur ve ilgili faylar çoğunlukla doğrultu atımlı ve bindirme karakterlidir (Yaltrak, 1996). Bölgedeki bütün birimleri kesen Ganos Fayı, yaklaşık K70°D doğrultusunda uzanmaktadır (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör vd., 1985; 2005; Barka, 1992; Şaroğlu vd., 1992; Yaltrak vd., 1998; Yaltrak ve Alpar, 2002; Herece ve Akay, 2003; Altunel vd., 2004). Bu fayın toplam atımı, 70-85 km olarak saptanmış (Armijo vd., 1999) ve son aktivitesinin başlangıç yaşının ise 3.4-3.7 milyon yıl arasında olduğunu öne sürülmüştür (Yaltrak vd., 2000). Ganos Fayı'nın oluşum yaşının ise KAF ile aynı olduğu düşünülmektedir (Saner, 1980; Önal, 1984; Şengör, 1979; 1990; Şengör vd., 1985; Yaltrak, 1995).

Havza alanında jeomorfolojik olarak çeşitli yükselti seviyelerinde farklı yerşekli birimleri (jenarasyonları) bulunmaktadır (Altın, 1992; 2000; Sekin, 1993). Bu yüzeyler Altın (1992; 2000) ve Sekin (1993) tarafından yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak Erol (1983) sistemine göre beş grup altında toplanabilir. İnceleme alanında 470 m'nin üzerindeki yükseltiler Alt-Orta Miyosen (DI) aşınım yüzeylerine, 270-470 m yükselti basamakları arasındaki yüzeyler Üst Miyosen (DII) aşınım yüzeylerine, 130-270 m yükselti basamakları arasındaki yüzeyler Pliyosen (DIII) aşınım yüzeylerine, 50-130 m yükselti basamakları arasındaki yüzeyler yüksek sekilere, 10-50 m yükselti basamakları arasındaki yüzeyler alçak sekilere ve 10 m'nin altındaki sahalar ise vadi tabanlarına karşılık gelmektedir (Altın, 1992; 2000). Bu yüzeylerin kendi içinde ve arasında parçalı bir yapı göstermesi ve farklı yükseltilerde yer alması, hem aşınım hem de tektonik veya östatik olarak gerçekleşen yükselmelerden kaynaklanmaktadır. Özellikle bu sahada gerçekleşen yükselme hareketleri daha çok yeni bir karakter taşımaktadır (Barka ve Hancock, 1984; Hancock ve Erkal, 1990; Erkal, 1991; Altın, 1992). Gerçekten de Erol ve Çetin (1995) ile Çetin vd. (1999) göre Ganos Dağı'nda Orta Miyosen'den beri yükselme yaşandığı halde dağın güneyinde böyle bir yükselme mevcut

değildir. Buna mukabil aynı sahada KAF'ın kuzeyindeki ve güneyindeki birimler arasında ciddi bir fark yoktur. Bu durum muhtemelen Üst Miyosen'den itibaren KAF'ın düşey atımından ziyade yanallı atımında ortaya çıkan belirgin bir etkinin eseridir. Ancak bu bölgede Pliyosen aşının yüzeyleri Ergene Havzası'nda tespit edilen yüzeylerden daha yüksekte kalmaktadır. Bu da olasılıkla Pliyosen'de flüvyal erozyon süreçlerinin başlamasıyla alakalı bir hadisedir (Erol ve Çetin, 1995; Çetin vd., 1999).

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada temel materyal olarak 1:25.000 ölçekli Türkiye Topografya Haritalarının BANDIRMA-G18a3; b4; c1; d2 numaralı paftaları kullanılmıştır. Bu paftalardan yararlanılarak havza alanının sınırları, SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) ve genel coğrafi öğeler (tepe, yerleşme vs.) hazırlanmış ve haritalandırılmıştır. Jeolojik özellikler 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritalarının BANDIRMA-D4 paftasından (Şentürk vd., 1998) ve yapılmış çalışmalardan (Yaltrak, 1995; 1996; Siyako, 2006) derlenmiştir. Çalışmadaki verilerin dağılışı ve haritalandırılması, CBS teknikleriyle ArcInfo/ArcMap 10.3 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın arazi çalışmaları aşamasında çeşitli dönemlerde havza alanının farklı bölümlerine intikal edilerek gözlemler gerçekleştirilmiş ve fotoğraf çekimi yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Herhangi bir alanın jeomorfolojik oluşum ve gelişim süreci ile aktif tektonizma arasındaki ilişkilerin çözümlenmesinde en sık kullanılan yöntemlerden birisi jeomorfometrik yaklaşımlardır (Erginal ve Cürebal, 2007; Özdemir ve Bayrakdar, 2007; Özşahin, 2010). Bu yaklaşımlar sayesinde aktif tektoniğin etkisi hakkında bilgi kazanımının sağlanmasının yanında topografyaya dair yapılan ölçümler sayesinde daha somut ve sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir (Bull, 1977; Bull ve McFadden, 1977; Keller ve Pinter, 2002; Zovoili vd., 2004). Çalışılan sahanın jeomorfolojik özelliklerine göre uygulanan indisler değişmesine rağmen (Öztürk ve Erginal, 2008) uygulamalardan ve analizlerden bazıları çok sık bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise jeomorfik indislerden yükselti, eğim ve bakı özellikleri, hipsometrik eğri, hipsometrik integral, hipsometrik diyagram, havza röliyefi, engebелilik değeri, akarsu uzunluk - gradyan indeksi, vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı, asimetri faktörü, transverse topografik simetri faktörü değerlendirilmiştir. Bu indisler aynı zamanda aktif tektonik çalışmalarında genellikle kullanılan araçlardır (Özkaymak ve Sözbilir, 2012). Yapılan uygulamalar 1/25.000 ölçekli topografya haritalarından elde edilen 10 m çözünürlüğündeki SYM esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Nitekim konu hakkında yapılmış çalışmalarda SYM kullanımının ölçme ve hesaplamalarda kolaylık sağladığına dikkat çekilmiştir (Gardner vd., 1990; Gouide, 2004; Font vd., 2010; Bahadır ve Özdemir, 2011).

Yükselti Özellikleri

En yüksek noktası 775 m ile Tumba T, en alçak noktası da deniz seviyesi olan inceleme alanındaki yükselti farkı 775 m'dir. Havza alanının ortalama yükseltisi ise 352.5 m'dir. İnceleme alanındaki yükselti özellikleri mansaptan membaya doğru olmak kaydıyla akarsu talveginin iki tarafında kalan havza bölümlerinde de önemli farklılıkları barındırır. Bu bakımdan sağ havzanın en yüksek noktası 775 m ve ortalama yükseltisi 388.5 m, sol havzanın en yüksek noktası 680 m ve ortalama yükseltisi ise 247.9 m'dir. Havza alanının farklı kesimlerinde görülen bu yükselti farklılıklarının temel nedeni tektonik kökenli yükselme hareketleridir (Barka ve Hancock, 1984; Hancock ve Erkal, 1990; Erkal, 1991; Altın, 1992). Zira havza alanı Ganos Fayı'nın etkinliği altındadır. Bu fayın etkisiyle fayın kuzey kesiminde (sağ havzada) Orta Miyosen'den beri yükselme yaşandığı, buna karşın fayın güneyinde (sol havzada) böyle bir

Ortalama eğimin % 23.6 olduğu inceleme alanının % 67'si eğimli dik yamaçlarla temsil edilmektedir. Bu durum havzanın daha çok yamaçlardan oluşan bir topografya yapısına haiz olmasına sebebiyet vermiştir. Topografyanın eğim şartları bilhassa faylanmanın etkisiyle oldukça farklıdır ve kısa mesafeler dâhilinde değişkenlik gösterir. Eğim sınıflarının havza genelindeki dağılımları havzanın sağ ve sol kesiminde de benzer özellikler taşır (Tablo 1).

Bakı Özellikleri

Topografya'daki bakı özellikleri kullanılarak, jeomorfolojik aşınım döngüsündeki aşama ve topografyanın oluşumu hakkında fikir sahibi olunabilmektedir (Ekinci, 2004). İnceleme sahasında hâkim bakı yönü (29.0 km² - % 52.5) güney ve bilhassa da güneydoğu (12.5 km² - % 22.6) istikametidir (Tablo 2). Bu durum sahanın oluşumu esnasında güneye doğru bir meyil kazandığının delilidir.

Tablo 2. İnceleme alanında bakı sınıflarının alansal dağılışı

Havza Adı		Havza geneli		Sağ kesim		Sol kesim	
Bakı Sınıfları		Alan		Alan		Alan	
Ana Yönler	Tüm Yönler	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Kuzey	Kuzey	4.9	8.9	1.1	2.6	3.8	27.9
	Kuzeydoğu	4.6	8.3	2.0	4.8	2.6	19.1
	Kuzeybatı	4.6	8.3	1.5	3.6	3.1	22.8
Güney	Güney	10.8	19.6	10.7	25.7	0.1	0.7
	Güneydoğu	12.3	22.3	11.7	28.1	0.6	4.4
	Güneybatı	5.7	10.3	5.5	13.2	0.2	1.5
Batı	Batı	3.3	6.0	2.3	5.5	1.0	7.4
Doğu	Doğu	6.4	11.6	5.1	12.3	1.3	9.6
Düz	Düz	2.6	4.7	1.7	4.1	0.9	6.6
Toplam		55.2	100.0	41.6	100.0	13.6	100.0

Havza alanında ikinci en baskın yön olarak (14.1 km² - % 25.5) kuzey bakı sınıfının ağırlık kazanması güneye doğru yönelmenin yanında kuzeye doğru bir meyillenmenin de bulunduğu bir işareti olarak yorumlanabilir. Diğer bakı sınıfları ise alansal olarak büyükten küçüğe doğru sırasıyla doğu (6.4 km² - % 11.6), batı (3.2 km² - % 5.8) ve düz alanlar (2.5 km² - % 4.5) olmak üzere bir dağılışa sahiptir (Tablo 2). Ayrıca havzanın sağ kesimindeki bakı sınıflarının dağılışı havza geneline uygunsuz da, sol kesimindeki bakı sınıflarının dağılışı bu uygunluğu göstermez. Bu durum muhtemelen Ganos Fayı boyunca meydana gelen tektonik etkinliğin fayın kuzeyinde ve güneyinde farklılıklar göstermesinden kaynaklanmaktadır. Böylece ana akarsu kolunun sağında kalan kesim güneye (bilhassa güneydoğu) solunda kalan kesim ise kuzeye doğru itilmiş ve itilmenin en baskın olduğu noktalarda akarsu yatağında ötelenmeler yaşanmıştır. Zira benzer bir duruma İstanbul ilinin Anadolu yakasında da rastlanmıştır. İlgili sahada KAF'ın etkinliğiyle beliren tektonik kökenli hareketlere bağlı olarak gerçekleşen çarpılma hadisesi ana akarsu havzaları boyunca birbirine göre oldukça farklı bir bakı yönelmesi ortaya çıkarmıştır (Özşahin, 2013).

Hipsometrik Eğri (Hc)

İnceleme alanında değişik yükselti kademeleri arasındaki oranları daha belirgin ve jeomorfoloji ile daha uyumlu bir şekilde ifade etmek için hipsometrik (hipsografik) eğriler kullanılabilir (Özdemir, 2007). Böylece sahanın genel jeomorfolojik özelliklerinden yükselti katlarının alansal dağılışı belirlenebilir, ana jeomorfolojik birimler tespit edilebilir ve aşınım

yüzeylerinin genel karakteri ortaya çıkarılabilir (Ekinci, 2011; Özşahin, 2013). İnceleme alanının hipsometrik eğrisi SYM'ye göre yükseklik aralığı 50 m olarak alınarak tespit edilmiş olup, izdüşüm alanı değil yüzey alanı kullanılmıştır (Tablo 3; 4; 5). Bu nedenle elde edilen yüzey alanı (A) verisi havzanın alanına yakın olmasına rağmen örtüşmemektedir. Lakin bu durumun uygulamada göz ardı edilebileceği belirtilmiştir (Özdemir, 2007).

Hipsometrik eğrinin elde edilmesinde çeşitli yöntemler vardır. Bunlardan ilki Strahler (1952) tarafından ortaya konulmuştur. Bu metot, toplam havza yükseltisinin, toplam havza alanı ile olan ilişkisi esasına dayanmakta ve hipsografik eğri ise nispi yükselti (h/H) ve nispi alanın (a/A) tespit edilmesiyle belirlenmektedir. Burada "h" ilgili yükselti seviyesine ait yükselti değeri (m), "H" ise araştırma sahasının en yüksek noktasına ait değerdir. "a" ilgili yükselti seviyesine ait yüzölçümü alanı (m²), "A" ise araştırma sahasının toplam yüzölçümüdür (Ekinci, 2011). Formül içeriği doğrultusunda oluşturulan hipsometrik eğriden sahanın aşınım döngüsü bakımından derecesi elde edilebilmektedir (Lupiapalmieri, 2004). Bunun yanında kayaçların direnç özellikleri, ani litolojik değişimler, morfolojik ötelenme ve kapmalarda hipsometrik eğriler üzerinde anomaliler olarak izlenebilmektedir (Hurtrez vd., 1999; Chen vd., 2003; Tarı ve Tüysüz, 2008). Hipsometrik eğrinin 1 ve ona yakın olan kısımları henüz yeni oluşmuş yüzeylere işaret etmektedir. Değerin orta ve düşük çıkması topografyanın olgun veya yarı olgun bir aşınım döneminde olduğunu göstermektedir (Tarı ve Tüysüz, 2008; Özdemir, 2011). Çok düşük eğri değerleri ise tepelik ve dağlık alanların varlığının delillerindedir (Ekinci, 2011). Ayrıca bu eğriden jeomorfolojik görünümde değişikliklere neden olan süreçler hakkında da bazı genel değerlendirmeler yapılabilmektedir (Ciccacci vd., 1992; Ekinci, 2011).

Tablo 3. İnceleme alanında yükselti basamaklarının dağılışı ve hipsometrik eğri için veri değerleri

Yükseklik (h)	Maksimum Yükseklik (H)	Alan (a) (Yüzey Alanı m ²)	İnceleme Alanı (Yüzey Alanı) (A) m ²	Rölatif Yükseklik (h/H)	Rölatif Alan (a/A)
0	775	67774274.61	67774274.61	0.00	1.00
50	775	66389653.90	67774274.61	0.06	0.98
100	775	63775281.04	67774274.61	0.13	0.94
150	775	59412545.02	67774274.61	0.19	0.88
200	775	52879433.11	67774274.61	0.26	0.78
250	775	45276676.79	67774274.61	0.32	0.67
300	775	37672320.85	67774274.61	0.39	0.56
350	775	31261214.69	67774274.61	0.45	0.46
400	775	25984814.56	67774274.61	0.52	0.38
450	775	21201182.51	67774274.61	0.58	0.31
500	775	16330236.82	67774274.61	0.65	0.24
550	775	11757802.62	67774274.61	0.71	0.17
600	775	7475822.28	67774274.61	0.77	0.11
650	775	3130809.25	67774274.61	0.84	0.05
700	775	1254857.38	67774274.61	0.90	0.02
750	775	112450.95	67774274.61	0.97	0.00
775	775	700.00	67774274.61	1.00	0.00

Tablo 4. Havzanın sağ kesimindeki yükselti basamaklarının dağılışı ve hipsometrik eğri için veri değerleri

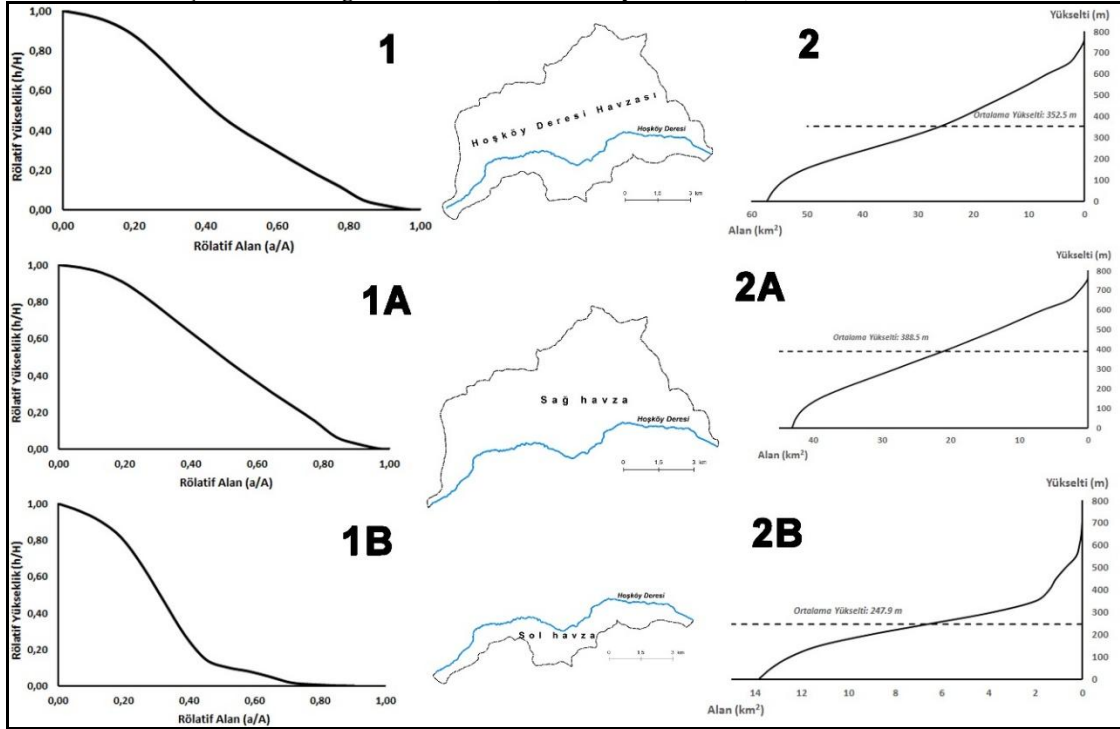
Yükseklik (h)	Maksimum Yükseklik (H)	Alan (a) (Yüzey Alanı m ²)	İnceleme Alanı (Yüzey Alanı) (A) m ²	Rölatif Yükseklik (h/H)	Rölatif Alan (a/A)
0	775	43157397.93	43157397.93	0.00	1.00
50	775	42571517.50	43157397.93	0.06	0.99
100	775	41384730.95	43157397.93	0.13	0.96
150	775	39185761.60	43157397.93	0.19	0.91
200	775	35871530.75	43157397.93	0.26	0.83
250	775	32027056.75	43157397.93	0.32	0.74
300	775	28103294.43	43157397.93	0.39	0.65
350	775	24259521.55	43157397.93	0.45	0.56
400	775	20368422.88	43157397.93	0.52	0.47
450	775	16765831.60	43157397.93	0.58	0.39
500	775	13230171.99	43157397.93	0.65	0.31
550	775	9925948.90	43157397.93	0.71	0.23
600	775	6597967.04	43157397.93	0.77	0.15
650	775	2814508.12	43157397.93	0.84	0.07
700	775	1225639.01	43157397.93	0.90	0.03
750	775	128726.96	43157397.93	0.97	0.00
775	775	2000.00	43157397.93	1.00	0.00

Tablo 5. Havzanın sol kesimindeki yükselti basamaklarının dağılışı ve hipsometrik eğri için veri değerleri

Yükseklik (h)	Maksimum Yükseklik (H)	Alan (a) (Yüzey Alanı m ²)	İnceleme Alanı (Yüzey Alanı) (A) m ²	Rölatif Yükseklik (h/H)	Rölatif Alan (a/A)
0	775	13858644.94	13858644.94	0.00	1.00
50	775	13308509.74	13858644.94	0.06	0.96
100	775	12518110.91	13858644.94	0.13	0.90
150	775	11268254.80	13858644.94	0.19	0.81
200	775	9099958.38	13858644.94	0.26	0.66
250	775	6461722.71	13858644.94	0.32	0.47
300	775	3856269.09	13858644.94	0.39	0.28
350	775	2005306.60	13858644.94	0.45	0.14
400	775	1415554.55	13858644.94	0.52	0.10
450	775	1121247.96	13858644.94	0.58	0.08
500	775	710608.64	13858644.94	0.65	0.05
550	775	259323.33	13858644.94	0.71	0.02
600	775	119872.82	13858644.94	0.77	0.01
650	775	37645.86	13858644.94	0.84	0.00
680	775	4400.00	13858644.94	0.90	0.00

İnceleme alanının hipsometrik eğrisinde hâkim bir dış bükey (konveks) ve az da olsa iç bükey (konkav) profilin varlığından sahanın gençlik veya yarı olgunluk safhasında olduğu

anlaşılmaktadır (Şekil 4). Profilde görülen dış bükey eğilim tektonik hareketler nedeniyle yaşanan gençleşmeleri, iç bükey eğilim ise morfoloji üzerindeki litoloji etkisini kanıtlamaktadır. Gerçekten de Erginal ve Cürebal (2007) Soldere Havzası'nda belirledikleri genç ve yarı olgun evreyi karakterize eden hipsometrik eğriyi sahanın devamlı ve hızlı bir şekilde yükselmekte olduğunun işaret olarak yorumlamışlardır. Benzer şekilde Tarı ve Tüysüz (2008) İzmit Körfezi örneğinde yaptıkları çalışmada olgun evreyi göstermesi gereken hipsometrik eğrilerin bölgenin tekrar aktivite kazanması nedeniyle daha genç bir evreyi karakterize eden profiller çizdiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca hipsometrik eğrilerdeki iç bükey kısımları da büyük ölçüde morfoloji üzerindeki litoloji etkisine bağlamışlardır (Tarı ve Tüysüz, 2008).



Şekil 4. İnceleme alanına ait iki farklı teknik kullanılarak oluşturulmuş hipsometrik eğriler (Hipsografik eğrinin elde edilmesindeki birinci teknik: 1 havza alanı, 1A sağ havza, 1B sol havza; ikinci teknik: 2 havza alanı, 2A sağ havza, 2B sol havza)

Havza alanının sağ ve sol kesimindeki hipsometrik eğrileri de birbirinden oldukça farklıdır (Şekil 4). Sağ kesimdeki hipsometrik eğri genç, sol kesimdeki hipsometrik eğri ise ileri olgunluk devresine ait profil yapısı göstermektedir (Şekil 4). Bu profillerin yapısına bakarak havzanın sağ kesiminde tektonik etkinliğin daha belirgin olduğu yorumuna ulaşılabilir. Zira hem Altın (1992; 2000) hem de Sekin (1993) tarafından yörede yapılmış jeomorfolojik çalışmalarda Ganos Fayı'nın kuzeyinin güneyine oranla daha fazla yükseldiği vurgusu, ileri sürülen düşüncüyü desteklemektedir. Nitekim Özşahin (2010) etkin durumda olan fayların varlığının yükselti artışı ve arızalı topografya yapısının oluşumunu da beraberinde getirdiğini ve böylece hipsometrik eğrinin de farklı profil yapısı gösterdiğini zikretmiştir (Özşahin, 2010).

Hipsografik eğrinin elde edilmesindeki ikinci teknik ise ilgili alandaki yükselti basamakları ve bunların alansal dağılışı arasındaki ilişkiye bağlıdır (Bilgin, 2006). Havza alanının geneli ile sağ ve sol kesimlerine ait çizilen hipsografik eğrilerdeki hâkim konveks eğilim sahanın henüz kütleli durumunu koruyan, akarsular tarafından işlenmiş, genç yapıda bir plato alanı olduğunu yansıtmaktadır (Şekil 4). Bilhassa dağlık sahalardan platolara geçişte belirgin bir eğim kırıklığı mevcuttur. Dolayısıyla burada parçalanmış bir topografyanın varlığı

da söz konusudur (Şekil 4). Keza Cürebal (2003)'da Madra  ayı Havzası'nın hipsografik eğrisinde tespit ettiği baskın dış bükey profilin akarsular tarafından derince yarılmış, genç, yüksek-dağlık ve platoluk bir jeomorfolojik yapının kanıtı olarak göstermiştir (Cürebal, 2003). Bununla birlikte havzanın hipsometrik eğrisi sağ kesimde havzanın geneline yakın bir gidiŐ hat gösterse bile, sol kesimde belirgin eğim kırıklarının mevcudiyeti oldukça dikkat çekicidir. Sol profil daha çok alçak platoların baskınlığına ait izler taşır.

Hipsometrik İntegral (Hi)

İnceleme alanındaki yükselti seviyelerinden jeomorfolojik özelliklerin yorumlanmasında hipsometrik integraller de önemli yarar sağlamaktadır (Ekinci, 2011). Hipsometrik integral, hipsometrik eğri altında kalan toplam alan olup, araştırma sahası için hipsometrik eğriyi karakterize etmenin en basit yollarından birisidir ( zdemir, 2007). Hipsometrik integral, ortalama ve minimum yükseklik arasındaki farkın, maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farka oranlanmasıyla bulunur (Pike ve Wilson, 1971; Mayer, 1990; Keller ve Pinter, 2002; Dehbozorgi vd., 2010; Ekinci, 2011).

SYM kullanılarak formül içeriği doğrultusunda havza alanının hipsometrik integrali 0.4 olarak belirlenmiştir. Buna mukabil inceleme sahasındaki hipsometrik integral değeri sağ kesimde 0.5, sol kesimde ise 0.3'tür. UlaŐılan bu hipsometrik integral değerleri 0.3-0.5 arasındaki olgunluk ve yaŐlılık safhaları arasındadır. Ancak havzanın sağ kesimi olgunluk safhasına daha yakın, sol kesimi ise yaŐlılık safhasına daha yakın bir değere sahiptir. Benzer bir bulguya  zdemir (2011) tarafından Tavukçu ve Beykoz dereleri havzalarını kapsayan baŐka bir çalışmada da ulaşılmıştır ( zdemir, 2011). Ayrıca bu elde edilen hipsometrik integral değerlerine dayanılarak dış kuvvetler ve özellikle de akarsular tarafından gerçekleŐtirilen aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin h l  etkili olduğu sonucuna varılabilir.

Hipsometrik Diyagram (Hd)

Jeomorfik indisler kapsamında çok sık kullanılan bir diğer parametre de hipsometrik diyagramlardır (Ekinci, 2011). İnceleme alanının hipsometrik diyagramı SYM kullanılarak tespit edilmiştir. Bu bakımından, sahanın hipsometrik diyagramı incelendiğinde aşınım yüzeyi Şeklinde gelişmiş plato alanlarının diğer ana yerŐekilleri içerisinde en baskın yerşekli olduğu anlaşılmaktadır. Zira Altın (1992; 2000) ve Sekin (1993) bu sahada 120-470 m yükseltileri arasında  st Miyosen (DII) ile Pliyosen (DIII)'e ait iki farklı plato yüzeyinin olduğunu belirtmiŐlerdir (Altın, 1992; 2000; Sekin, 1993). Ayrıca Altın (1992; 2000) inceleme alanında 470 m'nin üzerindeki sahaları ise Alt-Orta Miyosen aşınım yüzeylerinden oluşan dağ kütlesi olarak nitelendirmiŐtir (Altın, 1992; 2000).

Havza R liyefi (B_h)

Havza röliyefi, havzanın en yüksek noktası ile en alçak noktası arasındaki maksimum dikey uzaklık farkını ifade etmektedir ( zdemir, 2011). Bu değerin yüksek olması daha eğimli ve dik yamaçlarla temsil edilen bir topografyanın varlığının alametidir. Havza röliyefi değeri, havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki farkın alınmasıyla hesaplanır.

Bu hesaplamaya göre inceleme alanında havza röliyefi değerleri hem havza geneli hem de havzanın sağ kesimi için 775 m'dir. Buna karşılık havzanın sol kesiminde bu değer 680 m'dir. Havza röliyefi değerine istinaden sahanın eğimli ve dik yamaçlardan oluşan oldukça arızalı bir topografyayı barındırdığı görülmektedir. Ayrıca havza röliyefi değerlerinin birbirine göre kıyaslanması neticesinde havzanın sağ kesiminin sol kesimine oranla 95 m daha fazla yükseldiği anlaşılmaktadır.  zdemir (2011) artan röliyef değerlerinin daha dik yamaçlara ve yüksek dere yatağı eğimlerine karşılık geldiğini bildirmiştir. Ayrıca havza r liyefinin havzalardaki drenaj gelişimi, yüzeysel ve yeraltı su akımları, geçirgenlik, arazi yüzeylerinin

gelişimi ve erozif faaliyetler açısından da önemli rol oynadığının altını çizmiştir (Özdemir, 2011).

Röliyef Oranı (R_h)

Bu oran, havzalardaki sediment kayıplarında önemli bir etkiye sahiptir. Buna mukabil havzalardaki drenaj yoğunluğu, akarsu yatak eğimi, uzunluk oranı ve taşınan sediment kütleleri arasında pozitif bir ilişkinin var olduğu belirlenmiştir (Schumm, 1956). Röliyef oranı aşağıdaki formüle göre m cinsinden hesaplanır.

$$R_h = H / L$$

Formülde R_h röliyef oranını, H maksimum havza röliyefi (B_h) değerini (m) ve L ise ana akarsu koluna paralel maksimum havza uzunluğunu (m) ifade etmektedir (Özdemir, 2011). Ana akarsu koluna paralel maksimum havza uzunluğunu (L) değerinin 14280 m olduğu havza alanının genel ve sağ kesimindeki röliyef oranı 0.05, sol kesimindeki röliyef oranı ise 0.04 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakılarak havza geneli ve sağ kesimi için drenaj yoğunluğu, genel eğim ve uzunluk oranlarının sol kesime nazaran daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Keza Özdemir (2011) Beykoz ve Tavukçu derelerinin havzalarına göre yaptığı karşılaştırmada röliyef oranı değerinin artmasına bağlı olarak drenaj yoğunluğu, genel eğim ve uzunluk oranlarının da artacağını ileri sürmüştür (Özdemir, 2011).

Engebelilik Değeri (R_n)

Engebelilik değeri havza röliyefi ve drenaj yoğunluğunun çarpılmasıyla tespit edilmektedir (Melton, 1957). Engebelilik değeri, topografyanın genel karakteri ve yarımla derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Bu bakımdan yüksek oranda yarılmış araziler alçak, daha az yarılmış ve engebeli araziler ise yüksek röliyef özellikleri gösterir. Ayrıca engebelilik değerinin artışına bağlı olarak akarsuların erozif faaliyetlerinin hızı da artmaktadır (Özdemir, 2011). Engebelilik değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$R_n = B_h \times D_d$$

Bu formülde; R_n : Engebelilik değeri, B_h : Havza röliyefi (km); D_d : Drenaj yoğunluğu (km/km²) değerlerini ifade etmektedir. Formülün uygulanması sonucunda engebelilik değeri havza genelinde ve sol kesimde 1.9, sağ kesimde ise 2.1 olarak tespit edilmiştir. İlgili değerlere istinaden havzanın geneli ve sol kesimi için yüksek oranda yarılmış, sağ kesiminde ise daha az yarılmış ve engebeli bir topografyanın varlığından söz edilebilir. Ayrıca havzanın geneli ve sol kesimindeki erozif faaliyetlerin de önemli olduğu sonucu çıkartılabilir. Nitekim Özdemir (2011) aynı durumu dile getirmiş ve engebelilik değeri artışına bağlı olarak yarımlanın daha fazla olduğunu açıklamıştır (Özdemir, 2011).

Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL)

SL indeksi, akarsu vadilerinde akış kanalı boyunca görülen tektonik, kayaç direnci ve topografya ilişkilerinin açıklanmasında kullanılmaktadır (Hack, 1973; Keller, 1984; Keller ve Pinter, 2002). Buna mukabil son zamanlarda SL değerinden Kuvaterner dönemindeki yüksek frekanslı deniz seviye değişimlerinin anlaşılmasında da yararlanılmaktadır (Font vd., 2010). Aslında bu indeks akarsuyun belli bir kolundaki toplam akarsu gücü, akarsu aşındırması ve akarsuyun aşındırdığı materyalleri taşıma kapasitesini belirleyen önemli bir değişkendir (Karabulut vd., 2013). Bu nedenle SL değerleri arttıkça akarsuyun yatak eğimi artmakta ve aşındırma hızlanmaktadır (Cürebal ve Erginal, 2007). SL değeri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$SL = (\Delta H / \Delta L) \times L$$

Buna göre; SL akarsu uzunluk-gradyan indeksini, ΔH akarsu kanalının yüksekti farkını, ΔL akarsu kanal parçasının uzunluğunu, L indeks hesaplama noktası ile akarsu kaynak yükseltisi arasındaki mesafenin m olarak değerini ifade eder. Ancak burada ΔL değeri L

değerinden daha küçük olmalıdır (Hack, 1973). Formül içeriği doğrultusunda inceleme alanının 13 farklı noktasından alınan ölçüm sonuçlarına göre SL değerleri tespit edilmiştir (Tablo 6). Tespit edilen bu değerler, El Hamdouni vd. (2008)'ne göre sınıf 1 ($SL \geq 750$), sınıf 2 ($366 \geq SL \leq 749$) ve sınıf 3 ($SL \leq 365$) olmak üzere üç grup altında toplanmıştır (Tablo 6). Elde edilen değerler 230-848 arasında değişmekte olup, ortalama SL değeri 645 (Sınıf 2)'tir (Tablo 6).

Tablo 6. İnceleme alanındaki SL indeks değerleri ve ilişkili parametreler

Ölçüm Noktası	ΔH	ΔL	L	Litoloji	SL	SL sınıfları
1	18	1031	14228	Alüvyon	230	Sınıf 3
2	20	1050	13197	Kumtaşı, kiltası, miltaşı	440	Sınıf 2
3	20	1062	12147	Kumtaşı, kiltası, miltaşı	605	Sınıf 2
4	25	988	11085	Kumtaşı, kiltası, miltaşı	848	Sınıf 1
5	22	1149	10097	Kumtaşı, kiltası	818	Sınıf 1
6	25	1180	8948	Kumtaşı, kiltası	588	Sınıf 2
7	20	905	7768	Kumtaşı, kiltası	660	Sınıf 2
8	25	1122	6863	Kumtaşı, kiltası	704	Sınıf 2
9	35	1352	5741	Kumtaşı, kiltası	724	Sınıf 2
10	40	1396	4389	Kumtaşı, kiltası, miltaşı	699	Sınıf 2
11	40	1131	2993	Heyelan	675	Sınıf 2
12	58	863	1862	Kumtaşı, kiltası	692	Sınıf 2
13	82	999	999	Kireçtaşı	699	Sınıf 2
Ortalama					645	Sınıf 2

Ana akarsu kolu boyunca elde edilen SL değeri tektonik, litoloji ve topografya şartları bakımından farklılıklar sunmaktadır. Bu farklılıklar akarsuyun boyuna profiline yansımış ve anomali göstermesine neden olmuştur. Havzada SL indeksi değerinde görülen değişkenlik 8, 9 ve 10 numaralı ölçüm noktasında tektonik etkinliğe bağlı faylanmanın neticesinde gerçekleşmiştir. Zira benzer durumların varlığı ilgili literatürde de sık sık belirtilmiştir. Erginal ve Cürebal (2007) Soldere havzasında yaptıkları 8 farklı ölçüm sonucunda SL indeksinin iki noktada faylanma ve tektoniğe dayalı eğim kırıklığı nedeniyle akarsuyun boyuna profiline bükülmeli eğrisi boyunca anomali gösterdiğini tespit etmişlerdir (Erginal ve Cürebal, 2007). Öztürk ve Erginal (2008) Bayramdere vadisinin 10 farklı kesiminde gerçekleştirdikleri ölçümler sonucunda en yüksek 4547, en düşük 100 SL değeri bulmuşlardır. Buna göre ölçümlerin yapıldığı drenaj parçalarındaki formasyon geçişlerinde önemli SL değişimleri bulunmadığından elde edilen verilerin Bayramdere'nin yatağında tektoniğe dayalı eğim kırıklarının varlığına işaret etmekte olduğu bulgusuna ulaşmışlardır (Öztürk ve Erginal, 2008). Özşahin (2010) SL indeksi değerinin artmasının yatak eğiminin ve akarsu aşındırmasının daha fazla olduğunu göstermesi bakımından dikkat çekici olduğunu dile getirmiştir (Özşahin, 2010). Font vd. (2010) Aure drenaj sistemi boyunca ölçülen yüksek SL değerlerinin akarsuların kıyıya yönelik hareketleri sırasında kıyının istikrarlı bir durumda olmadığını düşündüren yüksek hipsometrik integral değerleriyle ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (Font vd., 2010). Yıldırım ve Karadoğan (2011) Dicle vadisindeki SL indeksinin akarsuyun boyuna profiline bükülmeli eğrisi boyunca özellikle boğaz vadinin bulunduğu kesimde anomali gösterdiğini, bu durumun boğazın açılmasında etkisi olan fayın morfolojik izi olduğunu ve faylanmanın akarsu yatağında bir eğim kırıklığına da yol açtığını savunmuşlardır (Yıldırım ve Karadoğan, 2011).

Havza alanında SL değerinin değişimi aynı zamanda tektonik yapının yanında litolojik yapıdan da kaynaklanmaktadır. Özellikle kumtaşı, kiltası, kireçtaşı litolojisinin bulunduğu noktalardaki SL değerleri alüvyonların görüldüğü noktalardaki SL değerlerinden daha büyüktür. Bu durum muhtemelen ilgili litolojik birimlerin alüvyonlara göre daha dayanımlı olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim sert ve dirençli kayalarda dirençsiz kayalara oranla SL değerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Hack, 1973). Harkins vd. (2005), SL değerlerinin Kırmızı Kaya Fayı (Red Rock fault) boyunca daha dayanıklı kayalardan oluşan havzalardaki SL değerlerinden daha yüksek olduğunu öne sürmüşlerdir (Harkins vd., 2005). Sarp vd. (2011), KAF zonu üzerinde bulunan Yeniçağa Havzası'ndaki seçilmiş 15 akarsu kanalından alınan 72 örnekleme dayanarak SL değerlerinin göreceli olarak alüvyonlarda düşük, sert kayalarda ise daha yüksek olduğunu zikretmişlerdir. Karabulut vd. (2013), Alata Deresi Havzası'nda SL değerinin sert ve dirençli kayalar olan ofiyolitlerde kireçtaşlarına oranla daha yüksek olduğunun altını çizmişlerdir.

Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı (Vf)

Bu indis, tektoniğin vadi yamaç profilleri üzerindeki etkileri konusunda fikir verir (Bull, 1977; 1978; Bull ve Mcfadden, 1977; Keller, 1986) ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$Vf=2.Vfw / (Eld-Esc) + (Erd-Esc)$$

Burada Vf: Vadi Tabanı Genişliği – Vadi Yüksekliği Oranı, Vfw: Vadi Tabanı Genişliği, Eld: Sol Vadi Kesimi Yüksekliği, Erd: Sağ Vadi Kesimi Yüksekliği, Esc: Vadi Tabanı Yüksekliği'dir. Yüksek Vf değerleri hafif yükselme oranını ve dolayısıyla yamaç işlenmesini gösterirken, düşük Vf değerleri tektonik yükselme ve paralelinde kuvvetle kazılan vadileri karakterize etmektedir. Böylece derine kazma faaliyetinin tektonikle ilişkisi değerlendirilebilmektedir (Keller ve Pinter, 2002; Erginal ve Cürebal, 2007).

Havza alanı için Vf değerleri literatürde bildirildiği üzere (Ramirez-Herrera, 1998; Tsodoulos vd., 2008; Özkaymak, 2012) ~ 500 m mesafe aralıklarla alınan kesitler dahilinde 27 noktada tespit edilmiştir. Yapılan ölçüm ve hesaplamalar neticesinde havza alanında 0.1-0.7 arasında belirlenen Vf değeri, ortalamada 0.2 elde edilmiştir. Vf ölçüm sonuçlarına göre gerek ortalama Vf değerinin gerekse tüm Vf değerlerinin 1'den küçük olması, inceleme alanının tektonik olarak aktif olduğuna delalet etmektedir. Ayrıca bu sonuç havza alanında tektonik etkinlik sonucunda akarsuyun derine kazmasının işareti olmalıdır. Nitekim benzer bulgulara ilgili literatürde de ulaşılmıştır. Erginal ve Cürebal (2007) Soldere Havzasının orta kesimindeki derin vadide hesapladıkları en düşük Vf değerinin tektoniğe bağlı olduğunu dile getirmişlerdir (Erginal ve Cürebal, 2007). Öztürk ve Erginal (2008) Bayramdere Havzası'nın üst mecrasında Vf değerlerinin düşmesinin tektonik yükselme oranının artığının alameti olarak yorumlamışlardır (Öztürk ve Erginal, 2008). Özkaymak ve Sözbilir (2012) Spildağı drenaj havzalarında yaptıkları ölçümler sonucunda ulaştıkları tüm Vf değerlerinin 1'den küçük olmasının Spildağı yükseltisinin aktif yükselimine işaret eden çizgisel ve tabanı kazıyan derelerin varlığının delili olduğunu ileri sürmüşlerdir (Özkaymak ve Sözbilir, 2012).

Asimetri Faktörü (AF)

Asimetri faktörü, drenaj havzalarında akışa dik bir doğrultu boyunca tektonik eğimlenmenin var olup, olmadığını tespit etmek amacıyla geliştirilmiş bir indekstir (Hare ve Gardner, 1985; Keller ve Pinter, 2002). Bu faktörün hesaplanması topografyanın tektonik olarak şekillenmesinin açıklanmasında (Ata, 2008) ve gelişim süreçleri hakkında önemli bilgiler sağlar (Burbank ve Anderson, 2001). Asimetri faktörü aşağıdaki eşitlik kullanılarak saptanmıştır.

$$AF = 100 \times (Ar / At)$$

Burada; Ar drenaj havzasının akış yönünde bakarken (yani membadan mansaba bakış doğrultusunda), ana derenin sağında kalan alanı, At ise drenaj havzasının toplam alanını temsil eder. Hesaplanan asimetri değerlerinin 50'den giderek uzaklaşması, havzadaki tektonik eğimlenmenin etkisinin arttığını göstermektedir (Özkaymak, 2012). İnceleme alanının asimetri faktörü 24.6 olarak tespit edilmiştir. Buna göre havza alanı asimetrik bir karaktere sahiptir.

Havza asimetrisinin hesaplanmasında kullanılan formül içeriğinde bulunan membadan mansaba bakış istikametinde ana derenin sağında kalan alanın yerine solunda kalan alanın asimetrisinin hesaplanması sonucunda 75.4 değerine ulaşılmıştır. Ata (2008) tektonik aktivitenin yüksek olduğu sahalarda eğimlenmenin daha fazla olduğu akarsu kısımlarında asimetri faktörünün 50'den büyük bir değer göstereceğini ve derelerin daha uzun boylu olacağını bildirmiştir (Ata, 2008). Gerçekten de inceleme alanında membadan mansaba doğru akarsuyun sağında kalan kısmında asimetri faktörünün 24.6 ve akarsu uzunluklarının 37.1 iken, solunda kalan kısmında asimetri faktörünün 75.4 ve akarsu uzunluklarının is 113.6 olması sahada güneye doğru bir eğimlenmenin olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Havzanın sahip olduğu bu asimetri Ganos Fayı mekanizmasının etkisiyle gerçekleşmiş olmalıdır. Zira bu sahada drenaj ağında görülen ötelenmeler ve kancalı drenaj yapısı da savunulan görüşün tutarlılığını doğrulamaktadır. Özkaymak (2012) Spildağı drenaj havzaları için yaptığı asimetri faktörü hesaplamalarında tespit ettiği eğimlenmenin Manisa Fay Zonu'nun normal hareketine bağlı olarak tavan bloğun yükselmesi ile açıklanabileceğini ifade etmiştir (Özkaymak, 2012).

Transverse Topografik Simetri Faktörü

Havza asimetrisinin değerlendirilmesinde yararlanılan bir diğer kuantitatif indeks de Transverse Topografik Simetri faktörüdür. Bu faktör havza gelişimi üzerindeki tektonik etkinliğin tanımlanmasında kullanılmaktadır (Hare ve Gardner, 1985; Cox, 1994; Öztürk ve Erginal, 2008). Tam simetri "0" ve kuvvetli asimetri "1" olarak tanımlanan bu oran, havzadaki asimetrisinin matematiksel değerini yansıtmaktadır (Cox, 1994; Burbank ve Anderson, 2001; Keller ve Pinter, 2002). Transverse Topografik Simetri faktörü aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$T = D_a \times D_d$$

Burada; D_a havza ortası eksenini ile aktif menderes kuşağı arasındaki mesafe, D_d ise havza ortası eksenini ile su bölümü arasındaki mesafedir. Ana akarsu kolunun ve havza ortası eğrisi (HOE) uzunluklarının 15 km olduğu inceleme alanı için topografik simetri (T) değeri havza ortası eğrisinden 1 km aralıklarla yapılan ölçümlere göre tespit edilmiştir. Formülün uygulanmasına dayanılarak, havzada en yüksek 0.87, en düşük 0.04 ve ortalama olarak da 0.63 topografik simetri (T) değeri hesaplanmıştır. Sonuçta 55.2 km² olan toplam havza alanı içinde belli bir asimetri oranı elde edilmiştir. Akarsu talveginin iki tarafında kalan havza bölümlerinin alanları mansaptan membaya doğru olmak kaydıyla sağda 41.63 km² ve solda 13.59 km² şeklinde bir farklılık sunar. Yani talvegin sağındaki drenaj alanı ve uzunlukları, sol kesime göre daha büyük ve uzundur.

Benzer şekilde KAF zonu üzerinde yapılan değişik çalışmalarda da birbirine yakın değerlere ulaşılmıştır. Erginal ve Cürebal (2007) Soldere Havzası'nda 0.45, Cürebal ve Erginal (2007) Mıhlı Çayı Havzası'nda 0.34, Öztürk ve Erginal (2008) Bayramdere Havzası'nda 0.42, Özşahin (2010) Sarıköy Deresi Havzası'nda 0.41, Kocakıran Dere Havzası'nda ise 0.81 ortalama enine topografik simetri (T) hesaplanmıştır. Aynı fay zonunun farklı segmentleri üzerinde bulunan ilgili alanlarda tespit edilen bu asimetri değerlerine dayanılarak inceleme alanının litolojiye bağlı değişkenler olmaksızın hızlı bir şekilde geliştiği söylenebilir.

SONUÇ

Dünya'nın en önemli aktif tektonik hatlarından biri olan KAF'nın en batı segmenti olan Ganos Fayı üzerinde yer alan Hoşköy Deresi Havzası'nın jeomorfometrik özelliklerinin açıklanması amacıyla gerçekleştiren bu çalışma sonunda, bazı jeomorfik indislere dayanılarak aktif tektoniğin etkisi görsel ve niceliksel olarak tespit edilmiştir. Bu verilere istinaden havza alanı ile drenajın kuruluş ve gelişmesinin tektonik etkenler vasıtasıyla şekillendirilmiş olduğu anlaşılmıştır. Havza alanında Ganos Fayı'nın kuzeyinde kalan sahada tektonizmanın etkisi güneyinde kalan alanlara oranla daha şiddetli olmuştur. Bu durum mansaptan membaya doğru olmak şartıyla ana akarsu kolunun sağında topografyanın güneye doğru çarpılmasına ve yükselmesine, solunda ise kuzeye doğru bir yönelmeye yol açmıştır. Zira ana akarsu kolundaki 1859 m'lik ötelenme ve kancalı drenaj yapısı ilgili hadise neticesinde gelişmiştir. Bütün bu bulgulara dayanılarak çalışmanın hipotezi olan akarsu havzalarının gelişiminde ve jeomorfolojik özelliklerinin şekillenmesinde tektonik etkenlerin önemli bir rol oynadığı havza alanımız dâhilinde doğrulanmıştır. Bu çalışma topografyadaki tektonik etkilerin bazı jeomorfometrik yöntemler kullanılarak CBS teknikleriyle açıklanabileceğini göstermiştir. Ayrıca bu tarz çalışmalarda CBS tekniklerinin birçok avantajlar sunduğu da belirlenmiştir. Bu özelliği nedeniyle CBS, topografyaya dayalı analizler ve planlamalarda etkin karar vermeye yardımcı bir araç olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- AKAR, İ., ÖZDEMİR, S., ÖZDEMİR, H. (2006). "Jeomorfoloji Çalışmalarında CBS'nin Kullanımı: Kasatura Körfezi ve Çevresi Örneği", 4. CBS Bilişim Günleri 13-16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- ALTIN, B. N. (1992). Işıklar (Ganos) Dağı ve çevresinin neotektonik dönem jeomorfolojik-tektonik gelişimi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.
- ALTIN, B. N. (2000). "Trakya'da Yerçekillerinin Neotektonik Dönem Jeomorfolojik Gelişimleri", 28. Coğrafya Meslek Haftası (10-12 Haziran 1998, Edirne) Bildiriler, Geçmişte, Günümüzde ve Gelecekte Trakya, Editör: Prof. Dr. Suna Doğaner, s.: 53-71, Türk Coğrafya Kurumu Coğrafya Meslek Haftaları Serisi: 2. İstanbul.
- ALTUNEL, E., MEGHRAOUI, M., AKYÜZ, H. S., DIKBAŞ, A. (2004). "Characteristics of the 1912 co-seismic rupture along the North Anatolian Fault Zone (Turkey): implications for the expected Marmara earthquake." *Terra Nova*, V. 16: 198-204.
- ARMİJO, R., MEYER, B., HUBERT, A., BARKA, A. (1999). "Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and Kinematics." *Geology*, V. 27 (3): 267-270.
- ATA, H. A. (2008). A Test of The Validity Of Morphometric Analysis in Determining Tectonic Activity From Aster Derived Dems in The Jordan-Dead Sea Transform Zone. Ph Thesis, University of Arkansas, ABD.
- BAHADIR, M., ÖZDEMİR, M. A. (2011). "Acıgöl Havzası'nın Sayısal Topoğrafik Analiz Yöntemleri ile Morfometrik Jeomorfolojisi." *The Journal of International Social Research*, V. 4, I. 18: 323-344.
- BARKA, A. A. (1992). "The North Anatolian Fault Zone." *Ann. Tectonicae*, V. 6: 164-195.
- BARKA, A. A., HANCOCK, P. L. (1984). "Neotectonic deformation patterns in the convex-northward arc of the North Anatolian fault zone", (Eds.: Dixon, J. E, and Robertson, A.H.F.) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean* da., Geological Society of London, Special Publication, V. 17: 285-296.

- BEKAROĞLU, E. (2013). Jeomorfolojide Temel Araştırma Yöntemleri (On ikinci Bölüm). Arı ve Kaya (Ed.), Coğrafya Araştırma Yöntemleri (s. 343-367). Balıkesir: Coğrafyacılar Derneği.
- BİLGİN, T., (2006), Genel Kartografya II. İstanbul: Filiz Kitabevi.
- BULL, W. B. (1977). Tectonic geomorphology of the Mojave Desert. U.S. Geological Survey Contact Report 14-08-001-G-394. California: Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering, Menlo Park.
- BULL, W. B. (1978). Geomorphic tectonic classes of the south front of the San Gabriel Mountains, California. U.S. Geological Survey Contact Report 14-08-001-G-394. California: Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering, Menlo Park.
- BULL, W. B., McFADDEN, L. D. (1977). "Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. Geomorphology in Arid Regions", Proceedings of the Eight Annual Geomorphology Symposium (Ed. D. O. Doehring), p.: 115-138, State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY.
- BURBANK, D. W., ANDERSON, R. S. (2001). Tectonic Geomorphology. Oxford: Blackwell Science.
- ÇETİN, O., EROL, O., MERİÇ, E., VARINLIOĞLU, A. (1999). Marmara Bölgesinden Toplanan Pliyosen ve Kuvaterner Dönemlere Ait Deniz Kabuklarının Elektron Spin Rezonans (ESR) Yöntemi Kullanılarak Tarihlendirilmesi. TÜBİTAK Proje No: TBAG-1634, Bolu.
- CHEN, Y. C., SUNG, Q. C., CHENG K. Y. (2003). "Along-strike variations of morphotectonic features in Western Foothills of Taiwan and its tectonic implications based on stream-gradient and hypsometric analysis." Geomorphology, V. 56: 109-137.
- CICCACCI, S., D'ALESSANDRO, L., FREDI, P., LUPIAPELMIERI, E. (1992). "Relations between Morphometric Characteristics and Denudational Processes in Some Drainage Basins of Italy." Zeitschrift für Geomorphology, V. 36: 53-67.
- COOLEY, S. W., MCMILLAN, M. E., TRESSLER, C. R. (2009). "GIS Methods for Tectonic Geomorphology", 2009 Portland GSA Annual Meeting (18-21 October 2009) General Information for this Meeting, Steady and Unsteady Deformation of Folds, Faults, and Orogens: Dynamics, Kinematics, and Insights to Coupled Processes (Posters), Geological Society of America Abstracts with Programs, V. 41, N. 7: 301.
- 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, V. 106: 571-581.
- CUONG, N. Q., ZUCHIEWICZ, W. A. (2001). "Morphotectonic properties of the Lo River Fault near Tam Dao in North Vietnam", Natural Hazards and Earth System Sciences, V. 1: 15-22.
- CÜREBAL, İ. (2003). Madra Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojik Etüdü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- CÜREBAL, İ., ERGİNAL, A. E. (2007). "Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi", Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, C. 6, S. 19: 126-135.
- DEHBOZORGI, M., POURKERMANI, M., ARIAN, M., MATKAN, A. A., MOTAMEDİ, H., HOSSEINIASL, A. (2010). "Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran. Geomorphology", V. 121 (3-4): 329-341.
- DEMİRKESEN, A. C. (2003). "Sayısal Yükseklik Modellerinin Analizi ve Sel Basman Alanlarının Belirlenmesi", TUJK 2003 Yılı Bilimsel Toplantısı Poster Bildiri Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül 2003, Konya.

- EKİNCİ, D. (2004). Güllüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- EKİNCİ, D. (2011). Safranbolu ve Çevresinin Jeomorfoloji Özellikleri. II. Baskı, İstanbul: Titiz Yayınevi.
- EL HAMDOUNI, R., IRIGARAY, C., FERNANDEZ, T., CHACON, J., KELLER, E. A. (2008). "Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (Southern Spain)." *Geomorphology*, V. 96: 150-173.
- ENRICO, M., TOMMASO, P. (2011). Two Tectonic Geomorphology Studies on the Landscape and Drainage Network of Chain and Piedmont Areas of the Abruzzi Region (Central Apennines, Italy). *Earth and Planetary Sciences "Geology and Geophysics" "New Frontiers in Tectonic Research - At the Midst of Plate Convergence"*, book edited by Uri Schattner.
- ERGİNAL, A. E., CÜREBAL, İ. (2007). "Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama." *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 17: 203-210.
- ERKAL, T. (1991). "Trakya'da Kuzey Anadolu Fay Zonunda gelişmiş normal fayların oluşumuna yaklaşımlar." *TPJD Bülteni*, S. 3: 87-99.
- EROL, O. (1983). "Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi (1981 tarihli makalenin Türkçe tercümesidir)." *Jeomorfoloji Dergisi*, S. 11: 1-22.
- EROL, O. (1993). "Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi." *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, S. 10: 19-37.
- EROL, O., ÇETİN, O. (1995). "Marmara Denizinin Geç Miyosen-Holosendeki Evrimi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Editör: Engin Meriç)", s.: 313-341, Kocaeli Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Deniz Harp Okulu Komutanlığı Basımevi, İstanbul.
- FONT, M., AMORESE, D., LAGARDE, J. L. (2010). "DEM and GIS analysis of the stream gradient index to evaluate effects of tectonics: The Normandy intraplate area (NW France)", *Geomorphology*, V. 119: 172-180.
- GARDNER, T. W., SASOWSKY, K. C., DAY, R. L. (1990). "Automated extraction of geomorphometric properties from digital elevation data." *Zeitschrift für Geomorphologie*, V. 80: 57-68.
- GIACONIA, F., BOOTH-REA, G., MARTINEZ-MARTINEZ, J. M., AZANON, J. M., PEREZ-PENA, J. V., PEREZ-ROMERO, J., VILLEGAS, I. (2012). "Geomorphic evidence of active tectonics in the Sierra Alhamilla (eastern Betics, SE Spain)." *Geomorphology*, V. 145-146: 90-106.
- GOUIDE, A. (Edited By) (2004). *Encyclopedia of Geomorphology*. New York: Psychology Press.
- HACK, J. T. (1957). "Studies of longitudinal profiles in Virginia and Maryland", U. S. Geological 529 Survey Professional Paper, N. 294-B: 45-97.
- HACK, J. T. (1973). "Stream-profiles analysis and stream-gradient index." *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, V. 1: 421-429.
- HANCOCK, P. L., ERKAL, T. (1990). "Enigmatic normal faults within the European sector of the North Anatolian transform fault zone." *Annales Tectonica*, V. 4 (2): 171-181.
- HARE, P. W., GARDNER, T. W. (1985). "Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica", *Tectonic Geomorphology: Proceedings of the 15 Annual Binghamton Geomorphology Symposium* (Ed. M. Morisawa & J.T. Hack), p.: 75-104, September 1984. Allen & Unwin, Boston.

- HARKINS, N. W., ANASTASIO, D. J., PAZZAGLIA, F. J. (2005). "Tectonic geomorphology of the Red Rock fault, insights into segmentation and landscape evolution of a developing range front normal fault." *Journal of Structural Geology*, V. 27: 1925-1939.
- HERECE, E., AKAY, E. (2003). *Kuzey Anadolu Fayı Atlası*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel M d rl ğ  Yayını.
- HIRANO, A., WELCH, R., LANG, H. (2002). "Mapping from ASTER stereo image data: DEM validation and accuracy Assessment." *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, V. 57: 356-370.
- HURTREZ, J. E., SOL, C., LUCAZEAU, F. (1999). "Effect of drainage area on the hypsometry from an analysis of small-scale drainage basins in the Siwalik hills (Central Nepal)." *Earth Surface Process and Landforms*, V. 24: 799-808.
- KALE, V. S., SHEJWALKAR, N. (2008). "Uplift along the western margin of the Deccan Basalt Province: Is there any geomorphometric evidence?." *J. Earth Syst. Sci.*, V. 117: 959-971
- KARABULUT, M., K  K NDER, M., TOPUZ, M. (2013). "Alata (Erdemli) Deresi'nin Jeomorfometrik Analizi", *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı*, s.: 450-459, 19-21 Haziran 2013, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- KARATAŞ, A., EKİNCİ, D. (2014). "Interpretation of the morphological characteristics of Şehir creek basin (İspir) regarding fluvial geomorphology and regional tectonics", *The 3rd International Geography Symposium-GEOMED 2013, Procedia - Social and Behavioral Sciences*, V. 120: 576-585.
- KELLER, E. A. (1986). "Investigation of active tectonics: use of surficial earth processes", In: Wallace, R.E. (Ed.), *Active Tectonics*, pp.: 136-147, *Studies in Geophysics*. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- KELLER, E. A., PINTER, N. (2002). *Active Tectonics. Earthquakes, Uplift and Landscape*, 2nd edition, USA: Upper Saddle River, Prentice Hall.
- LUPIAPALMIERI, E. (2004). *Hypsometric Analysis*. *Encyclopedia of Geomorphology* (Edit.: Goudie, A. S.), London: Routledge Ltd.
- MAHMOOD, S. A., GLOAGUEN, R. (2012). "Appraisal of active tectonics in Hindu Kush: Insights from DEM derived geomorphic indices and drainage analysis", *Geoscience Frontiers*." V. 3 (4): 407-428.
- MAYER, L. (1990). *Introduction to Quantitative Geomorphology*. USA: Prentice Hall.
- MELTON, M. A. (1957). *An Analysis of the relation among elements of climate, surface properties and geomorphology*. Tch. Rep. No: 11, New York: Department of Geology, Columbia University.
- OKAY, A., TÜYSÜZ, O., KAYA, S. (2004). "From transpression to transtension: change in morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region." *Tectonophysics*, V. 391: 259-282.
-  NAL, M. (1984). *Gelibolu (Çanakkale) kuzeybatısının jeolojisi*, *Yayınlanmamış Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZDEMİR, H. (2007). *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- ÖZDEMİR, H. (2011). "Havza Morfometrisi ve Taşkınlar", *Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistematik ve Bölgesel*, s.: 507-526, İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları No: 6.
- ÖZDEMİR, H., BAYRAKDAR, C. (2007). "16 Kasım 2007 Tuzla Deresi Taşkınının Nedenleri  zerine Bir Araştırma (Silivri-İstanbul)." *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 49: 123-140.

- ÖZKAYMAK, Ç. (2012). Manisa Havzası'nın Aktif Tektoniği ve Depremselliği, Batı Anadolu, Türkiye, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- ÖZKAYMAK, Ç., SÖZBİLİR, H. (2012). "Tectonic geomorphology of the Spiladaği High Ranges, western Anatolia." *Geomorphology*, V. 173-174: 128-140.
- ÖZŞAHİN, E. (2010). "Komşu Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi: Sarıköy ve Kocakıran Dereleri Üzerine Temel Bir Çalışma (Gönen Havzası, Güney Marmara)." *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 20, S. 1: 139-154.
- ÖZŞAHİN, E. (2013). İstanbul İlinin Anadolu Yakasının Jeomorfolojik Özellikleri, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- ÖZŞAHİN, E. (2015a). Şarköy Deresi (Şarköy) - Bağlar Deresi (Marmara Ereğlisi) Arasındaki Marmara Denizi Akaçlama Havzasının (Tekirdağ) Jeomorfolojik Özellikleri. İstanbul: Akademi Titiz Yayınları.
- ÖZŞAHİN, E. (2015b). "Şarköy Deresi (Şarköy) - Bağlar Deresi (Marmara Ereğlisi) Arasındaki Marmara Denizi Akaçlama Havzasının (Tekirdağ) Jeomorfolojik Özellikleri." *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Y. 3, S. 10: 360-393.
- ÖZTÜRK, B., ERGİNAL, A. E. (2008). "Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakkale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfik İndislerle İncelenmesi." *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 50: 61-68.
- PEDRERA, A., PEREZ-PENA, J. V., GALINDO-ZALDIVAR, J., AZANON, J. M., AZOR, A. (2009). "Testing the sensitivity of geomorphic indices in areas of low-rate active folding (eastern Betic Cordillera, Spain)." *Geomorphology*, V. 105: 218-231.
- PEREZ-PENA, J. C., AZOR, A., AZANON, 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*, V. 119: 74-87.
- PIKE, R. J., WILSON, S. E. (1971). "Elevation-Relief Ratio, Hypsometric Integral and geomorphic area-altitude analysis." *Geological Soc. Am. Bull.*, V. 82: 1079-1084.
- PONZA, A. (2010). Tectonic Geomorphology and Active Strain of The Northern Apennines Mountain Front. Bologna, Italy: Tesi di Dottorato, Università Di Bologna Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali, Dottorato Di Ricerca In Scienze Della Terra XXII Ciclo.
- RAMIREZ-HERRERA, M. T. (1998). "Geomorphic Assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt." *Earth Surface Processes and Landforms*, V. 23: 317-332.
- SAKINÇ, M., YALTIRAK, C., OKTAY, F. Y. (1999). "Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethys-Paratethys relations at northwestern Turkey (Thrace)." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 153: 17-40.
- SANER, S. (1980). "Batı Pontidler'in komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kuramıyla açıklaması: KB Türkiye." *MTA Dergisi*, S. 93/94: 1-20.
- SARP, G., GEÇEN, R., TOPRAK, V., DÜZGÜN, S. (2011). "Morphotectonic Properties of Yenicaga Basin Area in Turkey" 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE34), 10-15 April 2011, Sydney, Australia.
- SCHUMM, S. A. (1956). "Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey." *Geol. Soc. Am. Bul.*, V. 67: 597-646.
- SEKİN, S. (1993). Bolayır-Şarköy-Gaziköy Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

- ŞAROĞLU, F., EMRE,  ., KUŐCU, I. (1992). Türkiye Diri Fay Haritası. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel M d rl ğ  Yayını.
- ŐENG R, A. M. C. (1979). "The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance." *Journal of the Geological Society London*, V. 136: 269-282.
- ŞENGÖR, A. M. C. (1990). "Plate Tectonics and Orogenic Research after 25 Years A Tethyan Perspective." *Earth-Science Reviews*, V. 27: 1-201.
- ŞENGÖR, A. M. C. (2011). "İstanbul Boğazı Niçin Boğaziçi'nde Açılmıştır?." *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve B lgesel*, s.: 57-102, İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Yayınları No: 5.
- ŐENG R, A. M. C., G R R, N., ŞAROĞLU, F. (1985). "Strike-slip faulting and related basin formation zones of tectonic escape: Turkey as a case study", In: Biddle, K.T. and Chrittle-Black, N. (Eds.), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*, p.: 227-264, USA: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 37.
- ŐENG R, A. M. C., TÜYSÜZ, O., İMREN, C., SAKIN, M., EYİDOGAN, H., G R R, N., LE PICHON, X., RANGIN, C. (2005). "The North Anatolia Fault: A New Look. Annual Review of Earth and Planetary Sciences." V. 33: 37-112.
- ŐENG R, A. M. C., YILMAZ, Y. (1981). "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach." *Tectonophysics*, V. 75: 181-241.
- ŞENTÜRK, K., SÜMENGEN, M., TERLEMEZ, İ., KARAKÖSE, C. (1998). 1:100 000  lekli Aansama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Bandırma-D4 Paftası. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü No: 64.
- SIYAKO, M. (2006). "Trakya Havzasının Tersiyer Kaya Birimleri", *Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri*, s.: 43-83, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Stratigrafi Komitesi Litostratigrafi Birimleri Serisi-2.
- STRAHLER, A. N. (1952). "Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography." *Geological Society of America Bulletin*, V. 63: 1117-1142.
- TARI, U., TÜYSÜZ, O., (2008). "İzmit Körfezi ve evresinin Morfotektoniği." *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d Mühendislik*, C. 7, S. 1: 17-28.
- TROIANI, F., DELLA SETA, M. (2008). "The use of the Stream Length-Gradient index in morphotectonic analysis of small catchments: A case study from Central Italy." *Geomorphology*, V. 102: 159-168.
- TSODOULOS, I. M., KOUKOUVELAS I. K., PAVLIDES S. (2008). "Tectonic geomorphology of the easternmost extension of the Gulf of Corinth (Beotia, Central Greece)." *Tectonophysics*, V. 453: 211-232.
- TUROĞLU, H. (2008). *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları*. GeniŐletilmiş 2. Baskı, İstanbul: antay Kitabevi.
- UZUN, M. (2014). "Lale Dere (Yalova) Havzası'nın Jeomorfolojik  zelliklerinin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi." *Route Educational and Social Science Journal*, V. 1 (3): 72-88.
- YALTIRAK, C. (1995). "Gaziköy-M refte Arasının Sedimantolojisi ve Tektoniği." *TPJD Bülteni*, S. 6 (1): 93-112.
- YALTIRAK, C. (1996). "Ganos Fay Sistemi'nin Tektonik Tarihi." *TPJD Bülteni*, S. 8 (1): 137-156.
- YALTIRAK, C., ALPAR, B. (2002). "Kinematics and evolution of the northern branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros." *Marine Geology*, V. 190: 352-366.
- YALTIRAK, C., ALPAR, B., Y CE, H. (1998). "Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (northeastern Aegean Sea, Turkey)." *Tectonophysics*, V. 300: 227-248.

- YALTIRAK, C., SAKINÇ, M., OKTAY, F. Y. (2000). "Westward propagation of North Anatolian fault into northern Aegean: Timing and kinematics: Comment and Reply." *Geology*, V. 28 (2): 187-188.
- YILDIRIM, A., KARADOĞAN, S. (2011). "Raman Dağları Güneyinde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler." *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, S. 16: 154-166.
- YOMRALIOĞLU, T. (2002). *Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. 2. Baskı, Trabzon: Akademi Kitabevi.
- ZOVOILI, E., KONSTANTINIDI, E., KOUKOUVELAS, I. K. (2004). "Tectonic Geomorphology of Escarpments: The Cases of Kompotades and Nea Anchialos Faults." *Bulletin of the Geological Society of Greece*, Volume: XXXVI, April 2004, pp.: 1716-1725, Proceedings of the 10th International Congress, Thessaloniki.