



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi
The Journal of International Social Research
Cilt: 8 Sayı: 37 Volume: 8 Issue: 37
Nisan 2015 April 2015
www.sosyalarastirmalar.comIssn: 1307-9581

GANOS DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN TEKTONİK JEOMORFOLOJİSİ (TEKİRDAĞ) TECTONIC GEOMORPHOLOGY OF GANOS MOUNT AND ITS SURROUNDINGS (TEKIRDAG)

Emre ÖZŞAHİN*

Öz

Yerbilimlerinde yaşanan gelişmelere alakalı olarak ortaya çıkan ve gün geçtikçe önem kazanan tektonik jeomorfoloji, bütüncül bir yaklaşımla topoğrafyanın oluşum ve gelişiminin yorumlanmasında açıklayıcı bilgiler sunmaktadır. Bu bağlamda son yıllarda çeşitli morfometrik parametreler (jeomorfik indis) yardımıyla bazı sayısal ölçümlere dayalı olarak gerçekleştirilen uygulamalar sayesinde tektonik aktivitenin topoğrafyadaki göreceli etkisi daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilmektedir. Bu çalışmada göreceli aktif tektoniğin tespitinde kullanılan morfometrik parametrelere bağlı olarak Ganos Dağı ve yakın çevresinin tektonik jeomorfolojisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu)'nun Ganos segmenti üzerinde yer alan bu saha, Neotektonik dönemde yaşanan tektonik olaylardan yoğun bir şekilde etkilenmiştir. Yöntem olarak IRAT (Göreceli Aktif Tektonik İndeksi) değerinin tespitine dayalı olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, materyal olarak Türkiye Topoğrafya Haritalarının ilgili paftalarından yararlanılarak oluşturulan SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) verisi ve çeşitli ölçeklerdeki farklı tematik haritalar kullanılmıştır. Yöntem kapsamında gerçekleştirilen ölçümler ve çalışmanın tematik haritaları CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) teknikleriyle yapılmıştır. Çalışma sonucunda sahanın % 46'sının çok düşük, % 41'inin ise yüksek ve çok yüksek IRAT değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Yüksek değerler daha çok aktif fayların yoğunlaştığı sahalara tekabül etmektedir. Çalışma bulgularının saha dâhilinde yapılmış jeolojik ve jeomorfolojik kapsamlı çalışmalarla uyumlu olduğu anlaşılmıştır. Çalışma yönteminin aktif tektonikle ilişkili yüksek deformasyona maruz kalmış sahaların belirlenmesine destek olan bütüncül bir yaklaşım olduğu teyit edilmiştir. Ayrıca ilgili yöntemin benzer alanlarda kullanılması da tektonik hareketlerin etkilerinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışma Ganos Fay Zonu boyunca yapılması planlanan bir projenin küçük bir kesimine karşılık gelmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tektonik, Jeomorfoloji, Tektonik jeomorfoloji, Ganos Dağı, Tekirdağ.

Abstract

Tectonic geomorphology, which has emerged as a result of developments in earth sciences and gains more and more importance every passing day, provides explanatory information for interpreting the formation and growth of topography with an integrated approach. In this context, recent practices based on some digital measurements carried out by use of various morphometric parameters (geomorphic indices) have been allowing the sounder evaluation of relative impact of tectonic activity on topography. This study aims to evaluate the tectonic geomorphology of the Ganos Mount and its surroundings based on morphometric parameters used in detecting relative active tectonics. This area, which is located on the Ganos segment of the North Anatolian Fault Zone, was severely affected by the tectonic events occurring in the neotectonic period. This study was based on the detection of IRAT (Index of Relative Active Tectonics) value in terms of methodology. The materials used in the study were different thematic maps of various scales and DEM (Digital Elevation Model) data produced based on the relevant map sheets of Turkey's topographic maps. Measurements and tectonic maps of the study were carried out/produced through GIS (Geographic Information Systems) techniques. The research results indicate that 46% of the area has very low IRAT values, and 41% has high and very high IRAT values. These high values are mostly observed in those areas where active faults are dense. The findings of the present study are consistent with those reported by geological and geomorphological studies carried out in this area. It was seen that the method employed in the present study is an integrated approach contributing to the determination of those areas that have been exposed to high deformation associated with active tectonics. In addition, the use of this method in similar areas may help to understand the impacts of tectonic movements. This study is a small part of the project planned to be carried out throughout the Ganos Fault Zone.

Keywords: Tectonic, Geomorphology, Tectonic geomorphology, Ganos Mount, Tekirdag.

*Yrd. Doç. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

1. Giriş

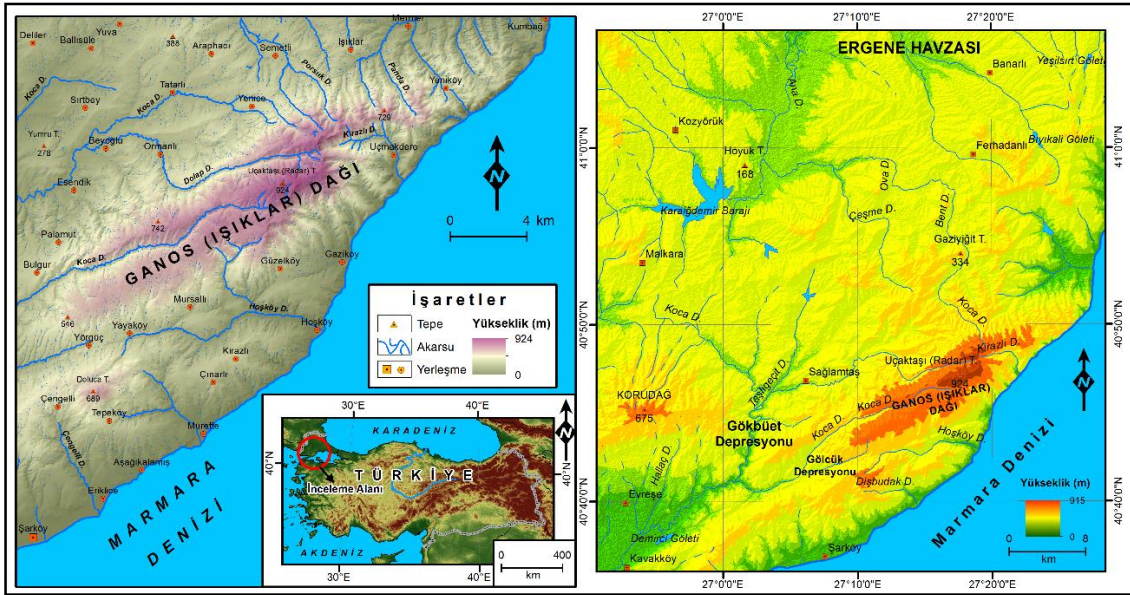
Son yıllarda Yer Bilimleri müfredatın ayrılmaz bir parçası haline gelen ve önemli derecede popülerite kazanmış olan (Bull, 2008) tektonik jeomorfoloji, tektonik problemlerin çözümlenmesini, iç ve dış kuvvetler arasındaki rekabet sonucunda oluşan jeodinamik veya jeomorfolojik etkilerin yorumlanmasını ve tektonik hareketler tarafından meydana getirilen yerçekillerinin incelenmesini konu alan bir disiplindir (Burbank ve Anderson, 2008; Hancock ve Skinner, 2012). Jeomorfolojinin bu branşı, bütüncül bir yaklaşım ile topoğrafyadaki deformasyonların bilgilerini ayıklayarak (Enrico ve Tommaso, 2011), topoğrafyanın oluşum ve gelişiminin okunmasına yardımcı olacak anahtar modeller sunar (Hack, 1957; Ponzia, 2010). Bu tür modeller genellikle morfometrik parametreler (jeomorfik indis) yardımıyla yapılan hesaplanmalara dayanmaktadır. Hızlı tektonik deformasyona (aktif tektonik) maruz kalan alanların belirlenmesinde büyük önem taşıyan bu tür değerlendirmeler (Bekaroğlu, 2013) aynı zamanda herhangi bir alandaki tektonik aktivitenin göreceli derecesinin anlaşılmasında birleştirici rol oynamaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

Son yıllarda morfometrik parametreler yardımıyla dağ alanlarının aktif tektoniğinin açıklanmasına yönelik çalışmalar artmıştır. Zira bu sahaların günümüzdeki topoğrafyası; drenaj ağı, havza asimetrisi, drenaj geometrisi ve akarsularda ötelenme gibi oluşumlardan sorumlu olan kıvrılma ve faylanmalar gibi aktif tektonik süreçlere karşı çok duyarlıdır (Cox, 1994; Andermann ve Gloaguen, 2009; Perez-Pena vd., 2009). Bu çerçevede Dünya'da; İspanya dağları (Silva vd., 2003; Pedrera vd., 2009; Perez-Pena vd., 2010; Giaconia vd., 2012) ve Hindu Kush Dağları (Mahmood ve Gloaguen, 2012), Türkiye'de ise Spiladağı (Özkaymak, 2012; Özkaymak ve Sözbilir, 2012), Akdağ (Bayrakdar, 2013) ve Honaz Dağı (Özkaymak, 2013) kapsamında çalışmalar yürütülmüştür. Diğer yandan Türkiye'de benzer konularda daha çok akarsu havzalarını ve fay hatlarını konu alan çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Soldere Havzası (Erginal ve Cürebal, 2007), Mıhlı Çayı Havzası (Cürebal ve Erginal, 2007), Bayramdere Havzası (Öztürk ve Erginal, 2008), İzmit Körfezi ve çevresi (Tarı ve Tüysüz, 2008), Sarıköy ve Kocakıran derelerinin havzaları (Özşahin, 2010), Dicle Vadisi (Yıldırım ve Karadoğan, 2011), Yeniçağa Havzası (Sarp vd., 2011), Acıgöl Havzası (Bahadır ve Özdemir, 2011), Alata Deresi Havzası (Karabulut vd., 2013), Köyceğiz Gölü (Muğla) kuzey havzaları (Utlı vd., 2013), Şehir Çayı Havzası (Karataş ve Ekinci, 2014), Kızkalesi, Ayaş ve Kabızlı Havzaları (Karabulut vd., 2014), Lale Dere Havzası (Uzun, 2014), Tuz Gölü Fay Zonu (Yıldırım, 2014) ve Honaz Fayı (Özkaymak, 2014) benzer içerikli çalışmaların yapıldığı sahalardır. Bununla birlikte son yıllarda yapılmış bazı çalışmalarda tektonik aktivitenin göreceli etkisi morfometrik parametrelerin sınıflandırılması ve bu sınıflara göre birleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Böylece tektonik aktivitenin etkisi daha net bir şekilde anlaşılabilir. Bu kapsamda Sierra Nevada-G İspanya (El Hamdouni vd., 2008), Hindu Kush Dağları (Mahmood ve Gloaguen, 2012) ve Aşağı Khazir Havzası (Elias, 2015) üzerine benzer içerikli çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada göreceli aktif tektoniğin tespitinde kullanılan morfometrik parametrelere bağlı olarak Ganos Dağı ve yakın çevresinin tektonik jeomorfolojisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Dünya'nın önemli aktif tektonik hatlarından biri olan KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu)'nun Ganos segmenti üzerinde yer alan bu saha, Neotektonik dönemde yaşanan tektonik olaylardan yoğun bir şekilde etkilenmiştir. Çalışma amacı kapsamında söz konusu etkinin değerlendirilmesi için; *"Göreceli aktif tektoniğin tespitinde kullanılan morfometrik parametrelere göre Ganos Dağı ve yakın çevresindeki akarsu havzaları nasıl bir karakter sergiler? Bu sahada aktif tektonik nasıl bir dağılışa sahiptir? Bu dağılışın aktif faylarla olan ilişkisi nasıldır? Bu ilişki yöre jeomorfolojisini nasıl etkilemiştir?"* şeklindeki araştırma sorularına yanıtlar aranmıştır. Bu çalışma, yörede başta deprem olmak üzere yer kökenli çeşitli doğal afetlerin oluşma ihtimalinin yüksek olduğu sahaların daha doğru bir şekilde tespit edilmesi bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca çalışma yöntemi Türkiye jeomorfoloji literatürüne Dünya'nın farklı alanlarında uygulanmış ve sağlıklı sonuçlar alınmış yeni bir metodun kazandırılması bakımından önemlidir.

2. İnceleme Alanının Konumu ve Genel Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri

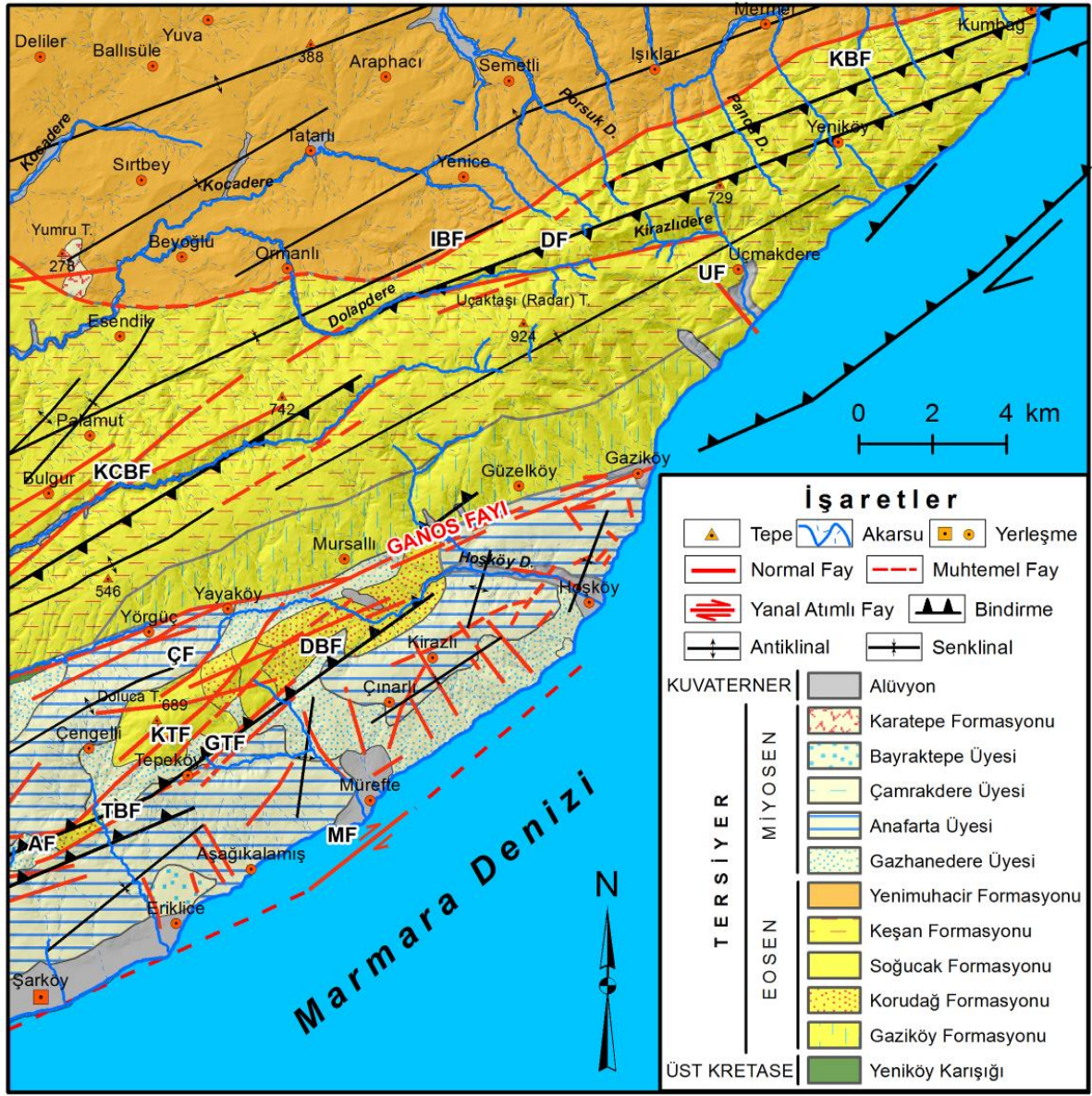
İnceleme alanı, Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde ve Türkiye'nin Coğrafi Bölgelerine göre Marmara Bölgesi'nin Ergene Bölümü'nde yer alan Ganos Dağı ve yakın çevresidir (Şekil 1). KD - GB uzanımlı bir dağ olan Ganos, batıdan Koru Dağıyla sınırı oluşturan Gökbüet depresyonu ve güneyden Gölcük depresyonu gibi graben alanları ile kuzeyden de Ergene havzasıyla sınırlandırılmıştır (Şekil 1). Ganos Dağı, Istranca (Yıldız) Dağları'ndan sonra Trakya Yarımadası'nın en yüksek dağdır. Deniz seviyesinden itibaren bir duvar gibi aniden yükselen bu dağlık kütle, yaklaşık 5 km'lik bir mesafe dâhilinde 924 m (Uçaktaşı-Radar T.) yüksekliğe erişir. Bu duruma göre dağ alanındaki yükselti farkı 924 m'dir (Şekil 1).



Şekil 1: İnceleme alanının lokasyon haritası

Ergene Havzası'nın güneyinde yer alan Ganos Dağı ve yakın çevresindeki temel araziye, Üst Kretase'ye ait serpantin, fillit, mavişist, diyorit ve dolerit türünde kayalardan meydana gelen ofiyolitik melanj (Yeniköy karmaşığı) oluşturur (Şekil 2). Bu temel üzerine Eosen ve Miyosen istif çökelmiştir. Eosen istifin tabanına kumtaşı, silttaşı ve silisifiye tüf serileri içeren ve derin deniz ortamında çökelmiş olan Gaziköy Formasyonu oturmaktadır. Gaziköy'ün kuzeyinde ve batısında KD-GB uzanlı yüzeylenen bu formasyonun yaşının Orta-Üst Eosen olduğu bildirilmiştir (Siyako, 2006). Üzerindeki formasyonlarla dereceli geçişli bir karakterde olan bu istif (Şentürk vd., 1998), Üst Eosen'e ait çakıltaşı ara düzeyli, kumtaşı ve kilaşı ardalanmasından oluşan Korudağ Formasyonu tarafından örtülmektedir (Şekil 2). Denizaltı yelpaze çökellerinden meydana gelen Korudağ Formasyonu inceleme alanında Ganos Fayı'nın güneyinde izlenebilmektedir. Bu istifin üzerine tabanındaki birimlerle dereceli geçişli veya uyumsuz olarak bulunan Üst Eosen'e ait kireçtaşlarından oluşan Soğucak Formasyonu yerleşmiştir (Şekil 2). İnceleme alanında Doluca Tepe'de yayılış gösteren bu formasyon, Üst Eosen yaşındaki kumtaşı ve kilaşı ardalanmasından oluşan Keşan Formasyonu tarafından kaplanmıştır. Taban ve tabanındaki birimlerle dereceli geçişli bir yapıda olan Keşan Formasyonu, inceleme alanında KBF (Kumbağ bindirme fayı)'nın güneyinde yayılış gösterir. İlgili birimin üzerine Üst Eosen'e ait kilaşı, miltaşı ve yer yer de kumtaşından meydana gelen (Şentürk vd., 1998) Yenimuhacir Formasyonu gelir (Şekil 2). İnceleme alanının kuzeyinde yayılış gösteren bu formasyon, üstten aşındırılmıştır ve Miyosen birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülür (Siyako, 2006).

İnceleme alanında Miyosen istif tabandan akarsu, göl ve kıyı ortamını karakterize eden kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı, miltaşı, kilaşı litolojilerinden meydana gelen Orta-Üst Miyosen yaşındaki Çanakkale Grubu tarafından uyumsuz olarak kaplanır. İlgili jeolojik istif grubu, inceleme alanının güneybatı kanadında yüzeylenmekte olup, bu sahada Gazhanedere, Anafarta ve Bayraktepe olmak üzere 3 üyeden oluşur. Gazhanedere Üyesi, Orta-Üst Miyosen'e ait miltaşı, kumtaşı, kilaşı ve çakıltaşı litolojilerinden meydana gelmektedir ve inceleme alanında Hoşköy'ün güneybatısı ve batısında yayılış gösterir. Akarsu kökenli kumtaşı, miltaşı ve kilaşından oluşan Anafarta Üyesi, inceleme alanında Gaziköy-Şarköy arasında yüzeylenmekte olup, Orta-Üst Miyosen yaşındadır (Şentürk ve Karaköse, 1987). Lagün, kıyı ve kıyı ötesi ortama ait kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve oolitik kireçtaşı litolojilerinden oluşan çökellerden meydana gelen (Sümengen vd., 1987) Bayraktepe Üyesi ise inceleme alanında Eriklice'nin kuzeyinde yayılış gösterir ve Üst Miyosen yaşındadır (Siyako, 2006). Temelindeki kayaları uyumsuz bir şekilde örten Karatepe Formasyonu, bazaltlardan oluşmakta olup, genellikle siyah, bazen kahve renkli, yer yer masif ve dayanımlı, yer yerde kalsit içerikli aglomeralar şeklindedir (Sümengen vd., 1987). Sütün ve akma yapıları gösteren bu bazaltlar (Aral, 2004), ojit ile olivin kristallere sahip ve ojit, olivin, magnetitli hamurlu olup, alkali özellikler taşımaktadır (Şentürk vd., 1998). İnceleme alanının kuzeyinde Yumru Tepe civarında rastlanan Karatepe Formasyonun K/Ar mutlak yaş tayinlerine göre yaşı, Üst Miyosen (6-9 my.)'dir (Ercan vd., 1998; Okay vd., 2002; Siyako, 2006). İnceleme alanındaki en genç oluşumlar Kuvaterner'e ait alüvyonlardır. Bu birimler litolojik olarak kil boyutundan çakıl boyutuna kadar değişen ve tutturulmamış malzemeler içerir. Bu malzemeler genellikle akarsuların yataklarında veya akarsuların denize döküldükleri sahalardaki kıyı ovalarında yayılış gösterir (Şekil 2).



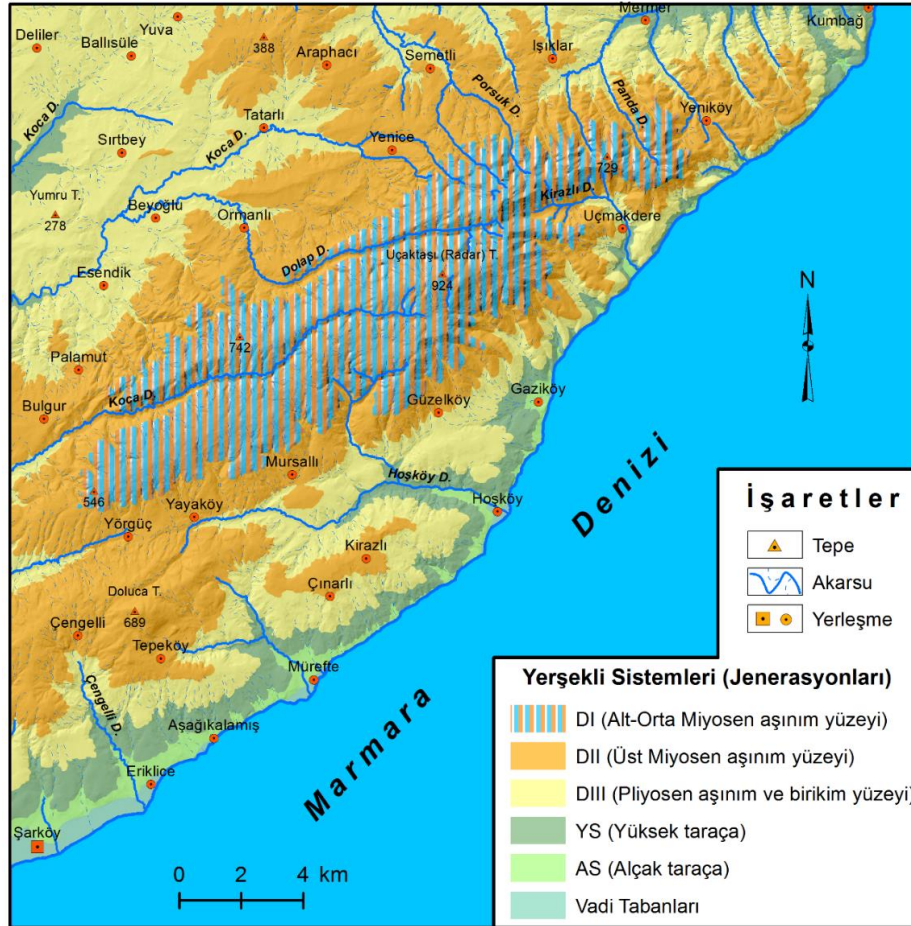
Şekil 2: İnceleme alanının jeoloji haritası (Erkal, 1983; Hancock ve Erkal, 1991; Yaltrak, 1995; 1996; Şentürk vd., 1998; Okay vd., 2008' den faydalanılarak)

Tektonik olarak, Ganos Fayı'nın etki alanında yer alan bu sahada sıkışma rejimi şeklinde kendini gösteren tektonik aktivitelere bağlı olarak kıvrımlar ve faylanmalar yaşanmıştır (Yaltrak, 1996). Temeli oluşturan araziler Alpid orojenezi nedeniyle kıvrılmış, daha sonra gelişen faylanmalar ise güncel jeomorfolojinin ortaya çıkmasında etkili olmuştur. İnceleme alanında gözlenen kıvrım yapıları hem Paleotektonik hem de Neotektonik dönemde oluşmuştur. Paleotektonik dönemde oluşan kıvrımlar Üst Oligosen'de etkili olan tektonizmanın varlığı altında şekillenmiştir. Bu zamanda bölgenin yükselmesi esnasında KB-GD eksenli, süreksiz, asimetrik kapalı kıvrımlar ve bazı yerlerde yatık kıvrımlar meydana gelmiştir (Yaltrak, 1995). Neotektonik dönemde oluşan kıvrımlar ise Üst Miyosen ve Pliyosen'de başlayan bir tektonizmanın akabinde oluşmuştur. Üst Miyosen'de gerçekleşen tektonizma sonucunda Neojen'e ait birimler sağ yönlü bir makaslama nedeniyle kıvrılmıştır. KD-GB eksenli ortaya çıkan bu kıvrımlar, yaklaşık 10°-20° bir açıyla gelişmiştir. Bu nedenle KD-GB eksenli kıvrımların fayın yırtılmasından önceki dönemde oluştuğu ve döndüğü düşünülmektedir. Makaslama takiben oluşan yırtılmayla beliren blok hareketleri bölgede yeni bir tektonik rejimin başlamasına neden olmuştur. Bu tektonik rejim altında ise KKD-GGB eksenli ikincil kıvrımlar inkişaf etmiş ve KD-GB eksenli kıvrımlarla çakışarak bölgede dom, küvet, semer tipi kıvrım morfolojileri oluşturmuştur. Pliyosen'de gelişen kıvrımlar ise Ganos Fayının çalışmaya başlamasıyla ortaya çıkmıştır. Bu dönemde fayın kuzeyinde yaklaşık 100 m'lik bir zonda kaotik kıvrım meydana gelmiştir. Ayrıca inceleme alanında bazı sahalardaki birincil kıvrımlar, ikincil kıvrımların etkisiyle karmaşık bir yapı kazanmıştır (Yaltrak, 1995).

İnceleme alanında belli yerlerde yoğunlaşan kıvrım yapılarının yanında çeşitli büyüklüklerde bindirme faylarının etkisiyle meydana gelmiş sürüklenimler de mevcuttur. Bu sürüklenimler; KBF (Kumbağ bindirme fayı), IBF (Işıklar bindirme fayı), KCBF (Kocaçay bindirme fayı), DBF (Dolucatepe bindirme fayı) ve TBF (Tepeköy bindirme fayı)'dir. KBF, Kumbağ ile Işıklar arasında uzanan, batıya doğru atımı azalarak kaybolan ve ters oblik (sağ) atımlı bindirme fayı tarafından temsil edilir. IBF, KBF'nun 1-2 km güneyinde ona paralel olarak uzanan ikinci bir ters oblik faydır. Bu fay, arazide devrik tabakalarla ve ani yükselti değişimiyle ayırt edilebilen kör bir bindirme fayıdır. KBF ve IBF'nin en önemli özellikleri buldukları sahil çizgisini sağ yanal ötelemiş olmalarıdır. KCBF, Ganos Dağı'nın batısında yer alan Kocadere üzerinden Marmara Denizi'ne doğru yönelir. DBF ise Tepeköy'ün kuzeyinden geçen ve bu güzergâhtaki Orta Miyosen birimlerini devrik ve yer yer kıvrımlanmış şekilde bırakan bindirme fayıdır. Bu bindirmenin 1.5 km önünde ise TBF geçer (Yaltrak, 1996).

İnceleme alanının günümüz tektonik yapısının şekillenmesinde KAF ve bu bölgedeki uzantıları etkili olmuştur. İnceleme alanını esas etkileyen Ganos Fay sistemi ise kuzeyinde ve güneyinde bulunan ana faya paralel veya paralele yakın faylardan oluşur. Bu faylar çoğunlukla doğrultu atımlı ve bindirme karakterlidir (Yaltrak, 1996). Bölgedeki bütün birimleri kesen bu fay, yaklaşık K70°D doğrultusunda uzanmaktadır (Altunel vd., 2004). Bu fayın toplam atımı, 70-85 km olarak saptamış (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 benzer olduğu düşünülmektedir (Yaltrak, 1995). Sahayı etkileyen diğer faylar ise ÇF (Çengelli Fayı), AF (Araplı Fayı), KTF (Kuzey Tepeköy Fayı), GTF (Güney Tepeköy Fayı), MF (Müreffe Fayı), DF (Dolapdere Fayı) ve UF (Uçmakedere Fayı)'dir (Erkal, 1983; Yaltrak, 1996; Okay vd., 2008; Özşahin, 2015a).

İnceleme alanında jeomorfolojik gelişim döngüsü esnasında meydana gelen hem tektonik hareketler hem de iklim ve deniz düzeyi değişimleri ile kesintilere uğramış uzun bir aşınım sürecinin farklı evrelerini karakterize eden yerşekli jenerasyonları mevcuttur (Erol, 1989). Bu birimler Erol (1979; 1981; 1983) tarafından geliştirilen aşınım yüzeyleri ve yaşıt (korelan) çökeltileriyle birlikte beş jeomorfolojik döneme ayrılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: İnceleme alanının yerşekli sistemleri (jenerasyonları) haritası (Altun, 1992; 2000 ve Sekin, 1993'den faydalanılarak)

İnceleme alanının en yüksek kesimlerine (470 - > m) karşılık gelen Alt-Orta Miyosen (DI) aşınım yüzeyleri, Miyosen başlarında yükselerek karasal şartlar altına giren bu sahada kuvvetli aşınım sonucunda ve nemli-sıcak morfo-klimatik şartların denetimi altında meydana gelmiştir (Altın, 1992). Bu yüzeylerle yaşıt tortullar ise muhtemelen inceleme alanındaki Çanakkale grubuna ait çökellerdir. Zira Altın (1992) Çanakkale Grubunun Gazhanedere Üyesinin ilgili yüzeylerle yaşıt tortullar olduğunu zikretmiştir. Üst Miyosen esnasında meydana gelen morfo-tektonik gelişme ve giderek daha da kurak bir karakter kazanan sıcak iklim şartları altında meydana gelen aşınım döngüsü sonucunda Alt-Orta Miyosen yaşlı aşınım yüzeylerinin zararına gelişen Üst Miyosen (DII) aşınım yüzeyleri ortaya çıkmıştır. Bu yüzeyler 270-470 m yükselti basamakları arasında yayılış göstermekte olup, bir bakıma Alt-Orta Miyosen yaşlı yüzeyin devamı halindedir (Altın, 1992). İnceleme alanında 130-270 m yükselti seviyesinde izlenebilen Pliyosen (DIII) aşınım ve birikim yüzeyleri ise hem tektonik gençleşme hem de iklimin yarı nemli (subtropikal) şartlara değişimi sonucunda artan akarsu etkinliğine bağlı olarak Üst Miyosen aşınım yüzeylerinin zararına gelişmiştir. Her iki yüzeyle yaşıt tortullar ise çevre alçak sahalara birikmiştir. Kuvaterner'de meydana gelen tektonik değişiklikler ve iklim şartlarına bağlı olarak ortaya çıkan yüksek (SY; 50-130 m) ve alçak (SA; 10-50) seki sistemleri ise inceleme alanındaki diğer yerçekli jenerasyonlarını oluşturur (Özşahin, 2015a; 2015b).

3. Materyal ve Yöntem

Temel materyal olarak HGK (Harita Genel Komutanlığı) tarafından hazırlanan Türkiye Topoğrafya Haritalarının 1/25.000 ölçekli BANDIRMA G18; a3, b3, b4, c1, d2, d3 numaralı topoğrafya paftalarının kullanıldığı bu çalışmada, morfometrik analizler ilgili haritalar kullanılarak oluşturulan 10x10 m çözünürlüğündeki SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer tematik haritalar ise Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Çalışmada kullanılan veriler, türleri ve tedarik edildiği kaynaklar

Veri türü	Veri kaynağı	Üretilen veri
Topoğrafya haritaları (Ölçek: 1/25.000)	Harita Genel Komutanlığı, 1997 Harita Genel Komutanlığı, 2001	Temel harita verileri (tepe, akarsu vs.) SYM
Jeoloji haritası (Ölçek: 1/100.000)	Şentürk vd., 1998	Litolojik birimler Tektonik birimler
Gaziköy-Mürefte arasının jeoloji haritası	Yaltrak, 1995	Litolojik birimler Tektonik birimler
Ganos Fayı çevresinin jeoloji haritası	Okay vd., 2008	Tektonik birimler
Ganos Fayı çevresinin sadeleştirilmiş tektonik yapı haritası	Yaltrak, 1995	Tektonik birimler
Ganos Fay Sistemi'nin ve çevresinin yapı ve morfoloji haritası	Yaltrak, 1996	Tektonik birimler
Jeomorfoloji haritası	Altın, 1992; Sekin, 1993	Yerçekli sistemleri
Şarköy-Gaziköy çevresindeki Neotektonik Faylar haritası	Erkal, 1983	Tektonik birimler
Şarköy-Mürefte arasında fay dönüşümleri ve seki alanları haritası	Hancock ve Erkal, 1991	Tektonik birimler Jeomorfolojik Birimler

Çalışmada El Hamdouni vd. (2008) tarafından ortaya atılmış ve Mahmood ve Gloaguen (2012) tarafından geliştirilmiş IRAT (Göreceli Aktif Tektonik İndeksi) değerinin tespitine dayalı olarak gerçekleştirilmiş yöntemden istifade edilmiştir. Bu amaçla inceleme alanında yer alan 44 akarsu havzasının yedi morfometrik parametreye göre analizi yapılmıştır. Bu parametreler hipsometrik integral (Hi), akarsu uzunluk-gradyan indeksi (SL), fraktal boyut (FD), havza asimetri faktörü (AF), havza şekil indeksi (Bs), Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı (Vf) ve dağ önü sinüsitesi (Smf)'dir. Daha sonra bu yedi indisin üç sınıf altında toplanan ortalama değerleri dört IRAT derecesine ayrılmıştır (El Hamdouni vd., 2008; Mahmood ve Gloaguen, 2012). Aynı zamanda bu uygulamalar CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) temelli mekânsal analiz seçeneğiyle değerlendirilmiştir. Böylece aktif tektoniğin etki derecesinin inceleme alanındaki dağılışı tespit edilmiştir. Araştırmanın gözlem safhasında inceleme alanına yönelik sistematik bir şekilde arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu geziler esnasında inceleme alanındaki aktif tektonikle alakalı gözlemler yapılmış, literatür bilgileri karşılaştırılmış ve fotoğraf çekimleri gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise farklı yöntemlerle elde edilen bütün bulgular büro çalışmaları kapsamında metin ve şekillere aktarılmıştır, nihai aşamada ise araştırma soruları çerçevesinde yorumlanmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

Dağ alanlarının aktif tektoniği, bugünkü topoğrafyasının oluşumundaki tektonik ve erozyon süreçleri arasındaki rekabetin bir sonucu olarak kayaç yükseliminde katkıda bulunan ana faktör görülmektedir (Andermann ve Gloaguen, 2009; Perez-Pena vd., 2009). Tektonik açıdan aktif bölgelerdeki drenaj ağı, hızlandırılmış akarsu aşındırması, havza asimetrisi, drenaj geometrisi ve akarsularda ötelenme gibi oluşumlardan sorumlu olan kıvrılma ve faylanmalar gibi aktif tektonik süreçlere karşı çok duyarlıdır (Cox, 1994). Morfometrik parametreler ise aktif deformasyon süreçlere yerşekli tepkilerinin çözümlemesindeki önemli göstergelerdir ve aktif tektonik tarafından deformasyona uğramış bölgelerin ayırt edilmesinde bir keşif aracı olarak çok yaygın şekilde kullanılmaktadır (Keller ve Pinter, 2002; Chen vd., 2003). Diğer yandan bu indislerle drenaj ağı veya dağ önü boyunca izlenen anomaliler de tespit edilebilir (El Hamdouni vd., 2008). Bu çalışmada Ganos Dağı ve yakın çevresinin tektonik jeomorfolojisi aşağıdaki morfometrik parametreler yardımıyla değerlendirilmiştir.

4.1. Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi (SL)

SL indeksi, bir akarsuyun bir veya birden fazla kısmında görülen akarsu gücü, litoloji, eğim ve tektonik deformasyon ilişkilerinin açıklanmasında kullanılmaktadır (Hack, 1973; Keller ve Pinter, 2002). Aslında bu indeks akarsuyun belli bir kolundaki toplam akarsu gücü, akarsu aşındırması ve akarsuyun aşındırdığı materyalleri taşıma kapasitesini belirleyen önemli bir morfometrik parametredir (Karabulut vd., 2013). Ancak aktif tektonik deformasyonun bir kanıtı olarak yorumlanabileceği de bildirilmiştir (Bekaroğlu, 2013). SL değeri aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

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

Buna göre; SL akarsu uzunluk-gradyan indeksini, ΔH akarsu kanalının yüksekli farkını, ΔL akarsu kanal parçasının uzunluğunu, L indeks ölçüm noktası ile akarsu kaynak yükseltisi arasındaki mesafenin m olarak değerini ifade eder. Ancak burada ΔL değeri L değerinden daha küçük olmalıdır (Hack, 1973). SL indeksi incelendiğinde, SL değerinin yüksek çıkması için akarsu kanalının yükselti farkının (ΔH) ve akarsuyun incelenen kısmının orta noktası ile akarsuyun yukarı çığırındaki en yüksek nokta arasındaki mesafenin (L) artarken, akarsu kanal parçasının uzunluğunun (ΔL) azalması gerekmektedir (Bekaroğlu, 2013). Bu nedenle SL değerleri arttıkça akarsuyun yatak eğimi artmakta ve aşındırma hızlanmaktadır (Cürebil ve Erginal, 2007).

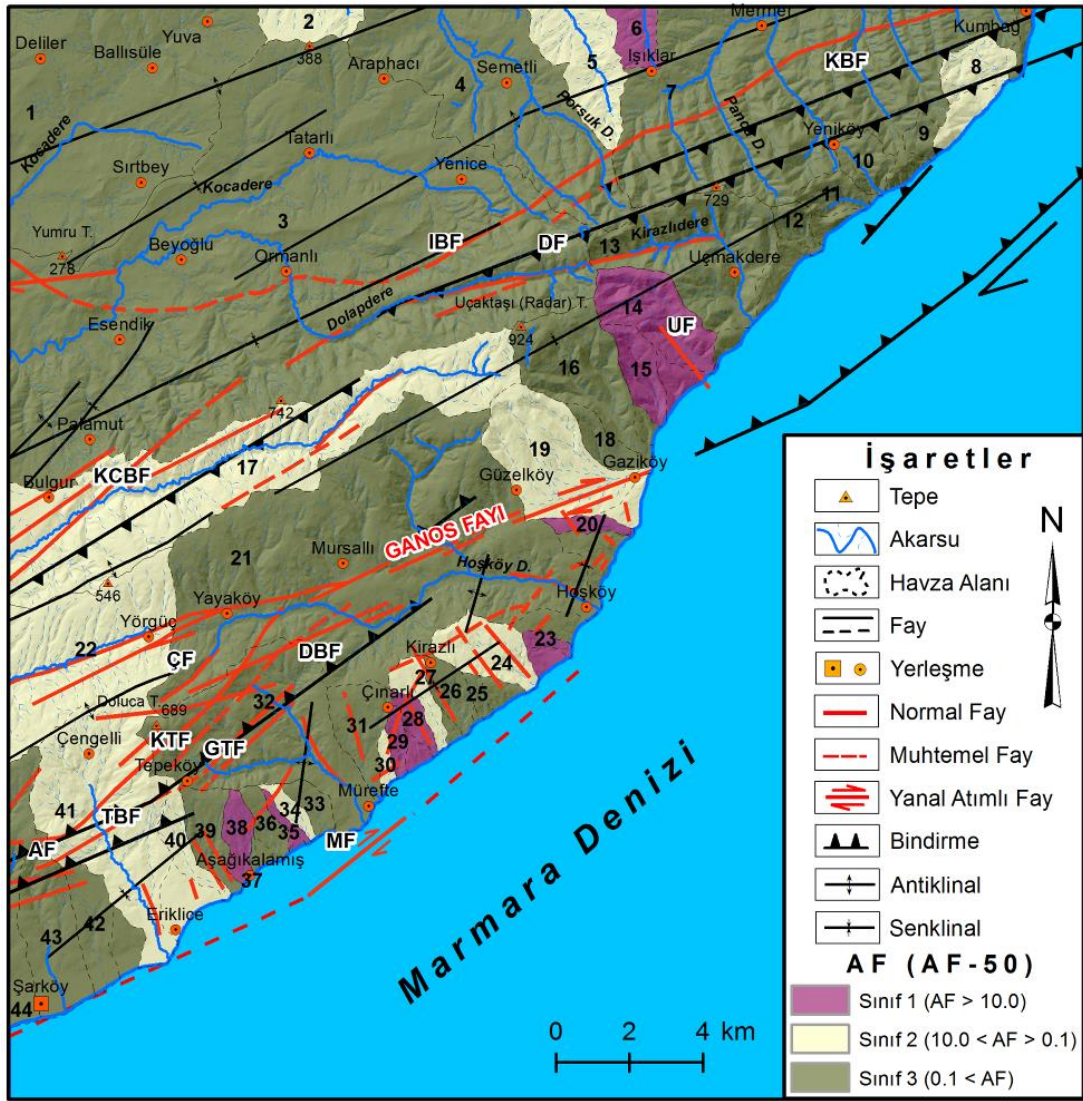
Formül içeriği doğrultusunda inceleme alanındaki tüm akarsu havzalarını kapsayacak şekilde 530 noktadan rastgele alınan ölçüm sonuçlarına göre SL değerleri tespit edilmiştir (Tablo 2; Şekil 4). Tespit edilen bu değerler, literatürde bildirildiği üzere (El Hamdouni vd., 2008; Mahmood ve Gloaguen, 2012) sınıf 1 ($SL \geq 120$), sınıf 2 ($80 \geq SL \leq 119$) ve sınıf 3 ($SL \leq 80$) olmak üzere üç grup altında toplanmıştır (Tablo 2; Şekil 4).

Tablo 2: İnceleme alanındaki havzaların morfometrik parametre değerleri (D) ile sınıfları (S) ve IRAT değerleri (D) ile sınıfları (S)

Havza Alanı	SL		AF		Hi		Vf		Bs		Smf		FD		IRAT	
	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S
1	58.87	3	24.61	3	0.39	3	0.30	2	1.54	3	2.44	1	0.98	3	2.57	4
2	16.07	3	52.52	2	0.43	2	0.07	1	1.39	3	2.86	2	0.67	2	2.14	2
3	111.52	2	31.01	3	0.31	3	0.37	2	2.17	2	5.00	3	0.96	3	2.57	4
4	97.66	2	29.15	3	0.22	3	0.16	2	1.80	2	3.48	2	0.95	3	2.43	4
5	53.34	3	51.51	2	0.32	3	0.30	2	2.74	1	3.27	2	0.90	3	2.29	3
6	32.94	3	61.85	1	0.43	2	0.24	2	1.73	2	5.58	3	0.86	3	2.29	3
7	111.21	2	34.30	3	0.24	3	5.22	3	0.86	3	3.40	2	0.98	3	2.71	4
8	133.21	1	58.12	2	0.40	2	0.27	2	0.81	3	4.03	3	0.83	3	2.29	3
9	181.43	1	42.59	3	0.63	1	0.18	2	1.30	3	1.36	1	0.50	1	1.71	1
10	114.81	2	33.66	3	0.63	1	1.61	3	1.57	3	1.96	1	0.56	1	2.00	2
11	159.67	1	34.49	3	0.43	2	0.09	1	1.48	3	4.13	3	0.43	1	2.00	2
12	141.39	1	35.84	3	0.46	2	0.14	1	1.60	2	1.72	1	0.39	1	1.57	1
13	203.88	1	42.93	3	0.45	2	0.28	2	1.39	3	4.19	3	0.51	1	2.14	2
14	295.41	1	62.96	1	0.49	2	0.06	1	1.78	2	3.34	2	0.66	2	1.57	1
15	249.23	1	61.19	1	0.43	2	0.49	2	2.88	1	3.17	2	0.82	3	1.71	1

16	261.69	1	32.64	3	0.57	1	0.12	2	1.70	2	3.59	3	0.95	3	2.14	2
17	183.54	1	56.95	2	0.44	2	0.07	1	4.97	1	4.37	3	0.96	3	1.86	1
18	152.67	1	43.86	3	0.36	3	0.70	3	3.55	1	8.04	3	0.86	3	2.43	4
19	170.17	1	50.49	2	0.42	2	0.10	1	1.40	3	6.99	3	0.85	3	2.14	2
20	78.24	3	62.11	1	0.57	1	0.77	3	4.92	1	2.83	2	0.00	1	1.71	1
21	130.80	1	24.60	3	0.46	2	-0.37	1	1.41	3	2.33	1	0.97	3	2.00	2
22	91.19	2	51.32	2	0.42	2	0.01	1	2.28	2	4.30	3	0.95	3	2.14	2
23	120.38	1	65.50	1	0.47	2	-1.52	1	2.61	1	2.68	2	0.50	1	1.29	1
24	78.58	3	59.52	2	0.55	1	0.05	1	1.73	2	2.14	1	0.67	2	1.71	1
25	98.61	2	33.43	3	0.50	2	-0.34	1	3.69	1	2.02	1	0.63	2	1.71	1
26	100.25	2	28.85	3	0.51	1	0.64	3	2.34	2	2.31	1	0.90	3	2.14	2
27	116.59	2	52.74	2	0.63	1	-0.05	1	2.06	2	1.78	1	0.71	2	1.57	1
28	108.01	2	64.05	1	0.49	2	1.73	3	2.83	1	1.71	1	0.68	2	1.71	1
29	72.71	3	64.20	1	0.47	2	0.30	2	4.02	1	2.26	1	1.00	3	1.86	1
30	40.71	3	56.78	2	0.35	3	0.66	3	2.70	1	1.89	1	0.68	2	2.14	2
31	100.48	2	47.79	3	0.57	1	-1.13	1	1.96	2	1.73	1	0.72	2	1.71	1
32	118.05	2	24.84	3	0.39	3	0.06	1	1.17	3	1.45	1	0.94	3	2.29	3
33	52.57	3	29.40	3	0.41	2	0.97	3	2.38	2	2.57	2	1.00	3	2.57	4
34	47.40	3	55.34	2	0.45	2	0.81	3	4.01	1	3.59	3	0.00	1	2.14	2
35	66.88	3	61.63	1	0.44	2	0.58	3	8.18	1	4.80	3	0.56	1	2.00	2
36	82.56	2	44.01	3	0.41	2	0.70	3	2.53	1	1.65	1	0.86	3	2.14	2
37	40.39	3	42.86	3	0.40	2	-1.73	1	4.39	1	2.71	2	0.00	1	1.86	1
38	88.47	2	75.64	1	0.40	2	-1.21	1	2.67	1	3.18	2	0.86	3	1.71	1
39	92.93	2	38.56	3	0.42	2	0.68	3	2.50	1	3.20	2	1.00	3	2.29	3
40	107.63	2	57.50	2	0.36	3	1.08	3	4.92	1	2.62	2	0.86	3	2.29	3
41	103.07	2	55.77	2	0.40	2	0.13	2	1.91	2	2.67	2	0.95	3	2.14	2
42	67.23	3	37.66	3	0.33	3	0.25	2	3.12	1	3.12	2	0.73	2	2.29	3
43	109.76	2	40.41	3	0.24	3	0.20	2	3.13	1	1.72	1	0.86	3	2.14	2
44	88.50	2	39.08	3	0.38	3	-0.14	1	4.50	1	1.96	1	0.83	3	2.00	2

Elde edilen değerlerin havzalara göre ortalaması 16-295 arasında değişmekte olup, ortalama SL değeri 112 (Sınıf 2)'dir (Tablo 2). Ortalama SL değeri en düşük 2, en yüksek ise 14 numaralı havzalarda tespit edilmiştir. Bu durum 14 numaralı havzadaki kayaçların 2 numaralı havzaya göre daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Zira kayaçların litolojik özelliklerinin değişimi ile paralellik gösteren SL değerleri arttıkça kayaçların aşınmaya karşı dayanıklılığı da artmaktadır (Bekaroğlu, 2013). Bu bağlamda Selby (1980) tarafından tanımlanmış ve Yıldırım (2014) tarafından SL indekslerinin değerlendirilmesinde kullanılan kaya direnci sınıflandırması kullanılarak inceleme alanındaki birimlerin dayanıklılığı tespit edilmiştir. Buna göre kayaçlar; a) çok düşük dayanımlı (alüvyon, gölsel kireçtaşı, jips, marn), b) düşük dayanımlı (konglomera, kumtaşı), c) orta dayanımlı (kumlu kireçtaşı, şeyl), d) yüksek dayanımlı (bazalt, ignimbirit) ve e) çok yüksek dayanımlı (mermer, kuvars şist, gabro, granitoid ve gnays) olmak üzere beş kategoriye ayrılmıştır. Sınıflandırma sonuçlarına göre 14 numaralı havzada yer alan formasyonlar (Gaziköy ve Korudağ formasyonları) orta, 2 numaralı havzada yer alan formasyon (Yenimuhacir Formasyonu) ise düşük dayanımlı bir karaktere sahiptir. Genel olarak inceleme alanında Ganos Fayı ve çevresinde SL değerleri büyürken, buna karşın, özellikle herhangi bir fay uzantısının olmadığı sahanın KB kesiminde ilgili indeks değerleri küçülmektedir. Söz konusu değişim tektonik etkinliğe bağlı faylanmanın neticesinde gerçekleşmiş olmalıdır. Keza Yıldırım ve Karadoğan (2011) Dicle vadisinin bazı kesimlerinde SL indeksinin faylanmanın



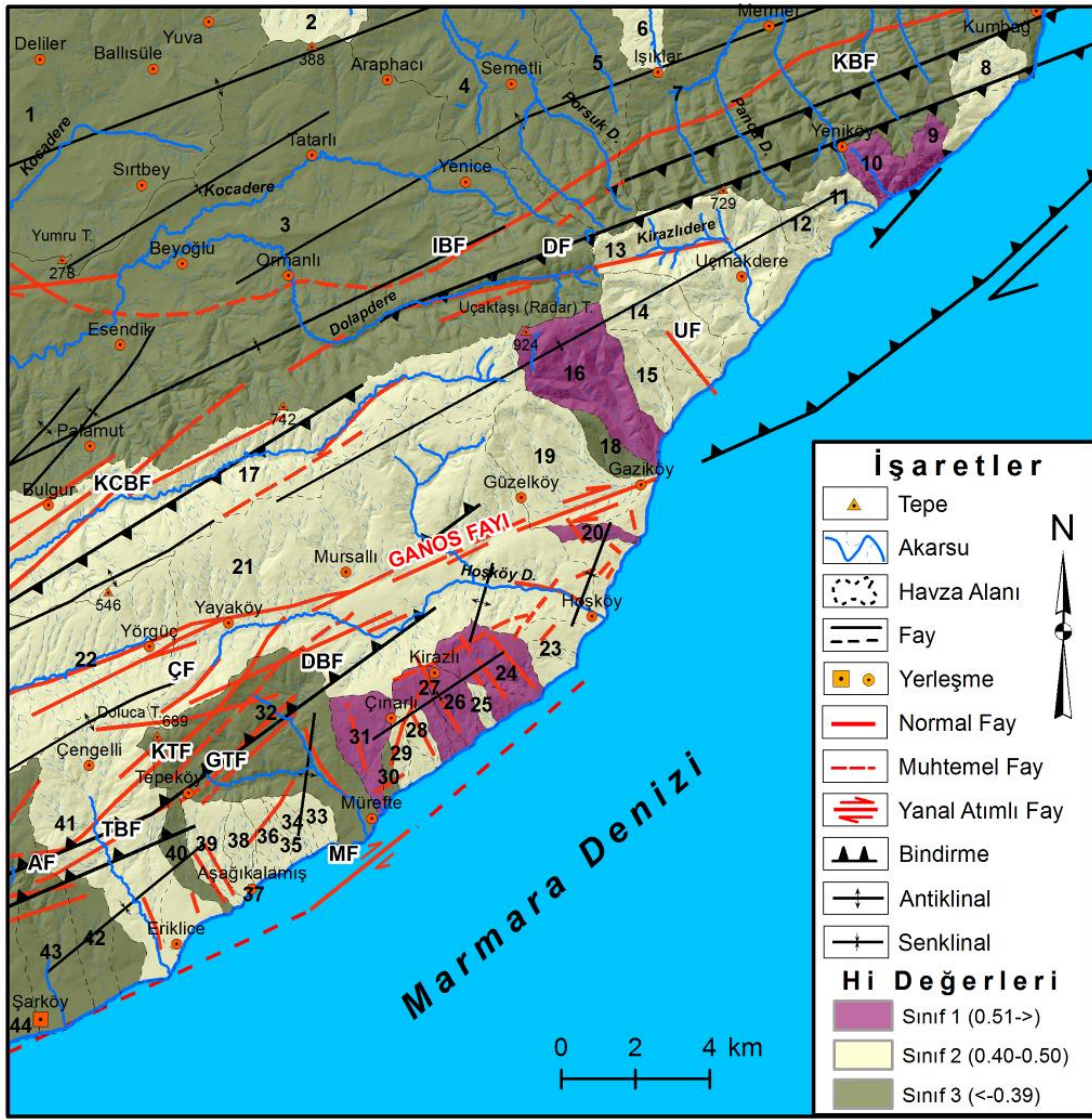
Şekil 5: İnceleme alanının AF haritası

4. 3. Hipsometrik integral (Hi)

Hi indeksi, hipsometrik eğriyi karakterize etmenin en basit yollarından birisi olup, hipsometrik eğri altında kalan toplam alana tekabül etmektedir (Özdemir, 2007; Ekinci, 2011). Aktif tektonik deformasyonun etkinliğinin derecesi gösteren bu indis, aynı zamanda tektonik olarak aktif ve pasif olan alanların ayrımı hakkında genel bir bilgi vermesi bakımından da önem taşımaktadır. Zira yüksek Hi değerleri genç bir topoğrafyayı ve tektonik olarak aktif alanları, düşük Hi değerleri ise olgun-yaşlı bir topoğrafyayı ve tektonik olarak pasif alanları karakterize etmektedir (Bekaroğlu, 2013). Hi, ortalama ve minimum yükseklik arasındaki farkın, maksimum ve minimum yükseklik arasındaki farka oranlanmasıyla belirlenir (Pike ve Wilson, 1971; Mayer, 1990; Keller ve Pinter, 2002; Dehbozorgi vd., 2010).

Hi (Hipsometrik integral) = (Ortalama Yükseklik - Minimum yükseklik) / (Maksimum yükseklik - Minimum yükseklik)

Formül içeriği doğrultusunda inceleme alanındaki havzaların ortalama Hi değerleri; sınıf 1 (0.51->), sınıf 2 (0.40-0.50) ve sınıf 3 (<0.39) olarak gruplandırılmıştır (Tablo 2; Şekil 6). Bu bakımdan sahadaki ortalama Hi değeri 0.43 (Sınıf 2) olarak belirlenmiştir. En yüksek Hi değerleri (0.63) 9, 10 ve 27 numaralı havzalarda görülürken, en düşük Hi değeri (0.22) 4 numaralı akarsu havzasında belirlenmiştir (Tablo 2; Şekil 6). Bu sonuçlara göre inceleme alanındaki ortalama değer üzerinde Hi değerine sahip akarsu havzaları tektonik bakımdan aktif genç bir topoğrafyanın özellikleri sunarken, ortalamanın altındaki akarsu havzaları ise tektonik olarak pasif ve olgun bir topoğrafya yapısına sahiptir. Ayrıca inceleme alanında Hi değerinin yüksek olduğu sahalarda dış kuvvetler ve özellikle de akarsular tarafından gerçekleştirilen aşındırma, taşıma ve biriktirme faaliyetlerinin hâlâ etkili olduğu sonucuna ulaşılabilir.



Şekil 6: İnceleme alanının Hi haritası

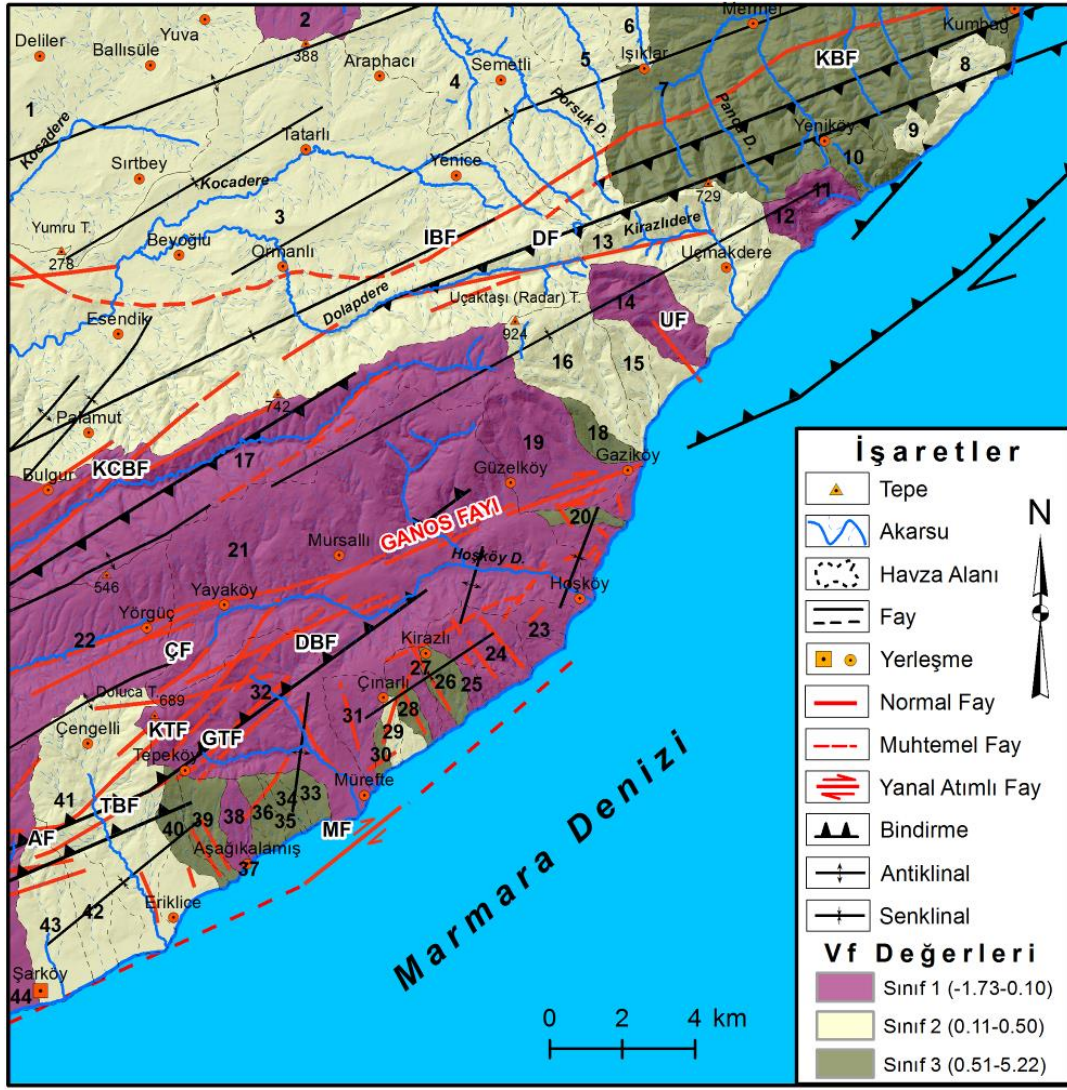
4. 4. Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı (Vf)

Bu indis, tektoniğin vadi yamaç profilleri üzerindeki etkileri konusunda fikir verir (Bull ve McFadden, 1977; Keller, 1986). Gerçekten de yüksek Vf değerleri akarsuyun geniş bir vadi tabanı meydana getirdiğine ve dolayısıyla tektonik olarak sakin koşullara, düşük Vf değerleri ise akarsuyun derin bir vadiye aktığına ve tektonik yükselimle ilişkili olarak yatağını kazdığına delil olarak gösterilmektedir (Bekaroğlu, 2013). Böylece derine kazma faaliyetinin tektonikle ilişkisi yorumlanabilir (Keller ve Pinter, 2002; Erginal ve Cürebal, 2007). Bu indis aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

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

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.

İnceleme alanı için Vf değerleri literatürde bildirildiği üzere (Ramirez-Herrera, 1998; Tsodoulos vd., 2008; Özkaymak, 2012) ~ 500 m mesafe aralıklarla alınan kesitler dahilinde 316 noktada tespit edilmiştir. Bu değerler Mahmood ve Gloaguen (2012) tarafından yapılan ayırım göz önünde bulundurularak; sınıf 1 (-1.73-0.10), sınıf 2 (0.11-0.50) ve sınıf 3 (0.51-5.22) olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır (Tablo 2; Şekil 7).Yapılan ölçüm ve hesaplamalar neticesinde -1.73 - 5.22 arasında belirlenen Vf değeri, ortalamada 0.30 (sınıf 2) elde edilmiştir (Tablo 2; Şekil 7).



Şekil 7: İnceleme alanının Vf haritası

4. 5. Havza şekil indeksi (Bs)

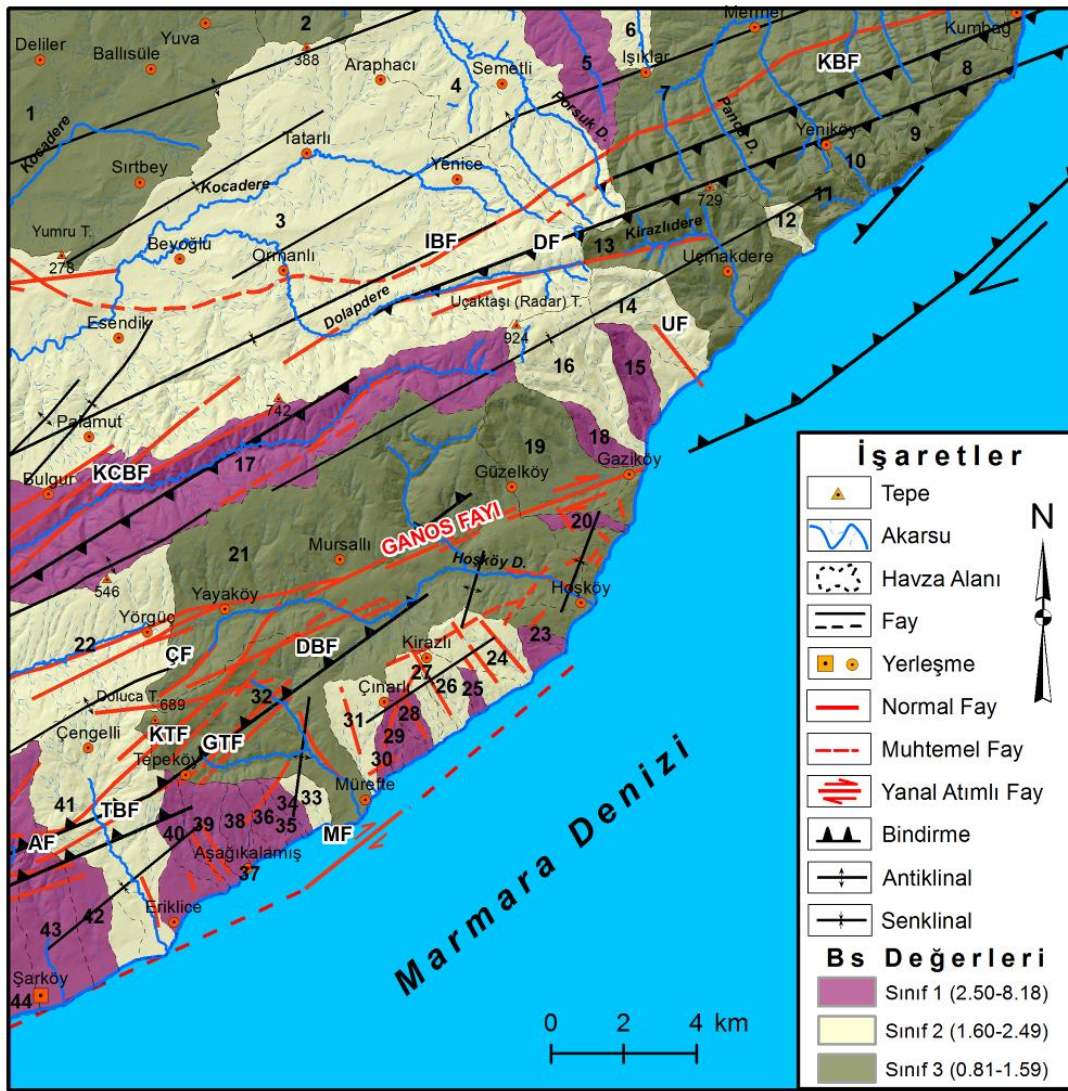
Tektonik bakımdan aktif sahalarda nispeten daha genç olan akarsu havzaları, bir dağın topoğrafik eğimine paralel şekilde uzanma eğilimi gösterir. Bu uzamış havzalar, zamanla devam eden topoğrafik oluşum ve gelişim süreciyle birlikte tektonik aktivite azaldığı için dairesel bir şekle dönüşebilir (Bull ve McFadden, 1977). Bu dönüşüme akarsu enerjisinin öncelikle derine aşındırmaya yönelmesi ve tektonik olarak aktif bölgelerdeki drenaj havzası genişliklerinin dağ önü yakınında çok dar olması neden olmaktadır. Buna karşılık devam eden hızlı yükselme eğilimi dağ önündeki havzaların yukarıya doğru genişletilmesine sebebiyet verir. Bir havzanın yatay projeksiyonu havza şekil indeksi ya da uzama oranı olarak tarif edilmektedir (Ramirez-Herrera, 1998). Bu oran aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır (Mahmood ve Gloaguen, 2012).

$$Bs = B1 / Bw$$

Burada; Bs: havza şekil indeksi, B1 akarsuyun memba kısmı ile mansap kısmı arasındaki uzunluk, Bw maksimum havza genişliğini temsil etmektedir. Eşitliğin uygulanması sonucunda genellikle elde edilen yüksek Bs değerleri, göreceli olarak tektonik aktivitenin yüksek olduğu uzamış havzaları, düşük Bs değerleri ise göreceli olarak tektonik aktivitenin az olduğu dairesel havzaları karakterize etmektedir. Bu nedenle Bs indeksinin tektonik aktivitenin oranını yansıttığı ifade edilmiştir (Mahmood ve Gloaguen, 2012).

İnceleme alanında Bs indeksi sınıf 1 (2.50-8.18), sınıf 2 (1.60-2.49) ve sınıf 3 (0.81-1.59) şeklinde kategorilendirilmiştir (Tablo 2; Şekil 8). Bu ayrıma göre 1 ve 2 numaralı sınıflar uzamış havzaları, 3 numaralı sınıf ise dairesel şekilli havzaları göstermektedir. İnceleme alanında genel olarak Bs indeksi 0.81-8.18 arasında değişmekte olup, ortalama olarak 2.61 (sınıf 2) değeri tespit edilmiştir. Bs değeri en yüksek (8.18) 35, en düşük ise (0.81) 8 numaralı havzalarda belirlenmiştir (Tablo 2; Şekil 8). Bu indekse göre inceleme

alanının bilhassa güneybatı kesiminde Bs değerleri düşük değerler göstermektedir. Çünkü bu sahalar fay hatlarının yoğunlaştığı alanlara tekabül etmektedir.



Şekil 8: İnceleme alanının Bs haritası

4. 6. Dağönü sinüsité indeksi (Smf)

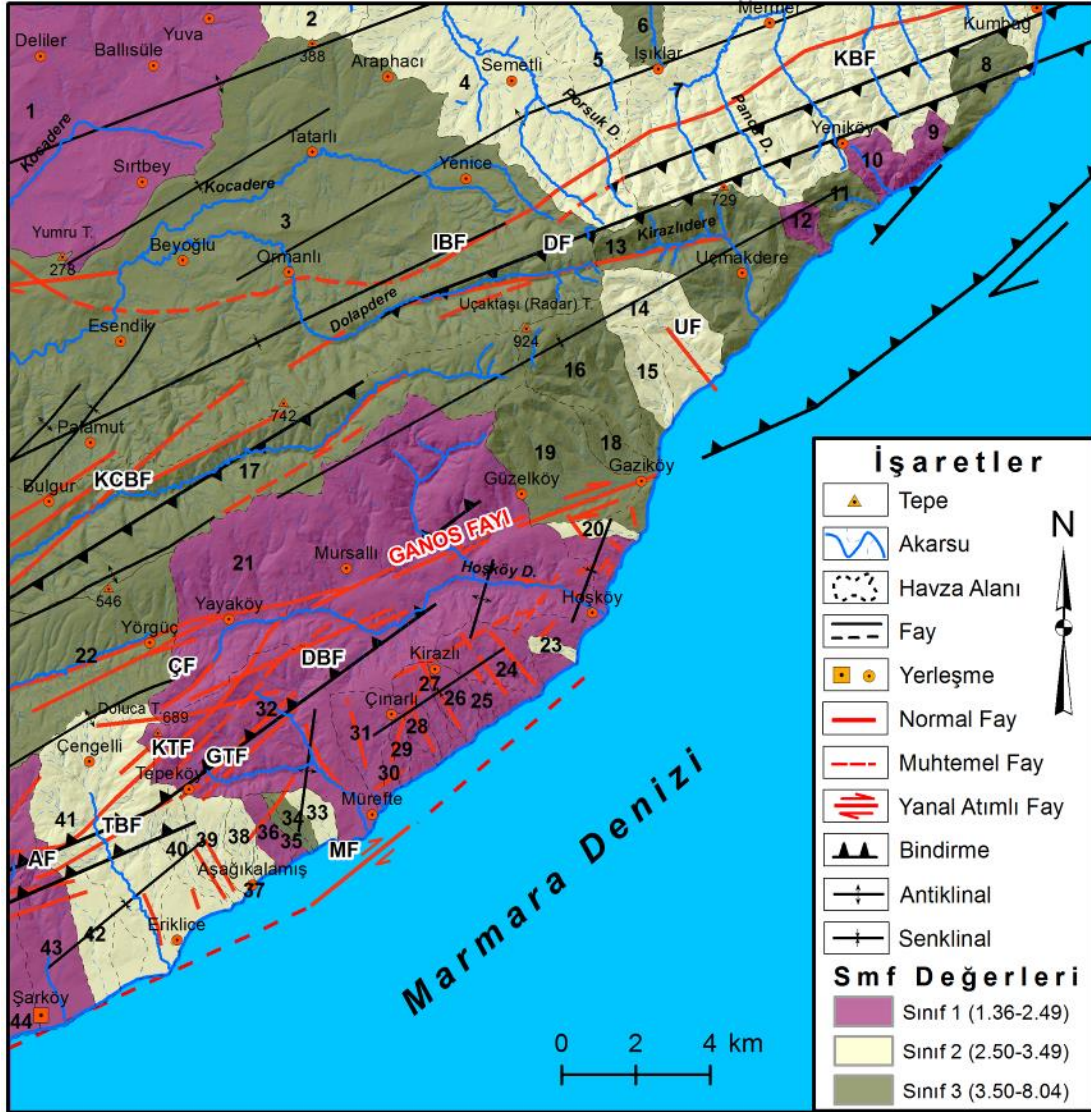
Smf indeksi, dağönü boyunca meydana gelen tektonik aktivitenin oranını ölçmek için kullanılır (Bull, 1977; Bull ve McFadden, 1977; Keller ve Pinter, 2002; Silva vd., 2003; Perez-Pena vd., 2010). Zira bu indeks, bir dağ cephesinde hüküm süren erozyonel süreçler ile aktif tektonik deformasyon arasındaki dengeyi yansıtır (Bekaroğlu, 2013). Smf indeksi, Bull (1977) tarafından aşağıdaki tanımlanmış eşitlikle elde edilir.

$$Smf = Lmf/Ls$$

Burada; Lmf dağönü boyunca ani topoğrafya değişimi ile oluşan çizgiselliğin toplam uzunluğu (vadi önlerindeki belirgin kırılmalar da hesaba katılır), Ls ise dağönünün düz bir çizgi boyunca uzunluğunu yansıtır. Smf indeksi, erozyonel süreçlerin baskın olduğu tektonik olarak pasif dağ önlerinde artarken, düz bir yapı ile karakterize edilen aktif dağ önlerinde meydana gelen yükselmelerin erozyonel süreçlere karşı daha baskın olduğu sahalarda ise düşer (Keller, 1986).

İnceleme alanındaki ölçüm sonuçlarına dayanılarak hesaplanan Smf değerleri, Bekaroğlu (2013) tarafından da bildirildiği üzere sınıf 1 (1.36-2.49), sınıf 2 (2.50-3.49) ve sınıf 3 (3.50-8.04) şeklinde üç farklı sınıfa bölünmüştür (Tablo 2; Şekil 9). Smf indeksi en düşük (1.36) 9 ve en yüksek (8.04) 18 numaralı havzada belirlenmiştir. Ortalama Smf indeksi ise 3.09 (sınıf 2) olarak tespit edilmiştir (Tablo 2; Şekil 9). İnceleme alanında hesaplanan Smf indeksleri genel olarak düşüktür. Nitekim KAFZ dahilinde yapılmış çalışmalarda kırık hattı boyunca uzanan vadilerin aktif tektonik deformasyona maruz kaldığını için düşük Smf değerleri gösterdiği bildirilmiştir (Tüysüz ve Erturaç, 2005; Tarı ve Tüysüz, 2008). İnceleme alanındaki Smf

değerlerinin düşük olması sahanın tamamının tektonik olarak aktif olduğunun ispatı olarak yorumlanabilir. Zira yapılmış bazı çalışmalarda 1.4'ten daha az Smf değerlerinin, tektonik olarak aktif dağ önlerine işaret etmekte olduğu ileri sürülmüştür (Keller, 1986; Silva vd., 2003; Perez-Pena vd., 2010).



Şekil 9: İnceleme alanının Smf haritası

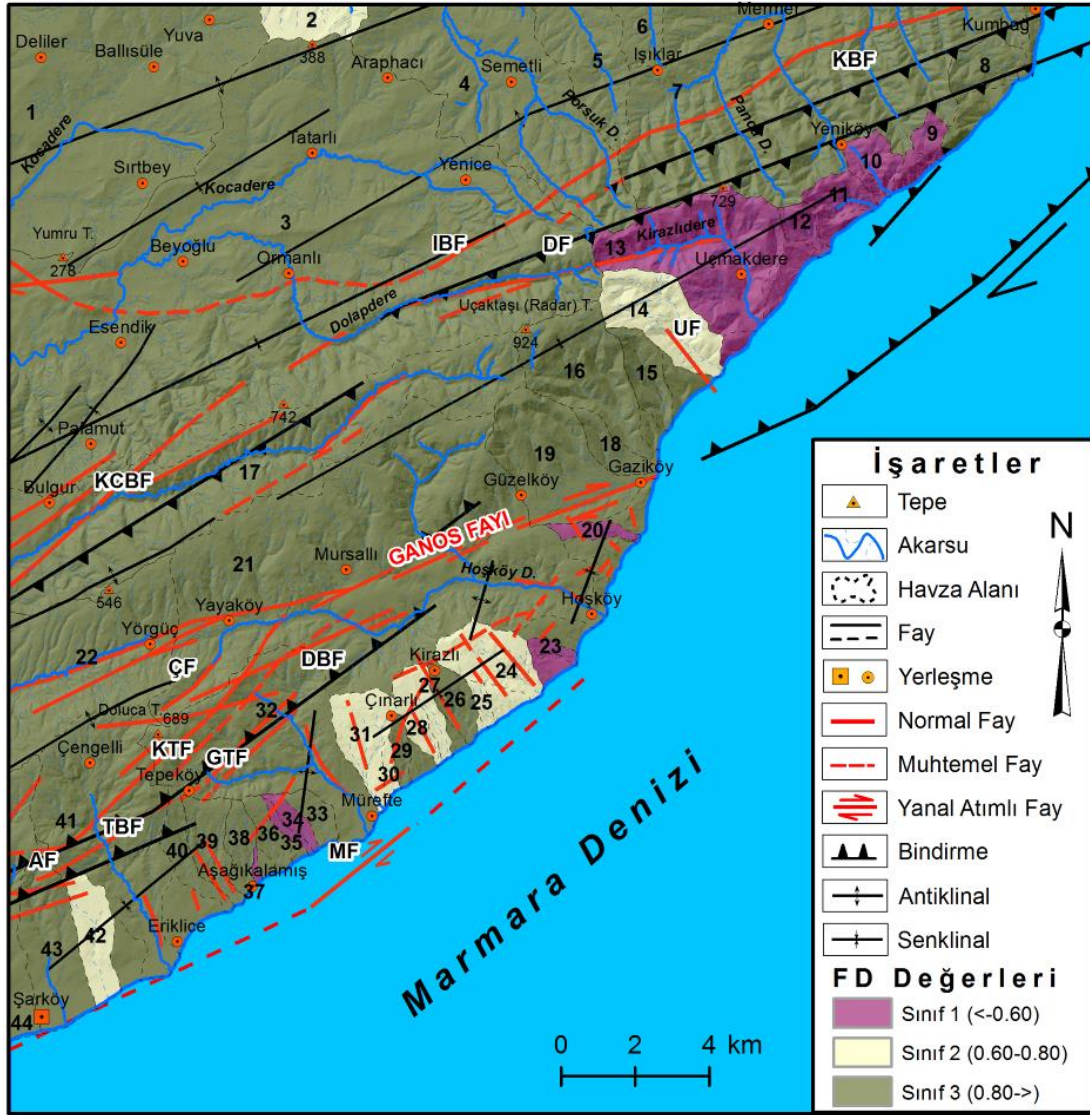
4. 7. Fraktal boyut (FD)

FD, doğada bulunan düzensiz nesnelere tanımlanmasında klasik geometrinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılan bir indistir (Verbovsek, 2009). Bu indis bilhassa birbirine benzer (fraktal) özelliklere sahip düzensizliklerin mevcut olduğu akarsu drenaj ağının tektonik deformasyona karşı durumunu ortaya koyması bakımından önemlidir (Angeles vd., 2004; Gloaguen vd., 2007; Dombradi vd., 2007). Zira FD, bir nesne ya da alandaki düzensizlik veya bölünme derecesinin miktarını belirler (Mahmood ve Gloaguen, 2012). Aslında burada amaç deformasyon yoğunluğu arttıkça karmaşıklığın azalmasını ölçerek drenaj ağındaki tektonik aktivitenin etkisinin sayısal olarak ortaya konmasıdır. FD, aşağıdaki temel denklem esas alınarak çözümlenir.

$$FD = \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{\log N(s)}{\log(1/s)} \right)$$

Burada, N (s) kutu sayısı, s ise işlemin uygulandığı kutu boyutu uzunluğudur. Ayrıca N (s) ve 1/s'nin log-log grafiği için en uygun çizginin eğimi se FD'ye eşittir. Söz konusu indisin elemanları, inceleme alanındaki akarsu havzalarının CSB teknikleriyle uyumlu Hawth's Tools kullanılarak 1 km genişliğinde karelere bölünmesiyle bu şekilde tespit edilmiştir. FD indisi tektonik deformasyona karşı son derece savunmasız alanlarda düşük iken, tektonik deformasyona dayanımlı sahalarda yüksek değerlere ulaşır

(Mahmood ve Gloaguen, 2012). FD değerleri mekânsal dağılımlarının göreceli analizine göre üç sınıf altında toplanmıştır (Tablo 2; Şekil 10). Bunlar; sınıf 1 (<0.60) aktif yüzey deformasyonunun yüksek olan sahalara; sınıf 2 (0.60-0.80) yükselmenin orta derecede olduğu sahalara; sınıf 3 (0.80->) düşük tektonik yükselme bölgelerine karşılık gelir.



Şekil 10: İnceleme alanının FD haritası

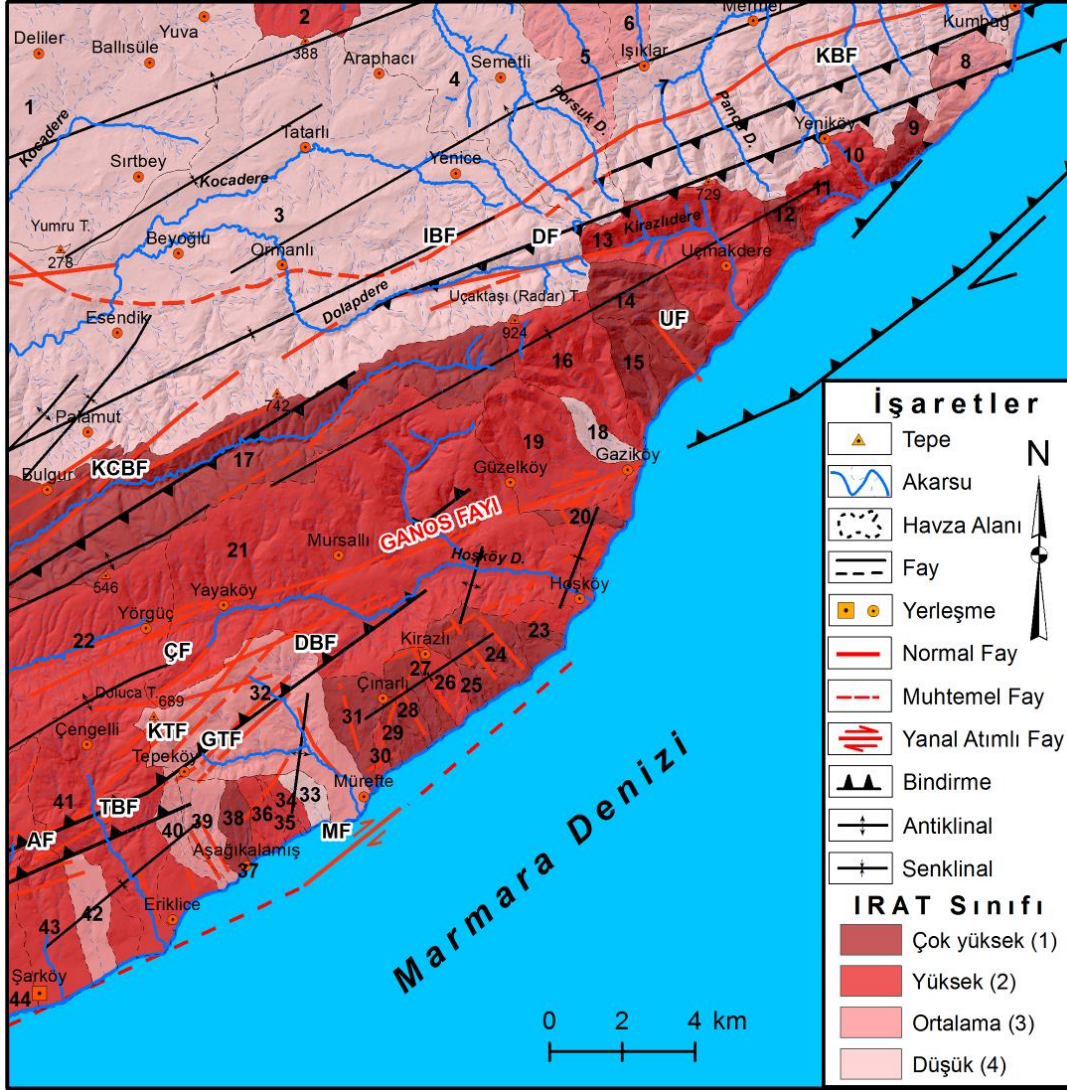
İnceleme alanında ortalama olarak 0.74 (sınıf 2) hesaplanan FD, 20-34 numaralı havzalarda en düşük (0) ve 29-33-39 numaralı havzalarda ise en yüksek seviyesine ulaşır. Bu değerler inceleme alanının orta derecede yükselmenin olduğunu göstermektedir. Zira Ganos Dağı'nda Orta Miyosen'den beri bir yükselmenin yaşandığını bilinmektedir (Erol ve Çetin, 1995; Çetin vd., 1999).

4. 8. Göreceli Aktif Tektonik İndeksi (IRAT)

Yerçekilleri ile aktif tektonik deformasyon arasındaki ilişkinin anlaşılmasına yönelik önemli kanıtlar sağlayan morfolojik analizlerde birden fazla indis kullanılması daha güvenilir sonuçlara ulaşılabilmesi bakımından mühim bir husustur (Bekaroğlu, 2013). Zira birçok yaklaşımda aktif dağ alanlarındaki göreceli tektonik aktiviteye ilişkin yarı kantitatif bilgi vermek için iki veya daha fazla indis bileşiminin kullanılması gerektiği zikredilmiştir (Bull ve McFadden, 1977; Silva vd., 2003). Jeomorfik indislere dayalı bir şekilde göreceli aktif tektoniğin değerlendirildiği bundan önceki araştırmalarda daha çok belirgin bir dağ önü, küçük alanlar veya tek akarsu havzalarına odaklanılmıştır (Rockwell vd., 1985; Azor vd., 2002; El Hamdouni vd., 2008). Bu çalışmada ise bir dizi jeomorfik indis kullanılarak birçok çok akarsu havzasının göreceli aktif tektonik değerlendirmesinin yapılmasına teşebbüs edilmiştir. Her havzaya ait birbirinden farklı yedi tane jeomorfik indis değerinin ortalamasını kapsayacak şekilde tespit edilen IRAT değerleri, inceleme alanında göreceli aktif tektoniğin mekânsal dağılışının değerlendirilmesinde kullanılmıştır (Tablo 2; Şekil 11).

Tablo 3: İnceleme alanında IRAT sınıfı, derecesi ve değerlerinin dağılımları

IRAT Sınıfı	IRAT Derecesi	IRAT Değeri	Alan (km ²)	Oran (%)
Sınıf 1	Çok yüksek	1.29-1.99	37	8
Sınıf 2	Yüksek	2.00-2.14	148	33
Sınıf 3	Orta	2.15-2.29	59	13
Sınıf 4	Düşük	2.30-2.71	211	46
TOPLAM			456	100



Şekil 11: İnceleme alanının IRAT haritası

Göreceli tektonik aktivitenin etki derecesini gösteren bu değerler, literatürde bildirildiği üzere (El Hamdouni vd., 2008; Mahmood ve Gloaguen, 2012) sınıf 1; çok yüksek (1.29-1.99), sınıf 2; yüksek (2.00-2.14), sınıf 3; orta (2.15-2.29) ve sınıf 4; düşük (2.30-2.71) şeklinde ayırt edilmiştir. Çalışma sonucunda inceleme alanının ortalama IRAT değeri 2.28 (Sınıf 3) olarak tespit edilmiştir. Bu bulgu sahadaki tektonik aktivitenin orta derecede olduğunu simgeler. Buna mukabil sahanın % 46'sının çok düşük, % 41'inin ise yüksek ve çok yüksek IRAT değerleri gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3). IRAT derecesi dağın kuzey kesiminde düşük, orta ve güney kesiminde ise yüksek ve çok yüksek bir dağılım özellikleri yansıtır (Şekil 11).

İnceleme alanında IRAT değerlerinin dağılımı bilhassa güncel tektonik durumun anlaşılması bakımından mühim bir husustur. Zira bu dağılımı paterni ile aktif faylar arasında yakın bir ilişkinin olduğu ileri sürülmüştür (Mahmood ve Gloaguen, 2012). Buna göre inceleme alanında IRAT derecesinin çok yüksek ve yüksek seviyede olduğu sahalarda tektonik bakımdan aktif alanlara tekabül etmektedir. Nitekim Altın (1992), Ganos Dağı ve çevresindeki jeomorfolojik yapının oldukça arızalı bir karakter göstermesi, çarpılmış, ötelenmiş, alçalıp-yükselmiş genç jeomorfolojik birimlerin mevcudiyeti, akarsu kapmaları, aynı bölge

içerisinde yaygın olarak gözlenen kütle hareketleri ve depremsellik gibi işaretlerin yöredeki tektonik hareketlerin varlığı ve bu hareketlerin devamlılığını gösteren önemli kriterler olduğunun altını çizmiştir. Buna mukabil Erkal (1983) ile Hancock ve Erkal (1991) ise bilhassa Ganos Dağı'nın GD kesimindeki taraçaların tektonik aktivitenin etkisiyle konum değiştirdiğine ve farklı yüksekliklerde bulunduğu dikkat çekmiştir.

Elde edilen sonuçların arazi gözlemleri ile karşılaştırması da bulguların doğruluğunu kanıtlamıştır. Nitekim El Hamdouni vd. (2008), göreceli aktif tektonik aktivitenin orta, yüksek ve çok yüksek olduğu sahalarda bulunan çeşitli emarelerin, arazi çalışmalarıyla görsel olarak kayıt altına alınabileceğini vurgulamışlardır. Gerçekten de arazi çalışmaları esnasında tespit ettiğimiz, fay diklikleri, fay yamaçları, asılı vadiler, akarsu kapmaları ve ötelenmeleri, asimetrik vadiler, çeşitli kıvrım tipleri ve yerşekli sistemlerinin yükselmesi gibi bulgular, ileri sürülen görüşü destekleyici olmuştur (Foto 1). Ayrıca sahada yapılmış jeolojik (Yalıtırak, 1995; 1996; Kaya, 2000; 2013; Kaya vd., 2004; Okay vd., 2008) ve jeomorfolojik (Altın, 1992; 2000; Sekin, 1993; Özşahin, 2015a; 2015b) kapsamlı çalışmalarda bu durumu desteklemektedir.

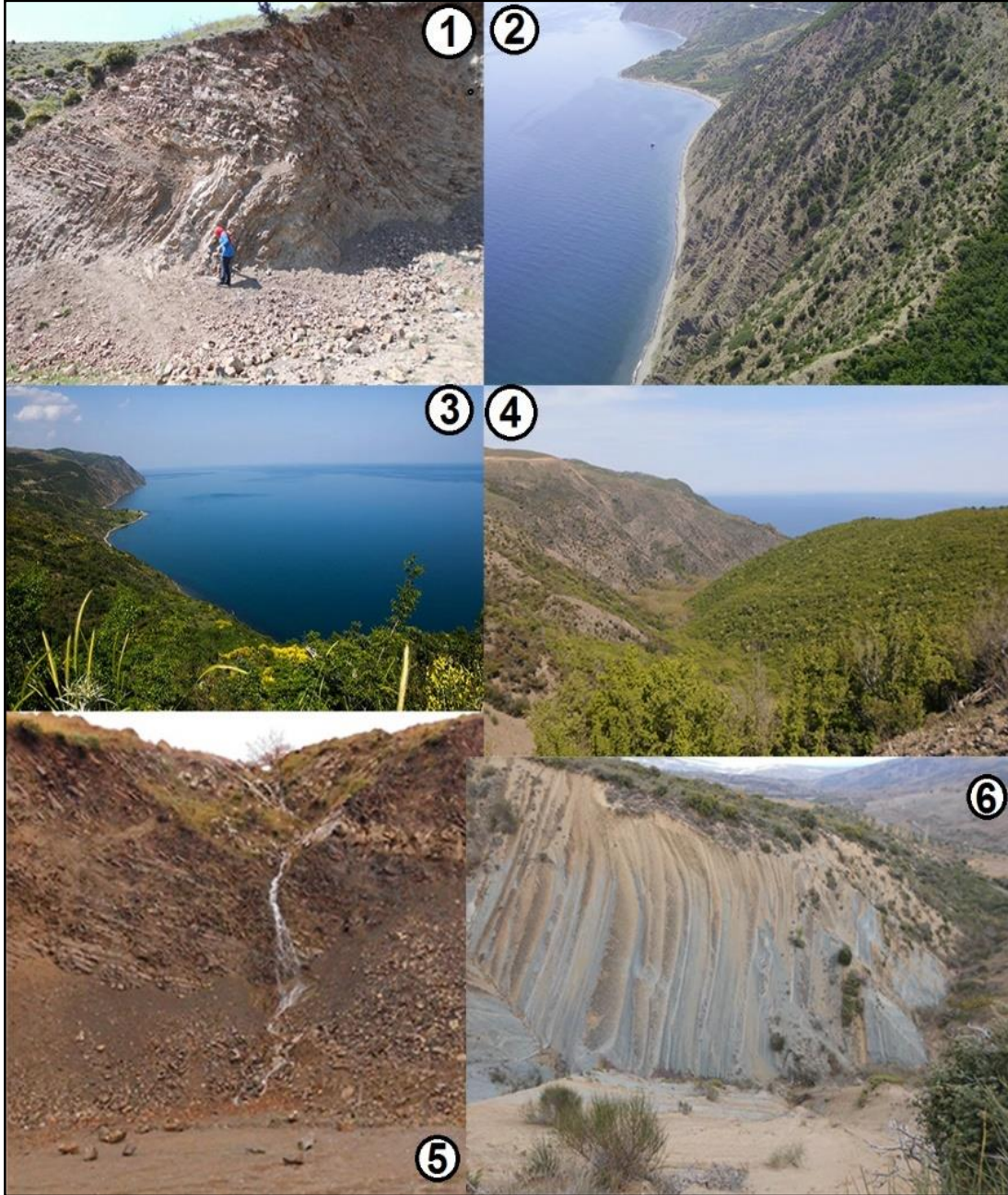


Foto 1: İnceleme alanında aktif tektoniğin emareleri (1: Kıvrımlar, 2: Fay Diklikleri, 3: Fay yamaçları, 4: Asimetrik vadi, 5: Asılı vadi, 6: Faylanmanın etkisiyle tabakaların düzeninin bozulması)

Çalışmanın beşeriyet açısından belki de en önemli sonucu başta deprem olmak üzere çeşitli türde yer kökenli doğal afetlerin ortaya çıkabileceği alanlara işaret etmesidir. Zira bu tür alanlar IRAT değerlerinin dağılım sistematiğine uymaktadır. Kalafat (2011) Gaziköy-Mürefte-Şarköy arasındaki sahanın yoğun bir deprem aktivitesi gösterdiğini ve bu nedenle ilgili sahanın Marmara'da deprem riski yüksek iki bölgede biri olduğunu belirtmiştir. Özşahin (2014a; 2014b) inceleme alanındaki Ganos Fayı boyunca gerek deprem, gerekse deprem etkisiyle meydana gelebilecek kütle hareketi riskinin yüksek olduğunu açıklamıştır.

5. Sonuç

Çalışma sonucunda göreceli aktif tektoniğin tespitinde kullanılan morfometrik parametrelerin, aktif tektoniğinin etkisinin analizinde yararlı bir araç olduğu anlaşılmıştır. Bu araçların CBS teknikleriyle daha pratik bir kullanıma kavuştuğu ve sağlıklı sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çalışma yönteminin aktif tektonikle ilişkili yüksek deformasyona maruz kalmış sahalarda belirlenmesine yardımcı olan bütünleşik bir yaklaşım olduğu teyit edilmiştir. Ayrıca ilgili yöntemin benzer alanlarda kullanılması da tektonik hareketlerin etkilerinin anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Böylece başta deprem olmak üzere yer kökenli çeşitli doğal afetlerin meydana gelme ihtimalinin yüksek olduğu sahalarda daha doğru bir şekilde tespit edilerek, çeşitli önlemler alınabilecektir. Bu çalışma Ganos Fay Zonu boyunca yapılması planlanan bir projenin küçük bir kesimine karşılık gelmektedir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler Birimi (BAP) tarafından NKUBAP.00.10.AR.13.06 numaralı araştırma projesi olarak desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- ALTIN, Bekir Necati (1992). *Işıklar (Ganos) Dağı ve çevresinin Neotektonik dönem jeomorfolojik-tektonik gelişimi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü.
- ALTIN, Bekir Necati (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, İstanbul: Türk Coğrafya Kurumu Coğrafya Meslek Haftaları Serisi: 2.
- ALTUNEL, Erhan, MEGHRAOUI, Mustapha, AKYÜZ, H. Serdar, DIKBAŞ, Aynur (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, p. 198-204.
- ANDERMANN, Christoff, GLOAGUEN, Richard (2009). "Estimation of erosion in tectonically active orogenies. Example from the Bhotekoshi catchment, Himalaya (Nepal)", *International Journal of Remote Sensing*, V. 30, p. 3075-3096.
- ARAL, İ. Feda (2004). "Karatepe Bazaltlarının (Çorlu-Tekirdağ) Yapı Malzemesi Olarak Kullanılabilirliği", *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, S. 17 (2), s. 69-76.
- ARMİJO, Rolando, MEYER, Bertrand, HUBERT, Aurelia, BARKA, Aykut (1999). "Westward propagation of the North Anatolian fault into the northern Aegean: Timing and Kinematics", *Geology*, V. 27 (3), s. 267-270.
- ATA, Husam Abbas (2008). *A Test of The Validity Of Morphometric Analysis in Determining Tectonic Activity From Aster Derived Dems in The Jordan-Dead Sea Transform Zone*, Unpublished Ph Thesis, ABD: University of Arkansas.
- AZOR, Antonio, KELLER, A. Edward, YEATS, S. Robert (2002). "Geomorphologic indicators of active fold growth: Oak Ridge anticline, Ventura basin, southern California", *GSA Bulletin*, V. 114, s. 745-753.
- BAHADIR, Muhammet, ÖZDEMİR, Mehmet Ali (2011). "Acıgöl Havzası'nın Sayısal Topoğrafik Analiz Yöntemleri ile Morfometrik Jeomorfolojisi", *The Journal of International Social Research*, V. 4 (18), p. 323-344.
- BAYRAKDAR, Cihan (2013). "Akdağ Kütlesi'nin (Batı Toroslar) Jeomorfolojik Evrimine Morfometrik Yaklaşım", TÜCAUM VII. Coğrafya Sempozyumu 18-19 Ekim 2012 Bildiriler Kitabı, s.: 48-56, Ankara: Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları.
- BEKAROĞLU, Erdem (2013). "Jeomorfolojide Temel Araştırma Yöntemleri", On ikinci Bölüm, Coğrafya Araştırma Yöntemleri (Editörler: Yılmaz Arı ve İlhan Kaya), s.: 343-367, Balıkesir: Coğrafyacılar Derneği.
- BULL, B. William (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, B. William (2008). *Tectonic Geomorphology of Mountains: A New Approach to Paleoseismology*, Oxford: Blackwell Publishing.
- BULL, B. William, McFADDEN, D. Leslie (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, USA: State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY.
- BURBANK, W. Douglas, ANDERSON, S. Robert (2001). *Tectonic Geomorphology*, Oxford: Blackwell Science.
- CHEN, Yen-Chieh, SUNG, Quocheng, CHENG Kuang-Yu (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, p. 109-137.
- COX, Randel Tom (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, p. 571-581.
- CÜREBAL, İsa, ERGİNAL, Ahmet Evren (2007). "Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 6, S. 19, s. 126-135.
- ÇETİN, Oktay, EROL, Oğuz, MERİÇ, Engin, VARİNLİOĞLU, Ahmet (1999). *Marmara Bölgesinden Toplanan Pliosen ve Kuvaterner Dönemlere Ait Deniz Kabuklarının Elektron Spin Rezonans (ESR) Yöntemi Kullanılarak Tarihlendirilmesi*, Ankara: TÜBİTAK Proje No: TBAG-1634.

- DEHBOZORGI, Mahrou, POURKERMANI, Mohsen, ARIAN, Mehran, MATKAN, Ali Akbar, MOTAMEDİ, Hossein, HOSEINIASL, Amin. (2010). "Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Sarvestan area, central Zagros, Iran", *Geomorphology*, V. 121 (3-4), p. 329-341.
- DOMBRADI, Endre, TIMAR, Gabor, GABOR, Bada, CLOETİNGH, Sierd, HORVATH, Frank (2007). "Fractal dimension estimations of drainage network in the Carpathian Pannonian system", *Global and Planetary Change*, V. 58, p. 197-213.
- EKİNCİ, Deniz (2011). *Safranbolu ve Çevresinin Jeomorfoloji Özellikleri*, II. Baskı, İstanbul: Titiz Yayınevi.
- EL HAMDOUNI, Rachid, IRIGARAY, Clemente, FERNANDEZ, Tomas, CHACON, Jose, KELLER, A. Edward (2008). "Assessment of relative active tectonics, southwest border of Sierra Nevada (Southern Spain)", *Geomorphology*, V. 96, p.150-173.
- ELIAS, Ziyad. "The Neotectonic Activity Along the Lower Khazir River by Using SRTM Image and Geomorphic Indices", *Earth Sciences*, V. 1, N. 1, p. 50-58.
- ENRICO, Miccadei, TOMMASO, Piacentini (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, Published: August 9, 2011 under CC BY-NC-SA.
- ERCAN, Tuncay, TÜRKECAN, Ahmet, GAILOU, Herve, SATIR, Muharrem, SEVIN, Dilek, ŞAROĞLU, Fuat (1998). "Marmara Denizi çevresindeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, S. 120, s. 199-222.
- ERGİNAL, Ahmet Evren, CÜREBAL, İsa (2007). "Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 17, s. 203-210.
- ERKAL, Tevfik (1983). *Structure, sedimentology and geomorphology related to active faulting in the Gaziköy-Şarköy area, Thrace-Turkey*, Unpublished A thesis master of science Univesity of Bristol, UK: Bristol.
- EROL, Oğuz (1979). *Dördüncü Çağ (Kuvaterner) Jeoloji ve Jeomorfolojisinin ana çizgileri*, Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları No: 289, Coğrafya Araştırmaları Enstitüsü Yayınları No: 22.
- EROL, Oğuz (1981). "Neotectonic and geomorphologic evolution of Turkey", In: Fairbridge R. W. (ed.) *Neotectonics, Zeitschrift für Geomorphologie, Supplement Band.*, V. 40, p. 193-211.
- EROL, Oğuz (1983). "Türkiye'nin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik Gelişimi (1981 tarihli makalenin Türkçe tercümesidir)", *Jeomorfoloji Dergisi*, S. 11, s. 1-22.
- EROL, Oğuz (1989). *Türkiye Jeomorfolojisi "Türkiye'nin Jeomorfolojik Evrimi ve Bugünkü Genel Jeomorfolojik Görünümü"*, İstanbul: Basılmamış Ders Notu.
- EROL, Oğuz, ÇETİN, Oktay (1995). "Marmara Denizinin Geç Miyosen-Holosendeki Evrimi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi" (Editör: Engin Meriç), s.: 313-341, İstanbul: Kocaeli Valiliği Çevre Koruma Vakfı, Deniz Harp Okulu Komutanlığı Basımevi.
- GIACONIA, Flavio, BOOTH-REA, Guillermo, MARTINEZ-MARTINEZ, Jose Miguel, AZANON, Jose Miguel, PEREZ-PENA, Jose Vicente, PEREZ-ROMERO, Joaquin, VILLEGAS, Irene (2012). "Geomorphic evidence of active tectonics in the Sierra Alhamilla (eastern Betics, SE Spain)", *Geomorphology*, V. 145-146, p. 90-106.
- GLOAGUEN, Richard, MARPU, Prashanth Reddy, NIEMEYER, Irmgard (2007). "Automatic extraction of faults and fractal analysis from remote sensing data", *Nonlinear Processes in Geophysics*, V. 14, p. 31-138.
- ANGELES R. Guillermo, PERILLO M. E. Gerardo, PICCOLO M. Cintia, PIERINIB, O. Jorge (2004). "Fractal analysis of tidal channels in the Bahía Blanca Estuary (Argentina)", *Geomorphology*, V. 57, p. 263-274.
- HACK, John Tilton (1957). "Studies of longitudinal profiles in Virginia and Maryland", U. S. Geological 529 Survey Professional Paper, N. 294-B, p. 45-97.
- HACK, John Tilton (1973). "Stream-profiles analysis and stream-gradient index", *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, V. 1, p. 421-429.
- HANCOCK, Paul Lewis, ERKAL, Tevfik (1990). "Enigmatic normal faults within the European sector of the North Anatolian transform fault zone", *Annales Tectonica*, 4 (2), p. 171-181.
- HANCOCK, Paul Lewis, SKINNER, J. Brian (Edit.) (2012). *The Oxford Companion to the Earth*, UK: Oxford University Press.
- HARE, W. Paul, GARDNER, W. Thomas (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. Boston: Allen & Unwin.
- HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI (1997). *Türkiye Topoğrafya Haritaları (BANDIRMA G18 b3; b4; d2; d3)*, Ankara: Harita Genel Komutanlığı.
- HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI (2001). *Türkiye Topoğrafya Haritaları (BANDIRMA G18 a3)*, Ankara: Harita Genel Komutanlığı.
- KALAFAT, Doğan (2011). "Marmara Bölgesi'nin Deprenselliği ve Deprem Ağının Önemi", 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-14 Ekim 2011, s.: 1-11, ODTÜ-Ankara: Türkiye Deprem Mühendisliği Derneği.
- KARABULUT, Murat, KÜÇÜKÖNDER, Muhterem, TOPUZ, Muhammet (2013). "Alata (Erdemli) Deresi'nin Jeomorfometrik Analizi", *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı* (Editörler: Ali DEMİRCİ, Yılmaz ARI), s.: 450-459, 19-21 Haziran 2013, İstanbul: Fatih Üniversitesi.
- KARABULUT, Murat, KÜÇÜKÖNDER, Muhterem, TOPUZ, Muhammet (2014). "Kızılkalesi, Ayaş ve Kabızlı Havzalarının (Erdemli-Mersin) Jeomorfometrik Analizi", *Coğrafyacılar Derneği Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı* (Editörler: Mustafa ERTÜRK, Alper UZUN, Şevki DANACIOĞLU), s.: 482-492, 04-06 Haziran 2014, Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.
- KARATAŞ, Atilla, EKİNCİ, Deniz (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, p. 576-585.
- KAYA, Şinasi (2000). "Determination of Geomorphological Characteristics Around of the Işıklar Mountain by Using Remote Sensed Data and DEM", *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, V. XXXIII (Part B7, Amsterdam), p. 670-677.
- KAYA, Şinasi (2013). "Analysis of an Active Fault Geometry Using Satellite Sensor and DEM Data: Gaziköy-Saros Segment (NAFZ), Turkey", *International Journal of Geosciences*, V. 4, p. 919-926
- KAYA, Şinasi, MÜFTÜOĞLU, Oğuz, TÜYSÜZ, Okan (2004). "Tracing the geometry of an active fault using remote sensing and digital elevation model: Ganos segment, North Anatolian Fault zone, Turkey", *International Journal of Remote Sensing*, V. 25 (19), p. 3843-3855.
- KELLER, A. Edward (1986). "Investigation of active tectonics: use of surficial earth processes", In: Wallace, R.E. (Ed.), *Active Tectonics*, p.: 136-147, Washington: Studies in Geophysics. Nat. Acad. Press.
- KELLER, A. Edward, PINTER, Nicholas (2002). *Active Tectonics. Earthquakes, Uplift and Landscape*, 2nd edition, USA: Upper Saddle River, Prentice Hall.

- MAHMOOD, Syed Amer, GLOAGUEN, Richard (2012). "Appraisal of active tectonics in Hindu Kush: Insights from DEM derived geomorphic indices and drainage analysis", *Geoscience Frontiers*, V. 3 (4), p. 407-428.
- MAYER, Larry (1990). *Introduction to Quantitative Geomorphology*, USA: Prentice Hall.
- OKAY, Aral, OKAY, Nilgün, ÖZGÖRÜŞ, Zahide (2008). *Ganos Fay Zonu ve çevresinin Oligosen sonrası tektonik evrimi: Trakya'da Paleotektonik dönemden Neotektonik döneme geçişin niteliği*, Ankara: TÜBİTAK Proje No: 104Y155.
- OKAY, Aral, OKAY, Nilgün, YIKILMAZ, M. Burak (2002). *Marmara Denizi Kuzey Sahil Kesimlerinin Kuzey Anadolu Fayı'ndaki Etkinliğe Bağlı Olarak Yükselmesinin Araştırılması*, Ankara: TÜBİTAK Proje No: YDABÇAG-100Y079.
- ÖZDEMİR, Hasan (2007). *Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- ÖZKAYMAK, Çağlar (2012). *Manisa Havzası'nın Aktif Tektoniği ve Depremselliği, Batı Anadolu, Türkiye*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı.
- ÖZKAYMAK, Çağlar, SÖZBİLİR, Hasan (2012). "Tectonic geomorphology of the Spidağ High Ranges, western Anatolia", *Geomorphology*, V. 173-174, p. 128-140.
- ÖZKAYMAK, Çağlar (2013). "Honaz Dağı'nın Tektonik Jeomorfolojisi, Batı Anadolu-Türkiye." Aktif Tektonik Araştırma Grubu Çalıştay (ATAG-17) Bildiri Özleri Kitabı, s. 25, 24-26 Ekim 2013, Antalya: Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.
- ÖZKAYMAK, Çağlar (2014). "Tectonic analysis of the Honaz Fault (western Anatolia) using geomorphic indices and the regional implications", *Geodinamica Acta*, DOI: 10.1080/09853111.2014.957504, p. 1-20.
- ÖZŞAHİN, Emre (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, s. 139-154.
- ÖZŞAHİN Emre (2014a). "Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılarak Tekirdağ ilinde deprem hasar riski analizi", *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, S. 11 (1), s. 861-879.
- ÖZŞAHİN, Emre (2014b). "Tekirdağ İlinde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Heyelan Duyarlılık Analizi", *UMANITAS - Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, S. 3, s. 167-186.
- ÖZŞAHİN, Emre (2015a). *Şarköy Deresi (Şarköy) - Bağlar Deresi (Marmara Ereğlisi) Arasındaki Marmara Denizi Akaçlama Havzasının (Tekirdağ) Jeomorfolojik Özellikleri*. İstanbul: Akademi Titez Yayınları.
- ÖZŞAHİN, Emre (2015b). "Şarköy Deresi (Şarköy) - Bağlar Deresi (Marmara Ereğlisi) Arasındaki Marmara Denizi Akaçlama Havzasının (Tekirdağ) Jeomorfolojik Özellikleri", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Y. 3, S. 10, s. 360-393.
- ÖZTÜRK, Beyhan, ERGİNAL, Ahmet Evren (2008). "Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakkale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfik İndislerle İncelenmesi", *Türk Coğrafya Dergisi*, S. 50, s. 61-68.
- PEDRERA, Antonio, PEREZ-PENA, Jose Vicente, GALINDO-ZALDIVAR, Jesus, AZANON, Jose Miguel, AZOR, Antonio (2009). "Testing the sensitivity of geomorphic indices in areas of low-rate active folding (eastern Betic Cordillera, Spain)", *Geomorphology*, V. 105, p. 218-231.
- PEREZ-PENA, Jose Vicente, AZANON, Jose Miguel, AZOR, Antonio, DELGADO, Jorge, GONZALEZ, F. Lodeiro (2009). "Spatial analysis of stream power using GIS: SLk anomaly maps", *Earth Surface Processes and Landforms*, V. 34, p. 16-25.
- PEREZ-PENA, Jose Vicente, AZOR, Antonio, AZANON, Jose Miguel, KELLER, A. Edward (2010). "Active tectonics in the Sierra Nevada (Betic Cordillera, SE Spain): Insights from geomorphic indexes and drainage pattern analysis", *Geomorphology*, V. 119, p. 74-87.
- PIKE, J. Richard, WILSON, E. Stephen (1971). "Elevation-Relief Ratio, Hypsometric Integral and geomorphic area-altitude analysis", *Geological Soc. Am. Bull.*, V. 82, p. 1079-1084.
- PONZA, Alessio (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, Maria Teresa (1998). "Geomorphic Assessment of active tectonics in the Acambay Graben, Mexican Volcanic Belt", *Earth Surface Processes and Landforms*, V. 23, p. 317-332.
- ROCKWELL, K. Thomas, KELLER, A. Edward, JOHNSON, Donald Lee (1985). "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, pp. 183-207.
- SARP, Gülcan, GEÇEN, Reşat, TOPRAK, Vedat, DÜZGÜN, Şebnem (2011). "Morphotectonic Properties of Yenicaya Basin Area in Turkey", 10-15 April 2011, Sydney, Australia: 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE34).
- SEKİN, Sefa (1993). *Bolayır-Şarköy-Gaziköy Çevresinin Jeomorfolojik Etüdü*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri Coğrafya Enstitüsü.
- SELBY, J. Michael (1980). "A rock strength classification for geomorphic purposes: with tests from Antarctica and New Zealand", *Zeitschrift für Geomorphologie*, V. 24, p. 31-51.
- SILVA, G. Pablo, GOY, J. L., ZAZO, C., BARDAJM, T. (2003). "Fault generated mountain fronts in Southeast Spain: geomorphologic assessment of tectonic and earthquake activity", *Geomorphology*, V. 250, p. 203-226.
- SIYAKO, Muzaffer (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.
- SÜMENGİN, Muhsin, TERLEMEZ, İsmail, ŞENTÜRK, K., KARAKÖSE, C., ERKAN, E., ÜNAY, E., GÜRBÜZ, M., ATALAY, Z., ŞENTÜRK, K. (1987). *Gelibolu Yarımadası ve Güneybatı Trakya Tersiyer Havzasının Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Tektoniği*, Ankara: MTA Rapor No: 8128.
- ŞENTÜRK, Kamil, KARAKÖSE, Cengiz (1987). *Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi*, Ankara: MTA Rapor No: 371.
- ŞENTÜRK, Kamil, SÜMENGİN, Muhsin, TERLEMEZ, İsmail, KARAKÖSE, Cengiz (1998). *1:100 000 ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Bandırma-D4 Paftası*, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü No: 64.
- TARI, Ufuk, TÜYSÜZ, Okan, (2008). "İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği", *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d Mühendislik*, C. 7, S. 1, s. 17-28.
- TSODOULOS, M. Ioannis, KOUKOUVELAS, K. Ioannis, PAVLIDES, Spyros (2008). "Tectonic geomorphology of the easternmost extension of the Gulf of Corinth (Beotia, Central Greece)", *Tectonophysics*, V. 453, p. 211-232.
- UTLU, Mustafa, TOPRAK, Ahmet, ÖZDEMİR, Hasan (2013). "Köyceğiz Gölü Kuzey Havzalarının Jeometrik Analizlere Bağlı Değerlendirilmesi", III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editörler: Hüseyin KORKMAZ, Atilla KARATAŞ), s.: 768-776, Hatay: Color Ofset.
- UZUN, Murat (2014). "Lale Dere (Yalova) Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi", *Route Educational and Social Science Journal*, V. 1 (3), p. 72-88.

- VERBOVSEK, Timotej (2009). "BCFD – a Visual Basic pro gram for calculation of the fractal dimension of digitized geological image data using a box-counting technique", *Geological Quarterly*, V. 53 (2), p. 241-248
- YALTIRAK, Cenk (1995). "Gaziköy-Müreffe Arasının Sedimantolojisi ve Tektoniği", *TPJD Bülteni*, S. 6 (1), s. 93-112.
- YALTIRAK, Cenk (1996). "Ganos Fay Sistemi'nin Tektonik Tarihi", *TPJD Bülteni*, S. 8 (1), s. 137-156.
- YALTIRAK, Cenk, SAKINÇ, Mehmet, OKTAY, Y. Fazlı (2000). "Westward propagation of North Anatolian fault into northern Aegean: Timing and kinematics: Comment and Reply", *Geology*, V. 28 (2), p. 187-188.
- YILDIRIM, Ahmet, KARADOĞAN, Sabri (2011). "Raman Dağları Güneyinde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler", *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, S. 16, s. 154-166.
- YILDIRIM, Cengiz (2014). "Relative tectonic activity assessment of the Tuz Gölü Fault Zone; Central Anatolia, Turkey", *Tectonophysics*, V. 630, p. 183-192.