

BAYRAMDERE HAVZASINDA (BİGA YARIMADASI, ÇANAKKALE) HAVZA GELİŞİMİNİN MORFOMETRİK ANALİZLER VE JEOMORFİK İNDİSLERLE İNCELENMESİ

Drainage Basin Analysis Using Geomorphic Indices: Case of Bayramdere Basin, Biga Peninsula, Çanakkale

Beyhan ÖZTÜRK*
Ahmet Evren ERGİNAL**

Özet

Bu çalışmada Biga Yarımadası'nın kuzey kıyılarından Marmara Denizi'ne dökülen Bayramdere'nin drenaj havzasının gelişimi ve havza gelişimini kontrol eden yapısal faktörler morfometrik analizler ve indis uygulamalarına göre ele alınmıştır. Uygulanan üç indis çalışması (SL, V_f ve T) havzanın geliştiği jeolojik yapının akaçlanmasında tektoniğin denetleyici olduğunu göstermektedir. Özellikle havzanın yukarı kesiminde, akarsuyun 1 km'lik yatak boyunca güneybatıya yönlendiği kesimde yer alan ve deprem episantrlarının sıralandığı fay havzadaki en önemli yapısal unsurdur. Arazi verileri yüksek açılı normal fayların drenaj kuruluşu ve havza gelişiminde önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Morfometrik analiz, havza gelişimi, tektonik kontrol, gençleşme, Çanakkale.

Abstract

In this study, drainage basin development of the Bayramdere creek discharging into the Sea of Marmara and structural factors that control basin development are discussed on the basis of morphometric analyses and geomorphic indice studies. The three geomorphic indices (SL, V_f and T) showed the effects of tectonics in erosion of the geologic structures of the basin. Especially, the fault, which is evidenced by the distribution of epicenter data, where the creek is dislocated about 1 km towards the southwest, was found to be the principal structural factor. Field data suggest that high-angle normal faults played an important role in both construction and the development of drainage in the basin.

Key Words: Morphometric analysis, basin development, tectonic control, rejuvenation, Çanakkale.

GİRİŞ

Akarsu havzalarının jeomorfolojik evrimi ve havzaları akaçlayan akarsuların drenaj gelişiminde tektoniğin etkilerinin açıklanmasında pratik metotlardan birisi morfometrik analizler ve amaca göre belirlenen indis hesaplamalarıdır. Drenaj havzalarının boyut, yükselti ve eğim gibi sayısallaştırılabilir topoğrafik özelliklerinden faydalanılarak uygulanan bu yöntemin uygulanmasında ayrıntılı (özellikle 1/25000 ölçekli) topografya haritaları temel alınarak sayısallaştırma işlemi yapılmakta, ardından elde edilen sayısal veriler indis formüllerinde yerine

* Yrd. Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale.

**Yrd. Doç. Dr. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale
Sorumlu yazar: A. E. ERGİNAL (aerginal@comu.edu.tr)

konmaktadır (KELLER ve PINTER, 2002). Tektonik ve yerçekli gelişimi, dolayısıyla jeomorfolojik süreçler arasındaki ilişkileri ortaya çıkararak bu tür çalışmalar Tektonik Jeomorfoloji çalışmaları içinde değerlendirilir (MAYER, 1986) ve aktif tektonik araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Keller, 1986). Çalışılan alanın jeomorfolojik özelliklerine göre uygulanan indisler değişebilir. Drenaj havzası analizlerinde morfometrik analizler somut sonuçlar vermekle birlikte (TUROĞLU, 1997; Öztürk, 2008), en çok kullanılan jeomorfik indisler olarak Drenaj Havzası Asimetrisi, Akarsu Uzunluk-Gradyan İndisi ve Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı gibi indisler tektonik yükselim oranlarının açıklanmasında pratik yararlar sağlamaktadır (KELLER ve PINTER, 2002).

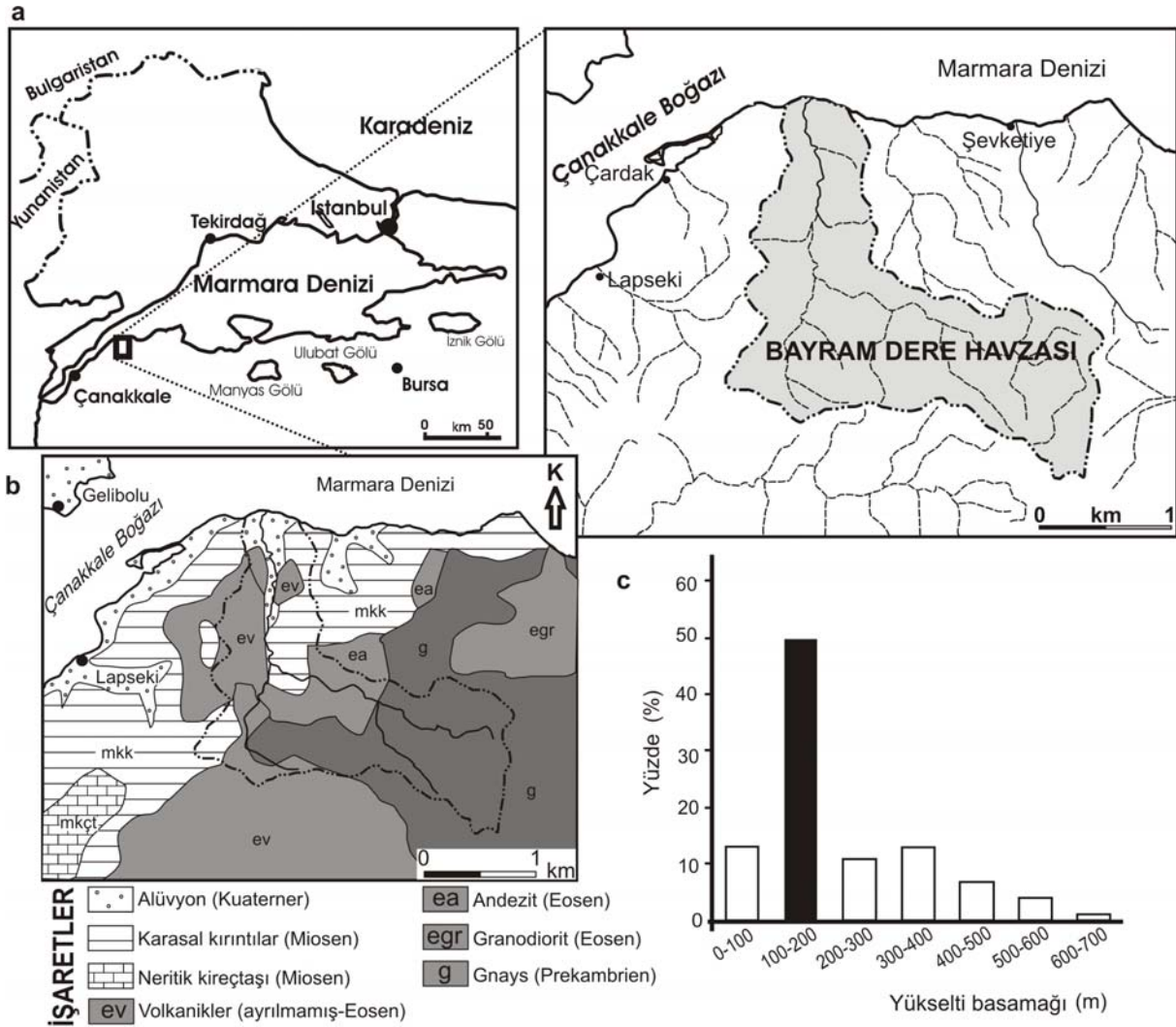
Mevcut çalışmalarda genelde aktif faylarla denetlenen ya da bölgesel tektonik yükselim (uplift) oranlarının yüksek olduğu bölgelerde drenaj havzalarında gözlenen anomaliler jeomorfik indisler yoluyla incelenmekte, özellikle aşınmaya karşı direnç faktörünün gözlenmediği sahalarda (homojen litolojik birimler) indis sonuçları yorumlamaya önemli katkı sağlamaktadır. Örneğin VERRIOS ve diğ. (2004) Yunanistan'ın Corinth Körfezi'nde Elik Fay Zonu boyunca dağ cephesi eğrilik oranı indisi, Akarsu Uzunluk-Gradyan İndisi, Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı indisi ve boyuna topografik simetri faktörü indisi analizlerinden yola çıkarak Elik Fay zonunun yüksek tektonik aktivite sınıfına dâhil olduğunu tespit etmişlerdir.

ERGİNAL ve CÜREBAL (2007) Ulubat Gölü güneyindeki Soldere havzasında, CÜREBAL ve ERGİNAL (2007) Kazdağı güneyinde aktif faylarla denetlenen kütlelerdeki drenaj gelişimini benzer şekilde ele alarak tektoniğin akarsu talveg profillerinin düzenlenmesindeki etkisini tartışmışlardır. Yine güncel bir çalışmada GÜRBÜZ ve GÜRER (2008) Sapanca Gölü havzasında Kuzey Anadolu fayı'nın Plio-Kuaterner tektonik aktivitesini tektonik jeomorfoloji açısından ele almış ve dağ cephesi eğrilik oranı (Mountain front sinuosity) yola çıkarak tektonik açıdan yükselim oranlarını karşılaştırmış, gölün güneyindeki kütlelerin kuzeyindeki kütleyle oranla daha büyük yükselim oranına sahip olduğunu açıklamışlardır.

Bu çalışmada Biga Yarımadası'nın kuzeyinde Marmara Denizi'ne dökülen kuzey-güney yönlü çizgisel bir yatağı izleyen Bayramdere'nin havza gelişimi morfometrik analizler ve havza analizlerinde sıklıkla kullanılan indis hesaplamalarına göre açıklanmaktadır (Şekil 1). Çalışılan alan bir akarsu havzası olduğundan havza analizlerine uygun indis uygulamaları yapılmıştır.

Çalışmaya konu olan Bayramdere havzası, Marmara Denizi'nin güneybatı kesiminde, Çanakkale Boğazı'nın kuzeydoğu çıkışında yer alır. Havzayı akaçlayan Bayramdere, Beyçayırı yerleşmesinin 2 km kadar kuzeyinde yer alan ve 600–650 m yükseklikte zirve düzlüklerine sahip Dumanlı Dağı'ndan kaynaklarını alır. Tüm kolları ile birlikte 89.46 km²lik bir alanı akaçlar. Havzanın yukarı kesiminde kabaca kuzeybatı-güneydoğu, orta ve aşağı kesiminde ise kuzey-güney yönlü drenaj yönelimi gösteren akarsu, basit bir "L" şekilli havza geometrisi sergiler. Havzada Üst Miosen denizel kırıntılılar, neritik kireçtaşları ve Eosen'e ait ayrışmamış volkanitler ve andezitler ile Eosen gradodioritler geniş bir alanda yüzeyleyir (Şekil 1b). Havzanın yukarı kesiminde geniş yer kaplayan gnayslar ise temele ait en eski birimleri oluştururlar.

Km²'ye 0.61 km uzunlukta drenaj kolunun yerleştiği havzada akarsuyun gömülme amplitüdü maksimum 100–150 metreler arasında değişir. Drenaj, havzanın yukarı kısmında çatallanma oranları düşük olması nedeniyle kısmen dandritik, aşağı kesiminde ise kırık dene-timli olması suretiyle çizgiseldir. Havzada yükselti kuşakları ise 0–700 metreler arasında değişir ve hâkim yükselti basamağı 100–200 m'dir (Şekil 1c).



Şekil 1: Bayramdere Havzası'nın Lokasyon ve drenaj haritası (a), Jeoloji Haritası (1/100.000 ölçekli MTA Jeoloji Haritası İstanbul Paftasından değiştirilerek) (b) ve Hipsometrik Diyagramı (c).

AMAÇ VE YÖNTEM

Bayramdere Havzası'nın eşyüksekti eğrileri 1/25.000 ölçekli topografya haritalarından 10 m izohips aralığına göre MAP-INFO Professional 7.5 programında sayısallaştırılmış, üretilen sayısal verilerden indis çalışmalarında kullanılacak matematiksel değerler (XYZ) alınarak bu değerlere göre amaca uygun olarak seçilen morfometrik indis uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu yolla drenaj havzasının gelişiminde yapısal unsurların etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın amacı seçilen morfometrik analizler ve indis çalışmalarına dayalı olarak havzadaki drenaj asimetrisinin gelişimi ve talveg-yamaç profillerinin düzenlenmesinde tektoniğin etkilerini ortaya koymaktır. Indis çalışmalarında ani değişimlerin görüldüğü olası faylara karşılık gelen kesimler 2008 tarihli ASTER uydu görüntülerinde tekrar incelenmiş, tespit edilen çizgisel zonlarda drenajı ve morfolojiyi denetleyen faylar arazide tanımlanarak haritalanmıştır.

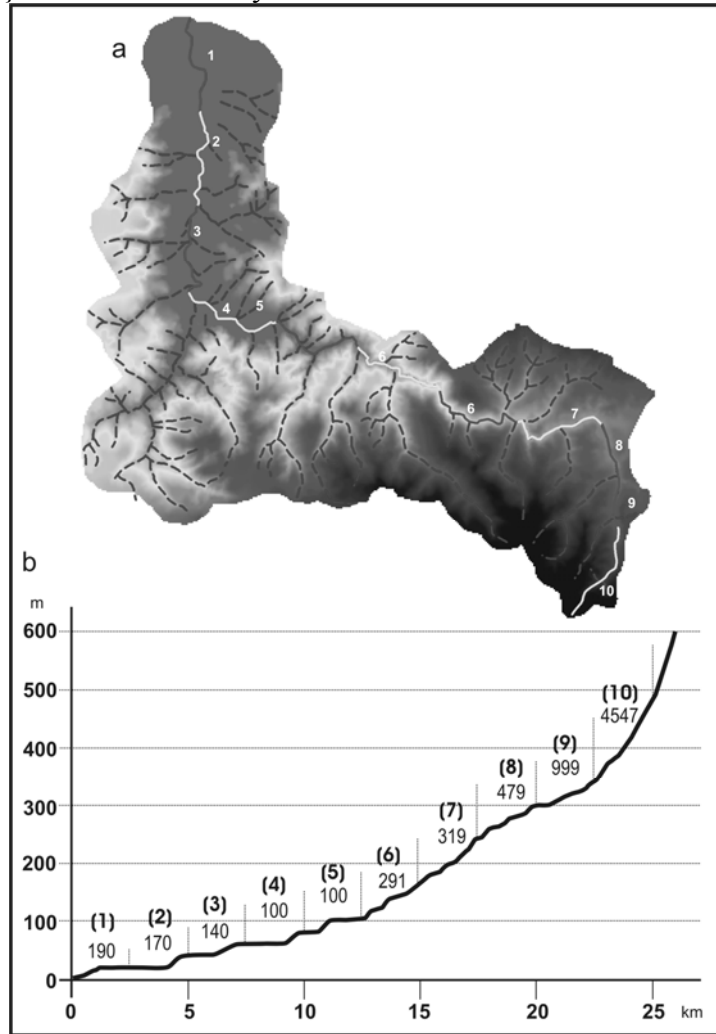
İNDİS UYGULAMALARI

Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi [$SL=(\Delta H/\Delta L)L$]

Akarsu Uzunluk - Gradyan İndeksi, akarsu vadilerinde, akış kanalı boyunca tektonik, kayaç direnci ve topografya ilişkilerinin analizinde kullanılmaktadır ve indis formülü [$SL=(\Delta H/\Delta L)L$] şeklindedir (HACK, 1973; KELLER ve PINTER, 2002). Buna göre SL akarsu boy-gradyan indeksini, ΔH akarsu kanalının yükseklik değişimini (mak.yük / min.yük), ΔL

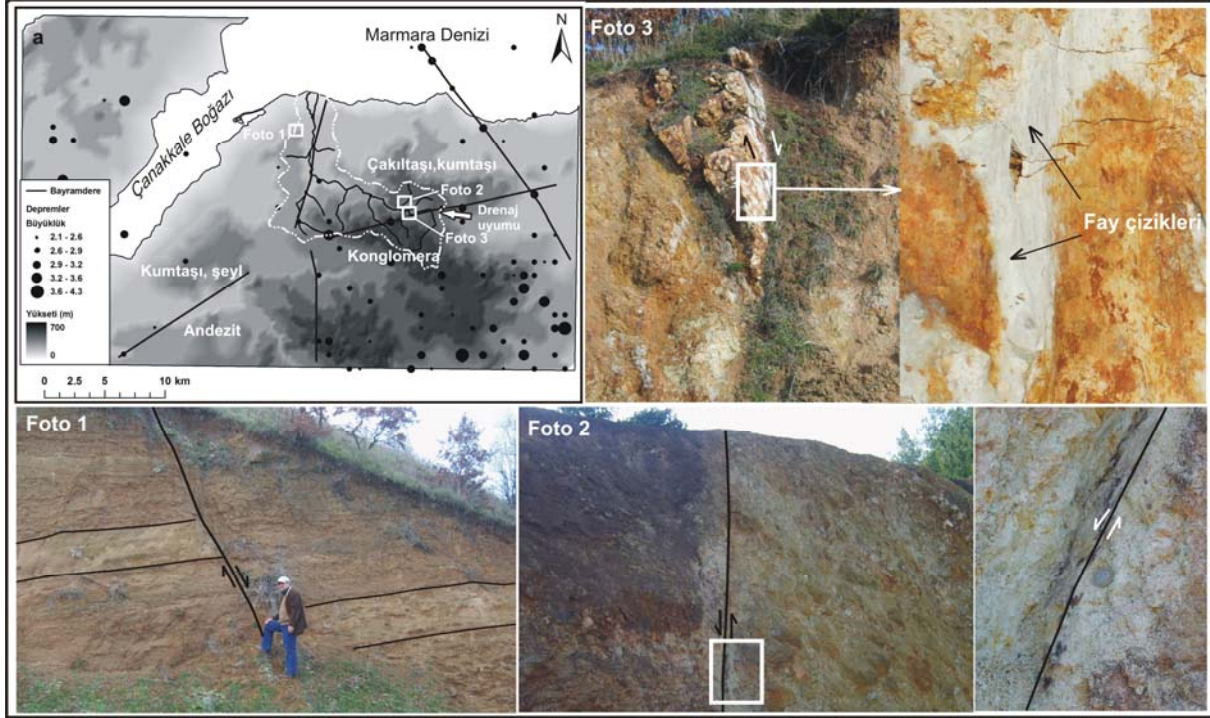
akarsu kanal parçasının uzunluğunu, L indeks hesaplama noktası ile akarsu kaynak yükseltisi arasındaki mesafenin m olarak değerini ifade eder.

Bayramdere vadisinde akarsuyun talveg profili denge profilinden çok uzak, basamaklı bir eğri şeklindedir (Şekil 2a ve b). Bu haliyle birbirine eklenmiş ve kaynak yönünde ilerleyen farklı aşınım dalgalarının talveg boyunca sıralandığı görülmektedir. 10 drenaj segment aralığında (1 ... 10, Şekil 2a) tespit edilen en yüksek değer SL değeri 4547, en düşük değer ise 100 bulunmuştur. Ancak profildeki en anlamlı SL değerleri profilde 2, 7 ve 8 nolu ölçümlere karşılık gelen 170, 319 ve 479 değerleridir. Öyle ki, aşağı kesimdeki eğim kırığı (SL: 170) çok yeni bir aşınım döngüsü değişimini gösterirken, havzanın yukarı kesiminde tespit edilen yüksek indis değerleri boyuna profilde karakteristik bir dışbükey bükülmeyi göstermektedir. 8 ve 4 nolu drenaj segment aralıkları arasında Bayramdere BKB-DGD yönlü bir kanalı izlemekte, 3 nolu segmente geçtiğinde ise akışını kuzeye çevirerek bu kez K-G yönlü bir çizgisellik boyunca akışını sürdürmektedir (Şekil 3a). Buna göre ölçümlerin yapıldığı drenaj parçalarında formasyon geçişlerinde önemli SL değişimleri bulunmadığından elde edilen veriler Bayramdere'nin yatağında tektoniğe dayalı eğim kırıklarının varlığına işaret etmektedir. Arazi gözlemlerinde ani drenaj sapmalarına yakın kesimlerde bu faylar tespit edilmiştir. Örneğin Şekil 3 Foto 1'de havzanın aşağı kesiminde batı yamaçta Miosen kilitaşı-kumtaşı istifindeki görünür atımı 1.5 olan yüksek açılı (48°) fay görülmektedir. $K70^\circ E$ doğrultulu olan bu normal fayda güneydoğu blok alçalmıştır. Bu yönüyle ilgili fay Bayramdere'nin kuzey-güney yönlü alüvyal dolgulu geniş vadisinin kenar faylarından birisi olmalıdır.



Şekil 2: Bayramdere Talveg Profili Boyunca SL İndisi ölçüm aralıkları (a) ve değerleri (b).

Diğer iki önemli fay da havzanın yukarı kesiminde aglomera-andezit kontaklarında gözlenmiştir (Şekil 3 Foto 2). Bu fay andezit-aglomera kontakını sağlar ve fay düzlemi yoğun kil kaplıdır. K80°D doğrultulu, eğimi 74°GD'ya doğru olan fay aynı zamanda kaynak kollarından birisinin yatak yönünü belirlemektedir. Buna yakın diğer fay ise (Şekil 3 Foto 3) K40°B doğrultulu olup eğimi GB'ya doğru 59°'dir. Fay düzlemi yoğun killi ve demir oksitlidir. Bu fayın doğrultusu da havzanın orta ve yukarı çıkırında Bayram Dere'nin KB-SD yönlü aktığı uzanişaya uyum gösterir. Belirtilen bu faylar Bayramdere drenaj kuruluşunun fay denetimli olduğunu göstermektedir.



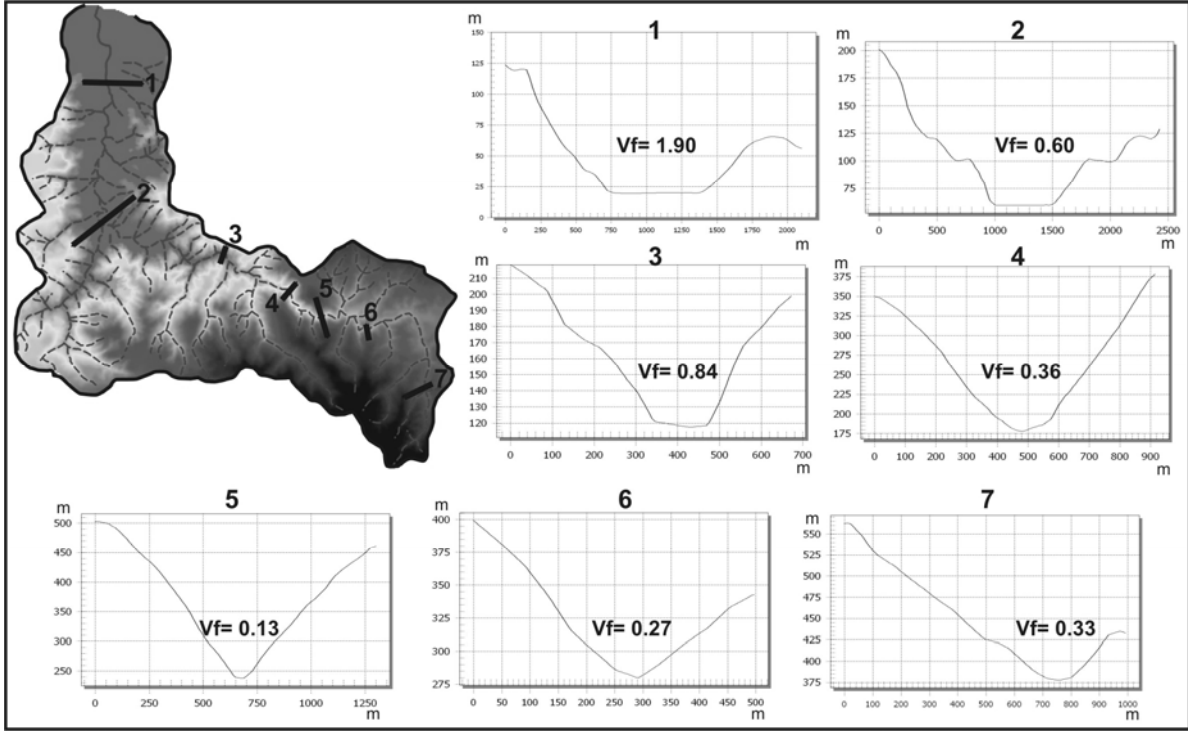
Şekil 3: Bayramdere havzası ve çevresinde meydana gelmiş depremlerin episantr dağılımları (a) ve faylar (Foto 1, 2 ve 3).

Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı

Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı indisi tektoniğin vadi yamaç profilleri üzerindeki etkileri konusunda fikir vermesi nedeniyle kullanılmaktadır ve indisi formülü $[V_f = 2 \cdot V_{fw} / (E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$ şeklindedir (BULL, 1977, BULL ve McFADDEN, 1977; BULL, 1978., KELLER, 1986). Bu formüle göre yüksek V_f değerleri düşük yükselme oranını ve dolayısıyla yamaç işlenmesini gösterirken, düşük V_f değerleri tektonik yükselme paralelinde kuvvetle kazılan vadileri karakterize edecektir. Böylece derine kazma faaliyetinin tektonikle ilişkisi değerlendirilebilmektedir. Formül açılımına göre V_f : Vadi Tabanı Genişliği – Vadi Yüksekliği Oranı, V_{fw} : Vadi Tabanı Genişliği, E_{ld} : Sol Vadi Kesimi Yüksekliği, E_{rd} : Sağ Vadi Kesimi Yüksekliği ve E_{sc} : Vadi Tabanı Yüksekliği'ne karşılık gelir (KELLER ve PINTER, 2002).

Vadi yönünü dik kesen 7 kesit hattı boyunca yapılan analizlerde V_f oranlarının 0.13 ile 1.90 arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4). En düşük oranlar 5 ve 6 nolu kesitlere karşılık gelmekte, bu oranlar SL indisi, Şekil 3a'da gösterilen kuzeydoğu-güneybatı fayın denetlediği kütlelin yükselen (güney) bloğundaki gömülmeye karşılık gelmektedir. Vadi profilleri 1 ve 2 nolu profil hatları boyunca Eosen volkanikler ve Miosen karasal kıvrıntılar üzerinde açılmıştır ve yarı olgun aşınım yüzeyleri, dolayısıyla iç içe geçmiş vadi topografyası görülmektedir. V_f oranları bu yönüyle 2 ve 3 nolu SL indisi oranları ile tutarlıdır ve tektonik etkisini doğrulamaktadır. Havzanın orta ve yukarı kesiminde ise Eosen andezitler ve Prekambrien gnayslar

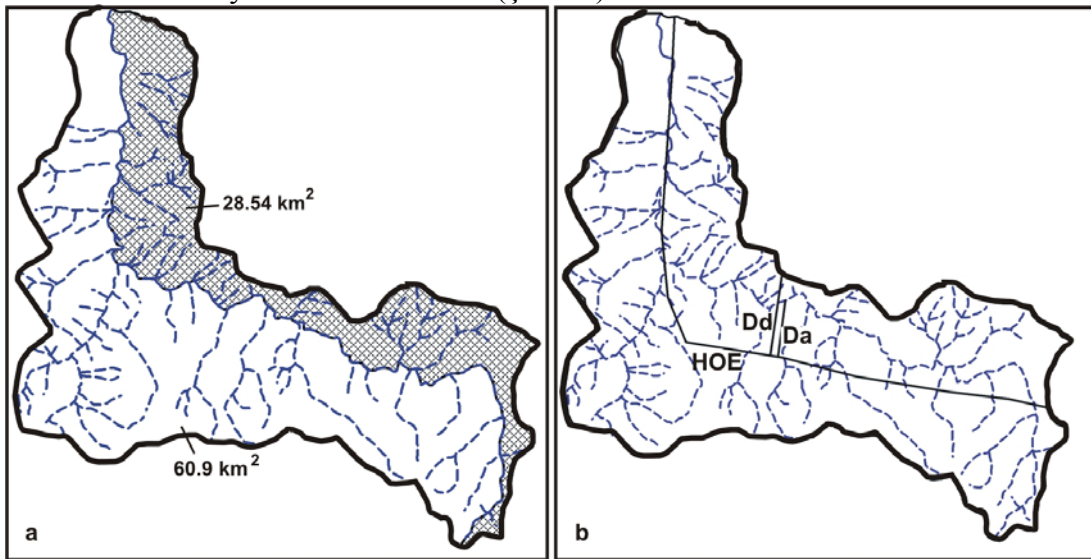
üzerinde V şekilli, yamaçları eğimli vadiler göze çarpar. Özellikle 5, 6 ve 7 nolu profil hatları tamamen gnayslar üzerinde açılmıştır ve düşük Vf oranları SL indisi ölçümlerindeki (8-9-10 nolu ölçümler) ile tam uyum içindedir. Buna göre havzanın yukarı kesiminde litoloji değişmediğine göre tektonik yükselme oranı artmaktadır.



Şekil 4. Bayramdere vadisi boyunca seçilen enine kesit hatlarından elde edilen vadi profilleri ve Vf oranları.

Drenaj havzası asimetrisi

Bu indis havza gelişimi üzerinde tektonik kontrolün tanımlanmasında sıklıkla kullanılır (HARE ve GARDNER, 1985; COX, 1994). İndis formülü $T = D_a D_d$ dir. Buna göre D_a havza ortası eksenine ile aktif menderes kuşağı arasındaki mesafe, D_d ise havza ortası eksenine ile subölümü arasındaki mesafedir. Toplam alanı 89.46 km^2 olan Bayramdere havzasında belirgin bir asimetri fonksiyonu söz konusudur (Şekil 5).



Şekil 5. Bayramdere havzasında Drenaj havzası asimetrisi

Talvegin batısında kalan havza kesiminin alanı 60.9 km², doğusunda kalan kesimin ise 28.54 km²'dir. Bu durum, litolojide önemli değişiklikler görülmemekle birlikte, havzanın batı ve güney kesiminden daha kuvvetli akaçlandığını ve drenaj yoğunluğunun daha fazla olduğunu gösterir. Buna göre havzadaki enine topografik simetri (*T*) oranı 0.4210 çıkmaktadır. Tam simetri "0" dan uzak olan bu değer havzadaki asimetrinin varlığını açıklar ve benzer bir değer ERGİNAL ve CÜREBAL (2007) tarafından Ulubat Gölü güneyinde KAF tarafından denetlenen Soldere havzasında da tespit edilmiştir.

SONUÇLAR

Morfometrik analizler ve indis hesaplamaları drenaj havzası gelişimi tektonik ilişkileri konusunda somut veriler sunmaktadır. Bayramdere havzasında uygulanan üç indis çalışmasında havzanın geliştiği volkanik ve metamorfiklerden oluşan kütlelerin akaçlanmasında tektoniğin denetleyici olduğunu göstermiştir. SL, V_f ve T oranları tutarlıdır ve derine kazma, yana aşındırma ve subölümü göçü anlamında morfolojik gelişim üzerinde tektonik kontrol belirgindir. Havza gelişimi üzerinde Biga Yarımadası'ndaki tektonik yükselim dışında yerel normal fayların da etkisi olmalıdır. Bu fayların en önemlisi Bayramdere drenajının yukarı kesiminde 1 km'lik yatak boyunca güneybatıya saptığı kesimde gözlenen ve 3-3.6 büyüklüğünde depremlerin episantr dağılımlarının sıralandığı faydır. Ayrıca havzanın güneydoğudaki kaynak sahası olan Dumanlı Dağı'nın 3.5 km güneydoğusunda, 01.06.2008 tarihinde Beyçayırı (Lapseki) merkezli olarak meydana gelen ve artçıları (büyüklüğü 2.6-3.8 arasında olan 22 deprem) 02.06 2008'e kadar devam eden 4.3 büyüklüğündeki deprem de havzanın güneyinde aktif fayların bulunduğunu göstermektedir. Bu fayların Bayramdere havzasında jeomorfolojik gelişimi denetleyen faylarla ilişkileri ileri çalışmalarda ortaya konabilir.

KATKI BELİRTME

Arazi çalışmalarındaki yardımları için Hacer KARAMAN ve Yener TÜRKMENOĞLU'na teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- BULL, W. B. 1977. *Tectonic geomorphology of the Mojave Desert*. U.S. Geological Survey Contact Report 14-08-001-G-394. Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering, Menlo Park, California, 188.
- 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. Office of Earthquakes, Volcanoes and Engineering, Menlo Park, California, 59.
- BULL, W. B., and L. D. McFADDEN, 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): 115-138. Binghamton, NY: State University of New York at Binghamton.
- COX, R.T., 1994. "Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment". *Geological Society of America Bulletin*, 106, 571-581.
- CÜREBAL, İ., ERGİNAL, A. E., 2007. "Mıhlı Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi". *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* (www.e-sosder.com) 19: 126-135.
- ERGİNAL, A.E., CÜREBAL, İ., 2007. "Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama". *Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi* 17: 203-210.

- GÜRBÜZ, A., GÜRER, Ö.F., 2008. "Tectonic Geomorphology of the North Anatolian Fault Zone in the Lake Sapanca Basin (Eastern Marmara Region, Turkey)". *Geosciences Journal* 12 (3), 215 – 225.
- HACK, J.T., 1973. "Stream profile analysis and stream-gradient index". *U.S. Geological Survey Journal of Research*, 1, 421-429.
- HARE, P.W., and 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), September 1984. Boston: Allen & Unwin, 75-104.
- KELLER, E.A., 1986. "Investigation of active tectonic: use of surficial earth processes", *Active Tectonics studies in Geophysics* (Eds R.E. Wallace). National Academic Press, Washington, DC, 136-147.
- KELLER, E.A., and PINTER, N. 2002. *Active Tectonics* (2nd edition), Upper Saddle River. New Jersey, Prentice Hall, 362 p.
- MAYER, L., 1986. "Tectonic geomorphology of escarpments and mountain fronts", *Active Tectonics, Studies in Geophysics* (Eds R.E. Wallace). National Academy Press, Washington, DC, 125–135.
- ÖZTÜRK, B., 2008. "Biga Yarımadasında Asimetrik Havza Gelişimi Ve Yapı İlişkinine Bir Örnek: Yapıldak Dere Havzası". *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı Dergisi* (baskıda).
- TUROĞLU, H., 1997. "İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım, (Quantitative approach to hydrographic feature of İyidere river)". *Türk Coğrafya Dergisi*, 32, 349-355, İstanbul.