

INVESTIGATION TO FEATURE OF GEOMORPHOLOGY OF THE LALE STREAM (YALOVA) BASIN'S USING ANALYSIS OF GEOMORPHOMETRIC

LALE DERE (YALOVA) HAVZASI'NIN JEOMORFOLOJİK
ÖZELLİKLERİNİN JEOMORFOMETRİK ANALİZLERLE İNCELENMESİ

Murat UZUN¹

Abstract

Emerging technological possibilities thanks to the possibilities brought about by digital topographic methods and geomorphometric studies conducted with fast, efficient analysis, objective results with greater contributions to the field of geomorphology. In this study, geomorphological structure, development and actors affecting the morphology and processes of Lale stream basin (Yalova) examined with digital topographic and with many different morphometric indices. For this feature examined, evaluated and analyze with using techniques of GIS to were administered to morphometric indices. In this study of morphometric indices are may methods of linear, areal and relief morphometrics. Also geomorphometric analysis of basin was using digital elevation model (DEM) to produced from 1/25000 maps of topographic and spatial analysis carried out DEM maps. According to analysis of geomorphometric, Lale stream basin is in the mature stage that in development of geomorphology to fluvial and tectonic factors have played an active role. However, there are differences in geomorphology development was determined by morphometric indices when basins separating to sub-basin. Geomorphologic elements to, delta, valleys, mountain, plateau, marine terrace, step and inclined of hillside with factor and process in the basin of Lale stream.

Keywords: Geomorphology of basin, geomorphometric analysis, morphometric indices, GIS, basin of lale stream.

Özet

Gelişen teknolojik imkânların getirdiği olanaklar sayesinde, sayısal topografik yöntemler ve jeomorfometrik analizlerle yapılan çalışmalar hızlı, etkin, objektif sonuçlar vermesiyle jeomorfoloji alanına büyük katkılar sağlamaktadır. Bu çalışmada da Lale dere havzasının (Yalova) jeomorfolojik yapısı, gelişimi ve havzanın morfolojisini etkileyen etmen ve süreçler, sayısal topografik ve birçok farklı morfometrik indislerle ele alınmıştır. Bu unsurları incelemek, değerlendirmek ve analiz etmek için CBS teknikleri kullanılarak morfometrik indislerin uygulaması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan morfometrik indisler, çizgisel, alansal ve relief morfometrisindeki farklı analiz yöntemlerinden oluşmaktadır. Ayrıca havzanın jeomorfometrik analizinde, 1/25000 ölçekli topografya haritalarından üretilen sayısal yükselti modeli (SYM), bu model üzerinden yapılan mekansal analizler ve haritaları da kullanılmıştır. Jeomorfometrik analiz sonuçlarına göre, Lale Dere havzası olgunluk safhasında olup, jeomorfolojik gelişiminde flüvyal etkenler ve tektonizma etkin rol oynamıştır. Ancak havzayı alt havzalara ayırdığımızda, jeomorfolojik gelişimde farklılıkların olduğu morfometrik indislerle tespit edilmiştir. Lale dere havzasında belirtilen etken ve süreçlerle delta, vadiler, dağlık alanlar, plato yüzeyi, denizel taraçalar, dik ve eğimli yamaçlar gibi jeomorfolojik unsurlar oluşmuştur. **Anahtar Kelimeler:** Havza jeomorfolojisi, jeomorfometrik analiz, morfometrik indisler, CBS, lale dere havzası

¹ Uzman,Sancaktepe Eyüp Sultan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Coğrafya Öğretmeni/İstanbul

GİRİŞ

Havzaların oluşum süreçleri, tektonik yapı ile ilişkisi ve jeomorfolojik gelişiminin açıklanması için farklı çalışmalar yapılmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) kullanımı, sayısal analizler ve morfometrik indisler kullanılarak yapılmış çeşitli jeomorfolojik araştırmalar bulunmaktadır. (Cürebal ve Erginal, 2007; Tarı ve Tüysüz, 2008; Hurtrez vd., 2009; Özşahin, 2010, Bahadır ve Özdemir, 2011; Karabulut vd., 2013). CBS teknikleri, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, sayısal yöntemler ve morfometrik tekniklerle yapılan çalışmaların daha objektif, bilimsel, hızlı ve çoğaltılabilir olması, analiz ve sorgulama imkânı sağladığı için jeomorfoloji araştırmalarında ve değerlendirmelerinde kolaylık sağlamaktadır (Bahadır ve Özdemir, 2011: 324).

Akarsu havzalarının jeomorfolojik özelliklerini açıklamak için kullanılan yöntemlerden biri de jeomorfometrik indislerdir. Bu yöntemde, havzanın jeomorfolojik bazı özellikleri sayısal olarak hesaplanmakta, analizler yapılmakta ve elde edilen sonuçlar çeşitli formüller yardımıyla morfometrik indis değerlerine dönüştürülmektedir. Elde edilen veriler havzanın oluşum ve gelişimi hakkında oldukça bilimsel, objektif ve detaylı bilgiler vermektedir (Erginal ve Cürebal, 2007: 205; Özşahin, 2010: 140). Havzanın oluşum ve gelişimini sayısal olarak nitelendirilebilen ve ölçülebilen değerlerle açıklayan, çizgisel, alansal ve relief karakteristikleri olarak bir takım geometrik özellikler de havza morfometrisi olarak tanımlanmaktadır (Özdemir 2011: 459).

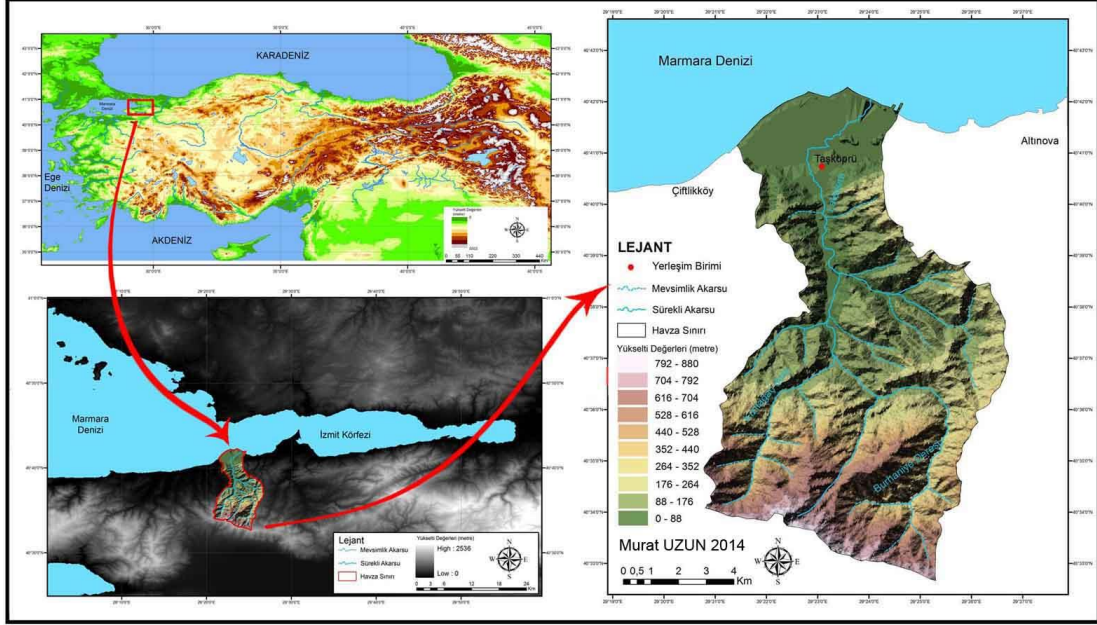
Sayısal topografik yöntemler ve morfometrik indisler vadi, havza oluşum ve gelişim süreçlerini açıklaması yanında birçok jeomorfolojik çalışmalarda kullanılmıştır. Jeomorfometrik indisler özellikle havza ve vadilerin oluşumunda tektonizmanın etkisini açıklamada önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Ayrıca arazi örtüsünü etkileyen jeomorfolojik unsurların tespitinde, fay kontrolü, sel-taşkın analizi, risk alanları analizi, kıyı erozyonu ve gelişiminin tespiti, turist yürüyüş ve konaklama yerleri, hidrografik analizler, buzul rekonstrüksiyonu, komşu havza analizleri gibi birçok çalışmada da morfometrik indisler kullanılmıştır (Host ve Pregitzer 1992; Turoğlu 1997; Cürebal 2004; Tağl 2006; Cürebal 2006; Cürebal ve Erginal, 2007; Erginal ve Cürebal 2007; Özşahin, 2008; Tarı ve Tüysüz, 2008; Öztürk ve Erginal, 2008; Özşahin, 2010; Özdemir, 2011; Yıldırım ve Karadoğan 2011; Gavrila 2012; Bayrakdar, 2012; Günek vd., 2013; Karabulut, vd., 2013).

İzmit Körfezi havzası içinde, farklı jeomorfolojik süreçlerden etkilenen havzalar bulunmaktadır (Tarı, Tüysüz, 2008). İzmit Körfezi havzasının tektonik, flüvyal ve östatik hareketlerden etkilenerek gelişen polijenik özellikli jeomorfolojik yapısının en batı sınırında bulunan Lale dere havzasında da farklı jeomorfolojik süreçlerin rol oynadığı gelişimler yaşanmıştır. Lale dere havzasındaki jeomorfolojik gelişimi ve jeomorfolojik yapıyı ortaya koymak için CBS'den faydalanılarak, sayısal analizler ve morfometrik indislerle mekânsal analizler yapılmıştır. Yapılan sayısal ve morfometrik analizler sonucu havzanın jeomorfolojik gelişimi yanında tektonik, litolojik, östatik etkenlerle bağlantısı ve buna bağlı jeomorfolojisi açıklanmaya çalışılmıştır.

ÇALIŞMA ALANI

İnceleme alanı, Marmara Bölgesi'nin doğusunda, İzmit Körfezi havzasının en batı kesimini oluşturan sahada yer almaktadır. Lale dere havzasının tamamı Yalova ili sınırları içersinde bulunmaktadır. Çalışma alanının kuzeyinde İzmit Körfezi, batısında Çiftlikköy ve Yalova yerleşim merkezleri, doğusunda Altınova yerleşim birimi, Yalakdere ve onun oluşturduğu Hersek deltası, güneyinde Samanlı Dağları ve bu alandaki Dumalı dağları yer almaktadır. Dumalı Dağlarından kaynağını alan Lale dere ve kolları olan Kızılağaç dere, Burhaniye derenin oluşturduğu havza ve havzanın su bölümü çizgisi, çalışma alanının sınırlarını oluşturmaktadır. İnceleme alanı 1/25000

ölçekli topografya haritalarının G22-c1, G22-c2, G22-c3, G22-c4 paftaları üzerinde bulunur ve UTM koordinat sistemine göre Zone37N'de yer almaktadır. Bu sınırlar içerisinde Lale dere havzası 40°33' – 40°42' kuzey enlemleri ile 29°20' – 29°27' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1: Lale Dere Havzasının Lokasyon Haritası

Lale dere havzasının kuzey-güney yönündeki kuş uçuşu uzunluğu 17 km iken, doğu-batı yönündeki en geniş yeri 7,11 km'dir. Bu alanlar içerisinde havzanın toplam alanı 73,47 km²'dir. Çalışma alanını oluşturan havzada toplam akarsu uzunluğu 67,486 km'dir. Bu uzunluğun 30,723 km'si kollarıyla beraber Lale dereye, 15,203 km'si Kızılağaç dere ve kollarına, 21,560 km ise Burhaniye dere ve kollarına aittir. Bu bakımdan toplam havza alanını üç alt havza grubuna ayırmak ve bu şekilde jeomorfometrik analizler yapmak mümkündür. Lale dere alt havzası 38,9 km², Kızılağaç dere havzası 11,7 km² ve Burhaniye dere havzası 22,8 km² alan kaplamaktadır.

İnceleme alanında yükselti değeri deniz seviyesinden 880 metreye çıkmaktadır. Lale dere havzasının en güney sınırını oluşturan Dumalı Dağlarında yer alan Dumanlı tepe, yükseltinin en yüksek olduğu alandır. Çalışma alanında birçok jeomorfolojik birim bulunmaktadır ve bunlar detaylı şekilde incelenip gelişimleri jeomorfometrik indislerle açıklanmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada ilk olarak literatür incelemesi yapılmış ve saha ile ilgili hangi jeomorfometrik indisler kullanılacak belirlenmiştir. Daha sonra Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilen Lale dere havzasının 1/25000'lik topografya haritalarının elle sayısallaştırılması ile sayısal yükselti modeli (SYM) üretilmiş ve gerekli çalışmalar bu model üzerinden yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanının jeoloji haritası MTA'dan temin edilen 1/100000 ölçekli jeoloji haritasından üretilmiştir. ArcGIS 10 yazılımında üretilen 10x10 çözünürlüğündeki SYM (DEM) ile belirlenen jeomorfometrik indisler kullanılmış ve farklı tematik haritalar üretilmiştir. Çalışmada, hipsometrik eğri ve integrali (HI), vadi tabanı-vadi genişliği oranı (Vf), akarsu uzunluk-gradyan indeksi (SL), drenaj havzası asimetrisi (AF), drenaj yoğunluğu (Dd), drenaj

sıklığı (akarsu sıklığı) (Fs), havza şekli (Rf), çatalanma oranı (Rb), havza reliefi (Bh) ve engebellik değeri (Rn) morfometrik indisleri kullanılmıştır. Bu indislerle beraber inceleme alanının SYM haritası, jeoloji, yükselti basamakları, eğim, bakı, hidrografya, akarsu yoğunluğu, çatalanma oranı ve jeomorfoloji haritası üretilmiştir. Morfometrik analizler sonucu ortaya çıkan verilerle havzanın jeomorfolojik gelişimi ortaya konulmuştur. İncelenen kaynaklardan, haritalardan, uydu görüntülerinden ve yapılan arazi çalışmasından sahanın jeomorfolojik yapısı da açıklanmıştır. Elde edilen morfometrik veriler, üretilen haritalar, arazi çalışması ve diğer çalışmalar karşılaştırılmış, ulaşılan sonuçlar çalışmaya yansıtılmıştır.

Çalışma alanının İzmit Körfezi havzasında yer alması, bu havza içerisindeki jeomorfolojik gelişimin polijenik bir yapı göstermesi, sahanın tektonizmadan çok fazla etkilenmiş olması ve çalışma alanında yoğun beşeri kullanımların olması, çalışmadan elde edilen sonuçların önemini göstermektedir. Kantitatif yöntemlerle elde edilen sonuçlar, havzanın jeomorfolojik gelişimini açıklaması yanında, yakın çevresindeki diğer havzalarla karşılaştırılma imkanı sağlaması ve bu bölgenin jeomorfolojik gelişiminin açıklaması açısından önemli bulgular durumundadır. Bu kapsam da çalışmanın amacını jeomorfometrik ve sayısal topografik analiz yöntemleri ile Lale dere havzasının jeomorfolojik gelişiminin ve yapısının incelenmesi oluşturmaktadır.

BULGULAR

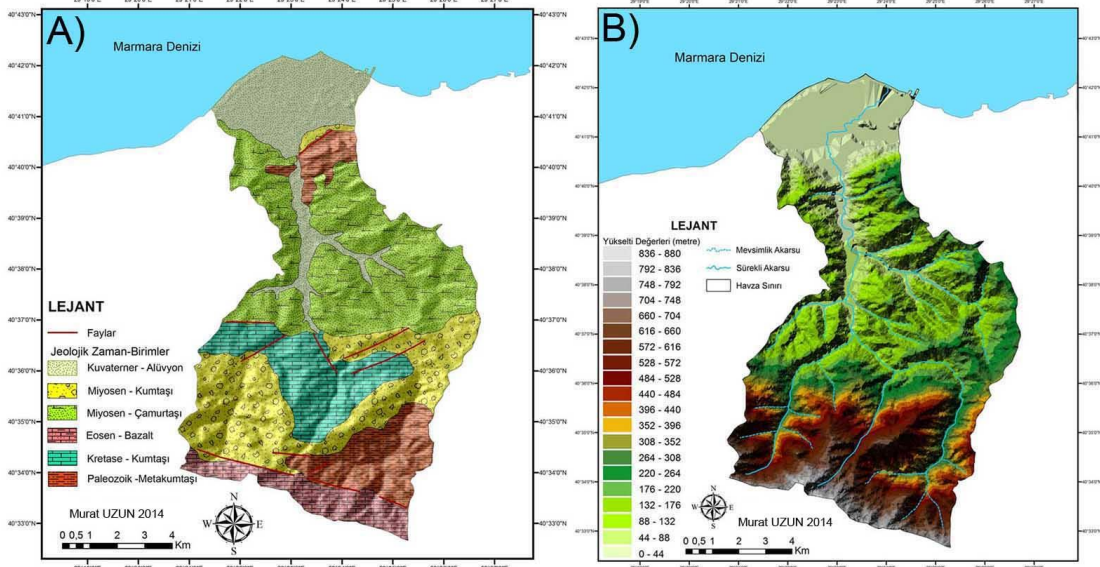
Genel Jeomorfolojik Özellikler

İnceleme sahasının genel jeomorfolojik özellikleri kapsamında, jeolojik yapısı, yükselti, eğim ve hidrografik özellikleri incelenmiştir. Bu bakımdan çalışma alanının jeoloji, yükselti basamakları, eğim, bakı ve hidrografya haritaları üretilmiştir.

İnceleme sahasında jeolojik birimlerin dağılımını değerlendirdiğimizde, Lale dere deltası ve akarsu vadisinin Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluştuğu gözlemlenmektedir. Delta alanından sonra Miyosen çamurtaşı birimleri 200-250 metre seviyelerine kadar havzanın litolojisini oluşturmaktadır. Ancak belirtilen alanda, Taşköprü yerleşim biriminin doğusunda, denizel taraça seviyelerinde, Miyosen Kumtaşı ve Paleozoik'e ait litolojik birimlere de rastlanılmaktadır. Miyosen ve Paleozoik birimleri, Lale dere vadisinin aşağı çığırında faylarla birbirlerinden ayrılmış durumdadır. Miyosen Çamurtaşı litolojik birimlerinden sonra faylarla ayrılmış Kretase kumtaşı ve Miyosen Kumtaşı birimleri gözlemlenmektedir. Burhaniye derenin kaynak kısmına doğru ise başkalaşıma uğramış metakumtaşı birimleri de bulunmaktadır (Akartuna, 1968; Bargu ve Sakıncı; 1990; Hoşgören, 1995). Bu alanların hemen güneyinde, faylarla diğer birimlerden ayrılmış Eosen bazaltları bulunmaktadır (Şekil 2-A). Dumalı Dağlarının zirve noktasına yakın kesimde bulunan bu alan, İzmit Körfezi çevresinde görülen magmatik çıkışlarla aynı dönemde meydana gelmiştir. Ayrıca havzadaki litolojik yapıyı Merdigöz-Dereköy metamorfileri, Taşköprü kumtaşları da meydana getirmektedir (Bargu ve Sakıncı, 1990: 49).

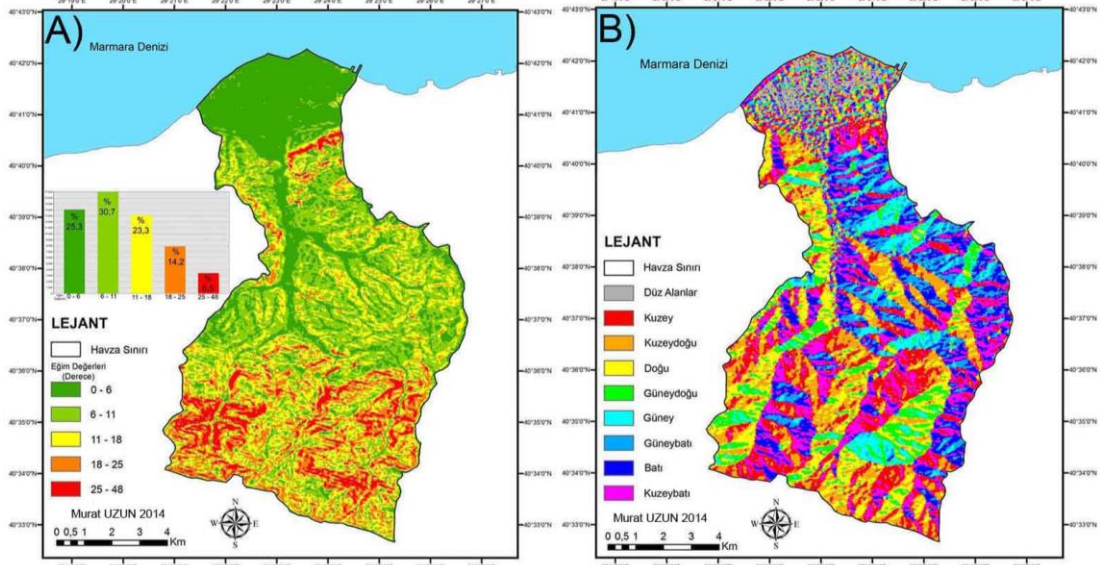
Havzadaki yükselti basamakları toplam yükseltinin 10 eşit gruba ayrılmasıyla elde edilmiştir. Çalışma sahasında yükselti deniz seviyesinden başlayarak Dumanlı tepe'de 880 m'ye ulaşmaktadır. Havza alanının ortalama yükseltisi 257 metredir. İnceleme alanında en geniş yer kaplayan alanlar alçak düzlük sahalar olarak belirtilen alanlardır. 0-44 m arasındaki yerler çalışma alanının % 14,3'ünü, 44-88 m arası % 8,3'ünü, 88-132 m. arası % 13,7'sini ve 132-176 m. arasındaki yerler çalışma alanının % 7,1'ini meydana getirmektedir. Bu yükselti seviyelerinden sonra yükseltilerin kapladıkları oran giderek azalmaktadır. Lale dere vadisinde alçak seviyeler iç kesimlere ilerlerken 44 m. seviyesinden sonra görülen denizel taraça izleri de bu

yükselti seviyesinin yüzeysel olarak daha az alan kaplamasına neden olmuştur. En az alan kaplayan yükselti aralığı ise % 0,2'lik oranı ile 836-880 m'dir (Şekil 2-B).



Şekil 2: A) Lale Dere Havzası Jeoloji Haritası B) Havzanın Sayısal Yükselti Modeli

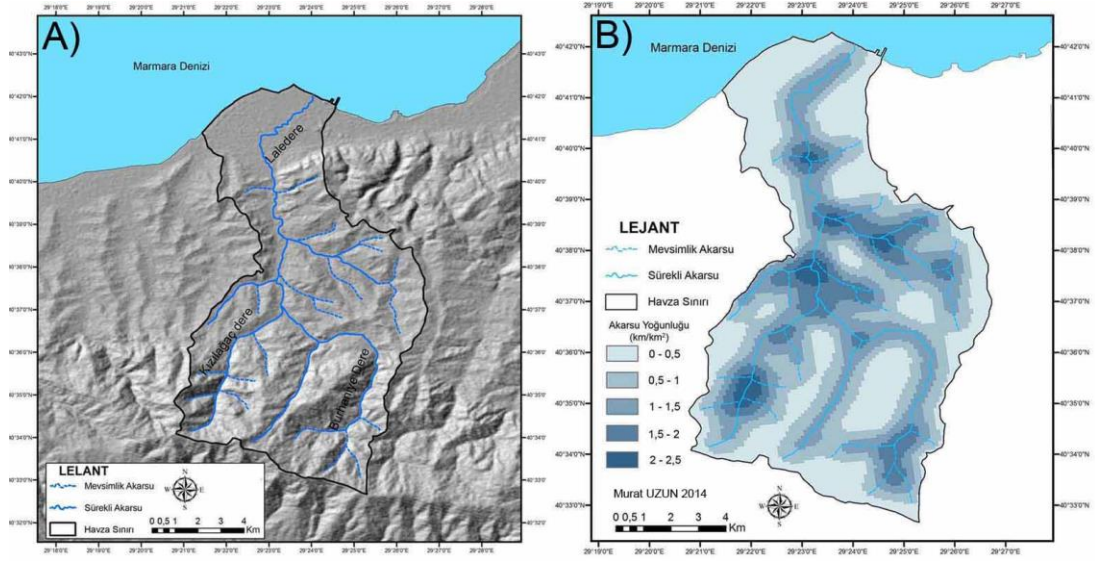
İnceleme alanındaki eğim değerleri SYM'den 5 farklı grup olarak bulunmuştur. Çalışma alanındaki eğim değerlerini incelediğimizde, havzanın % 56'sının 0-11 derece eğim değerlerinden oluştuğu görülmektedir. Bu değerlerin havza alanının yarısından fazlasında görülmesi, sahanın jeomorfolojik geçmişinde aşınmaya uğradığını göstermektedir. En yüksek eğim değerine sahip alanlarda ise 25-48 derece arasında eğim görülmektedir. Bu alanlar, Kızılağaç ve Burhaniye dere havzalarının yukarı çıkışı ile 42-48 m seviyesindeki denizel taraçaların olduğu alanlarda gözlemlenmektedir. Bu sahalar dik bir eğime sahip olup, jeomorfolojik yapının diğer unsurlarını meydana getirmektedir (Şekil 3-A).



Şekil 3: A) Lale Dere Havzası Eğim Haritası B) Havzanın Bakı Durumu Haritası

İnceleme alanındaki bakı durumu, bize havzasının şekilsel yapısını göstermektedir. Batı yönlü yamaçların fazlalığı, Lale dere havzasının bu kesimde vadisini ve su toplama havzasını genişletmesinden kaynaklanmaktadır. Burada tektonik etkinlikler havzanın yapısını etkilemiştir. Diğer geniş alan kaplayan yönünde doğu olması, akarsuların güney-kuzey yönlü akması ve aşındırma faaliyetlerine bağlı olarak vadi yamaçların doğu-batı yönlü olmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 3-B).

Lale dere havzasını, Lale dere ve ana kolları olan Kızılağaç dere, Burhaniye dere oluşturmaktadır. Lale dere 22,1 km, Burhaniye dere 15,4 ve Kızılağaç dere 7,5 km uzunluğundadır. Ancak bütün akarsuların kollarıyla beraber toplam uzunluğu 67,4 km.dir (Şekil 4).

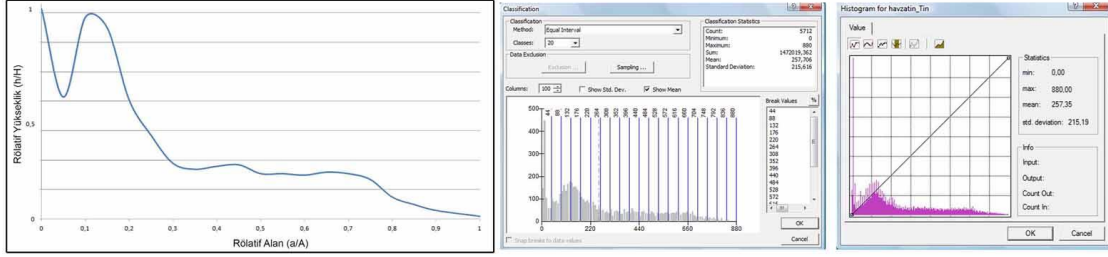


Şekil 4: A) Lale Dere Havzası Hidrografi Haritası B) Lale Dere Havzası Akarsu Yoğunluğu Haritası

Jeomorfometrik İndisler-Analizler

İnceleme alanındaki jeomorfolojik gelişimi kantitatif yöntemlerle daha detaylı incelemek için belirli morfometrik indisler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan morfometrik indisler, çizgisel, alansal ve relief morfometrisindeki farklı analiz yöntemlerinden oluşmaktadır.

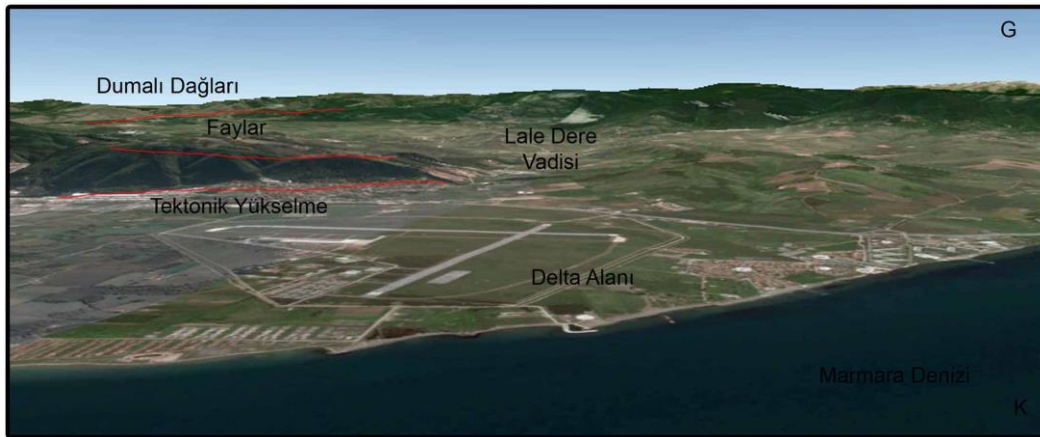
Hipsometrik Eğri (H_c) ve İntegrali (H_i): Hipsometrik eğri (H_c), yüksekliğin drenaj havzası içindeki dağılımını gösterir. Hipsometrik eğri, toplamdaki havza yüksekliği oranının ($h/H = \text{rölatif yükseklik}$) toplamdaki havza alanı oranının ($a/A = \text{rölatif alan}$) birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir (Özdemir, 2011: 466). Çalışma alanının tamamını oluşturan Lale dere havzası hipsometrik eğrisinin iç bükey şeklinde olması, havzasının olgun olduğunu göstermektedir (Cürebal ve Erginal, 2007: 130). Ancak çalışma alanının Lale dere alt havzası, Kızılağaç dere havzası ve Burhaniye dere havzası olarak değerlendirdiğimizde, havzaların olgun olmasına rağmen ana havzaya göre daha genç olduğu görülmektedir. Ayrıca Kızılağaç ve Burhaniye dere havzalarının Lale dere alt havzasına göre daha genç olduğu da morfometrik değerlerden anlaşılmaktadır. (Şekil 5). Bu durumda bize toplam havza alanının yukarı çıkırında aşındırma faaliyetlerin yoğun şekilde yaşandığını, deniz seviyesine yakın alanlarda biriktirme faaliyetlerin olduğunu göstermektedir.



Şekil 5: Lale Dere Havzasının Hipsometrik Eğrisi ve İntegrali

Çalışma havzasının hipsometrik eğrisinde dikkat çeken diğer durum ani bir iniş eğrisinin olmasıdır. Bu durum havzadaki 40-100 m arasındaki tektonik yükselme ve östatik hareketlerle oluşan seviye değişimlerinden kaynaklanmaktadır (Şekil 6). Bu alandaki dik eğimli yüzeyler denizel taraça ve faylarla oluşmuştur. Bu nedenle 44-88 m arasındaki yükselti çalışma alanında bir alt ve üst yükselti seviyelerine göre daha az yer kapladığı için ani bir değişim gözlemlenmektedir. Bu eğri bize tektonik aktiviteyi ve havzayı nasıl etkilediğini göstermektedir.

Hipsometrik integral (H_i), hipsometrik eğri altında kalan toplam alandır ve çalışılan drenaj havzası için hipsometrik eğriyi karakterize etmenin en basit yoludur (Keller ve Pinter, 2002). İntegrali hesaplamada havzanın maksimum, minimum ve ortalama yükseklik değerleri kullanılır (Mayer, 1990; Özdemir, 2011). Hipsometrik integral, $H_i = H - H_{min} / H_{max} - H_{min}$ formülü yani ortalama en yüksek-en düşük yükselti ve ortalama yükselti değeri ile hesaplanır (Bayrakdar, 2012: 49-50). Sonuçların yüksek yani 1'e yakın olması havzanın gençlik safhasında olduğunu, 0,40-0,60 arasında olması olgunluk safhasını, 0,40 değerinin altında olması ise havzanın yaşlı bir jeomorfolojik yapıya sahip olduğunu göstermektedir. İnceleme alanının tamamında hipsometrik integral 0,39 değerindedir. Bu durum bize Lale dere havzasının olgun-yaşlı sınırında olduğunu ve akarsuların vadilerini deniz seviyesine doğru fazlaca aşındırdığını göstermektedir. Ancak çalışma alanını 3 farklı alt havza olarak değerlendirdiğimizde durum değişmektedir. Kızılağaç dere havzasında 0,44, Burhaniye dere havzasında 0,45 ve Lale dere alt havzasında 0,40 olan hipsometrik integral, bu alt havzalarda jeomorfoloji gelişimin olgunluk safhasında olduğunu, ancak havzanın tamamına göre daha genç olduğunu göstermektedir.

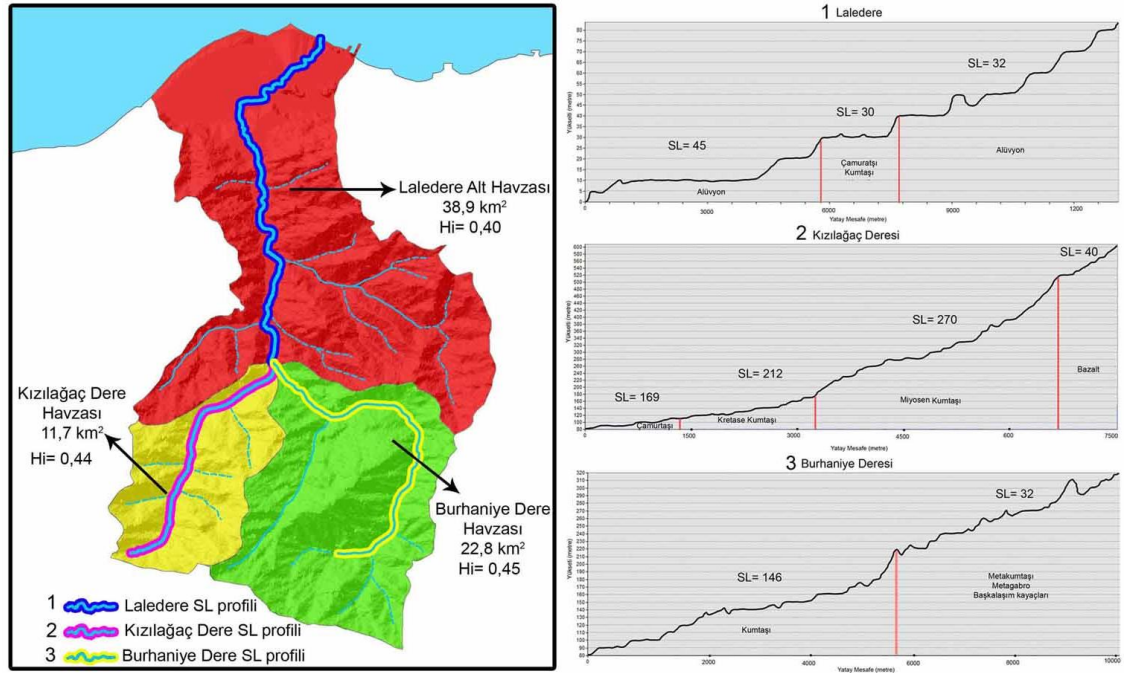


Şekil 1: Çalışma Alanındaki Tektonik Yükselme ve Denizel Taraçalar

Akarsu Boyu-Gradyan İndeksi (SL): SL indeksi topografik yapı ile litolojik yapı arasındaki ilişkiye dayalı olarak analizler yapma imkanı tanımaktadır (Keller, 1984;

Öztürk ve Erginal, 2008). Akarsu boy-gradyan indeksi [$SL=(\Delta H/\Delta L)L$] formülü ile hesaplanmaktadır. Bu işlemde ΔH akarsu segmentinin yükseklik değişimi (maksimum-minimum yükseklik), ΔL akarsu segmentinin metre olarak uzunluğu, L indeks hesaplama noktasından akarsuyun en yüksek noktasına kadar olan uzaklığın metre olarak değeridir (Keller 1984; Cürebal ve Erginal, 2007; Karabalut vd. 2013). Bu indis ile akarsuyun gücü ve etkisi ortaya konmakta, elde edilen sonuçlarla tektonik durum ve etkisi, kayaç durumu ile topografya ilişkisine ulaşılmaktadır. Çalışmada Lale dere alt havzasından, Kızılağaç dere ve Burhaniye dere akarsuları üzerinde sırasıyla 3, 4, 3 segmente ayrılıp SL değerleri hesaplanmıştır (Şekil 6).

Lale dere akarsuyun talveg profili, denge profilinden uzak, yukarı çığırı basamaklı bir eğri şeklinde, aşağı çığırı düz uzanımlı şekildedir. Kızılağaç dere talveg profili, basamaklı ve iç bükey bir yapı göstermekte aynı durumun benzeri Burhaniye dere talveg profilinde de görülebilmektedir. Ancak Burhaniye derenin Lale dere ile birleştiği kesimde seviye ve engebelilik Kızılağaç dereye göre daha yüksektir. Lale dere talveg profilinde en yüksek SL değeri 45 olup, akarsuyun aşağı çığırında Lale dere deltasındaki alüvyon yapıda gözlemlenmektedir. Çamurtaşı ve kumtaşının olduğu yerde SL değeri 30, vadi tabanında SL 32 değerindedir (Şekil 7). Bu düşük değerler akarsuyun denge profiline yaklaştığını özellikle de Lale dere deltasında birikim faaliyetlerinin olduğunu göstermektedir.



Şekil 7: Lale Dere Havzası Akarsu Boyu-Gradyan (SL) İndeksi Profilleri ve Alt Havzalar Hi Değerleri

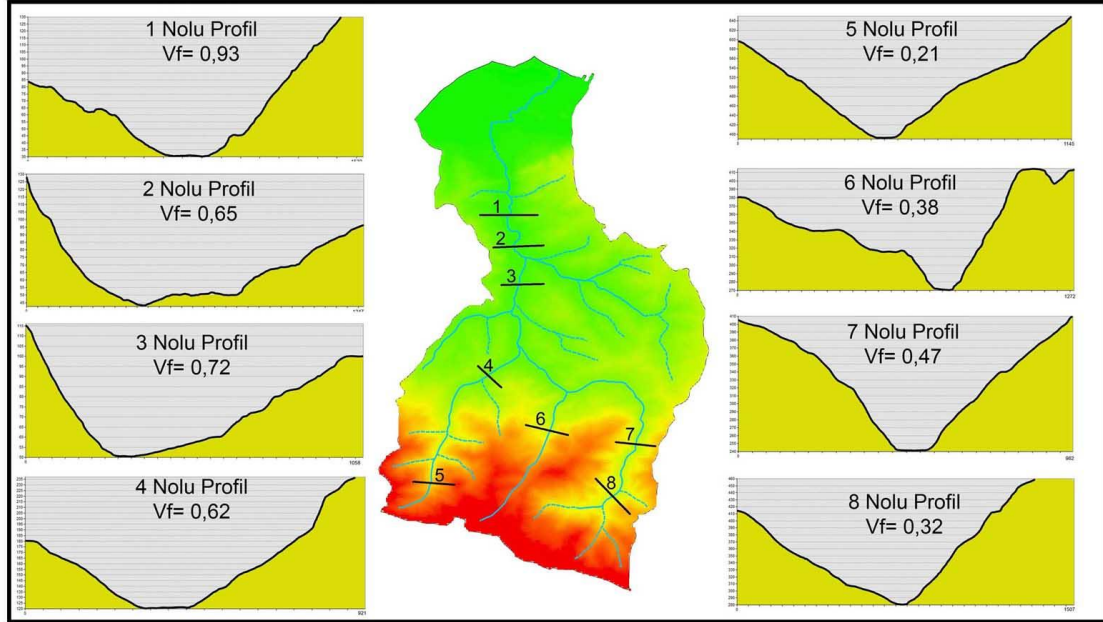
Kızılağaç derenin SL değerleri, havzanın bu alanında aşınım döngüsünün devam ettiğini ve bu durumun faylardan etkilendiğini göstermektedir. Özellikle Kretase Kumtaşı birimlerinde SL değerinin 212, Miyosen Kumtaşı birimlerinde SL değerinin 270 olması tektonik etkinin göstergesidir. Bu haliyle akarsu denge profilinden uzak bir yapı gösterir. Litolojik birimler arasındaki değer farklarının faylarla olması, tektonik yapının etkisini göstermektedir.

Burhaniye dere talveg profilindeki kırıklı yapılar, havzanın Lale dere havzası ile birleşim alanındaki fayları göstermektedir. Bu durumun yanında ilk segmente SL

değerinin 146 olması denge profilinden uzak bir talveg yapısının olduğunu göstermektedir.

Lale dere havzasının bazı alanlarında, formasyon geçişlerinde önemli SL değişimlerinin olması tektonik etkinin az olduğunu ancak Kızılağaç ve Burhaniye derelerindeki değişimlerin tektonik nedenli olduğunu ortaya koymaktadır.

Vadi Tabanı-Vadi Genişliği Oranı (Vf): Bu indis tektoniğin vadi yamaç profilleri üzerindeki etkileri hakkında bilgi vermesinden dolayı kullanılmaktadır, indis formülü $[Vf = 2.Vfw / (Eld - Esc) + (Erd - Esc)]$ şeklindedir. Bu formüle göre yüksek Vf değerleri, düşük yükselme oranını ve dolayısıyla yamaç işlenmesini gösterirken, düşük Vf değerleri tektonik yükselme paralelinde kuvvetle aşındırılan vadileri karakterize edecektir. Böylece derine aşındırma faaliyetinin tektonikle ilişkisi değerlendirilebilmektedir. Formül açılımına göre Vf: Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Yüksekliği Oranı, Vfw: Vadi Tabanı Genişliği, Eld: Sol Vadi Kesimi Yüksekliği, Erd: Sağ Vadi Kesimi Yüksekliği ve Esc: Vadi Tabanı Yüksekliği'ne karşılık gelir (Keller, 2002; Öztürk ve Erginal, 2008).

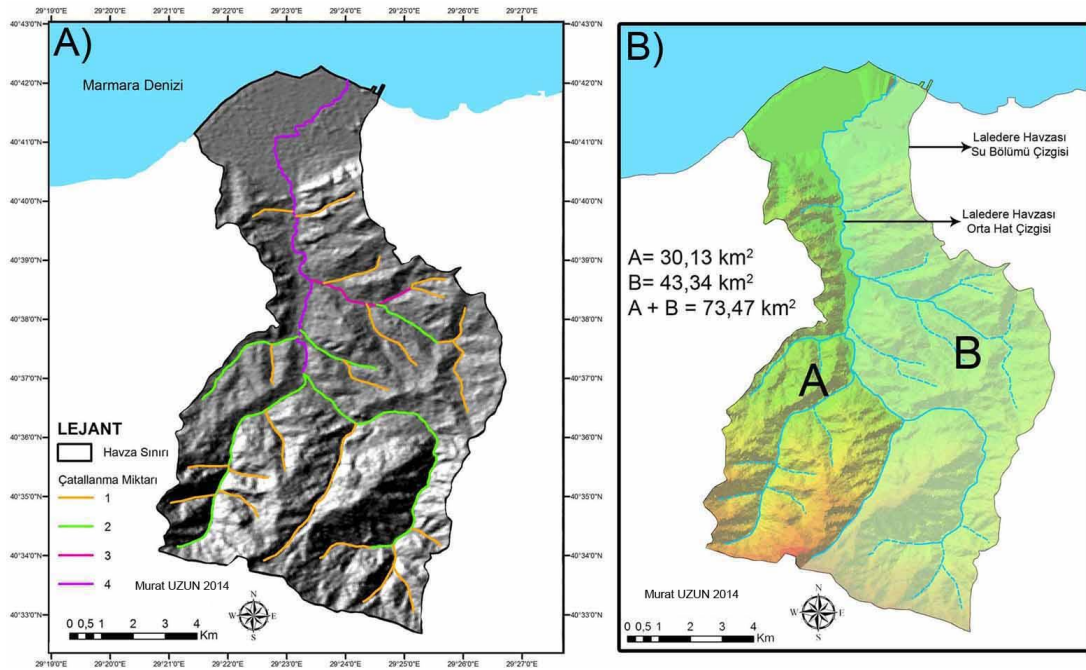


Şekil 8: Çalışma Alanındaki Vf Profilleri ve Değerleri

Lale dere havzasında, Lale dere, Burhaniye dere ve Kızılağaç dere'de farklı vadi düzlemlerindeki yapıyı göstermek için sekiz çizgisel hat boyunca Vf profilleri oluşturulmuştur. Vf değerleri içerisinde en yüksek değere Lale derenin denize yakın olduğu kesimde 0,93 oranı ile ulaşılmaktadır. En düşük değer ise Kızılağaç derenin kaynak kesimine yakın olan, faylarla yönlendirilmiş kumtaşından bazalt formasyonuna geçiş alanında görülmektedir. Bu alandaki vadinin tektonik yükselme sonucu meydana gelmiş olduğu tahmin edilmektedir. Lale dere boyunca 2, 3, ve 4 no.lu profiller aşındırma etkisini gösterirken bu alanlar tektonik yapıdan fazla etkilenmemiştir. Kızılağaç dere ve Burhaniye dere üzerindeki 5, 6, 7 ve 8 nolu profiller ise düşük Vf değerleri ile tektonik yapının etkisinde bir vadi oluşumunun meydana geldiği izlenimi vermektedir (Şekil 8). Özellikle bu derelerin olduğu alandan geçen fayların varlığı bu etkiyi doğrulamaktadır.

Lale dere havzasının aşağı çığırında tektonik aktivitenin az olduğu, flüvyal etkenlerle vadi oluşumunda aşındırmanın ve bunun sonucunda birikmenin olduğu görülmektedir. Ancak su bölümü çizgisine doğru olan vadi profilleri bu alanda bize tektonik etkenlerin olduğunu ve vadilerin tektonik yapıdan etkilendiğini göstermektedir.

Çatallanma Oranı (R_b): Strahler yöntemine bağlı olarak belirli bir dizinin havzadaki toplam sayısının, bir üst dizinin havzadaki toplam sayısına oranıdır. Bu indis $R_b = N_u / N_{u+1}$ formülü ile hesaplanmaktadır (Strahler 1952, 1996). Çıkan sonuçların değerlendirilmesi, sabit bir değer üzerinden olmayıp, daha çok farklı havzalara ait sonuçların karşılaştırılmasıyla anlam kazanır. Örneğin düşük R_b değerine sahip havzalarda akımlara ait hidrograflar daha keskin ve yüksek olurken, yüksek R_b değerine sahip havzalarda ise daha düşük ve devamlı olabilmektedir (Özdemir, 2011: 459). Lale dere havzasında çatallanma oranı sırasıyla 3,3 ve 1,6 ile 1 olarak hesaplanmıştır. Lale dere havzasında akarsuya katılma sayısı en yüksek 1. koldan olmaktadır (Şekil 9-A). Çatallanma oranlarının bu şekilde oluşması havzanın yükselti, morfolojik yapısı, iklimatik özellikleri ve bitki örtüsü yapısından kaynaklanmaktadır. Özellikle havzanın doğu kesiminde çatallanma oranının fazla olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 9: A) Lale Dere Havzası Çatallanma Oranı B) Lale Dere Havzası Asimetrik Durum

Drenaj Havzası Asimetrisi (Af): Tektonik aktivitelerin havza üzerindeki etkisini göstermesi bakımından önemli bir indistir (Öztürk ve Erginal, 2008: 66). Ancak bu indis yanında topografik simetri faktörü kullanıldığı zaman daha etkin sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Havza asimetrisi Af: 100 (Ar/At) formülü ile hesaplanır. Bu formülün uygulanması için havza, talveg hattı boyunca uzanan çizgi ile ikiye bölünür. Akış yönünde kalan alanının (Ar) toplam havza alanına (At) bölünmesi ile elde edilir.

Lale dere havzasında, drenaj havzası asimetrisi değeri 58,99 olup, orta değerde bir asimetrinin olduğu gözlemlenmektedir. Ancak drenaj havzasının aşağı çığı ile yukarı çığı arasındaki fark belirgin şekilde görülebilmektedir. Lale derenin olduğu kesimde

havzanın asimetrik olmayan bir yapı oluşturduğu, yukarı kesimin ise asimetrisinin yüksek olduğu görülmektedir. Akarsu talveginin solunda kalan alan 30, 13 km² iken sağında kalan alan 43,34 km²'dir (Şekil 9-B). Bu durum havzanın tektonik etkenlerle doğudan akaçlandığını göstermektedir. Ayrıca havzanın orta ve güney kesimlerinde faylar, tektonik aktivitenin havza şekli ve asimetrisinde etkili olduğunu göstermektedir.

Drenaj Yoğunluğu (D_d): İndis, Horton tarafından üretilmiş olup havzadaki akarsu yoğunluğunu analiz etmektedir. (Özdemir, 2011: 462). Drenaj yoğunluğu akarsuyun havza üzerindeki aşındırma ve parçalanması hakkında bilgi verirken, bu durumu etkileyen havzanın jeolojik, morfolojik, iklimik ve bitik örtüsü yapısı hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlar. Akarsu-drenaj yoğunluğu $D_d = \Sigma L/A$ formülü ile hesaplanır ve bu formülde ΣL toplam drenaj (akarsu) uzunluğu (km), A ise toplam havza alanıdır (km²). Lale dere havzasının toplam drenaj uzunluğu 67,4 km, havza alanı 73,47 km² olduğu için drenaj yoğunluğu 0,91 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ortalama drenaj yoğunluğunun olduğunu göstermektedir. Havzada yeraltına sızmanın, alüvyon, kumtaşı, bazalt, çamurtaşı gibi farklı litolojik birimler nedeniyle ortalama olduğunu ancak yüksek kesimlerde sızmanın az olduğunu göstermektedir. Bu durum havzadaki bazı alanlarda yüzeysel akışın fazla olmasını sağlar, aşındırmanın da fazla olduğunu gösterir. Ancak drenaj yoğunluğu havza içersinde değişmektedir. Özellikle delta alanında düşük olması, geçirimli litolojik yapıdan kaynaklanmaktadır. Ayrıca Lale dere alt havzasında drenaj yoğunluğu 0,78, Kızılağaç dere havzasında 1,29 ve Burhaniye dere havzasında 0,94 olarak hesaplanmıştır. Kızılağaç dere ve Burhaniye derede drenaj yoğunluğunun arttığı, Lale dere alt havzasında azaldığı görülmektedir. Ortaya çıkan sonuçlar, litolojik birim, yamaç eğimi ve yüzeysel akışla ilgilidir. Çünkü drenaj yoğunluğunun arttığı yerde yamaç eğimleri artarken yüzeysel akış uzunluğu azalır (Özdemir, 2011: 463).

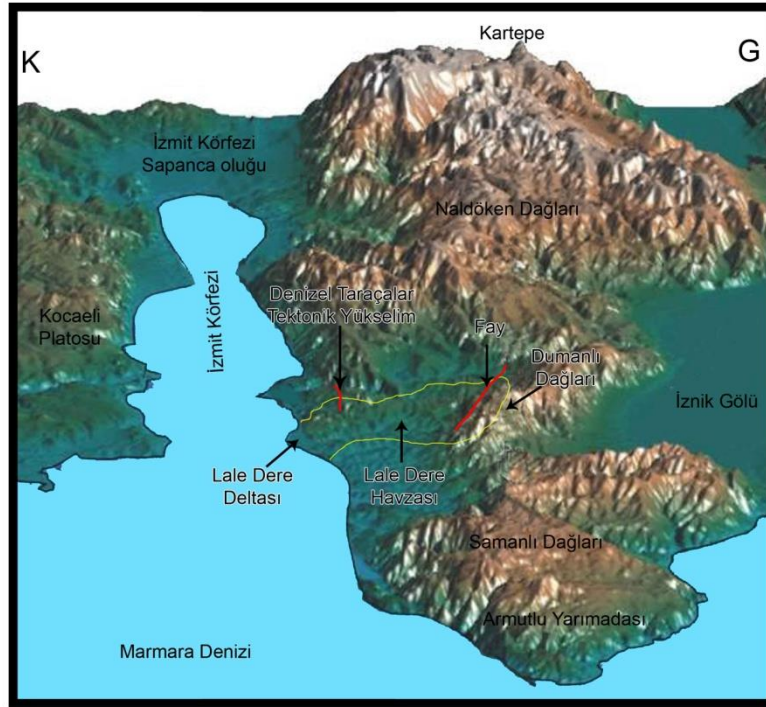
Drenaj-Akarsu Sıklığı (F_s): Akarsu sıklığı $F_s = N/A$ formülü ile elde edilir. Bu formülde N toplam akarsu dizini sayısı iken, A havza alanının toplamını ifade eder. Havzalardaki yüksek F_s değerleri, geçirgen olmayan zemin özellikleri, seyrek bitki örtüsü ve yüksek relief özelliklerini gösterirken, düşük F_s değerleri ise geçirgen olan jeolojik özellikleri ve alçak relief özelliklerini ortaya koyar. Drenaj yoğunluğu ve akarsu sıklığı havzalardaki drenaj ağının dokusu hakkında bize bilgi verir (Özdemir, 2011 463). Lale dere havzasında akarsu sıklığı F_s oranı 0,36 olarak hesaplanmıştır. Ortalama bir değer olan akarsu sıklığı oranı drenaj yoğunluğuna benzer bir yapı göstermektedir. Özellikle litolojik birimlerin geçirgen ve geçirgen olmayanların havzada birlikte yer alması, bitki örtüsünün yüksek kesimlerde yoğun, deniz seviyesine yakın kesimlerde az olması havzadaki drenaj sıklığının da ortalama bir değerde olmasını sağlamıştır.

Havza Şekli (R_f): Bu indis R_f: A/L_b^2 formülü ile hesaplanmaktadır. Bu formül sonucunun düşük veya yüksek çıkması yan kollardan gelen akımında aynı oranda fazla veya az olduğunu göstermektedir (Karabulut vd., 2013: 456). Ayrıca indis sonucu bize, havzanın uzunlaması ya da dairesel olarak meydana geldiğini de göstermektedir. Lale dere havzasında R_f değeri 0,32 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç havzanın uzunlamasına bir yapıda olduğunu ve yan kollardan gelen akımın az, ana koldan ise uzun süreli fazla akımın olduğunu göstermektedir.

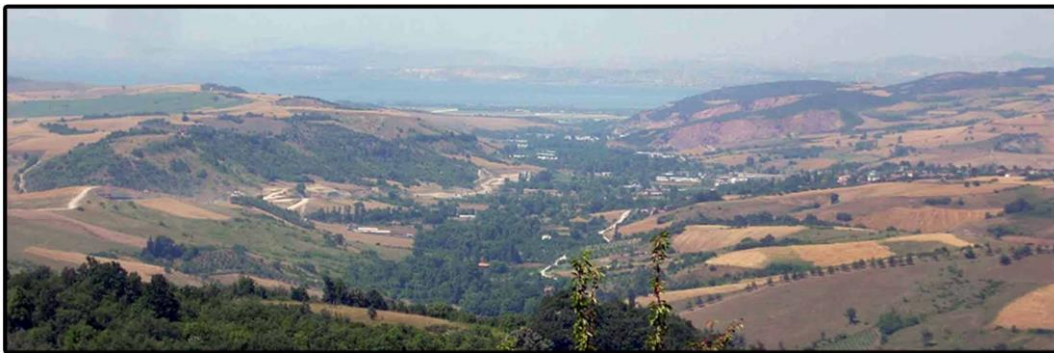
Havza Reliefi (B_h): Havzanın en yüksek ve en alçak noktası arasındaki dikey uzaklığı ifade eder ve $B_h = H_{max} - H_{min}$ formülü ile hesaplanmaktadır. Lale dere havzasında B_h 880'dir. Havza eğimi ve arazi yapısı hakkında bilgi veren bu formül, akarsu akış hızı, akımı ve taşkın durumları hakkında da bilgi vermektedir. İndis analizi sonucunda ortaya çıkan veriler, Lale dere havzasında aşındırma etkisinin fazla olduğunu göstermektedir. Lale dere alt havzasında 320, Kızılağaç ve Burhaniye dere havzasında

B_h oranı 748'dir. Havza eğiminin Lale dere alt havzasında eğimin diğer iki havzaya göre daha az olması ve arazi yapısının düz bir şekil göstermesi, havza reliefi indisinin de diğerlerine göre düşük olmasına neden olmuştur

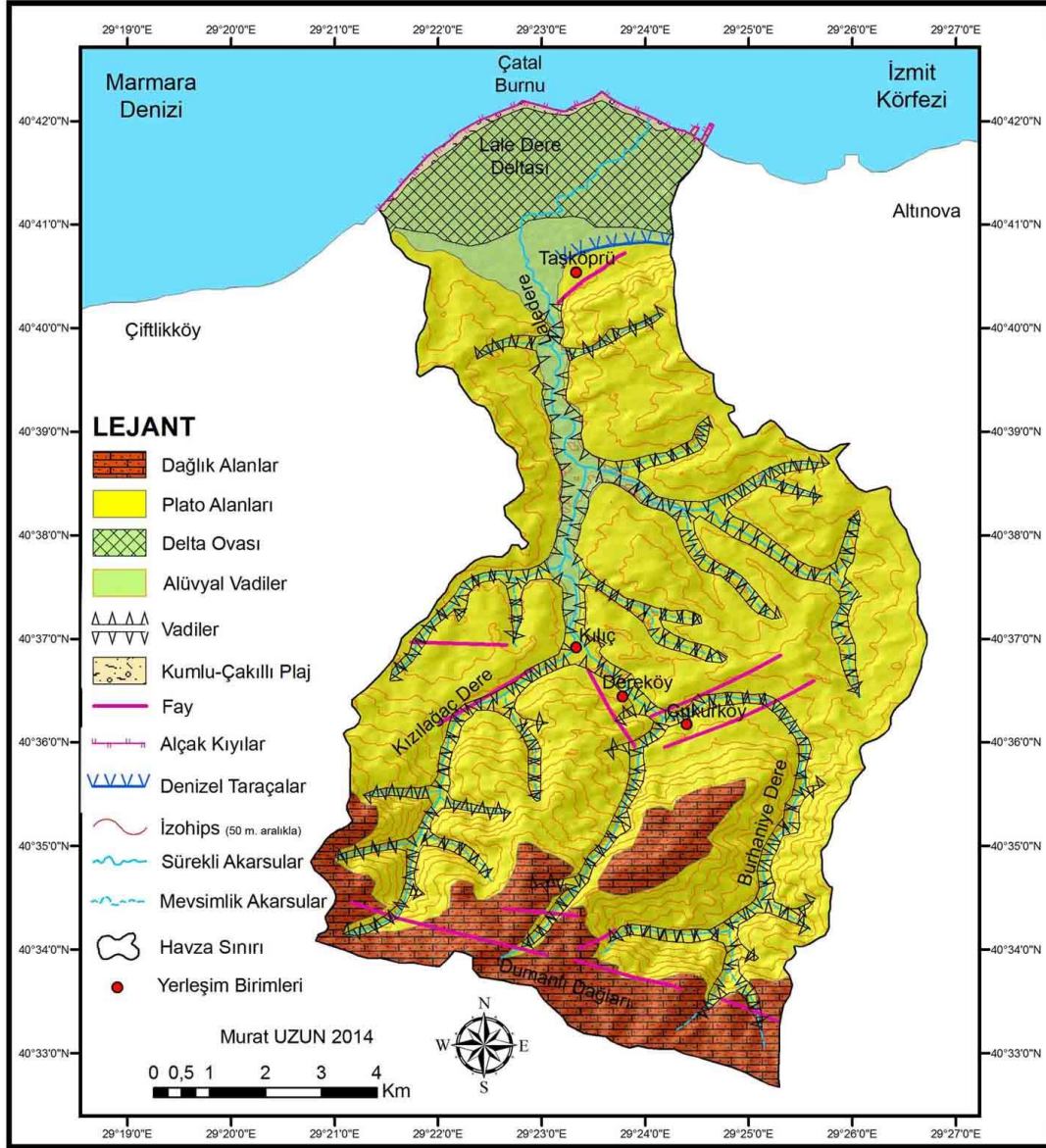
Engebelilik Değeri (B_n): Bu indis $R_n = B_h \times D_d$ formülü ile hesaplanmaktadır. Engebelilik değeri havza reliefinin drenaj yoğunluğu ile çarpılması sonucu elde edilir. Lale dere havzasında B_n değeri 0,8'dir. Çalışma alanındaki üç alt havzanın B_n değerleri; Lale dere alt havzasında 0,27, Kızılağaç dere havzasında 0,98 ve Burhaniye dere alt havzasında 0,85'dir. Havza içinde engebelilik değerlerinin farklı dağılışı olduğu görülmektedir. Engebelilik değerleri, Burhaniye dere ve Kızılağaç dere havzalarının Lale dere alt havzasına göre daha engelibeli bir yapıya sahip olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sonuç, yarıma ve parçalanmanın bu alanlarda daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 2: Lale Dere Havzası ve Yakın Çevresinin 3 Boyutlu Görünümü, Havzadaki Faylar ve Tektonik Yükselme Alanları



Fotoğraf 1: Lale Dere Havzası Aşağı Çığırının Görünümü (Güneyden Kuzey Doğru)



Şekil 11. Lale Dere Havzası Jeomorfoloji Haritası

Lale dere havzasının sayısal topografik yöntemler ve morfometrik indisler sonucu jeomorfolojik yapısının farklı etken ve süreçlerle meydana geldiği görülmüştür. Havzanın güneyinde, yükseltisi çalışma alanı ve çevresine göre fazla olan Dumanlı dağları (880 m) bulunmaktadır. Dumanlı dağlarından kaynaklarını alan Burhaniye, Kızılağaç ve Lale dere ise havzada aşındırma ve biriktirme faaliyetinde bulunarak morfolojik şekilleri meydana getirmiştir (Şekil 11). Bu nedenle çalışma alanında vadiler, menderesler, alüvyal alanlar ve delta gibi flüvyal kökenli şekiller bulunmaktadır. Havzada, İzmit Körfezi havzasının güney kesiminde olduğu gibi K-G yönelimli vadiler, uzun sırtlar ve alçak platoların hakim olduğu topografya, plato düzlüklerinde kuzey yönelimli gelişmiş, geniş tabanlı vadiler, düşük enerjili akarsu rejimini yansıtan olgun bir drenaj ağının olduğu gözlemlenmektedir (Tarı ve Tüysüz, 2008:26). Akarsuların aşındırması ve yüzeyi düzleştirmeye çalışması, havzanın büyük çoğunluğunun plato yüzeyi haline gelmesine yol açmıştır. Lale dere deltası da, havzadaki önemli morfolojik unsur olup, İzmit Körfezi havzasında, Hersek deltasından

sonra ikinci geniş alanlı deltayı meydana getirmektedir. Çalışma alanındaki morfolojik yapı, tektonik etkenlerle şekil almış bunun yanında diğer en büyük etkiyi flüvyal süreçler oluşturmuştur. Havzanın kuzeyinde akarsuların biriktirme faaliyetlerinin yoğunlaştığı, güneyinde ise aşındırma faaliyetlerinin olduğu yapılan sayısal ve morfometrik indislerden anlaşılmaktadır. Ayrıca Lale dere havzasında, östatik hareketlerin etkisi de görülebilmektedir. Flandriyen transgresyonunun Marmara Denizi kıyılarındaki izlerinin benzer örnekleri Lale dere havzasında, 12-18 m. ve 40-48 m. seviyelerinde görülmektedir. Ancak bu alanlar bölgesel tektonik hareketlerden de etkilenmiştir.

Lale dere havzasının temel jeomorfolojik unsurlarını, alüvyal alanlar ve delta alanı, plato yüzeyi ve bu yüzeydeki yamaçlar, vadiler ve dağlık alanlar meydana getirmektedir. Dandritik drenaj ağına sahip havza, tektonizma, flüvyal etkenler ve östatik hareketler sonucunda jeomorfolojik görünümünü almıştır. Günümüzde, havzanın jeomorfolojik gelişiminde flüvyal etkenler daha baskın rol oynamaktadır.

SONUÇ

Lale dere havzasının günümüzdeki jeomorfolojik görünümünün oluşmasında farklı etken ve süreçler rol oynamıştır. Çalışma alanının sayısal özellikleri ve morfometrik analiz sonuçları, havzanın jeomorfolojik gelişimin polijenik süreçlerin ortak etkisiyle oluştuğunu göstermektedir. Ancak yapılan analiz sonuçlarına göre havzanın oluşum ve gelişiminde rol oynayan ana etken ve süreçlerin tektonizma ve flüvyal etkenler olduğu görülmektedir. Bunun yanında pozitif-negatif östatik hareketlerde havzanın jeomorfolojik gelişiminde rol oynamıştır.

Çalışma alanında yükselti seviyesi 0-880 metre arasında değişmektedir ve ortalama yükselti 257 metredir. Yükselti seviyeleri kademeler halinde deniz seviyesinden, en yüksek yer olan Dumanlı dağlarına doğru artmaktadır. Bu artış sırasında denizel taraça alanlarında (12-18m ve 42-48 m) yükselti seviyesinde ani artışlar görülmektedir. En geniş alana sahip yükselti alçak seviyedeki alanlardır. Lale dere havzasının hipsometrik integralinin 0,39 olması havzasın olgun-yaşlı safhalarının tam sınırındaki jeomorfolojik gelişimde olduğu göstermektedir. Özellikle alüvyal birikim alanı olan delta sahasının denge profiline yaklaşmış olması bu durumu kanıtlamaktadır. Ancak alt havzaların hipsometrik integral değerlerinin farklı olması, havza içinde farklı jeomorfolojik yapının olduğunu göstermektedir. Kızılağaç 0,44, Burhaniye 0,45 ve Lale dere alt havzasının 0,40 integrale sahip olması, bu alanların olgunluk safhasında olduğunu göstermektedir. Lale dere havzasının SL indeksindeki farklı geçiş formasyonlarının olması, havzanın tektonik süreçlerden etkilendiğini göstermektedir. Havza asimetrisinin boylamsal bir yapıda olması, akarsu drenaj yoğunluğunun ortalama değere sahip olması, diğer morfometrik indis sonuçları ile de havzada aşındırma faaliyetlerinin fazla, yüzeysel akışın yoğun ancak akış-aşındırma dengesinin tektonizmanın kontrolünde gelişim gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bütün veriler Lale dere havzasının flüvyal süreçler ve tektonik hareketlerden etkilendiğini, günümüzde aşındırma faaliyetlerinin havzanın yukarı çığırında yoğunlaştığını, biriktirmenin ise alçak kesimlerde olduğunu göstermektedir.

Lale dere havzasında jeomorfolojik yapı ve gelişim, sahada yapılacak beşeri faaliyetler için önemli veriler oluşturmaktadır. Özellikle İstanbul, Gebze, İzmit Körfezi Köprüsü, İzmir otoyolunun (O33) çalışma alanında zamanla yaratacağı beşeri baskı ve kullanım alanlarında planlama çalışmalarında kullanılabilir veriler olması, etkin çözüm ve yönetim unsurlarını da oluşturmasını sağlayacaktır.

Gelişen teknolojik imkân, yöntem ve tekniklerinin kullanılması, havzaların jeomorfolojik gelişiminin ve yapısının açıklanmasında hızlı, objektif ve etkin sonuçların

ortaya çıkmasını sağlamaktadır. CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile havzalarının jeomorfolojik görünümünün dijital ortamlara aktarılması, jeomorfolojik çalışmalarda sorgulama ve analizlerin daha hızlı yapılmasını sağlarken, havza yönetimi ve planlama çalışmaları içinde kolay, hızlı ulaşılabilen ve doğru verilerin oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Akartuna, M., (1968), Armutlu Yarımadasının Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Monografileri, 20,105, İstanbul.
- Altın, T., B., (2008), Bolkar Dağları Akarsu Havzalarının Hipsografik Analiz ve Tektonizma Arasındaki İlişki, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 Bildiriler Kitabı, s. 215, Çanakkale.
- Alpar, B., Güneysu, C., (1999), Evolution of the Hersek Delta (Izmit Bay), Turkish J. Marine Sciences, 5(2), S. 57-54, İstanbul.
- Ardel, A., (1943), Marmara Bölgesinin Güneydoğu Havzalarının Morfolojik Karakterleri, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 2, s.: 160-173.
- Ardel, A., (1959), İzmit Körfezi'nden İznik Gölüne Morfolojik Müşahadeler, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Sayı 10, S. 145-151, İstanbul.
- Bahadır, M., Özdemir, M., A., (2011), Acıgöl Havzası'nın Sayısal Topografik Analiz Yöntemleri ile Morfometrik Jeomorfolojisi, Uluslar arası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt 4, Sayı 18, s.324-344.
- Bargu, S., Sakınç M., (1990), İzmit Körfezi İle İznik Gölü Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi, Cilt 6, Sayı 1-2, S. 45-76, İstanbul.
- Bargu, S., (1997), İzmit Körfezindeki Pleistosen Taraçaları ve Tektonik Özellikler İstanbul. Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, Sayı 10, S. 1-33, İstanbul.
- Baumgardner, R.W, (1987), Morphometric studies of subhumid and semiarid drainage basin, Texas Panhandle and Northeastern New Mexico, Austin Univ Texas Bur Econ Geol Rept Invest 163:66.
- Bayrakdar, C., (2012), Akdağ Kütlesinin (Batı Toroslar) Jeomorfolojik Evrimine Morfometrik Yaklaşım, TÜCAUM VII. Coğrafya Sempozyumu, s. 48-56, Ankara.
- Burrough, P.A. (1986) Principals of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press, Oxford, England.
- Cürebal, İ., (2004), Madra Çayı Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı: 11, s.: 11-24.
- Cürebal, İ., (2006), Strahler Yöntemiyle Komsu Akarsu Havzalarının Karşılaştırmalı Analizi: Mihli ve Şahin Dereleri, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 8, S. 2, s. 71-84.
- Cürebal, İ., Erginal, A. E., (2007), Mihli Çayı Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfik İndislerle Analizi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı 19, s.: 126-135.
- Erinç, S., (1955), Yalova Civarında Bahri Pleistosen Depoları ve Taraçaları, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 15-16, S. 188-190, İstanbul.
- Erinç, S., (2001), Jeomorfoloji I-II (Güncelleştirenler; Ahmet ERTEK, Cem GÜNEYSU), Der yayınları 3.Basım, İstanbul.
- Erginal, A. E., Cürebal, İ., (2007), Soldere Havzasının Jeomorfolojik Özelliklerine Morfometrik Yaklaşım: Jeomorfik İndisler ile Bir Uygulama, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı 17, s.: 203 - 210.
- Erginal, A. E., Kiyak, N. G., (2011), Sea-water input to Lake Iznik (Turkey) during Late Pleistocene, 13th International conference on Luminescence and Electron Spin Resonance Dating, 10-14 July 2011, Torun, Poland. Book of Abstracts, p.: 57.
- Erginal, A. E., Kiyak, N. G., Ozturk, M. Z., Avcioglu, M., Bozcu, M.Yigitbaş, E., (2012), Cementation characteristics and age of beachrocks in a fresh-water

- environment, Lake İznik, NW Turkey. *Sedimentary Geology*, Volume: 243-244, pp.: 148-154.
- Evans, I., S., (1972) *General Geomorphometry, Derivatives Of Altitude, And Descriptive Statistics, Spatial Analysis In Geomorphology*, Editör: R. J. Chorley, 17-90, Methuen and Co. Ltd., London.
- Gardiner, V., (1990), *Drainage Basin Morphometry*, In: Goudie AS (Ed) *Geomorphological techniques*. Unwin Hyman, pp 71-81. London,
- Gavrila, I., G., (2012), *The Importance Of Morphometric Analysis In Highlighting The Touristic Attractiveness Of North – West Dobrogea Landscape*, *GeoJournal of Tourism and Geosites*, Year V no.1, vol. 9, Cluj-Napoca, Romania.
- Göney, S., (1964), *Karamürsel Civarında Pleistosen'e Ait Bazı Eski Kıyı İzleri*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi, Sayı 14, S. 200-208, İstanbul.
- Günek, H., Sunkar, M., Toprak, A., (2013), *Muş Şehrini Etkileyen Çar ve Muş Derelerinin Bazı Jeomorfometrik İndislere Göre Analizleri*, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Ankara.
- Hack, J. T., (1973). *Stream Profile Analysis And Stream Gradient Index*, U. S. Geological Survey Journal of Research, 1, 421-429.
- 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), September 1984. Boston: Allen & Unwin, 75-104.
- Host, G. E., Pregitzer, K.S. (1992) *Geomorphic influences on ground-flora and overstory composition in upland forests of northwestern lower Michigan*, *Canadian Journal of Forest Research*, 22, 1547-1555.
- Hoşgören, M., Y., (1995) *İzmit Körfezi Havzasının Jeomorfolojisi, İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi* Editör, Engin MERİÇ, S. 343-348, Kocaeli.
- Hurtrez, J., Lucazeau, F., Lave, J., Avouac, J., (2009), *Investigation Of The Relationships Between Basin Morphology, tectonic uplift, and denudation from the study of an active fold belt in the Siwalik Hills, Central Nepal*. *J. Geophys. Res.*, 104, 12779-12796.
- Karabıyıkoglu, M., (1989). *Jeomorfolojide İstatistiksel Analiz Yöntemleri: Genel Sunu*, *Jeomorfoloji Dergisi*, Sayı: 17, s. 11-20.
- Karabulut, M., Küçükönder, M., Topuz, M., (2013), *Alata Deresi'nin Jeomorfometrik Analizi*, *Coğrafyacılar Derneği 2013 Yıllık Kongresi Bildiriler Kitabı*, s. 450-459.
- Keller, E.A., Rockwell, T.K., (1984), *Tectonic Geomorphology, Quaternary Chronology and Paleoseismicity, Developments and Applications Of Geomorphology*.
- Keller, E.A., Pinter, N., (2002), *Active Tectonics Earthquakes, Uplift, and Landscape*, Second Edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Macka, Z., (2001), *Determination of texture of topography from large scale contour maps*, *Geografski Vestnik* 73(2):53-62.
- Mayer, L., (1990), *Introduction to Quantitative Geomorphology: An Exercise Manual*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., (1999), *Armutlu Yarımadası Kuzey Alanı (Yalova-Karamürsel) Kuvaterner Hakkında*, İstanbul Üniv. Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, Cilt 12, S. 1-7, İstanbul.
- Özdemir H., Bird, D., (2009), *Evaluation Of Morphometric Parameters Of Drainage Networks Drived From Topographic Maps And DEM İn Point Of Floods*, *Environmental Geology* Vol. 56, pp.1405-1415.
- Özdemir, H., (2011), *Havza Morfometrisi ve Taşkınlar*, *Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistemik ve Bölgesel*, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5, s.507-526, İstanbul.

Uzun, M. (2014), Lale Dere (Yalova) Havzası'nın Jeomorfolojik Özelliklerinin Jeomorfometrik Analizlerle İncelenmesi, ss 72-88.

- Özdemir, M., A., Bahadır, M. (2008) CBS ile Armutlu Yarımadasının Morfometrik Özellikleri, Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 Bildiriler Kitabı, s. 216-227, Çanakkale.
- Özşahin, E., (2008), Keçi Dere (Gönen Çayının Bir Kolu) Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım, Mustafa Kemal Üniv., Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 5 Sayı 10, s., 302-317.
- Özşahin, E., (2010), Komşu Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi: Sarıköy ve Kocakıran Dereleri Üzerine Temel Bir Çalışma (Gönen Havzası, Güney Marmara), Fırat Üniv. Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 20, Sayı 1, s.139-154, Elazığ.
- Özşahin, E., Ekinci, D., (2012), Marmara Denizi Deltaları, III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu (UJES) Bildiriler Kitabı, s.26-37, Hatay.
- Öztürk, B., Erginal, A., E., (2008), Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası-Çanakkale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfoik İndislerle İncelenmesi, Türk Coğrafya Dergisi S.50 s. 61-68, İstanbul.
- Strahler, A. N. (1952), Hypsometric (area-altitude) Analysis of Erosional Topography, Geological Society of America Bulletin (63), 1117-1142.
- Strahler, A. N. (1973). Akaçlama Havzalarının Jeomorfoloji Encelemelerinde Nicel Çözümlemeler (Çevirenler: Arpat, E.-Güner, Y.)", Jeomorfoloji Dergisi, Sayı: 5, s. 103-118.
- Strahler, A. N. (1996). Introducing Physical Geography, NewYork: John Wiley and Sons Inc.
- Tağlı, Ş., (2006), Kazdağı Milli Parkı'nda Arazi Örtüsü Organizasyonunu Kontrol Eden Jeomorfometrik Faktörler: Bir CBS Yaklaşımı, Coğrafi Bilimler Dergisi Cilt 4 Sayı 2, s. 37-47, Ankara.
- Tarı, U., Tüysüz, O., (2008), İzmit Körfezi ve Çevresinin Morfotektoniği, İTÜ Mühendislik dergisi, Cilt:7, Sayı:1, 17-28.
- Turoğlu, H., (1997), İyidere Havzasının Hidrografik Özelliklerine Sayısal Yaklaşım Türk Coğrafya Dergisi, Sayı 32, s.355-364.
- Yıldırım, A., Karadoğan, S., (2011), Raman Dağları Güneyinde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler, Dicle Üniv. Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı 16, s. 154-166.