



Geomatik

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/geomatik>

e-ISSN 2564-6761



Bozdağların (İzmir) Asimetrik Yapısı ile Tektonizma Arasındaki İlişkinin Morfometrik Analizler İle belirlenmesi

İsmail Ege *1

¹ Uşak Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Türkiye, ismail.ege@usak.edu.tr

Kaynak Göster: Ege, İ. (2025). Bozdağların (İzmir) asimetrik yapısı ile tektonizma arasındaki ilişkinin morfometrik analizler ile belirlenmesi. Geomatik, 10 (1), 111-126

DOI: 10.29128/geomatik.1541384

Anahtar Kelimeler

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)
Bozdağlar
Havza karakterleri
Tektonizma
Morfometrik analizler

Araştırma Makalesi

Geliş: 31.08.2024
Revize: 30.10.2024
Kabul: 18.11.2024
Yayınlanma: 01.04.2025



Öz

Anadolu Alp-Himalaya kıvrım sistemi içerisinde yer alan genç bir arazi özelliği göstermektedir. Bu genç arazi kuzeyden Avrasya levhası güneyden Afrika ve Arap levhası tarafından sıkıştırılmış arazi yapısının sert olduğu yerlerde kırıklı dağlar, esnek olduğu yerde ise kıvrımlı dağlar oluşmuştur. Anadolu'nun doğusunda sıkışma tektoniği hâkim iken Batı Anadolu'da kuzey-güney istikametinde açılma tektoniği hakimdir. Buna bağlı olarak oluşan horst-grabenlerin uzanışı doğu batı istikametinde olup, bu alanda Bozdağlar bir horst alanına karşılık gelmektedir. Bozdağlar ve çevresinin Pliyosen-Miyosende alçalma-sıkışma, Pliyosen sonrasında kuzey-güney yönde genişlediği kabul edilmektedir. Menderes Masifinin gerilme tektoniği ile parçalanmasına bağlı olarak ortaya çıkan Bozdağlar horstunun kuzey ve güney kesiminde tektonik faaliyetler aynı oranda etkin değildir. Hatta en son Kuaterner başlarında meydana gelen tektonizma öncesine ait birçok tabanlı vadiler de bulunmaktadır. Bu çalışmada tektonik faaliyetlerin arazi yapısındaki oluşumları nasıl etkilediğini Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile morfometrik analizlerden bazıları ile incelenerek ele alınmıştır. Bu kapsamda Bozdağ horstu üzerinde genelde havza asimetrisine uygulanan Havza Ortası Ekseninin "Dağ Ortası Eksenini" olarak hesaplanması ve Vadi Tabanı Genişliğinin Vadi Yüksekliğine Oranı (Vf) indeksi gibi morfometrik analizler yapılmıştır. Bu analizler sonucunda Bozdağ horstunun üzerindeki vadiler ve diğer şekiller olgun, horst kuzey yamacı ise oldukça genç çıkmaktadır. Bu da sahanın faylar tarafından hala şekillendirilmeye devam ettiğini göstermektedir.

Determination of the Relationship Between Asymmetric Structure of Bozdağlar (İzmir) and Tectonism by Morphometric Analyses

Keywords

Geographical Information System (GIS)
Bozdağlar
Basin characters
Tectonism,
Morphometric analysis

Research Article

Received: 31.08.2024
Revised: 30.10.2024
Accepted: 18.11.2024
Published: 01.04.2025

Abstract

Anatolia is a young terrain located within the Alpine-Himalayan fold system. This young land was compressed by the Laurasian plate from the north, the African and Arabian plate from the south, and fractured mountains were formed where the land structure was hard, and folded mountains were formed where it was flexible. As a result of this compression, the Anatolian land shifted towards the west and tectonic activities accelerated and these tectonic activities affected the formation and development of many landforms. Accordingly, in this area dominated by horst-grabens, Bozdağlar corresponds to a horst area. While compression tectonics are dominant in the east of Anatolia, extensional tectonics in the north-south direction dominate in West Anatolia. Tectonic activities are not equally active in the northern and southern parts of the Bozdağlar horst, which emerged due to the slicing of the Menderes Massive. In fact, there are many U profile valley shapes dating back to the pre-tectonics that last occurred in the early Quaternary. In this study, how tectonic activities affect the formations in the land structure was discussed by examining morphometric analyzes with Geographic Information System (GIS). In this context, the calculation of the Mid-Basin Axis, which is generally applied to the basin asymmetry on the Bozdağ horst, as the Mid-Mountain Axis and the Ratio of Valley Floor Width to Valley Height (Vf) index were made. As a result of these analyzes, the valleys and other shapes on the Bozdağ horst are mature, and the horst slope is quite young. This shows that the Bozdağ is still being shaped by faults.

1. Giriş

Bu çalışma Türkiye'nin batısında, kuzeyde Gediz grabeni, güneyde Küçük Menderes grabeni arasında yer alan Bozdağlar'ın Ege gerilme sistemindeki asimetrik yapısı ele alınmıştır. Morfotektonik gelişim ve özellikleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) programı kullanılarak analiz edilip incelenmiştir. Araştırmanın amacı, üzerinde olgun paleovadilerin yer aldığı, kuzeyi ile güneyi arasında asimetrik bir görünümün olduğu Bozdağlar kütesinin tektonik jeomorfolojisini ortaya çıkartmaktır. Böylece bu asimetrik yapının oluşum mekanizması da açıklanmış olacaktır. Zira morfolojik farklılıkların açıklanmasında başka bir ifadeyle dağ, plato, havza, vadi gibi morfolojik birimlerdeki asimetrik durumlar sayısal verilerle daha net ortaya konulmaktadır. Morfometri çalışmaları çok eskiye dayanmaktadır (Horton, 1945; Strahler, 1964; Choorly, 1972; Bull, 1977; 2007; Mayer, 1986; 1990; Cox, 1994; Bull ve McFadden, 1977). Bu kapsamda ülkemizde yapılan çalışmalar da azımsanmayacak sayıda (Turoğlu, 1997; Cürebal, 2004; Cürebal ve Erginal, 2007; Erginal ve Cürebal, 2007; Öztürk ve Erginal, 2008; Tarı ve Tüysüz, 2008; Özdemir, 2011; Bahadır ve Özdemir, 2011; Yıldırım ve Karadoğan, 2011; Uzun, 2014; Geçen ve Ölmez, 2017; Topal, 2012; 2018; Topal vd. 2016; İzmirli ve Ege, 2019; Zorer ve Tonbul, 2019; Avcı ve Sunkar, 2023).

Bozdağlar'ın kuzeyinde Gediz grabeni, güneyinde Küçük Menderes grabeni yer almaktadır. Doğu sınırı tam net sınırlandırılmamakla beraber, platoluk alanlarla geçiş kısmında Alaşehir Çayı ve batıda ise Karabel çukuru ile Kemalpaşa Dağı'ndan ayrılır. İnceleme sahasının doğu-batı yönünde uzunluğu 108 km, kuzey-güney yönünde ise yaklaşık olarak 26 km genişliğindedir. Kütle, 273 km²'lik alan kaplamaktadır (Şekil 1).

Çalışma sahası Ege Bölgesinde, kuzeyinde Gediz grabeni ve güneyinde Küçük Menderes grabeni ortasında yer alan horst şekline sahip kırıklı bir dağ sistemidir (Erinç, 1980; 1982; Koçman, 1985; Ardos, 1995; Atalay, 2017; Uzel, 2023). Bu dağ Bozdağ olarak adlandırılmaktadır. Bozdağların en yüksek noktasını Bozdağ Tepesi (2169 m) oluşturmaktadır. Bu kırıklı yapıda meydana gelen değişim ve gelişimi bölgedeki havzalarda izlemek mümkündür. Bu çalışmada bu havzalar morfometrik analizlerle ele alınarak havza karakterleri ve tektonizma ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu veriler ışığında havzaların tek tek yapı karakterleri incelenerek Bozdağlar üzerinde havza şekillerine etki eden diğer jeolojik-jeomorfolojik faktörler de belirlenmiştir.

2. Fiziki Coğrafya Özellikleri

Batı Anadolu, neotektonik dönem boyunca farklı doğrultularda gelişmiş horst ve graben sistemlerinden oluşmaktadır (İzdar, 1971; Koçman, 1985; 1989; Ege ve Duman, 2020). Çalışma sahasını oluşturan Bozdağlar

kütlesi de Batı Anadolu'daki horst sistemine dâhildir. Bozdağlar horstunun kuzeyinde Gediz, güneyinde Küçük Menderes çöküntü alanları yer alır.

Bozdağlardaki havza gelişimi büyük ölçüde Erken Miyosende başlamış ve bunun orojenik çökmeye bağlı olarak geliştiği belirtilmiştir (Seyitoğlu ve Işık, 2015). Bozdağlarda bu dönemde oluşan vadilerin uzanışı genel olarak kuzey – güney istikametinde oldukları, graben alanlarındaki havzalara açıldıkları, mevcut akarsuların da havzalara malzeme taşıdığı bilinmektedir (Emre, 1996a; 1996b; Hakyemez vd., 2013). Bu dolgular Selendi, Demirci, Uşak-Güre ve Yukarı Gediz havzası gibi sahalardan anlaşılmaktadır. Bu nedenle Bozdağlar üzerindeki vadilerin günümüzde de taban kısımları daha düz ve tabanlı alanlardır.

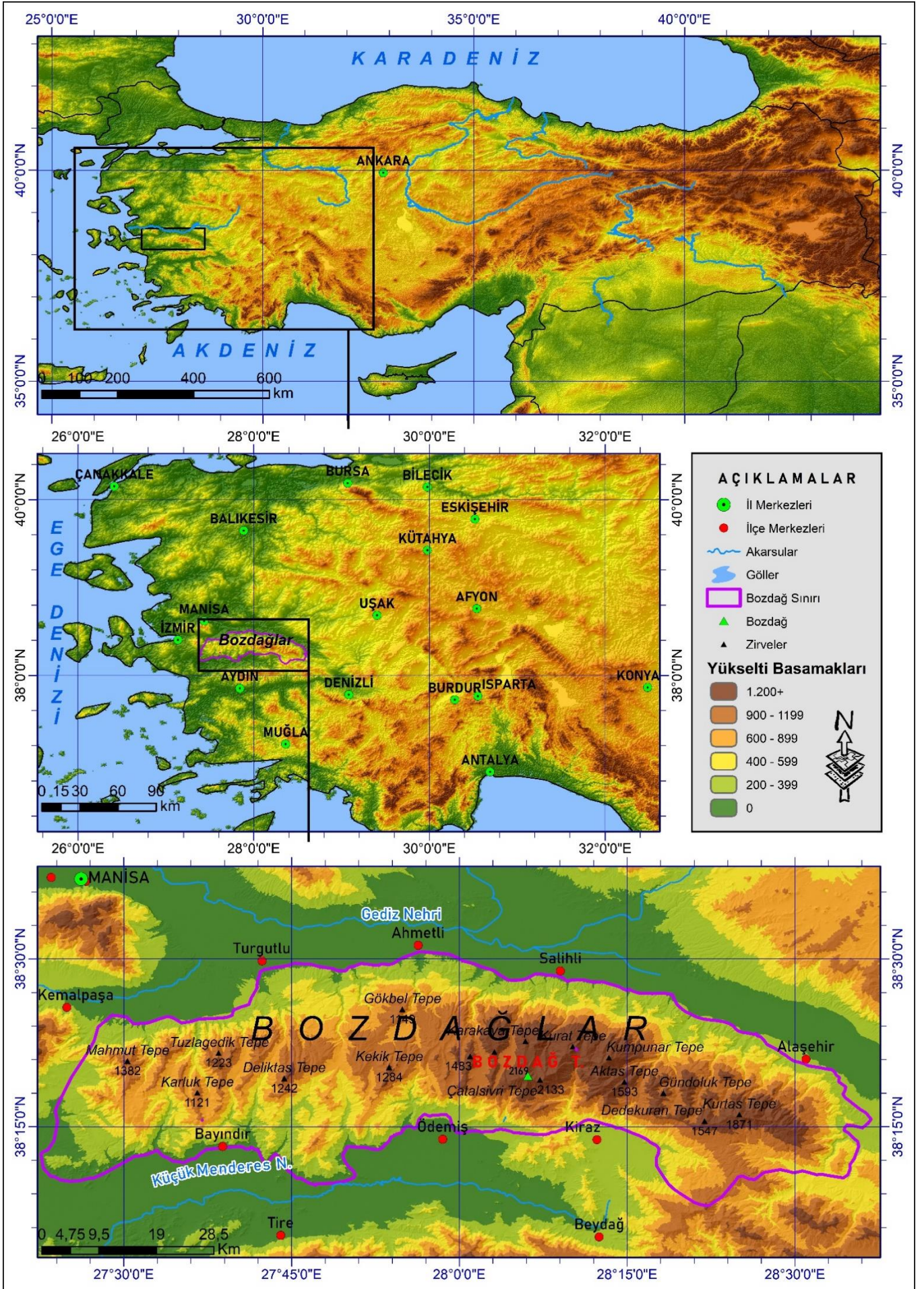
Bozdağlar horstunun jeomorfolojik birimlerinden olan tepelik alanlar da horst sisteminin uzanışı ile paralellik gösterir. Bozdağlardan kaynağını alan akarsular kuzey ve güney yönde, eğimin azaldığı sahalarda bir takım yeryüzü şekilleri (vadi, plato, birikinti koni ve yelpazeleri) oluşturmuştur. Böylece havzaların orta ve aşağı çıkırında V vadi karakteri gözükürken, yukarı çıkırda tabanlı vadi karakterindedir.

2.1. Jeolojik Özellikler

Bozdağların jeolojik özellikleri ve tektonik gelişimi ile ilgili çok sayıda jeoloji çalışması bulunmaktadır (Paréjas, 1940; İzdar, 1971; Dürr vd., 1978; Yağmurlu, 1987; Yusufoglu, 1996; Yılmaz, 2000; Bozkurt ve Oberhansli, 2001; Çiftçi ve Bozkurt, 2008; Seyitoğlu ve Işık, 2015; Şaroğlu ve Güler, 2020; Uzel, 2023; Yılmaz vd., 2023).

Bozdağları oluşturan jeolojik yapıların kapladığı alanlar çok farklı boyutlarda olmakla beraber Prekambriyen'den başlayıp Kuvaterner'e kadar hemen hemen tüm jeolojik dönemlere ait formasyonlara rastlanılır. Sahanın temel birimlerini Prekambriyen yaşlı metamorfik kayalar oluşturur, bunlara Tersiyer granitoid intrüzyonları eşlik eder (Seyitoğlu ve Işık, 2015). En geniş alanlarını Paleozoik döneme ait şistler ve mermerler oluşturmaktadır (Şekil 2). Sahada Paleojen dönemine ait birimlerin varlığına hiç rastlanılmamaktadır. Bu dönemde Bozdağlarda karasal ortam koşullarının yaşandığını ileri sürmek mümkündür.

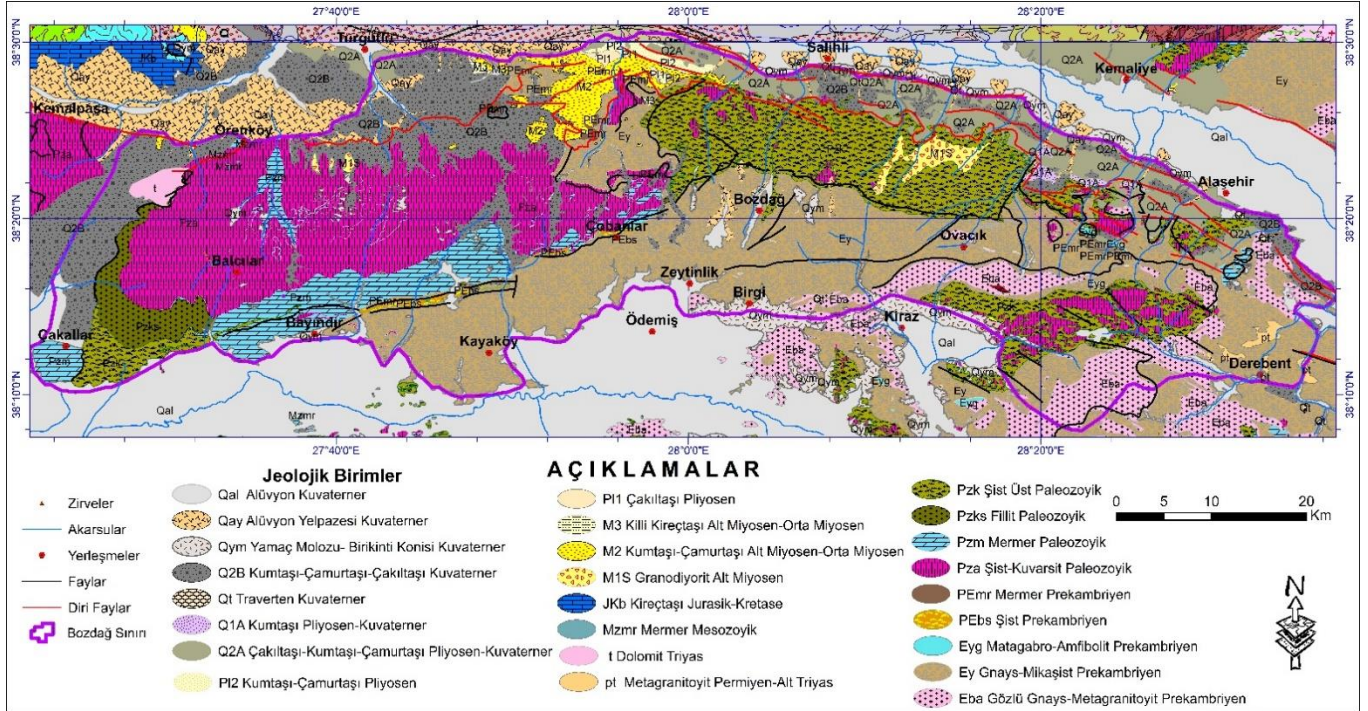
Bozdağlar kütlesi Paleozoik yaşlı şist serisi ile ondan daha yaşlı kabul edilen gnaysik seriden oluşmuştur. Bu iki seri Bozdağlar kütesini kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda verevine kesmektedir (Koçman, 1985). Gnaysik serinin muhtemel yaşı Prekambriyen, örtü şistlerde de Alt Paleozoik olarak düşünülmektedir. Gnays kütlesi, yüksekliği 2169 metreye ulaşan Bozdağların kuzey eteklerinde aflöre olur. Kütleinin güney-güneydoğusunda bulunan gnayslar ise güneye doğru eğimlenmiş ve Kiraz ilçesine doğru genişleyen bu kütle gözlü gnaysları içermektedir. Geniş bir alanda şistler ve mermerlerle örtülü bulunmaktadır (Koçman, 1985).



Şekil 1. Araştırma sahasının lokasyon haritası.

Bozdağlar dizininin kuzey ve batı kesimlerini şist serisi meydana getirir. Bu şist serisi Salihli-Turgutlu arasında kuvarsit şist, grovak, metakuvarsit şist kompleksinden ibarettir. Bu seri içerisinde kristalize kalkerler yer yer ince katmanlar şeklinde, daha çok serinin üstünde, değişen genişlikte kalıntı adacıklar halindedir (Koçman, 1985).

Bozdağlar horstunu kuzeyde Miyosen-Kuvaterner yaşlı tortullar, BKB - DGD yönlü bir kuşak halinde çevreler. Çakıltası, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve kiltası-çamurtaşından yapıları tortulların kalınlığı 2000 m'yi bulur (Emre, 1996 a, b). Erinç (1980) tarafından Tmolos depoları olarak nitelendirilen flüviyal ve limnik fasiyeste çökelmiş bu depolar kütleinin Küçük Menderes Havzası'nda kalan kesiminde görülmemektedir.



Şekil 2. Araştırma sahasının jeoloji haritası (MTA 1/500000 ve 1/100000 ölçekli jeoloji haritalarından değiştirilerek).

2.2. Jeomorfolojik Özellikler

Batı Anadolu, yükselti olarak oldukça düşük bir seviye arz etmektedir. Özellikle Kuvaternerde meydana gelen tektonik hareketlere bağlı olarak oluşan grabenlerin ortalama yükseltisi 300-400 m'yi geçmemektedir. Buna karşın horst alanları duvar gibi yükselmiş olup ortalama yükselteleri 1000 m civarındadır. Bozdağlar 724 m ortalama yükseltisi ile Ege bölgesindeki önemli horstlardan biridir. Yükseltiler sonucu horstlar üzerinde birçok jeomorfolojik şekiller tektonik süreçlere bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Bunlar; aşınım yüzeyleri, vadiler, karstik litolojinin hâkim olduğu yerde karstik şekiller ve Bozdağlardan graben sahalarına geçiş noktalarında birikinti koni ve yelpazeleridir.

2.2.1. Platolar

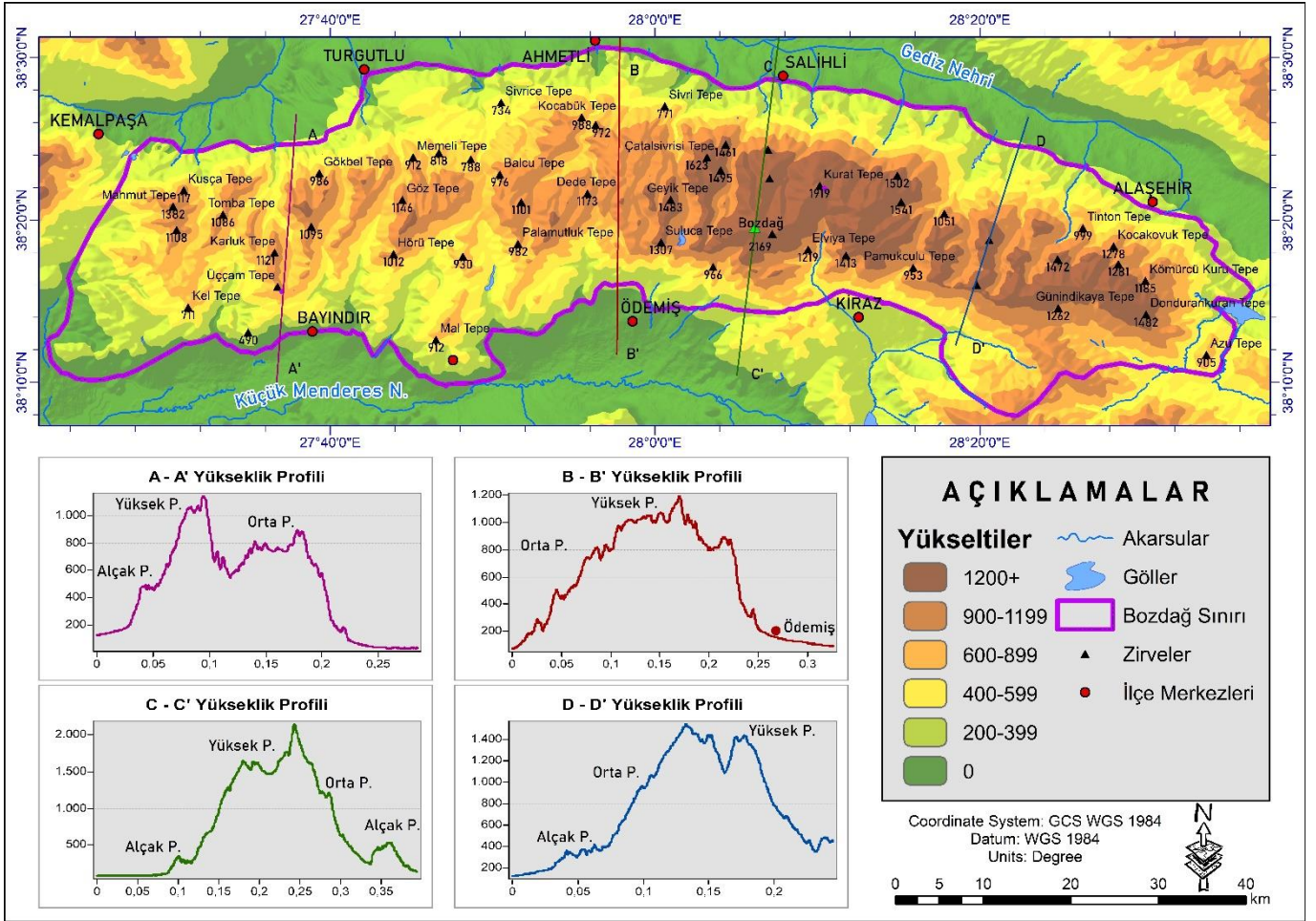
Bozdağlar üzerinde çeşitli kademelerde aşınım (plato) yüzeylerine rastlanılmaktadır. Tektonizmanın oldukça etkin olduğu Bozdağlar üzerinde platolar yükselti kademelerine göre sınıflandırılmıştır. 1200 metreden yüksek alanlar Yüksek Plato, 600-1200 metre arasındaki düzlükler Orta Plato ve 600 metreden daha alçak parçalanmış düzlükler Alçak Plato alanlarına karşılık gelmektedir (Şekil 3). Yüksek Plato sahasında mermerlerin yüzeyleşmiş olduğu Ovacık Yaylası ve

Subatan çevresinde olduğu gibi polye, dolin, mağara (Subatan mağarası) ve düden (Ayvacık düdeni) gibi karstik şekiller gelişme imkânı bulmuştur.

Bozdağlardaki plato alanları nispeten kuzeyden güneye doğru çarpılmış, tabanlı-derin vadilerle yarılmış durumdadırlar (Şekil 4). Yüksek platolar çok karakteristik iken, alçak ve orta platolar parçalar halinde sınırlı alanlarda gözükmektedir.

2.2.2. Vadiler

Bozdağlar üzerinde akarsuların şekillendirmesine bağlı olarak büyüklü küçükü çok sayıda alt havzalar mevcuttur. Her hidrografik havzayı oluşturan ana akarsu vadileri ile birlikte yan kolların da meydana getirdiği vadilerde de mevcuttur. Bu vadilerden bazıları Bozdağlardan grabenlere geçiş kısımlarında, eğimin azaldığı yerde geniş tabanlı özellik gösterirken (Şekil 5), faylanmaya bağlı olarak gençleşmenin olduğu kısımlarda çentik vadi özelliği göstermektedir. Bu da faylanma sonucu arazinin olgunluk aşamasındayken gençleşmenin yaşandığını kanıtlamaktadır. Zira vadilerin başlangıç kısımlarında eğimin çok düşük tabanlı vadi karakterinin gözükmesi, Bozdağlarda vadi kuruluş ve gelişmesinin tektonizma denetiminde olduğu söylenebilir. Yapılan morfometrik analizlerden V_f indeksi de bu durumu açıkça ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Araştırma sahasının genel fiziki haritası ve asimetrik yapıyı gösteren kuzey-güney yönlü profiller.



Şekil 4. Bozdağlar üzerinde yüksek plato ve Bozdağ yerleşmesinden bir görünüm.

2.2.3. Birikinti Koni ve Yelpazeleri

Bozdağlardan grabenlere geçiş kısımlarında dağ yamacı boyunca taşınan malzemeler, eğimin azaldığı yerlerde birikerek önce birikinti konilerini meydana getirir. Birikinti konileri de birleşerek birikinti yelpazelerini ve piendmont ovalarını oluşturmaktadır.

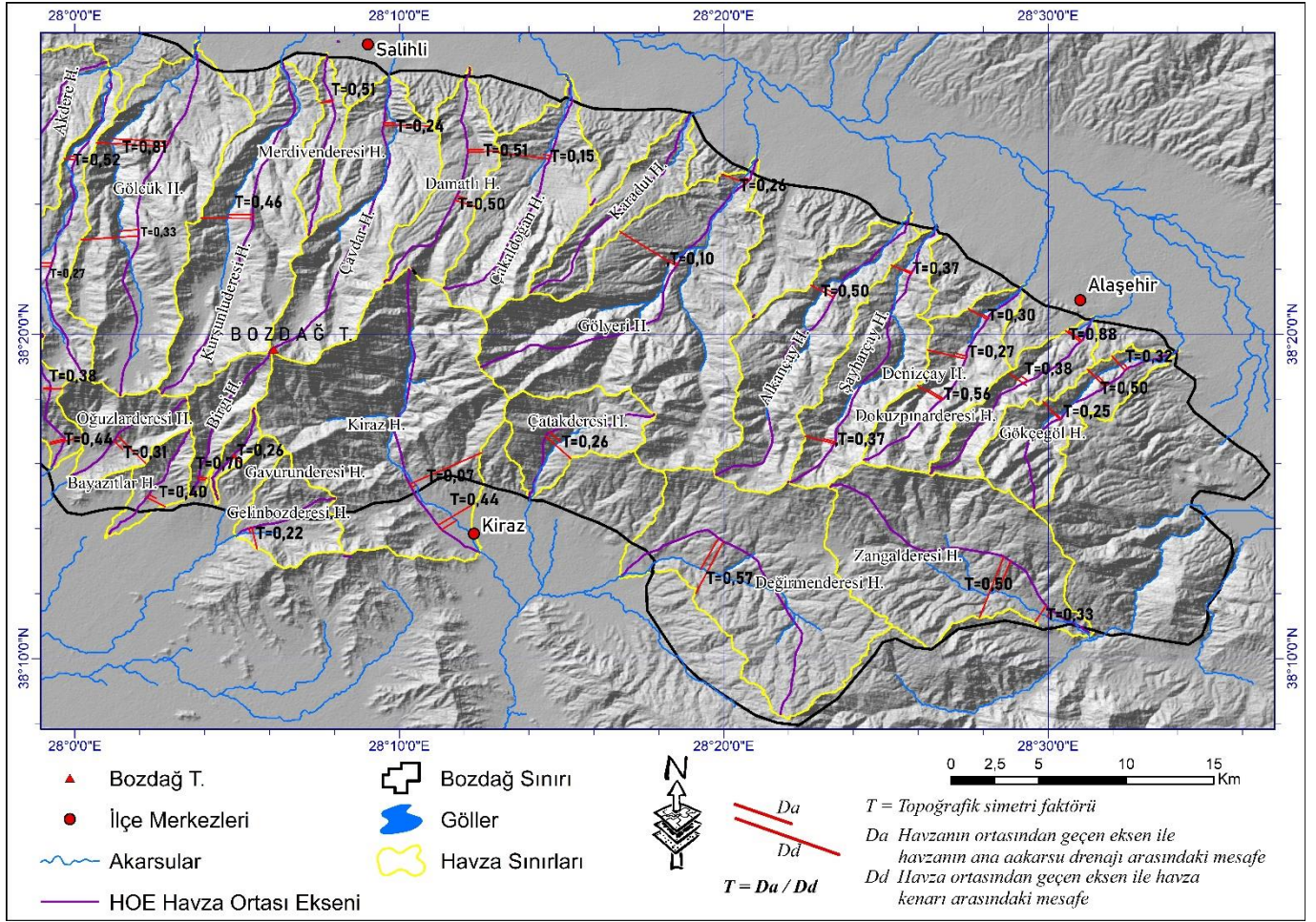
Bozdağlardan kuzey ve güney istikametinde graben sahasına inildiğinde alüvyon yelpazesi ve yamaç molozu (kayşat konisi) birlikte yer almaktadır (Şekil 6). Fakat tektonizma kuzeyde daha etkin olduğu için eski ve yeni yelpazeler birlikte görülmektedir.

Birikinti koni ve yelpazeleri Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan meydana gelmiştir. Bölgedeki alüvyonların kalınlığı birikme sürecine ve birikme koşullarına bağlı olarak yer yer değişmektedir (Koçman, 1985).



Şekil 5. Yukarıçavdar vadisi; Bozdağlar'ın zirve kesimine doğru yer almasına rağmen tabanlı vadi özelliği göstermektedir.

Alaşehir ovasında ve Aşağı Gediz havzasında alüvyal dolgu heterojen bir yapıya sahiptir. Burada alüvyonlar yer yer kil mercekleri, ince kil-silt seviyeleri ile şist, gnays, kalker, ince kuvarsit çakılları, silisli kumlar ve blokların karışmasından meydana gelmiştir. Eğimin son derece azaldığı ve killi seviyelerin bulunduğu ova tabanının bazı kesimlerinde kışın taban suyu seviyesi



Şekil 7. Bozdağlar doğu kesiminde drenaj havzası asimetri değerleri.

Tablo 1. Çaprazlama Topografik Simetri Faktörü (N)

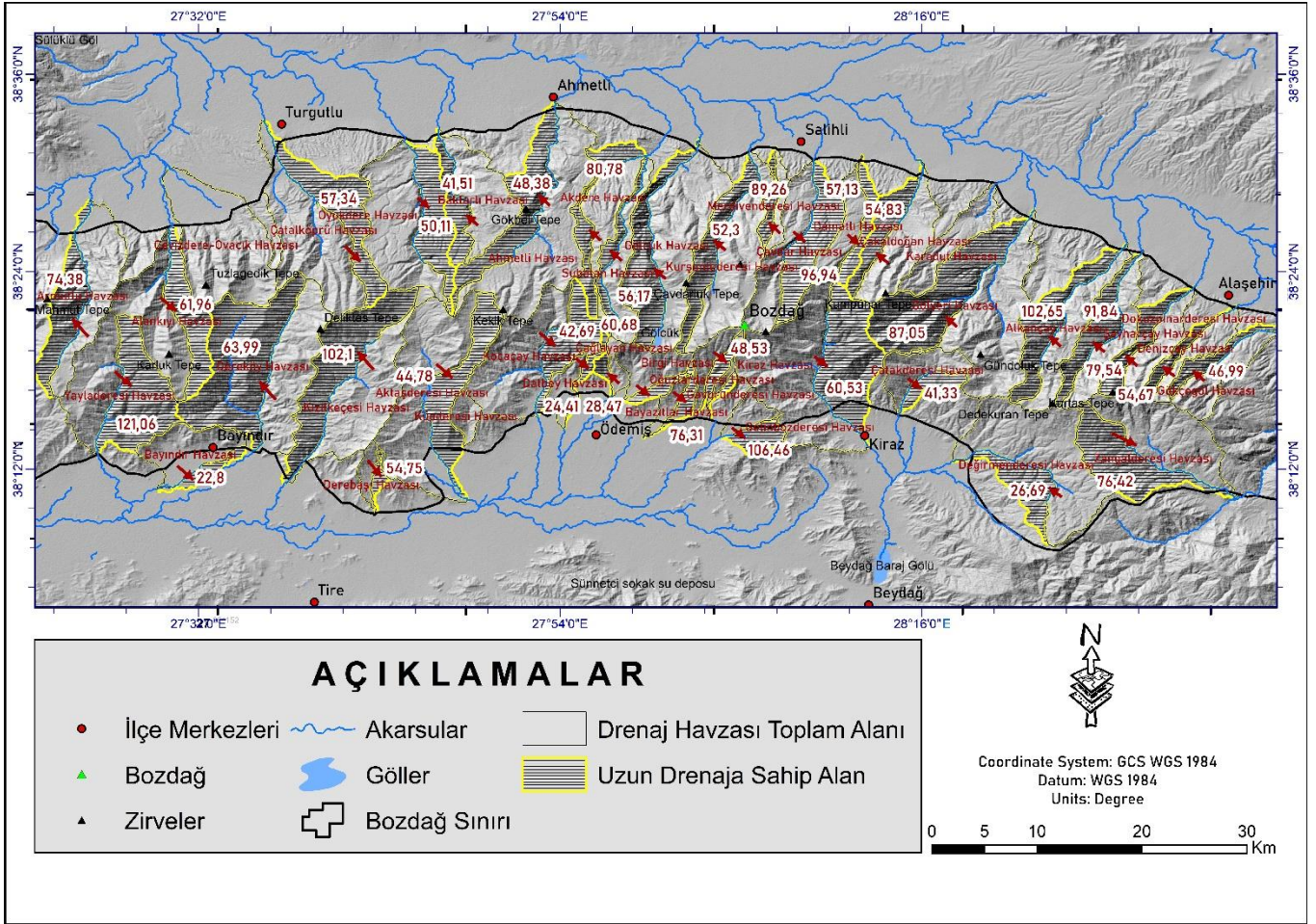
No	Havza Adı	Yukarı Çığır (T)	Orta Çığır (T)	Aşağı Çığır (T)
1	Gölyeri Havzası		0,10	0,26
2	Alkançay Havzası		0,50	
3	Şayharçay Havzası	0,37		0,37
4	Dokuzpınarderesi Hviz.		0,38	0,88
5	Gökçeğöl Havzası	0,25	0,50	0,32
6	Kurşunluderesi Havz.		0,46	
7	Çavdar Havzası			0,24
8	Damatlı Havzası		0,50	0,51
9	Çakaldoğan Havzası			0,15
10	Merdivenderesi Havz.			0,51
11	Baktarlı Havzası	0,67	0,73	0,52
12	Ahmetli Havzası		0,43	0,29
13	Akdere Havzası		0,83	
14	Subatan Havzası		0,27	0,52
15	Gölcük Havzası	0,10	0,33	0,81
16	Armutlu Havzası			0,84
17	Alankıyı Havzası		0,39	0,12
18	Cevizdere-Ovacık Havz		0,64	
19	Çatalköprü Havzası			0,15
20	Oyukdere Havzası		0,37	0,33
21	Denizçay Havzası	0,56	0,27	0,30
	Ortalama Topografik Simetri	0,39	0,45	0,42

Tablo 2. Çaprazlama Topografik Simetri Faktörü (S)

No	Havza Adı	Orta Çığır (T)	Aşağı Çığır (T)
1	Bayındır Havzası		0,36
2	Kiraz Havzası	0,07	0,44
3	Çatak Havzası	0,26	
4	Değirmendere Havzası		0,57
5	Zangölderesi Havzası	0,50	0,33
6	Yayladeresi Havzası	0,17	0,15
7	Birgi Havzası		0,70
8	Gavurunderesi Havzası	0,26	
9	Gelinbozderesi Havzası		0,22
10	Kocaçay Havzası	0,88	
11	Datbey Havzası	0,44	
12	Çağlayan Havzası	0,44	0,38
13	Oğuzluderesi Havzası	0,31	
14	Dereköy Havzası	0,19	0,59
15	Kızılkeçesi Havzası	0,45	
16	Aktaşderesi Havzası	0,32	0,52
18	Bayazıtlar Havzası		0,40
	Ortalama Topografik Simetri	0,36	0,42

4.1.2 Asimetri Faktörü

Eğer bir bölgede aktif tektonizma varsa, akarsu ağı belirgin bir doku ve geometri sunar. Bunu tanımlamak ve bölgede tektonizmaya bağlı eğimlenme (tilting) varlığını



Şekil 9. Bozdağlar üzerindeki havzalarda asimetri faktörü (AF) değerleri.

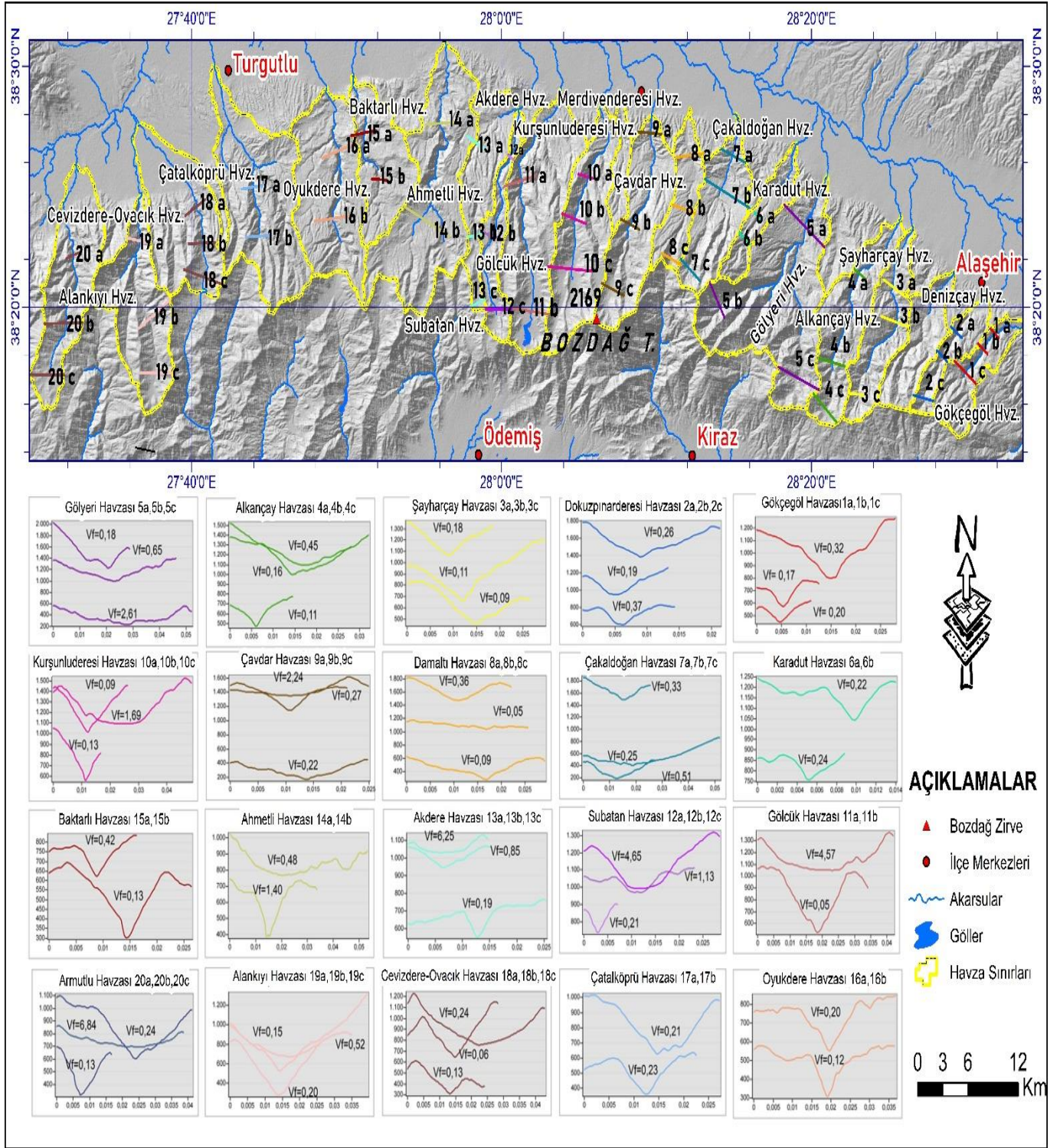
4.2. Vadi tabanı genişliği-vadi yüksekliği oranı (V_f)

V_f analizi: yöntem kısmında değinilen bu analiz için kullanılan formül;
 $[V_f = 2 \cdot V_{fw} / (E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$ şeklindedir. Burada V_f değerleri 1'den küçük olan vadiler genellikle yeni kurulmakta olan kerkik vadilerdir (Bull & McFadden, 1977). Bu alanlar tektonizmanın aktif olduğu genç sahalarda akarsuyun derine aşındırmasının meydana getirdiği V şekilli vadiler olarak sınıflandırılır. 1 ve 1,5 arasındaki V_f değerleri orta derece aktif tektoniği, 1,5'tan büyük olan değerler ise aşındırmadan çok, artık biriktirmenin hâkim olduğu U profilli tabanlı vadiler olarak ayırt edilir (Bull & McFadden, 1977). Akarsu vadilerinde yukarı çığırın V aşağı çığırda tabanlı (U profilli) çıkması normal bir durumdur. Zira vadilerin aşağı çığırları daha yaşlı, kaynak kısımları ise daha gençtir. Eğer bir akarsu havzasında bu durum farklı şekilde ise yani membaa kısmı "U", aşağı çığır "V" ise bu durum net olarak tektonik etkiyi gösterir.

Kuzey kesiminde yer alan 20 havzanın V_f indeksine bakıldığında vadilerin yukarı çığırları tabanlı vadi karakterindedir. Buna karşılık vadilerin aşağı çığırları oldukça belirgin "V" profilli kerkik vadi karakterindedir (Şekil 10). Havzalar içerisinde V_f değeri en yüksek uyumsuzluğa sahip olan Armutlu (yukarı çığır 6.84, aşağı çığır 0.13), Akdere (yukarı çığır 6.65, aşağı çığır 0.19), Subatan (yukarı çığır 4.65, aşağı çığır 0.21) ve Gölcük (yukarı çığır 4.57, aşağı çığır 0.05) havzalarıdır (Tablo 3; Şekil 10).

Tablo 3. Kuzey kesiminde yer alan havzaların V_f oranları

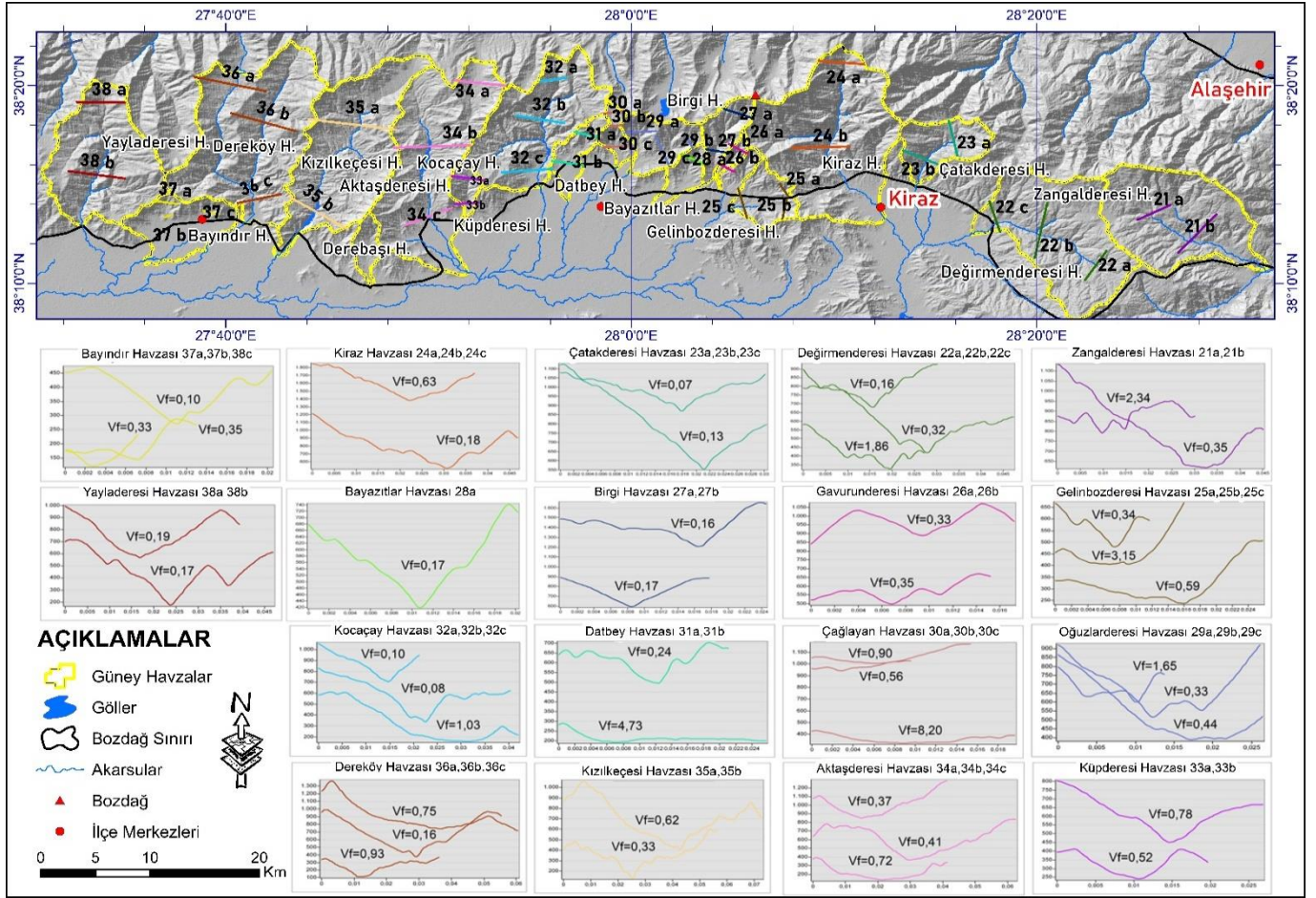
No	Havza Adı	Yukarı Çığır V_f	Orta Çığır V_f	Aşağı Çığır V_f
1	Gölyeri Havzası	0,18	0,65	2,61
2	Alkançay Havzası	0,16	0,45	0,11
3	Şayharçay Havzası	0,18	0,11	0,09
4	Dokuzpınarderesi Havzası	0,26	0,19	0,37
5	Gökçeöl Havzası	0,32	0,17	0,2
6	Kurşunluderesi Havzası	0,09	1,69	0,13
7	Çavdar Havzası	2,24	0,27	0,22
8	Damatlı Havzası	0,36	0,05	0,09
9	Çakaldoğan Havzası	0,33	0,25	0,51
10	Karadut Havzası	0,22		0,24
11	Baktarlı Havzası	0,42		0,13
12	Ahmetli Havzası	0,48		1,4
13	Akdere Havzası	6,25	0,85	0,19
14	Subatan Havzası	4,65	1,13	0,21
15	Gölcük Havzası	4,57		0,05
16	Armutlu Havzası	6,84	0,24	0,13
17	Alankıy Havzası	0,15	0,52	0,2
18	Cevizdere-Ovacık Havzası	0,24	0,06	0,13
19	Çatalköprü Havzası	0,21		0,23
20	Oyukdere Havzası	0,2		0,12
	Ortalama V_f	1,42	0,45	0,39



Şekil 10. Bozdağlar kuzeyinde yer alan havzaların V_f değerleri.

Bozdağlar kütesinin güney kesiminde yer alan 17 havzanın V_f indeksine bakıldığında vadilerin yukarı çığırları ile aşağı çığırları arasında belirgin bir uyumsuzluğun olmadığı görülmektedir. Bu da normal

açılma tektoniğine bağlı oluşan Küçük Menderes grabeninin ve kuzey kesiminde yer alan Bozdağlar kütesinin güney kesimi oluşum sürecinden sonra tektonizmanın çok etkin ve aktif olmadığına işaret etmektedir (Şekil 11; Tablo 4)



Şekil 11. Bozdağlar güneyinde yer alan havzaların Vf değerleri.

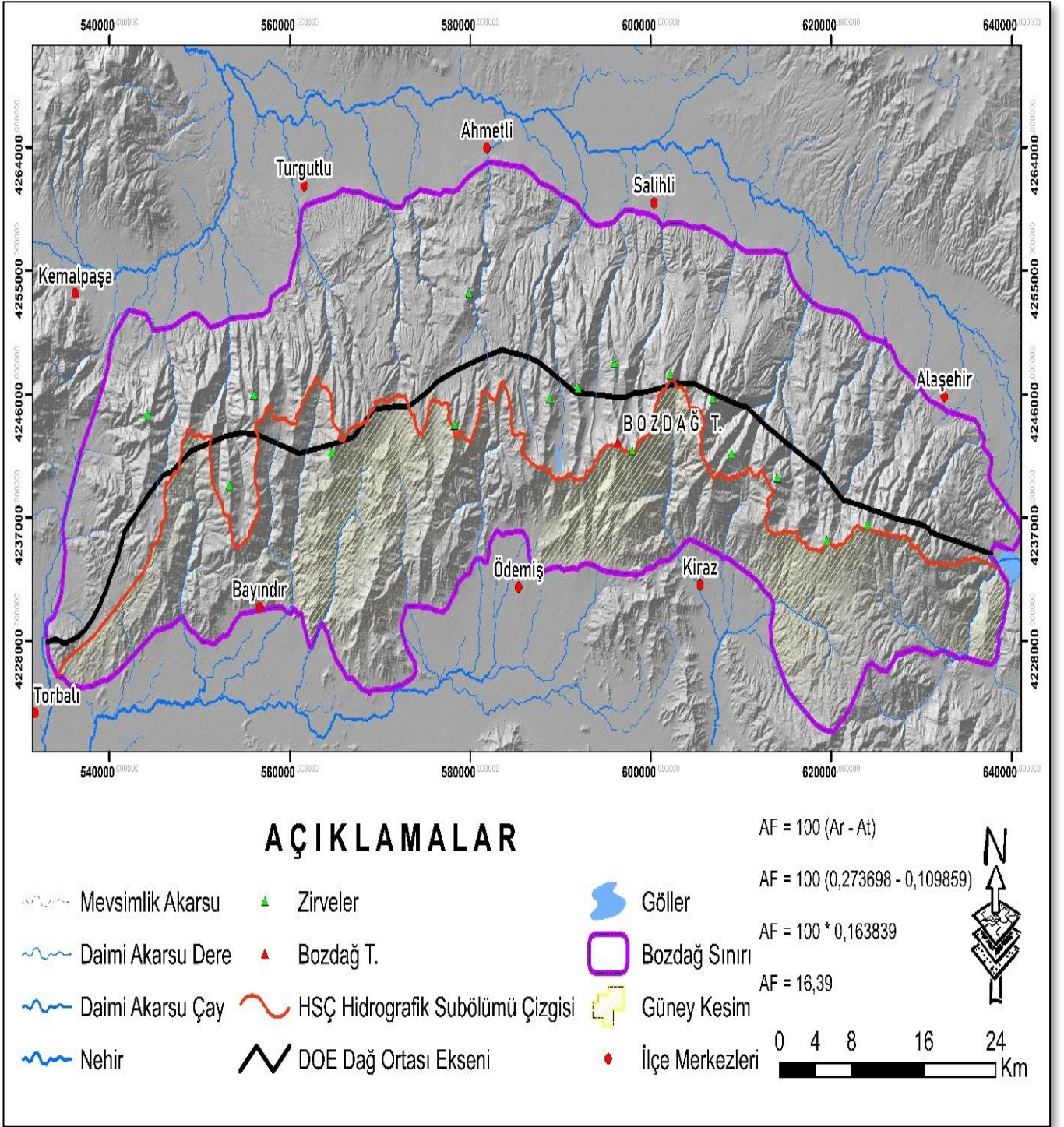
Tablo 4. Bozdağlar kütesinin güney kesiminde yer alan havzaların Vf oranları

No	Havza Adı	Yukarı Çığır Vf	Orta Çığır Vf	Aşağı Çığır Vf
1	Bayındır Havzası	0,1	0,33	0,35
2	Kiraz Havzası	0,63		0,18
3	Çatak Havzası	0,13		0,07
4	Değirmendere Havzası	0,32	0,16	1,86
5	Zangölderisi Havzası	0,35		2,34
6	Yayladeresi Havzası	0,19		0,17
7	Birgi Havzası	0,16		0,17
8	Gavurunderesi Havzası	0,33		0,35
9	Gelinbozderesi Havzası	0,34	3,15	0,59
10	Karaçay Havzası	0,1	0,08	1,03
11	Darbey Havzası	0,24		4,73
12	Çağlayan Havzası	0,9	0,56	8,2
13	Oğuzderesi Havzası	0,33	0,44	1,65
14	Dereköy Havzası	0,75	0,16	0,93
15	Kızılkeçesi Havzası	0,62		0,33
16	Aktaşderesi Havzası	0,37	0,41	0,72

17	Küpderesi Havzası	0,78		0,52
	Ortalama	0,38	0,66	1,42

4.3. Bozdağ Asimetri (AF) ve Topografik Simetri (T) Faktörü

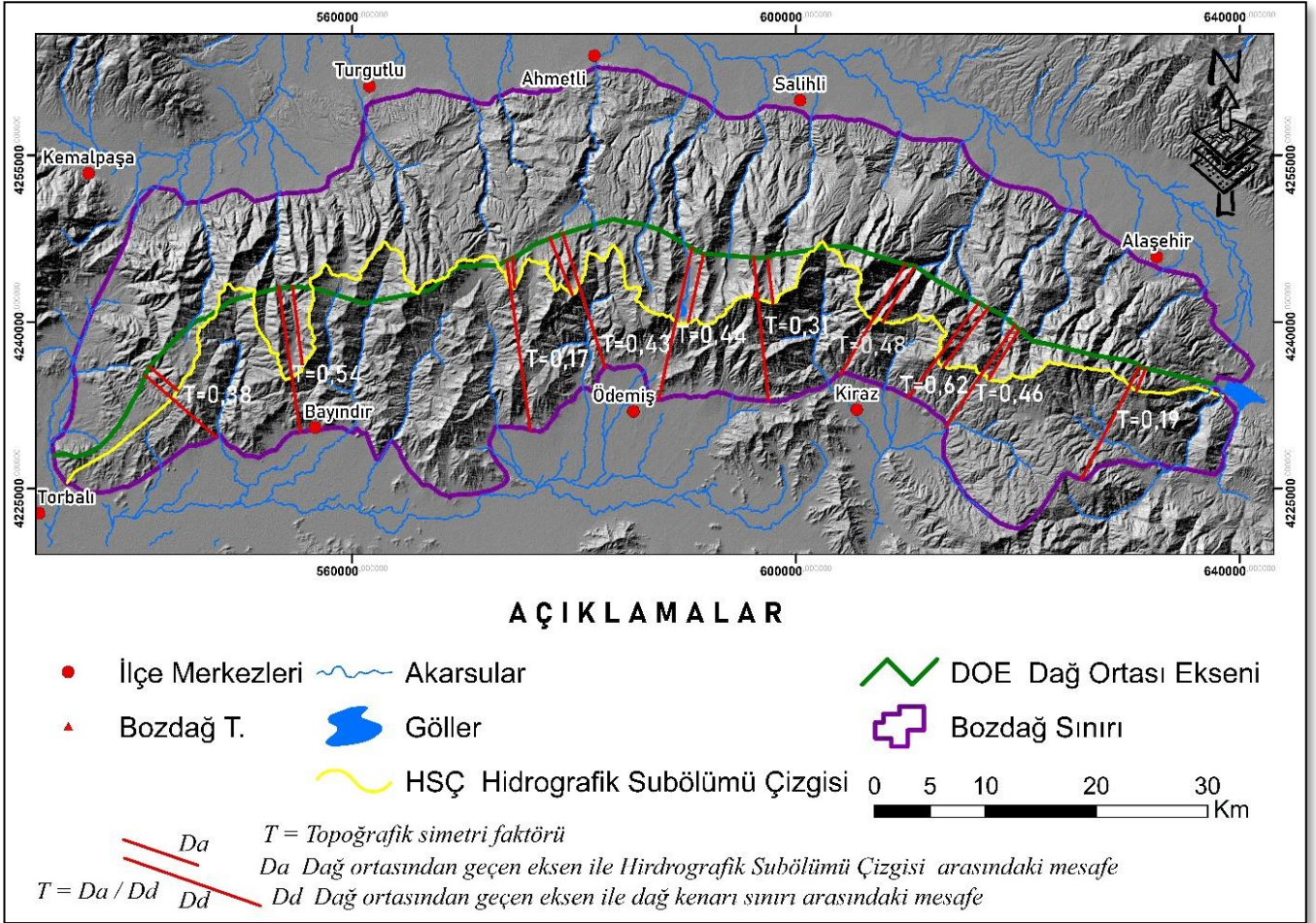
Bozdağların asimetrik durumunu ortaya koymak için akarsu havzalarında uygulanan Topografik simetri faktörü ve drenaj havzası asimetrisi formülleri Bozdağlar kütesine uygulanmıştır. Burada öncelikle dağın kuzey ve güneyini birbirinden ayıran su bölümü çizgisi akarsu ana kolu gibi düşünülmüştür. Dağın kuzey ve güney sınırları ova tabanı ile dağlık alana geçiş noktası esas alınarak çizilmiştir. Daha sonra Thiessen tool yardımı ile dağ ortası eksenini (DOE) belirlenmiştir. Buna göre asimetri faktörü için $AF = 100 (Ar - At)$ formülü kullanılmıştır. Bu formülde Ar uzun drenaja sahip olan alandır. At ise drenaj dağılımının toplam alanıdır. Drenaj sistemini etkileyen herhangi bir tektonizma yoksa AF değeri 50 civarında olacaktır. Ancak tiltlenme varsa bu değer 50'den fazla ya da az çıkacaktır. Yaptığımız hesaplamada Bozdağların Asimetri faktörü 16,39 olarak hesaplanmıştır (Şekil 12). Bu da dağın asimetrik yapısını ortaya koymakta olup kuzey kesimin tektonizmadan daha fazla etkilendiğini kanıtlamaktadır.



Şekil 12. Bozdağlar üzerinde drenaj asimetri değerleri

Bozdağlar üzerinde asimetriklik için uyguladığımız ikinci formül ise çaprazlama topografik simetri faktörüdür. Bu faktör $T=Da/Dd$ formülü ile ifade edilir. Bu formülde drenaj havzasının ortasından geçen eksen ile ana drenaj arasındaki mesafe Da , eksen ile havza kenarı arasındaki mesafe ise Dd olarak tanımlanır. Asimetri arttıkça T değeri yükselir ve 1'e yaklaşır. Bozdağlar üzerinde doğudan batıya doğru T değeri değişik oranlarda çıkmıştır. Birçok T değeri 0,40'tan

fazladır. En yüksek T değeri ise 0,62 ile Bozdağların doğusunda hesaplanmıştır (Şekil 13). Bu da Bozdağlar kütlelerinin tektonik olarak doğu kesiminin batı kesiminden daha fazla etkilendiğini söylemek mümkündür. Bu husus genel tektonik sisteme de uygun olarak Anadolu'nun doğudan batıya doğru kaçışı (Şaroğlu ve Güler, 2020) ile de uyumlu bir sonuç olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Bozdağlar üzerindeki asimetri faktörü değerleri.

5. Sonuçlar

Büyük çoğunluğunu Paleozoik şistlerin oluşturduğu Bozdağ üzerinde çok farklı jeomorfolojik şekiller yer almaktadır. Bu şekillerden dağ üzerinde var olan olgun vadilerin Kuvaterner öncesi dönemlerde gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır.

Bozdağlar Batı Anadolu da horst graben yapılarından dağlık alana karşılık gelen bir horst yapısıdır. Kuzeyinde Gediz, güneyinde ise Küçük Menderes grabeni yer alır.

Bozdağlar üzerinde ana jeomorfolojik birimler; platolar, vadiler, birikinti koni ve yelpazeleridir. Dağın büyük bir bölümü plato karakterinde olmakla birlikte akarsular tarafından oldukça fazla parçalanmış durumdadır. Vadiler normal vadi gelişimine uyumsuz yukarı çığırları tabanlı aşağı çığırları ise "V" vadi karakterindedir. Birikinti koni ve yelpazeleri yerel taban seviyesine göre gelişmişlerdir.

Dağ üzerindeki nispeten kapalı havza karakterleri ve mevcut drenaj sistemi asimetric bir gençleşmeyi de göstermektedir.

Morfometrik analizlerden Vadi Tabanı Genişliği-Vadi Tabanı Oranı (V_f) Indisi tektonik gençleşmeyi ve kuzey kesimde aktif tektoniğe bağlı asimetric yapıyı kantitatif olarak işaret etmektedir. Buna karşılık dağın güney kesimindeki vadilerde yapılan V_f analizi normal aşınım döngüsünün olduğunu göstermektedir.

Dağ asimetrisine yönelik olarak morfometrik analizlerden havza asimetri faktörü (AF) analizi Bozdağ

kütlesi üzerine uygulanmıştır. AF = 16,39 değeri dağın kuzeyden daha şiddetli tektonik etkiye maruz kalmasının sonucudur. Arazi çalışmalarının da doğruladığı bu sonuç dağ üzerindeki olgun vadilerin, Gölçük Gölü'nün ve Subatan kapalı havzasının oluşumlarının anlaşılması açısından oldukça önemlidir. Analizler dağın doğu kesiminde, kuzeyden güneye doğru bir çarpılmanın olduğunu da göstermektedir.

Bozdağlar kütesinin asimetrisine yönelik olarak morfometrik analizlerden çaprazlama topografik simetri faktörü analizi de yapılmıştır. Bu analizlere göre kütle üzerinde birçok T değerinin 0,40'tan fazla olduğunu, en yüksek T değerinin ise 0,62 ile Bozdağların doğusunda olduğu tespit edilmiştir. Bu da Bozdağlar kütesinin doğu kesiminin batı kesiminden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Genel tektonik sisteme de uygun olarak Anadolu'nun doğudan batıya doğru kaçışı ile de uyumlu bir sonuç olduğunu doğrulamaktadır.

Jeomorfolojik gözlemlerden kuzey kesimde oldukça genç Kuvaterner dolguların mevcudiyeti ve üzerindeki çok daha genç kırıklar da sahanın tektonik açıdan oldukça aktif olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte Gediz Grabenin kuzeyinde Selendi, Gordes, Demirci gibi havzalarda yapılacak olan yeni çalışmalar, Kula volkanikleri ile ilgili yeni tekniklere göre yapılan yaş tayinleri, bölgenin jeomorfolojik gelişimini daha da aydınlatacaktır.

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Aghayeva, F. (2023). Wildfire hazard and risk assessment: The case of Gabala district. *Advanced GIS*, 4(1), 01-09. <https://orcid.org/0009-0003-5378-8196>
- Akcay, O. (2022). Automatic construction of a knowledge base for transport networks. *Advanced GIS*, 2(1), 08-17. <https://orcid.org/0000-0003-0474-7518>
- Ardos, M. (1995). *Türkiye ovalarının jeomorfolojisi*, Cilt 2 Çantay Kitabevi, İstanbul
- Atalay, İ., (2017). *Türkiye jeomorfolojisi*, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2023). Jeomorfik indislerle Varto Havzası'nı (Muş) denetleyen fayların göreceli tektonik aktivitesinin belirlenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13 (4), 1046-1072. <https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.1288478>
- Bahadır, M. ve Özdemir, M.A. (2011). Acıgöl havzasının sayısal topoğrafik analiz yöntemleri ile morfometrik jeomorfolojisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*. C. 4, S. 8, s. 323-344. <https://hdl.handle.net/11630/8163>
- Bozkurt, E. & Oberhansli, R. (2001). Menderes Massif (Western Turkey): Structural, metamorphic and magmatic evolution- a synthesis. *Int J Earth Sciences*, 89 679-708. <https://doi.org/10.1007/s005310000173>
- Bull, W. B. (1977). Tectonic geomorphology of the Mojave desert, California (U.S. Geological Survey Contact Report 14-0-001-G-394. Office of Earthquakes). Volcanoes and Engineering (188 p). Menlo Park, CA, DOI: <https://doi.org/10.1038/269507a0>
- Bull, W. B. (2007) *Tectonic geomorphology of mountains: a new approach to paleoseismology* (p. 328). Wiley-Blackwell, Oxford
- Bull, W.B., & McFadden, L.D. (1977). Tectonic Geomorphology North and South of The Garlock Fault, California. In: Doehring, D.O. (Ed.), *Geomorphology in Arid Regions. Proceedings of the Eighth Annual Geomorphology Symposium. State University of New York*, Binghamton, 115 -138.
- Choorley, R. (1972). *Spatial Analysis in Geomorphology*. London, U.K: Methuen & Co.
- Coşkun, M. ve Toprak, F. (2023). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tabanlı orman yangını risk analizi: Bartın İli örneği. *Geomatik*, 8(3), 250-263. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1192219>
- 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 American Bulletin*, 106, 571-581.
- Cürebal, İ. (2004). Madra Çayı Havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(11), 11-24. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/863975>
- Cürebal, İ. ve Erginal, E. (2007). Mıhlı Çayı Havzasının jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfik indislerle analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6 (19), 126-135. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/esosder/issue/6133/8224>
- Çiftçi, N. B. & Bozkurt, E. (2008). Folding of the Gediz graben fill, SW Turkey: Extensional and/or contractional origin?. *Geodinamica Acta* 21:3, pages 145-167.
- Dürr, St., Allherr, R., Keller, J., Okrusch, M. & Seidel, E. (1978). The median Aegean crystalline belt: Stratigraphy, structure, metamorphism, magmatism. In closs, H. Poeder, D.H. and Schmidt, K. (Eds), Alps, Apennines, Helienides., 455—477, Schweizer— bart, Stuttgart.
- Ege, İ. ve Duman, N. (2020). Maymun dağı (Çardak-Denizli/Dazkırı-Afyonkarahisar)'nın morfolojik özelliklerinin CBS ile belirlenmesi. *Turkish Studies-Social*, 151, 277-307. <http://dx.doi.org/10.29228/TurkishStudies.39211>
- Emre, T., (1996a). Gediz grabenin jeolojisi ve tektoniği. *Turkish Journal of Earth Sciences*. 5, 171-186.
- Emre, T., (1996b). Gediz grabeninin tektonik evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 39 (2), 1-18,
- Erginal, E. ve Cürebal, İ. (2007). Soldere havzasının jeomorfolojik özelliklerine morfometrik yaklaşım: Jeomorfik indisler ile bir uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17, 203-210, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61793/924141>
- Erinç, S. (1980). *Orta Ege bölgesinin jeomorfolojisi* (Rapor no: 2217). MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı (yayımlanmamış).
- Erinç, S. (1982). *Jeomorfoloji-I*. İ.Ü. Edebiyat Fakültesi No:2931, İstanbul.
- Geçen, R. ve Ölmez, İ. (2017). Beyazçay havzasının (Hatay) jeomorfometrik analizler ile değerlendirilmesi. Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu 12-14 Ekim, Elazığ, *Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* (s. 212-221)
- Göksel, C., & Doğru, A. Ö. (2019). Analyzing the urbanization in the protection area of the Bosphorus. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 4(2), 52-57. <https://doi.org/10.26833/ijeg.446912>
- Hakyemez, H. Y., Göktaş, F. ve Erkal, T. (2013). Gediz grabeninin Kuvaterner jeolojisi ve evrimi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 56(2)
- Horton, R.E. (1945). Erosional development of stream and their drainage basin. Hydrogeological approach to quantitative morphology, *Bulleting of Geological Society of America*, 56: 275-361.
- İrcan, M. R., Kale, M. M., & Duman, N. (2024). Morfolojik analizlerle taşkın duyarlılık değerlendirilmesi: Şanlıurfa örneği. *Geomatik*, 9 (3), 361-374 <https://doi.org/10.29128/geomatik.1506840>
- İzmirli, E., & Ege, İ. (2019). Gökpınar çayı havzasının jeomorfometrik indisler ile incelenmesi. *Gelecek Vizyonlar Dergisi (fvj: Future Visions Journal)*, 3(3), 41-58 <https://doi.org/10.29345/futvis.81>
- İzdar, E. (1971). Intro to Geology and metamorphism of Menderes massif of western Turkey. In: Campbell AS

- (ed) *Geology and History of Turkey. Petrol Expl Soc Libya, 495-500.*
- Koçman, A. (1985). İzmir-Bozdağlar yöresinin yapısal jeomorfolojisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 3, 63-86, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/56936>
- Koçman, A. (1989). *Uygulamalı fiziki coğrafya çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar yöresi üzerinde araştırmalar*. Ege Üniversitesi, Basımevi
- Mayer, L. (1986). *Tectonic geomorphology of escarpments and mountain fronts*. In: Wallace RE (ed) *Active tectonics, studies in geophysics*. National Academy Press, Washington, DC, pp 125-135
- Mayer, L. (1990). *Introduction to quantitative geomorphology*. Englewood Cliffs, New Jersey, NJ: Prantice-Hall International
- Özdemir, H. (2011). Havza morfometrisi ve taşkınlar, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sistematik ve Bölgesel. D. Ekinci (Ed.), *Havza Morfometrisi ve Taşkınlar İçinde* 507-526, Türk Coğrafya Kurumu Yayınları Türk Coğrafya Kurumu Yayınları, No:5
- Öztürk, B. ve Erginal, A. E. (2008). Bayramdere havzasında (Biga yarımadası - Çanakkale) havza gelişiminin morfometrik analizler ve jeomorfik indislerle incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0, (50), 61-68, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21231/227833>
- Paréjas, E. (1940). La Tectonique transversale de la Turquie. *Univ İstanbul Geography Institute Review* 5,133-244
- Partigöç, N. S., & Dinçer, C. (2024). The Multi-Disaster risk assessment: A-GIS based approach for Izmir City. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 9(1), 61-76. <https://doi.org/10.26833/ijeg.1295657>
- Sarı, S. & Türk, T. (2021). An investigation of urban development with geographical information systems: 100-year change of Sivas City, Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(1), 51-63. <https://doi.org/10.26833/ijeg.690216>
- Seyitoğlu, G. ve Işık, V. (2015). Batı Anadolu'da Geç Senozoyik genişleme tektoniği: Menderes çekirdek kompleksinin yüzeylemesi ve ilişkili havza oluşumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 151, 49-109 <http://dx.doi.org/10.19076/mta.21370>
- Şaroğlu, F. ve Güler, B. (2020). Batı Anadolu tektonik kaması'nın güncel deformasyonu: batıya doğru kaçıştan kaynaklanan blok hareketleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 63 (2), 161-194. <https://doi.org/10.25288/tjb.593423>
- Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. In: V. T. Chow (Ed.) *New York: McGraw Hill, Handbook of Applied Hydrology*, pp. 4-76.
- Tarı, U. ve Tüysüz O. (2008). İzmit körfezi ve çevresinin morfotektoniği, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi/d Mühendislik* 7 (1), 17-28. http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/viewFile/383/329
- Topal, S. (2012). *Denizli havzasındaki fayların tektonik jeomorfolojisi (GB Türkiye)*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Topal, S. (2018). Quantitative analysis of relative tectonic activity in the Acıgöl fault, SW Turkey, *Arabian Journal of Geosciences* 11, 198, <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3545-z>
- Topal, S., Keller, E., Bufe, A. & Koçyiğit, A. (2016). Tectonic geomorphology of a large normal fault: Akşehir fault, SW Turkey. *Geomorphology*, 259, 55-69. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.01.014>
- Touseef, A. & Shakeel, M. (2023). Risk assessment of Rawaldam outburst flood using integrated hydrological and geo-spatial approaches. *Advanced GIS*, 3 (1), 07-13. <https://orcid.org/0000-0001-6909-0735>
- Turoğlu, H. (1997). İyidere havzasının hidrografik özelliklerine sayısal yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (32), 355-364.
- Uzel, T. (2023). Etrafı faylarla çevrili arazilerde tektonik levha hareketleri. *Geomatik*, 8(1), 72-78 <https://doi.org/10.29128/geomatik.1181893>
- Uzun, M., (2014). Lale dere (Yalova) havzasının jeomorfolojik özelliklerinin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, 1(3), 72-88. <https://doi.org/10.17121/ressjournal.91>
- Ünel, F. B., Kuşak, L., Yakar, M. ve Doğan, H. (2023). Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi prosesi kullanarak Mersin İli'nde otomatik meteoroloji gözlem istasyonu yer seçimi. *Geomatik*, 8(2), 107-123 <https://doi.org/10.29128/geomatik.1136951>
- Yağmurlu, F. (1987). Salihli güneyinde üste doğru kabalaşan Neojen yaşlı alüvyonel yelpaze çökelleri ve Gediz Grabeni'nin tektonosedimanter gelişimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 33-40.
- Yıldırım, A. ve Karadoğan, S. (2011). Raman dağları güneyinde (Dicle vadisi) morfometrik ve morfotektonik analizler. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (6), 154- 166. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/787062>
- Yılmaz, Y. (2000). *Ege Bölgesinin aktif tektoniği*. Batı Anadolu'nun depremselliği Sempozyumu (BADSEM 2000), 24-27 Mayıs 2000, İzmir, Bildiriler, 3-14.
- Yılmaz, O. S, Özkan, G. & Gülgen, F. (2021). Determining highway slope ratio using a method based on slope angle calculation. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 6(2), 98-103 <https://doi.org/10.26833/ijeg.704317>
- Yılmaz, Y., Gürer, Ö. F., & Erbay, A. Y. (2023). Batı Anadolu grabenlerinin gelişim süreci içinde Selçuk grabeninin morfotektonik evrimi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 66(3), 275-324. <https://doi.org/10.25288/tjb.1139766>
- Yusufoğlu H. (1996). Northern margin of the Gediz Graben: age and evolution, west Turkey, *Turkish Journal Earth Science.*, 5, 11-23.
- Zorer, H., & Tonbul, S. (2019). Başkale Havzası'nda havza gelişiminin jeomorfometrik analizlerle incelenmesi. *Firat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 29(2), 19-38. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.536045>



© Author(s) 2023. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>