



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü



COĞRAFYA DERGİSİ

Sayı 27, Sayfa 46-66, İstanbul, 2013

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM ve YUSUFELİ-ARTVİN) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ

*Determination of Geo-diversity of Lake Tortum-Tortum Gorge Valley and
Surrounding Places (Uzundere-Erzurum and Yusufeli-Artvin) through Serrano
and Ruiz-Flaño Method*

Doç. Dr. İbrahim KOPAR

Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

ikopar@atuni.edu.tr

Arş. Gör. Çağlar ÇAKIR

Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

caglarcakir@atauni.edu.tr

Alındığı tarih: 11.04.2013; Kabul tarihi: 17.02.2014

Özet

Jeoçeşitlilik derecesi bir sahanın sahip olduğu abiyotik değerlerin çok açık göstergesidir. Doğanın korunması ve doğru yönetilmesi için bu potansiyelin belli ölçütleri esas alan objektif bir yöntemle belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda Karadeniz Bölgesi'nin Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan Tortum Gölü-Tortum Boğazı ve yakın çevresi çalışma sahası olarak seçilmiş ve objektif yaklaşımıyla dikkat çeken Serrano ve Ruiz-Flaño Yöntemi'nden yararlanılarak jeoçeşitlilik derecesi ortaya konulmuştur. Buna göre araştırma sahasında jeoçeşitlilik derecesine esas teşkil eden jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik ve edafik 74 temel unsur tespit edilmiş ve diğer bileşenlerle (gerçek alan, engebелilik katsayısı) birlikte değerlendirmeye alınmıştır. Sonuçta elde edilen jeoçeşitlilik indeksi (9,13) araştırma sahasının jeoçeşitlilik derecesinin çok yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bu bakımdan araştırma sahası milli park ya da jeopark gibi bir koruma statüsü almayı hak etmektedir. Nitekim saha jeoturizme kazandırıldığı takdirde hem doğal yapısı korunacak hem de yöresel kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tortum Gölü, Jeoçeşitlilik, Serrano ve Ruiz-Flaño Metodu, Uzundere, Erzurum, Yusufeli, Artvin.

Abstract

Geodiversity degree is a very clear indication of abiotic values that area possesses. It is necessary to determine that potential through an objective method which is based on certain criteria in order to protect nature and manage it correctly. In this direction Lake Tortum-Tortum Gorge Valley and the surrounding places, which are located in the Eastern Black Sea Section of Black Sea Region were chosen as the field of study and the geodiversity potential of this place was determined by the use of Serrano and Ruiz-Flaño Method, which is notable for its objectivity. According to this, 74 geological, geomorphological, hydrographical and edaphic elements, which constitute the basis for the geodiversity potential of research area, were identified and evaluated together with other components (actual domain, rugosity parameter). The obtained geodiversity index (9,13) put forth that the degree of research area's geo-diversity is very high. Therefore, it is important that this research area be given a status of protection, such as that of a national park or geo-park. Thus, if the area is used for the geotourism, both its natural structure will be put under protection and it will highly contribute to the regional development.

Keywords: *Lake Tortum, Geodiversity, Serrano and Ruiz-Flaño Method, Uzundere, Erzurum, Yusufeli, Artvin.*

Giriş

Dünya'nın biyosferi, hem biyotik hem de abiyotik unsurlardan oluşmaktadır. Biyotik unsurların çeşitliliği, biyoçeşitlilik konusunda çok sayıda çalışma yapılmasına neden olmuş; ancak son yıllarda abiyotik unsurlar (jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik, edafik) da bilim çevresinin dikkatini çekmeye başlamıştır. Buna bağlı olarak araştırmacılar, biyosferin canlı kısmının çeşitliliğini karşılayan biyoçeşitlilik (biyolojik çeşitlilik) kavramının, cansız karşılığı olarak jeoçeşitlilik kavramını kullanmışlardır (Gray, 2008-a: 287). Bu bağlamda yapılan çalışmalar jeoçeşitliliğin biyoçeşitlilikle bağlantısından dolayı doğayı koruma konusuyla ilişkilendirilmiştir (Burek ve Prosser, 2008: 2). Öyle ki yeryüzünde herhangi bir alanın doğa koruma alanı, milli park, jeopark, jeomorfozit vb. olarak potansiyelinin belirlenmesi veya kabul edilmesi, düzenlenmesi ve yönetilmesinde ölçek olarak bu kavram benimsenmiştir. Ardından abiyotik zenginliğin önemli bir göstergesi olarak kabul edilen jeoçeşitlilik, biyosferin abiyotik zenginliklerinin değerlendirilmesi, doğal koruma alanlarının belirlenmesi ve yönetilmesinde önemli bir unsur haline gelmiştir (Pellitero vd., 2011: 163).

Jeolojik ve jeomorfolojik özelliklerin çeşitliliğine olan ilgi yüzyıllar öncesine uzanmasına rağmen yeryüzü materyal, şekil ve süreçlerinin çeşitliliği bir birim olarak daha az incelenmiş ve jeoçeşitlilik terimi ilk olarak 1993 yılında kullanılmıştır (Gray, 2008-b: 51). Bu terimin son yirmi yıl içinde gittikçe daha fazla kullanılması, yer bilimlerindeki bir eksikliği de tamamlamıştır (Hjord ve Luoto, 2010: 109).

Jeoçeşitlilik, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde tanımlanmıştır. Gray jeoçeşitliliği basit bir şekilde; jeolojik (kayaçlar, mineraller, fosiller), jeomorfolojik (yüzey şekilleri, etmen ve süreçler) ve toprak özelliklerinin çeşitliliği (Gray, 2005: 5); Kozłowski hem doğal hem de beşeri süreçlerin sonucu olarak ortaya çıkan sistemlerin yanı sıra, toprak grupları ve yüzey suları gibi jeolojik ve jeomorfolojik açıdan yeryüzeyinin doğal çeşitliliği (Kozłowski, 2004: 834); Serrano ve Ruiz-Flaño ise karada ve denizde litolojik, tektonik, jeomorfolojik, pedolojik, hidrolojik, topografik unsurları ve fiziksel süreçleri; doğa tarafından oluşturulan endojenik, eksojenik ve beşeri süreçlerle birlikte, unsur ve bölgelerin çeşitliliğini kapsayan abiyotik doğanın değişkenliği olarak tanımlamıştır (Serrano ve Ruiz-Flaño, 2007-b: 390). Bu tanımların dışında jeoçeşitlilik terimi 1996 yılında Avustralya Doğal Miras Sözleşmesi'nde jeolojik, jeomorfolojik ve toprak özelliklerinin, topluluklarının, sistemlerinin ve süreçlerinin doğal çeşitliliği olarak ifade edilmiştir (Australian Heritage Commission, 2002: 9).

Bilimsel olarak jeoçeşitlilik, doğanın korunmasında, planlanmasında ve doğa temelli eğitimlere yönelmede önemli bir araçtır. Ayrıca jeoçeşitliliğin değerlendirilmesi hem fiziki

Materyal ve Metot

Araştırma sahasının jeoçeşitlilik derecesinin belirlenmesinde Serrano ve Ruiz-Flaño Yöntemi'nden yararlanılmıştır. Bununla birlikte bu metoda benzer başka metotlar da (Benito-Calvo ve diğ., 2009; Ruban, 2010; Pereira ve diğ., 2013) geliştirilmiştir. Bu çalışmada Serrano ve Ruiz-Flaño yönteminin kullanılmasının nedeni hem global anlamda formülün birçok araştırmacı tarafından kabul görmesi (Serrano ve Ruiz-Flaño, 2007-a; Serrano ve Ruiz-Flaño, 2007-b; Serrano vd., 2009; Hjort ve Luoto, 2010; Örsi, 2011; Pellitero vd., 2011; Comănescu ve Nedelea, 2012) hem de metodun yalınlığına rağmen objektif sonuçlar vermesi ve farklı sahalara da kolaylıkla uygulanabilme imkânının bulunmasıdır.

Serrano ve Ruiz-Flaño Yöntemi'ni araştırma sahasına uygulayabilmek için jeolojik jeomorfolojik, hidrolojik-hidrografik ve edafik unsurlardan oluşan bir envanter hazırlanmıştır. Bu envantere temel olacak bilgi kaynaklarının belirlenmesinde ise 1:100.000 ölçekli jeoloji ve topografya haritaları, uydu fotoğrafları, sayısal yükselti modeli (Digital Elevation Model-DEM), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) raporları, daha önce yapılmış olan jeoloji ve jeomorfoloji içerikli çalışmalar, toprak amenajman raporları ile özellikle sahada yapılan gözlemlerin sonuçlarından istifade edilmiştir. Ayrıca sahayı daha iyi tanıtmak amacıyla hazırlanan haritaların çizilmesi ve morfometrik analizinde önemli olan sayısal yükselti modelini oluşturmak için ArcGIS 10.0, Global Mapper 15 ve Corel Draw X5 programları kullanılmıştır.

Serrano ve Ruiz-Flaño Yöntemi basit bir formüle dayanmaktadır (Serrano ve Ruiz-Flaño, 2007-b: 144). Formülün değişkenlerini jeoçeşitlilik indeksi belirlenecek olan sahadaki abiyotik unsurların toplam sayısı, engebelilik durumu ve toplam yüzölçümün doğal logaritmik karşılığı oluşturmaktadır. Söz konusu formül ve parametreler aşağıda gösterilmiştir.

$$Gd = (N \times R) / (LnS)$$

Gd	Jeoçeşitlilik indeksi (Geodiversity index)
N	Abiyotik unsur sayısı (Number of physical elements)
R	Engebelilik katsayısı (Rugosity or Roughness)
S	Gerçek alan (Surface area)
Ln	Doğal logaritma (Neperian or Natural Logarithm)

Formüldeki N parametresi jeoçeşitlilik derecesinin hesaplanmasında esas alınan, abiyotik unsur sayılarının toplamıdır. Herhangi bir sahada yüzölçüm aynı kalmak koşuluyla abiyotik unsurların sayısı arttıkça, bu sayıyla doğru orantılı olarak o sahanın jeoçeşitlilik indeksi değeri de artmaktadır. Diğer bir parametre R ile ifade edilen engebelilik katsayısıdır. Bu katsayı, eğim değerinin derece cinsinden karşılığı olarak 1 ile 1,4 arasında değişen bir değerdir (Serrano vd., 2009: 176). Engebelilik ise genel anlamda, herhangi bir sahanın rölyef özelliklerini temsil etmektedir. Buna göre katsayı yüksek olduğu zaman sahada şiddetli erozyona bağlı olarak çok sayıda aşındırma ve biriktirme şeklinin bulunduğu arızalı bir topografyanın varlığı anlaşılır. Formülde gerçek alan S harfi ile sembolleştirilmiştir. Alan birimi ise hektar (ha) olarak belirlenmektedir.

Jeoçeşitlilik indeksinin hesaplanması işleminde öncelikle arazi gözlemlerinden elde edilen abiyotik unsur sayısı bazı işlemlerden¹ sonra elde edilen engebelilik katsayısıyla çarpılmış ve işlemde elde edilen değer alana oranlanmıştır. Yalnız bu işlem yapılırken çarpımdan elde edilen değer doğrudan gerçek alan (S) değerine değil, onun doğal logaritmik karşılığına (LnS)

¹ Engebelilik katsayısının nasıl bulunduğu hususu ilerleyen bölümlerdeki jeoçeşitlilik derecesi başlığı altında açıklanmıştır.

bölünmelidir. Bölme işlemiyle elde edilen indeks (Gd) değerinin son olarak jeoçeşitlilik indeksi ve derecesi tablosundan (Pellitero ve diğ., 2011: 169) karşılığına bakılmak suretiyle sahanın jeoçeşitlilik derecesi belirlenmiş olmaktadır.

Geoçeşitlilik Derecesinin Hesaplanmasında Kullanılan Abiyotik Unsurlar ve Bilgi Kaynakları

Geoçeşitlilik derecesinin belirlenmesinde jeolojik yapı (litoloji ve tektonik) jeomorfoloji, süreçler, hidrografiya ve toprak gibi abiyotik unsurlar dikkate alınmaktadır (Örsi, 2011: 20). Bu maksatla öncelikle araştırma sahasının doğal çevresini oluşturan jeolojik, jeomorfolojik, hidrografik, edafik özellikleri ele alınmış tüm bu unsurlarla bağlantılı olması nedeniyle son kısımda kısaca sahanın iklim özellikleriyle iklimin abiyotik unsurlar üzerindeki rolüne değinilmiş, flora ve fauna gibi biyotik unsurlarla yerleşme gibi beşeri unsurları içeren birimler insan odaklı faaliyetlerin fonksiyonel karmaşıklığı nedeniyle dışarıda tutulmuştur (Tablo 1).

Jeolojik Özellikler

Araştırma sahasının jeoçeşitlilik derecesinin yüksek olmasında tektonik ve litolojik yapının büyük rolü olmuştur. Karbonifer-Kuvaterner aralığında pek çok formasyonun yüzeleendiği sahada faylar, bindirmeler ve kıvrımlar en önemli makro-tektonik yapılar olarak yerini almıştır (Şekil 2). Litolojinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklı olması, sahayı denetleyen tektonik rejimin yanı sıra flüviyal etmen ve süreçlerin karşılıklı mücadelesiyle görsel kalite değeri yüksek yer şekilleri meydana gelmiştir.

Sahanın büyük bir bölümünde Jura ve Kretase yaşlı şeyl, kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kiltası, marn gibi fliš karakterli litolojik formasyonlar (Yusufeli, Berdiga, Öğdem, İnanlı, Olurdere, Ramlı, Hamurkesen formasyonları) yüzelelenmektedir. Bunlarla dokanaklı olarak Karbonifer, Permiyen-Triyas ve Kuvaterner yaşlı diğer birimler litolojik bir mozaik oluşturmaktadır. Bu bağlamda sahada yüzelelenen en yaşlı birim Karbonifer Karadağ metamorfileri olup; gnays, mikaşist ve amfibolitlerden oluşmaktadır. Karadağ metamorfileri, doğu ve güneydoğusunda yer alan Jura yaşlı birimlerle uyumsuz dokanaklıdır (Dokuz, 2000: 19). Diğer eski birimleri temsil eden Permiyen-Triyas Demirkent plütunu, Karadağ zirvesinin kuzeyinde oldukça dar bir alanda yer almaktadır. Karadağ volkanitleri ve Demirkent plütunu, batısında yer alan Hamurkesen formasyonuna kuzeybatı yönünde itilmiştir (Dokuz, 2000: 87). Alt Jura (Liyas-Dogger), Oltu Çayı volkaniti ve Hamurkesen formasyonu tarafından temsil edilmektedir. Sınır Tepe'nin kuzeybatısında dar bir sahada yüzelelenen Oltu Çayı volkanitleri andezitik ve bazaltik lavlar ile piroklastik materyallerden oluşmaktadır. Morkaya'nın batı ve kuzeybatısı ile Karadağ'ın araştırma sahası sınırları içinde kalan bölümünün batı yamaçları boyunca yüzelelenen Hamurkesen formasyonu kumtaşı, silttaşı; yer yer marn ve kiltası ardalanmasından oluşmakta olup ara seviyeler halinde bazik volkanikler, aglomera, lapilli ve tuf seviyeleri içermektedir (Dokuz, 2000: 86).

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERESESİNİN BELİRLENMESİ

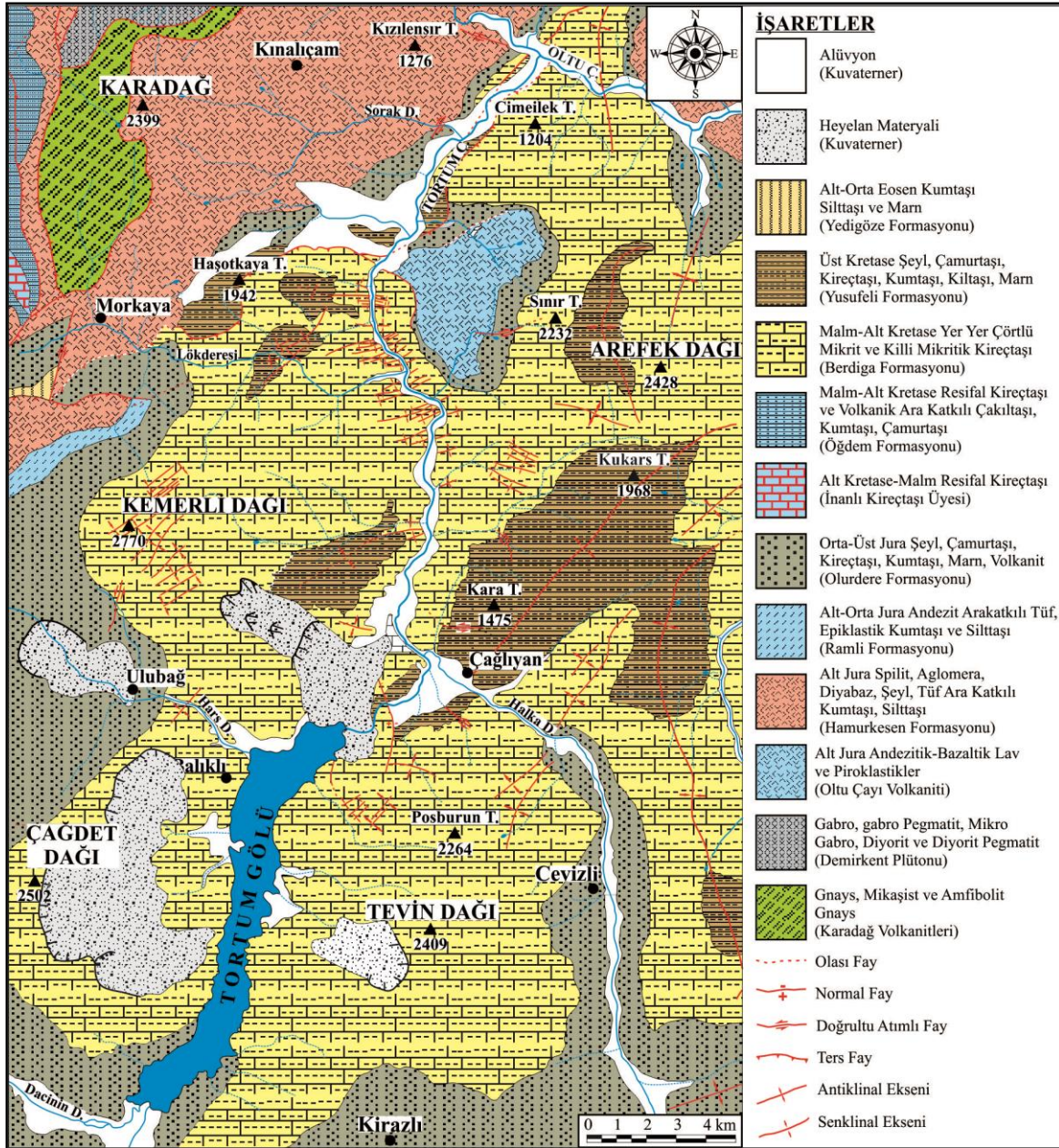
Tablo 1. Tortum Gölü-Tortum Boğaz vadisi ve yakın çevresinde jeoçeşitliliğin hesaplanmasında dikkate alınan abiyotik unsurlar ve bilgi kaynakları.

Table 1. Abiotic elements and information sources which are taken into account in calculating geodiversity in Lake Tortum-Tortum gorge valley and the surrounding places.

Unsurlar	Alt Unsurlar	Bilgi Kaynakları
Jeolojik Özellikler	Litolojik-Jeolojik Yapılar	Arazi gözlemleri ve MTA derleme raporları, 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası
Jeomorfolojik Özellikler	Morfo-Strüktürel Yapılar	Arazi gözlemleri ve önceki jeomorfolojik içerikli çalışmalar
	Aşınım Şekilleri Birikim Şekilleri Morfojenetik Süreçler	Uydu fotoğrafı, arazi gözlemleri
	Aktüel ve Eski Jeomorfolojik Süreçler	
Hidrolojik/Hidrografik Özellikler	Hidrolojik Unsurlar	1/100.000 ölçekli topografya haritaları ve arazi gözlemleri
Toprak Özellikleri	Zonal, İntrazonal ve Azonal Topraklar	Toprak amenajman haritaları ve arazi gözlemleri ile önceki çalışmalar

Volcano-tortul içerikteki Olurdere formasyonu altta kumtaşı ve killi kireçtaşı ara katmanlı, gri-yeşil renkli, katmansız kilitaşları ile başlamakta, üste doğru grimsi yeşil renkli küresel ayrışmalı bazalt, bazaltik tüf türü volkanit ve piroklastikler ile killi-kumlu kireçtaşı-marn, çakıltası, kilitaş ara katmanlı, gri renkli; çok ince, ince-orta ve kalın katmanlı kumtaşlarından oluşan tabakalı bir istif yapısı sunmaktadır (Bozkuş, 1992: 107). Malm (Jura)-Alt Kretase Berdiga formasyonu, araştırma sahasında yüzeylenme alanı en geniş formasyondur. Doğu Pontitler'in güneydoğu zonunda geniş bir alanda görülmektedir (Yılmaz, 1992: 55). Orta-kalın tabakalı formasyonda tabakaların kalınlığı 20-70 cm arasında değişmektedir (Dokuz, 2000: 131). En fazla çörtlü mikrit ve killi mikritik tabakalı kireçtaşları bulunmaktadır. Altta Malm yaşlı taban konglomeraları ve üste doğru kumtaşı, kireçtaşı gibi kayalarla geçişli bir stratigrafi göstermektedir. İstif altta killi kireçtaşı ve kumtaşıyla başlamakta, üst kısımlara doğru kumtaşı tabakaları azalarak killi kireçtaşlarına geçiş yapmaktadır (Baydar vd., 1969: 28).

Volkaniklerle ara katkılı şeyl, çamurtaşı, kireçtaşı, kumtaşı ve marnlardan oluşan Üst Kretase türbiditik istif Yusufeli formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Özellikle Çağlayan'ın kuzeybatısında geniş bir yayılışa sahiptir. Yusufeli formasyonunun kalınlığı, biriken volkanik malzemeye bağlı olarak değişmektedir. Formasyonun araştırma sahası sınırları içerisinde kalan bölümlerinden hareketle, şelf ve kıta yamacı arasında gelişen, göreceli olarak daha derin havzalarda çökeldiği belirtilmektedir (Dokuz, 2000: 123). Son olarak sahanın litolojisinde dikkat çeken ve sınırlı yayılışa sahip Kuvaterner genç çökeller yüzeylenmektedir. Bunlar heyelan, birikinti koni ve yelpaze materyalleriyle vadi tabanı ve kenarıyla sınırlı eski ve yeni alüvyonlardan oluşmaktadır.



Şekil 2: Araştırma sahasının jeoloji haritası (Baydar ve diğ., 1969, Dokuz, 2000 ve Konak ve diğ., 2001'den yararlanarak yeniden çizilmiştir).

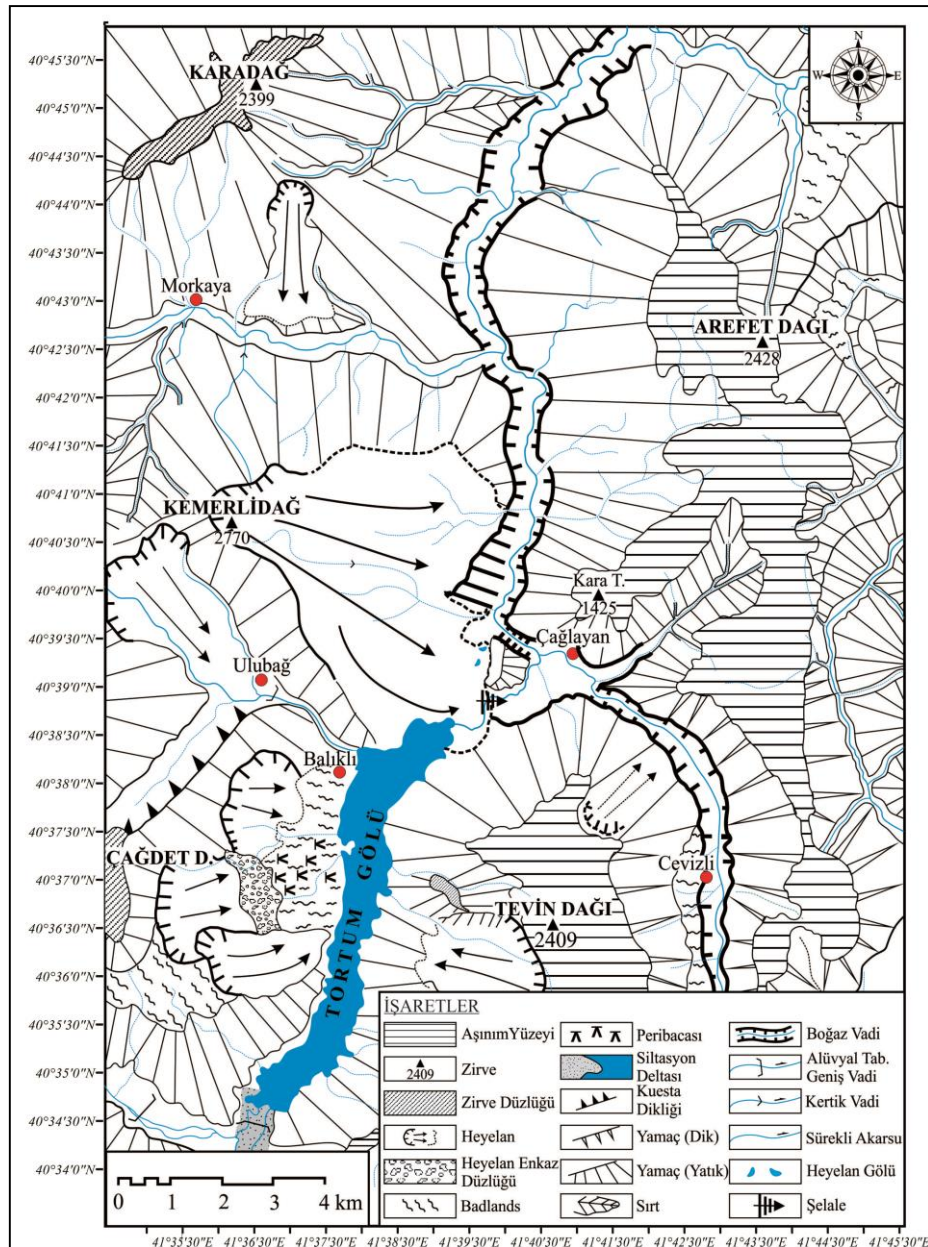
Figure 2: Geological map of research area (This map was redraw using the maps of Baydar et al, 1969, Dokuz, 2000 and Konak et al, 2001).

Sahada çeşitli yaştaki birimler arasında Hersinyen ve özellikle de Alp orojenezinin ürünü olan uyumsuzluklar, kıvrımlı ve kırıklı yapılar mevcuttur. Uyumsuzluk bağlamında derinlik kayaları ile tortul birimler arasındaki yapılanma tipiktir. Nitekim Paleozoik Karadağ metamorfiti ile Demirkent plütону ve Hamurkesen formasyonu arasında uyumsuz yapı mevcuttur (Dokuz, 2000: 130). Kıvrımlı yapı Olurdere, Berdiga ve Yusufeli formasyonları üzerinde gelişmiştir. Saha içinde büyük ve küçük ölçekli senklinal ve antiklinal yapıları bulunmaktadır. Sahanın tektonik gelişimi içinde fayların da önemli yeri vardır. Sahadaki kayalarda Geç Kretase'den Eosen sonuna kadar kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu basınç gerilmelerinin etkisiyle gelişmiş faylar bulunmaktadır (Dokuz, 2000: 132). Bunlar genelde bindirme fayları, küçük ölçekli ters faylar ve normal faylardan oluşmaktadır.

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ

Jeomorfolojik Özellikler

Alp-Himalaya orojenik kuşağında yer alan inceleme alanı genel olarak dağlık bir görünüme sahiptir. Mesozoik'te Tetis Denizi ile kaplanan sahada yüksek yerler, dış etmen ve süreçlerin etkisiyle aşınarak bir yandan irtifa kaybederken diğer taraftan taşınan unsurlar, Tetis jeosenklinealinin tabanında birikmeye başlamıştır. Pre-Alpin ve Alpin orojenik hareketlerle sıkışma tektonik rejimi denetiminde kıvrılarak yükselen saha bindirmeli, kırıklı ve kıvrımlı bir yapı kazanmıştır (Atalay, 1979-1980: 53; Atalay, 1982: 17; Atalay, 1988: 20). Özellikle Neojen ve Kuvaterner'de epirojenik karakterde yükselen saha Tortum Çayı tarafından yarılarak arızalı bir rölyefe kavuşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3: Araştırma sahasının jeomorfoloji haritası.

Figure 3: Geomorphological map of study area.

Sahanın jeomorfolojik yapısında tektonik, volkanik ve flüviyal morfojenetik etmen ve süreçler, birbirinden ayırt edilebilen jeomorfolojik ünitelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu üniter şekilleri iki ana grupta toplamak mümkündür: Bunlar aşındırma (erozyonal) ve biriktirme şekilleridir. Aşındırma şekilleri arasında daha çok yüksek kesimlerde dikkati çeken aşınım yüzeyleri, vadiler (boğaz, alüvyal tabanlı geniş vadi ve kertik vadiler), heyelanlar (Kemerlidağ, Çağdet, Ulubağ ve Tevin heyelanları), badlands topografyaları ve peribacaları gibi elemanter şekiller sayılabilir. Biriktirme şekilleri arasında ise birikinti konileri, birikinti yelpazeleri, dağ eteği düzlükleri (piedmont), heyelan enkazı üzerinde gelişmiş şekiller ve Tortum Gölü'nün kaynak tarafındaki siltasyon sonucu oluşan delta gösterilebilir (Kopar ve Sevindi, 2013; 59-60).

Yukarıda sayılan şekiller yanında Tortum Gölü ve yarma vadisini sınırlandıran geniş sahada tektonik yapıya ait şekiller yer almaktadır. Bunlardan en dikkat çeken tipik örnekleriyle görülen kıvrımlardır. Jura-Kretase çökellerin yan basınçlarla kıvrımlanmasıyla meydana gelen ve epirojenik hareketler sırasında belli ölçeklerde aşındırılan bu kıvrımlar genelde GB-KD doğrultulu antiklinaller ve senklinallerden oluşmaktadır. Sahada özellikle Yusufeli ve Berdiga formasyonları üzerinde gelişmiş bu yapıda amplitüd ve dalga boyları farklı çok sayıda antiklinal ve senklinal izlenebilmektedir. Ayrıca derin yarılmış Tortum boğazındaki aflörmanlarda açıkça izlenebileceği gibi her kıvrım yapısında ikinci dereceden geometrik kıvrım tipleri (simetrik, asimetrik, zikzak, monoklinal, yatık vb.) yer almaktadır. Kıvrımlı yapıda zaman içinde rölyef tersleşmesi gerçekleşmiş, antiklinaller parçalanarak ilksel görünümünü kaybetmiş ve üzerlerinde farklı büyüklüklerde aşınım yüzeyleri oluşmuştur. Senklinaller ise tünemiş senklinale dönüşmüştür (Fotoğraf 1-c). Nitekim antiklinaller aşındırılarak alçalırken, senklinaller antiklinallere göre daha yüksek bir konumda varlıklarını korumuşlardır. Nitekim Arefet, Çağlayan ve Tevin Dağı senklinalleri tünemiş senklinal görünümüne sahiptir (Kopar ve Çakır, 2012: 1018).

Tortum Boğaz Vadisi'nin Kemerlidağ (2770 m) ve Arefet Dağı (2428 m) arasında açtığı vadi, yapının kesildiği bölümdür. Arefet senklinalinin boğaza bakan kanatları kuesta diklikleri ve yapısal platformlar oluşturmaktadır. Tortum Şelalesi'nden bakıldığında girinti ve çıkıntılı kuesta diklikleri birçok ziyaretçinin de benzediği gibi tıpkı geriye yaslı insan başına benzemektedir (Fotoğraf 1-g).

Tortum Çayı ve kolları kıvrımlı yapıyı pek çok yerden keserek derin vadiler açmıştır. Bunlardan en tipik olanı Tortum boğaz vadisidir. Vadinin görsellik bakımından en dikkat çeken bölümü Tortum Gölü ile Tortum Çayı'nın Oltu Çayı'na drene olduğu kesim arasındaki yaklaşık 24 km uzunluktaki bölümüdür (Fotoğraf 1-h). Özellikle Tortum şelalesinden başlayarak genelde dar ve derin (800 m den fazla) bir boğaz oluşumu izlenmektedir. Kemerlidağ heyelan setinden itibaren vadi yamaçları adeta bir duvar gibi yükselmekte; ancak Oltu Çayı istikametinde yamaç eğimleri nispeten düşmekte ve nihayet su kavuşumu sahasında hem vadi tabanı genişlemekte hem de yamaçlar belirgin şekilde yatıklaşmaktadır.

Hidrografik Özellikler

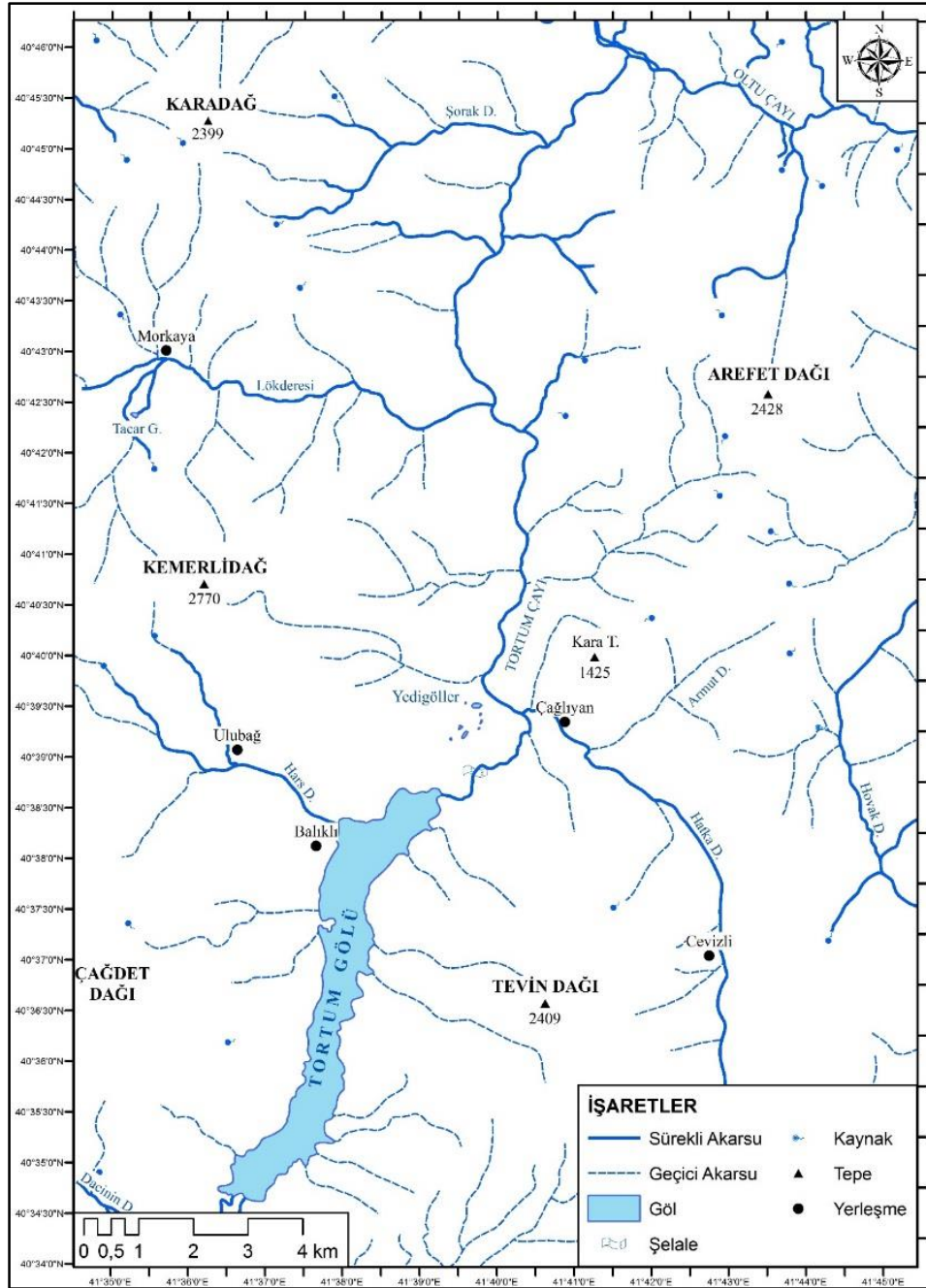
Sahanın en dikkat çeken hidrografik unsuru, Kemerli Dağı heyelanına bağlı olarak oluşan Tortum Heyelan Seti Gölü'dür (Şekil 4). Gölün deniz seviyesinden olan yüksekliği 1010 m, alanı 6,5 km² ve uzunluğu yaklaşık 8 km dir. Tortum Gölü, çevresindeki yüksek sahalardan erozyonla taşınan kil, silt, kum gibi unsurların kaynak kısmında birikmesiyle gittikçe dolmaktadır. Araştırma sahasında bu gölden başka göller de vardır. Heyelan olayıyla oluşan bu göller Tacar Gölü (Morkaya) ve Yedigöller (Çağlayan-Tortum) mevkiindeki heyelan enkazı üzerinde Karagöl, İncegöl, Efendigilin Gölü, Nazlıgilin Gölü, Sofugilin Gölü, Aliçavuşun Gölü, Saz Gölü adıyla bilinen göllerdir².

Çalışma alanının en önemli akarsuyu basit rejimli (Atalay, 1086: 25) Tortum Çayı'dır. Dumlu dağlarından (3169 m) kaynağını alan çay önce Tortum Gölü'ne, ardından da Oltu Çayı ile birleşerek Çoruh Nehri'ne dökülmektedir. Dikyar akım gözlem istasyonu verilerine göre Tortum Çayı'nın ortalama akımı 2,6 m³/sn ile 12,7 m³/sn arasında değişmektedir

² Heyelan göllerinin alanı çok küçük olduğu için hidrografiya haritasında sadece üç göl gösterilmiştir.

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERESESİNİN BELİRLENMESİ

(DSİ, 2013). Ayrıca sahada Tortum Çayı'na bağlanan çok sayıda geçici akarsu (Hatka veya Tev, Şorak, Lök, Hars, Dacinin dereleri vs.) mevcuttur. Bu akarsular sadece nemli devrede yataklarında su bulundurmaktadır. Sahanın arızalı yapısında bu akarsuların da önemli rolü vardır. Öyle ki Hatka, Hars, Lökün derelerinin vadileri derin yarılmış birer kanyonu anımsatmaktadır.



Şekil 4: Araştırma sahasının hidrografi haritası.
Figure 4: Hydrography map of study area.

Toprak Özellikleri

Sahada en geniş yayılışa sahip topraklar zonal grup içindeki kahverengi orman topraklarıdır (Şekil 5). Malm (Jura)-Alt Kretase Berdiga formasyonunun yayılış alanıyla paralellik gösteren topraklar A, (B), C horizonlu olup topografyanın nispeten düz olduğu kesimlerde B horizonuna sahiptir. Sahada ikinci toprak grubunu intrazonal topraklar oluşturmaktadır. Bu topraklar volkanik topraklar, kireçli-kumlu-çakıllı topraklarla dağ-çayır topraklarından oluşmaktadır. Topografik faktörler, drenaj ve litolojik birimlere bağlı olarak tam anlamıyla horizonlaşmanın gelişemediği bu toprakların oluşumunda ana materyalin etkisi kuvvetle hissedilmektedir. Ayrıca bu topraklar, oluşum sürecinin başlangıcında olan yarı olgun topraklar olarak bilinmektedir (Atalay ve diğ., 1985: 56). İnceleme alanında en tipik olarak Karadağ (2399 m) ve çevresindeki volkanik ve metamorfik yereyde rastlanan bu toprak grubunun diğer bir elemanı olan dağ çayır toprakları ise genelde 2200 m den yüksek kesimlerde (Çağdet, Tevin ve Arefek dağları) yüzeylenmektedir.

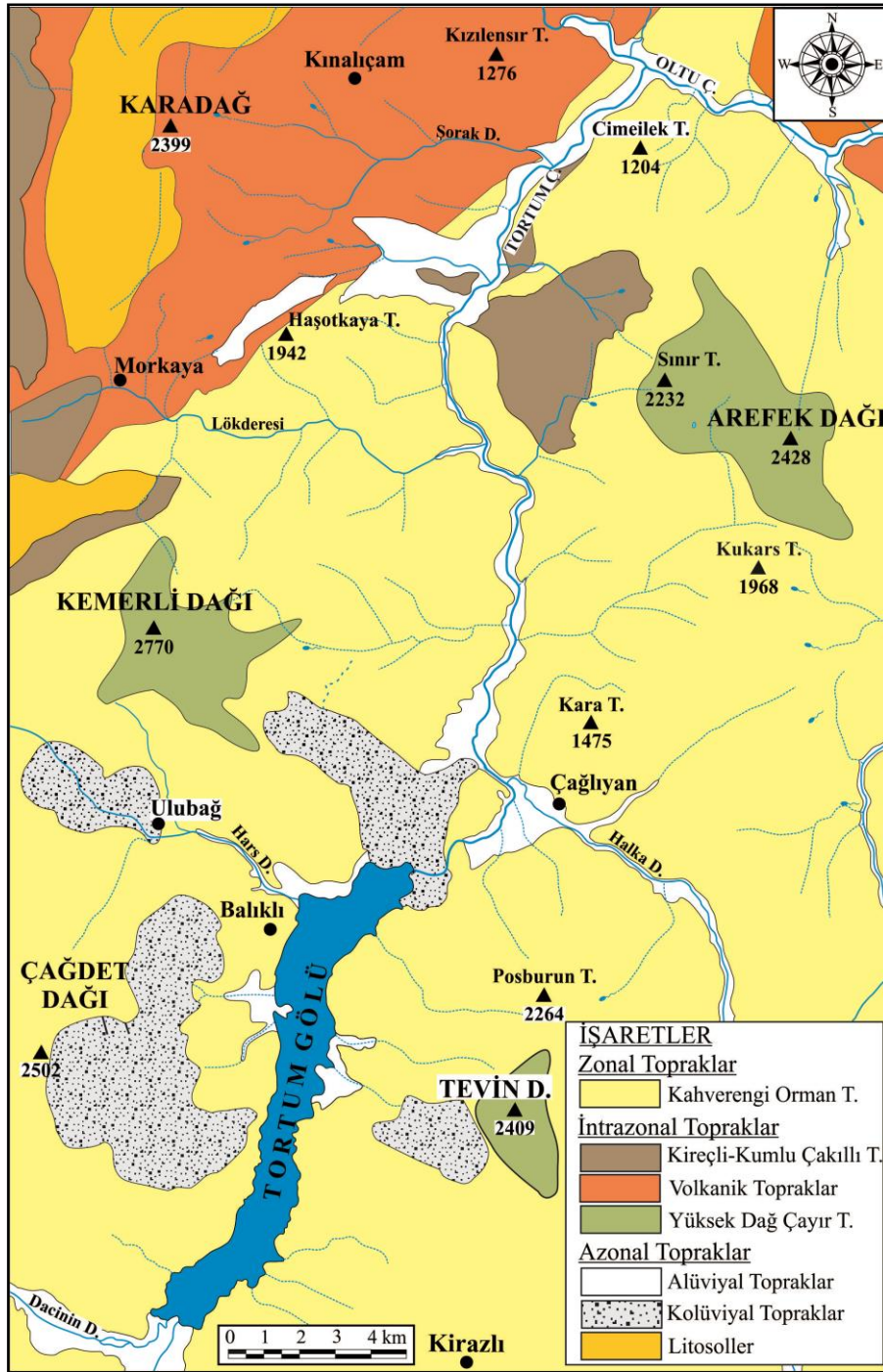
Sahadaki azonal topraklar, alüviyal topraklar, kolüviyal topraklar ve litosollerden oluşan genç topraklardan meydana gelmektedir. Birikinti konileri, birikinti yelpazeleri, vadi tabanları, heyelan sahaları ve eğimli yamaçların etekleri boyunca yayılış gösteren bu topraklarda olgun bir horizona rastlanmamakta ve genelde A (C) horizonu görülmektedir (KHGM, 2000: 15). Belli bir toprağa sahip olmayan taşlık ve anakaya yüzeylerin inceleme alanındaki yüzey alanı da oldukça geniştir. Ayrıca toprakların önemli bir bölümü kuvvetli eğim ve zayıf bitki örtüsü yüzünden şiddetli erozyona maruz kalmakta ve bu durum verimli toprakların süpürülerek uzaklaştırılmasına yol açmaktadır.

İklim Özellikleri ve Abiyotik Unsurlar Üzerindeki Rolü

Karadeniz Bölgesi'nin nemli iklimiyle Doğu Anadolu karasal ikliminin geçiş kuşağında yer alan (Karahan vd., 2011: 398) sahanın iklimsel karakterleri, bölgede etkili olan genel atmosfer koşulları ve coğrafi faktörlerin (orografik yapı, yükselti ve karasallık) denetiminde şekillenmektedir. Bu durum kısa mesafelerde bile değişken iklim şartlarının ortaya çıkmasıyla kendini belli etmektedir. Tortum Gölü'nün yer aldığı Tortum vadisi ve onu kuşatan yüksek çevre bu karakteri en iyi yansıtan sahalar arasındadır. Bu amaçla Tortum vadisinde farklı yükseltilerde rasat yapan Tortum ve Uzundere meteoroloji istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır (Tablo 2, Tablo 3). Buna göre sıcaklık koşulları bakımından Tortum (8,3 °C) ile Uzundere'nin (10,2 °C) yıllık ortalama değerleri arasında sadece 2°C lik fark bulunmaktadır. Tortum'da ortalama yıllık yağış tutarı 475,3 mm, Uzundere'de ise 307,7 mm dir. Yağışın mevsimlere dağılışı bakımından incelendiğinde hem Uzundere'de hem de Tortum'da ilkbahar (Uzundere: 88,6 mm-%28,8; Tortum: 164,6 mm-%34,6) ve yaz (Uzundere: 91,7 mm-%29,8; Tortum: 122,4 mm-%25,7) yağışlarının toplam yağış içindeki payları yüksektir.

Sahanın iklim sınıfındaki yeri ve yağış etkinliğini ortaya koymak amacıyla Erinç ve Thornthwaite iklim sınıflama yöntemlerinden yararlanılmıştır. Thornthwaite yöntemine göre Tortum "C1 B'1 d b'2" sembolleriyile ifade edilen *yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, karasal iklimine yakın iklim* tipine sahip iken aynı oluktaki Uzundere'nin iklim tipi ise "D B'1 d b'3" olarak ifade edilen *yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, okyanus iklimine yakın iklimdir* (Tablo 2-3).

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ



Şekil 5: Araştırma sahasının toprak haritası.
Figure 5: Soil map of study area.

Tablo 2: Tortum Meteoroloji İstasyonu'na ait Thornthwaite su bilançosu.
Table 2: Thornthwaite water budget belonging to Tortum Meteorology Station.

Tortum	Enlem: 40,00° N Boylam: 41,00° E Yükseklik: 1572 m												Yıllık
	AYLAR												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	Ey	E	K	A	
Sıcaklık (°C)	-3,6	-2,3	1,8	7,8	12,3	16,4	20,1	19,8	15,5	9,8	3,4	-1,6	8,3
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,2	2,0	3,9	6,0	8,2	8,0	5,5	2,8	0,6	0,0	37,2
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	7,3	35,8	58,7	80,3	100,1	98,5	75,5	45,8	14,5	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	7,5	39,6	72,8	100,5	127,0	116,5	78,2	43,9	12,0	0,0	598,1
Yağış	24,5	31,3	40,4	57,5	66,7	57,8	39,7	24,9	21,3	44,7	37,4	29,1	475,3
Depo Değişikliği	24,5	20,2	-	-	-6,1	-42,7	-51,2	-	-	0,8	25,4	29,1	
Birikmiş Su	79,8	100,0	100,0	100,0	93,9	51,2	-	-	-	0,8	26,2	55,3	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	7,5	39,6	72,8	100,5	90,9	24,9	21,3	43,9	12,0	-	413,4
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	36,1	91,6	56,9	-	-	-	184,7
Su Fazlası	-	11,1	32,9	17,9	-	-	-	-	-	-	-	-	61,9
Yüzeysel Akış	-	5,5	22,0	25,4	8,9	-	-	-	-	-	-	-	61,9
Nemlilik Oranı	24,5	31,3	4,4	0,5	-0,1	-0,4	-0,7	-0,8	-0,7	0,0	2,1	29,1	
İklim Tipi	C1 B'1 d b'2: Yarı nemli-yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası kış mevsiminde ve orta derecede olan, karasal iklime yakın iklim												

Tablo 3: Uzundere Meteoroloji İstasyonu'na ait Thornthwaite su bilançosu.
Table 3: Thornthwaite water budget belonging to Uzundere Meteorology Station.

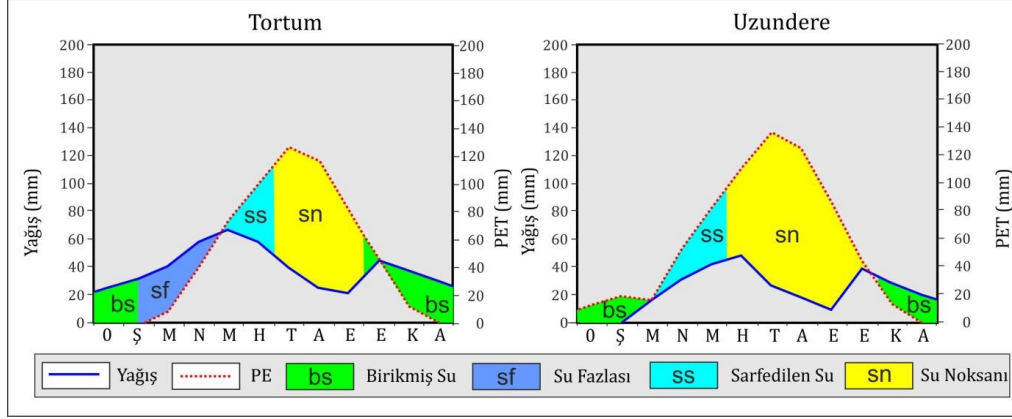
Uzundere	Enlem: 40,00° N Boylam: 41,00° E Yükseklik: 1300 m												Yıllık
	AYLAR												
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	Ey	E	K	A	
Sıcaklık (°C)	-2,8	-1,2	4,4	11,5	14,8	18,8	22,1	21,9	18	11,1	4,8	-0,8	10,2
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,8	3,5	5,2	7,4	9,5	9,4	7,0	3,3	0,9	0,0	47,0
Düzeltilmemiş PE (mm)	0,0	0,0	14,7	48,3	65,9	88,6	108,2	107,0	84,0	46,2	16,4	0,0	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,0	0,0	15,2	53,5	81,7	111,0	137,2	126,5	87,0	44,2	13,6	0,0	670,0
Yağış	12,6	19,3	16,2	30,5	41,9	48,2	26,1	17,4	8,8	38,5	28,2	20,0	307,7
Depo Değişikliği	12,6	19,3	1,0	-23,0	-39,8	-4,6	-	-	-	-	14,6	20,0	
Birikmiş Su	47,2	66,5	67,5	44,5	4,6	-	-	-	-	-	14,6	34,6	100,0
Gerçek Evapotranspirasyon	-	-	15,2	53,5	81,7	52,8	26,1	17,4	8,8	38,5	13,6	-	307,7
Su Noksanı	-	-	-	-	-	58,2	111,1	109,1	78,2	5,7	-	-	362,3
Su Fazlası	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Yüzeysel Akış	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Nemlilik Oranı	12,6	19,3	0,1	-0,4	-0,5	-0,6	-0,8	-0,9	-0,9	-0,1	1,1	20,0	
İklim Tipi	D B'1 d b'3: Yarı kurak, orta sıcaklıkta (Mezotermal), su fazlası yok veya pek az olan, Okyanus iklimine yakın iklim												

Eriñç yağış etkinliği indis formülüne göre ise Tortum yarı nemli (Im: 29,7) iken Uzundere (Im: 18,5) yarı kurak iklim sınıfında yer almaktadır. İklim tipi ve yağış endeksindeki farklılıklar yukarıda değinildiği üzere her iki istasyonun topografik konumuyla ilişkilidir. Nitekim aynı vadi içinde Tortum 1572 m, Uzundere 1300 m yükseklikte yer almakta olup iki istasyon arasında 272 m nispi yükselti farkı bulunmaktadır.

Genel özellikleriyle araştırma sahasında yaklaşık olarak 6-7 aylık kurak bir devre görülmektedir (Şekil 6). Bu durum derin şekilde yarılmış vadilerin yağış duldasında kalmasıyla ilişkilendirilmiştir (Atalay ve diğ., 1985: 98). Gerçekten kurak dönemde yağışın buharlaşmayı karşılayamadığı görülmektedir. Sahada genelde kurakçıl karakterde bitkilerin bulunması da uzun kurak devrenin bir başka göstergesidir. Hatta vejetasyon özellikleri

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ

itibariyle kuru orman-çalı ekosistemi sınıfına dahil edilen sahanın yağış rejimi için karasal yağış rejimi önerilmiştir (Atalay ve diğ., 1985: 101).



Şekil 6: Tortum ve Uzundere Meteoroloji İstasyonlarına ait Thornthwaite su bilançosu diyagramları.

Figure 6: Thornthwaite water budget diagrammes belonging to Tortum and Uzundere Meteorology Stations.

Sahada ilkbahar yağışları ve özellikle kar erimeleriyle kazanılan suyun buharlaşma miktarından fazla olduğu dönemlerde toprak, suya doymaktadır. Ancak haziran ayından başlayarak yaz dönemi boyunca su noksanı görülmektedir. Eylül ayından itibaren yağışların artması ve buna mukabil buharlaşmanın azalması, toprakta yeniden su tutulmasına olanak vermektedir (Şekil 5). Uzundere, Tortum'a kıyasla daha şiddetli kurak şartlara sahiptir. Nitekim Tortum'da şubat-mayıs arasında toprakta su fazlası bulunurken Uzundere'de su fazlası bulunmamaktadır. Bu devrede ihtiyaç doğrudan biriktirilen sudan karşılanmaktadır.

Tortum Gölü ve devamındaki boğazdan Oltu Çayı kavşağına kadar olan kesimde Akdeniz ikliminde yetişen karaçalı (*Pliurus spina-christi*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), sumak (*Rhus coriaria*), İncir (*Ficus*) gibi bitkilerin (Atalay ve diğ. 1985: 104) görülmesi, bu kesimin nispeten ılıman iklim koşullarına sahip olduğunu göstermektedir. Vadinin yukarı kesimlerine geçilince bu bitki türleri görülmez. Bu durum da gösteriyor ki araştırma sahasında iklim koşulları topografik şartlardan etkilenmektedir.

Şüphesiz iklim koşullarının, özellikle de yağış ve sıcaklık gibi elemanların jeçeşitliliğe temel olan abiyotik unsurlar üzerinde özellikle de fiziksel parçalanma, aşınma, taşınma ve birikmeyle oluşan şekillerin gelişmesindeki rolü çok açıktır. Ancak sahadaki şekillerin büyük bir bölümü aktüel iklimin değil, daha eski iklimlerin etmen ve süreçlerinin eseridir. Yine sınırlı da olsa yarı kurak iklim koşullarında şekillenme süreci devam etmekte ve yeni yeni şekiller oluşmaktadır. Örneğin Tortum Gölü'ne doğru girinti yapan siltasyon deltası, göl kıyı kuşağında gelişen genç heyelanlar ve kaya düşmeleri, peribacaları, yamaç döküntüleri, koni ve yelpazeler, taşkın düzlükleri vs. bunlar arasında gösterilebilir. Sahada kış mevsimi zeminin donması nedeniyle şekillenmenin asgari düzeyde olduğu devreyi temsil etmektedir. Sıcaklıkların yükselmeye başladığı nisan-mayıs aylarında başlayan kar erimleri akarsuların debisini önemli oranda yükselterek aşındırma ve biriktirme gücünü artırmaktadır. Nitekim bu aylardan başlayarak akarsuların taşıdığı sediment tutarları da maksimuma erişmektedir. Şekillenmede sağanak türü yağışların rolü de büyüktür. Özellikle yüzeysel sellenmelerin yamaçların şekillenmesine büyük katkı sunduğu bilinen bir gerçektir. Nitekim sahadaki badlands topografyası ve peribacaları, fişlerden oluşan eğimli yamaçların sel erozyonuyla kolayca aşındırılması sonucu meydana gelmiştir.

Jeoçeşitlilik Derecesi

Serrano ve Ruiz-Flaño Metodu, verileri araziden sağlanan basit bir formüle dayanmaktadır. Bu amaçla farklı tarihlerde araştırma sahasına intikal edilerek jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik-hidrografik ve edafik verileri içeren abiyotik unsur envanteri oluşturulmuş ve haritalanmıştır. Envanterde de görüleceği gibi sahada jeoçeşitliliği denetleyen litoloji, jeolojik yapı, morfojenetik sistemler, yerçekilleri ve buna benzer 9 alt tip ve bu tiplere ait toplam 74 eleman bulunmaktadır. Eleman çeşitliliğinde en yüksek pay kayalara (27 eleman) aittir. İkinci sırada aşınım şekilleri (15 eleman), üçüncü sırada ise birikim şekilleri (8 eleman) gelmektedir (Tablo 4).

Tablo 4: Jeoçeşitlilik derecesinin belirlenmesinde kullanılan elemanlar ve hesaplama esas olan sayıları.

Table 4: Elements used in identifying the degree of geodiversity and their numbers as used in calculation.

Adı: Tortum Gölü-Tortum Boğaz Vadisi (Uzundere-Erzurum) ve Yakın Çevresi		Koordinatlar: 40° 34' 00" N- 40° 45' 30" N 41° 35' 00" E- 41° 45' 00" E	Yükseklik: Maksimum: 2770 m Minimum: 730 m Nispi Fark: 2040 m
Alt Tipler	Elemanlar	Eleman Sayısı	
Litoloji	Eski Alüvyon, Yeni Alüvyon, Heyelan Materyali, Şeyl, Çamurtaşı, Kireçtaşı, Kumtaşı, Kiltası, Silttaşı, Marn, Çört, Mikrit, Mikritik Kireçtaşı, Bazalt, Andezit, Proklastikler, Spilit, Aglomera, Tüf, Diyabaz, Tüf Ara Katkılı Kumtaşı, Gabro, Pegmatit, Diyorit, Gnays, Mikaşist, Amfibolit	27	
Jeolojik Yapılar	Faylar, Antiklinaller, Senklinaller	3	
Morfojenetik Sistemler	Tektonik, Volkanik (Yüzey-Plütonik), Flüviyal	3	
Erozyonal (Aşınım) Şekiller	Zirve Dikliği, Zirve Düzlüğü, Aşınım Yüzeyi, Heyelan, Badlands ve Peribacaları, Boğaz Vadi, Kertik Vadi, Alüvyal Tabanlı Geniş Vadi, Asılı Vadi, Tünemiş Senklinal, Korniş, Sirt, Yamaç, Sağrı, Dev Kazanı	15	
Birikim Şekilleri	Birikinti Konisi, Birikinti Yelpazesi, Heyelan Enkazı, Kaya Çığı Enkazı, Talus, Piedmont, Taşkın Düzlüğü, Siltasyon Deltası	8	
Güncel Süreçler	Flüviyal, Kütle Hareketleri	2	
Jeolojik Yaş	Karbonifer, Permiyen, Triyas, Jura, Kretase, Kuvaterner	6	
Hidrografik Elemanlar	Akarsular, Kaynaklar, Heyelan Gölleri, Şelale	4	
Topraklar	Kahverengi Orman Toprakları, Dağ-Çayır Toprakları, Kireçli-Kumlu-Çakıllı Topraklar, Litosoller, Volkanik Topraklar, Alüviyal ve Kolüviyal Topraklar	6	
Toplam Eleman Sayısı		74	
Gerçek Alan		37.928 ha	
Engebellik Katsayısı (rugosity)		1,3	
Jeoçeşitlilik İndeks Değeri (derecesi)		9,13	
Jeoçeşitlilik Değeri		ÇokYüksek	

Sahadaki abiyotik unsurların 50'si litolojik ve jeomorfolojik kökenlidir. Bunlara jeolojik yapı, morfojenetik sistem ile güncel etmen ve süreçler dâhil edildiğinde, jeolojik ve jeomorfolojik unsurların diğer fiziki unsurlara göre daha belirleyici olduğu görülmektedir. Bununla birlikte hidrografik (4 eleman) ve edafik (6 eleman) unsurların envanterdeki toplam unsur sayısının yüksek çıkmasına önemli katkı sağladığı açıktır. Gerçekten unsur sayısı arttıkça jeoçeşitlilik potansiyeli de artmaktadır. Ancak gerçek alanın büyüklüğüne paralel olarak unsur sayısı artmazsa jeoçeşitlilik değeri düşmektedir.

Araştırma sahasında **N** parametresine esas olan abiyotik unsur sayılarının toplamı 74'tür. Diğer bir parametre **R** ile ifade edilen engebellik katsayısıdır. Engebellik katsayısını

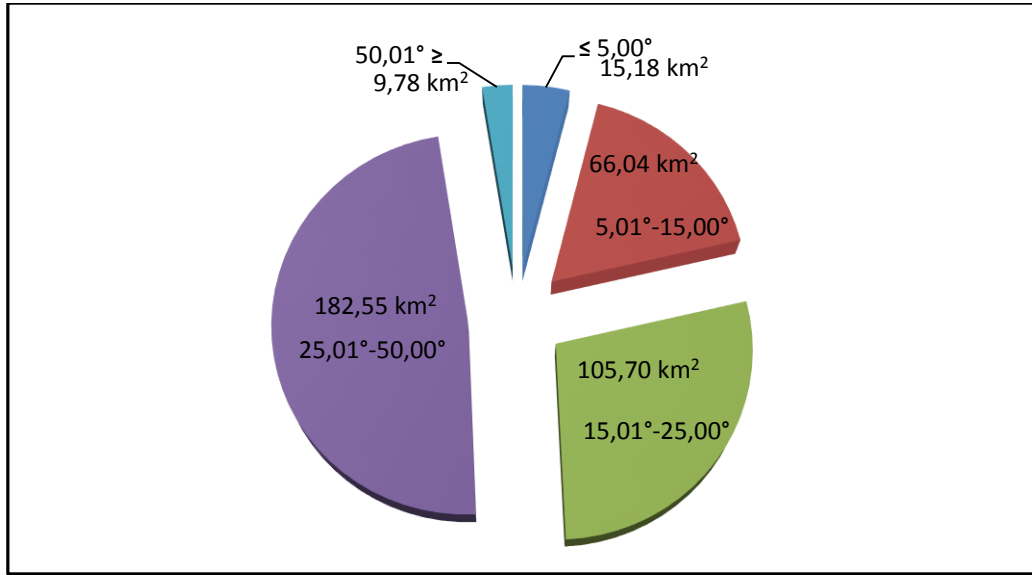
TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE
RUİZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ

belirlemek için ilk aşamada Global Mapper 15 programında araştırma sahasının Sayısal Yükselti Modeli (DEM) oluşturulmuştur. Daha sonra ArcGIS 10.0 programı yardımıyla, Serrano ve diğerleri (2009) tarafından belirlenen engebелilik katsayısı indeksinde kullanılan eğim değer aralıklarına uygun olarak sayısal yükselti modeli üzerinden eğim haritası elde edilmiştir (Şekil 5). Ardından eğim gruplarının alansal dağılımları hesaplanmış ve alansal büyüklüğe göre formülde eğim grupları içinde en geniş alanın (182,55 km²-25,01°-50,00°) engebелilik katsayısı (1,3) kullanılmıştır (Tablo 5, Şekil 8).

Tablo 5: Araştırma sahasında eğim gruplarına göre toplam alan ve engebелilik katsayıları (Serrano ve diğ., 2009: 176' dan yararlanarak).

Table 5: Total area and topographic parameters according to slope groups in research area (with the use of Serrano and et al, 2009: 176).

Unsur	Eğim Değer Aralığı ve Engebелilik Katsayıları				
Eğim (derece)	≤ 5,00	5,01-15,00	15,01-25,00	25,01-50,00	50,01 ≥
Toplam Alan	15,18 km ²	66,04 km ²	105,70 km ²	182,55 km ²	9,78 km ²
Engebелilik Katsayısı	1	1,1	1,2	1,3	1,4

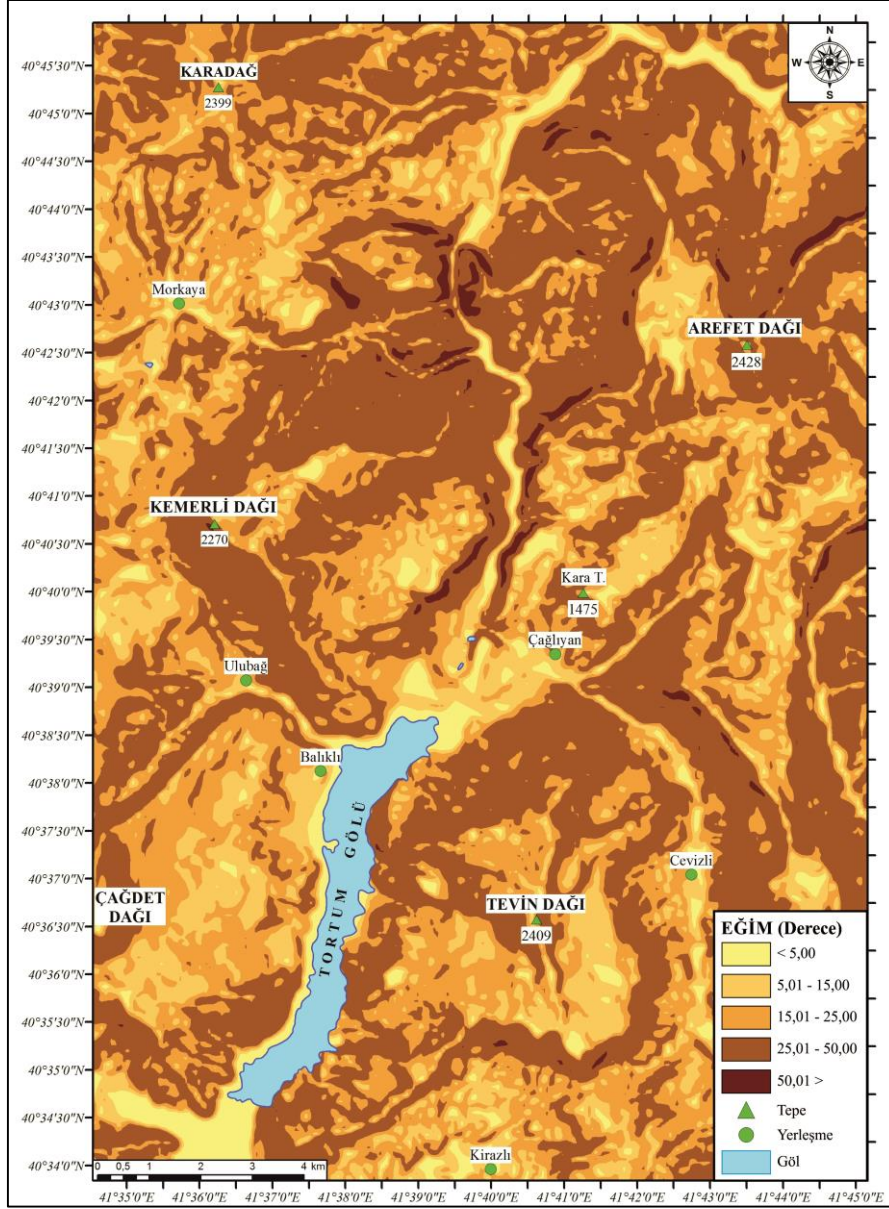


Şekil 7: Araştırma sahasında eğim gruplarının alansal dağılışı.
Figure 7: Areal distribution of slope groups in research area.

Araştırma sahasının **S** harfi ile sembolleştirilen gerçek alanı 37.928 ha olarak belirlenmiş ve gerçek alanın doğal logaritmik karşılığı (**LnS**) hesaplanmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen değer (10,54), sahadaki abiyotik unsur sayısı ile engebелilik katsayısının çarpımına bölünerek sahanın jeoçeşitlilik derecesi bulunmuştur. Takip edilen tüm bu işlemlerden sonra elde edilen değer beş dereceli jeoçeşitlilik indeks değeri aralığı sınıfındaki karşılığı belirlenerek işlem tamamlanmıştır (Tablo 6).

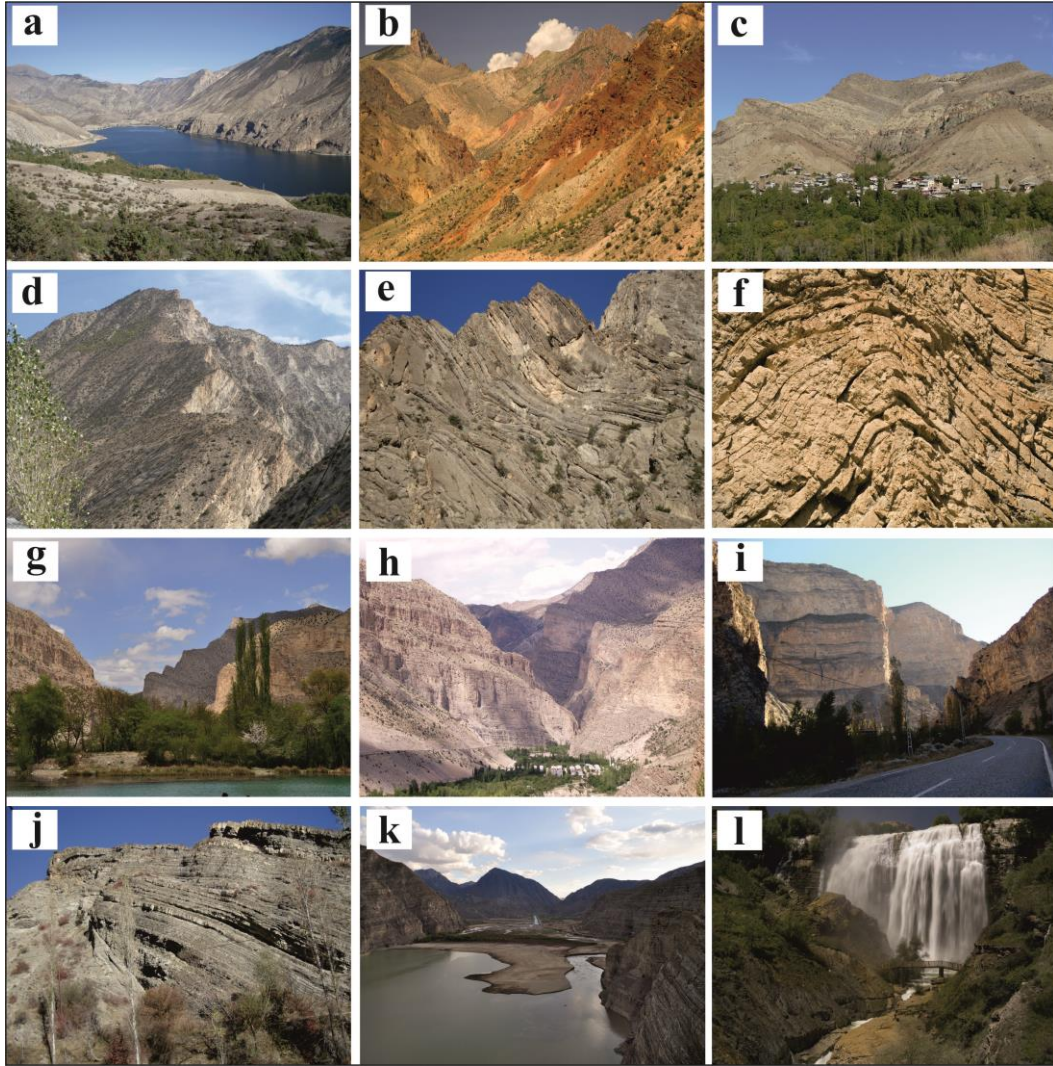
Tablo 6: Jeoçeşitlilik indeksi ve derecesi (Pellitero ve diğ., 2011: 169).
Table 6: Geodiversity index and it's degree (Pellitero and at al., 2011:169).

İndeks	Geoçeşitlilik Derecesi
0-2,00	Çok düşük
2,01-3,00	Düşük
3,01-4,00	Orta
4,01-5,00	Yüksek
5,01 >	Çok yüksek



Şekil 8: Araştırma sahasının eğim grupları haritası.
Figure 8: Maps of slope groups in research are

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERECESİNİN BELİRLENMESİ



Şekil 9: Araştırma sahasında jeoçeşitlilik değerini yükselten pek çok abiyotik unsur bulunmaktadır., a) Tortum heyelan seti gölü, b) Farklı jeolojik birimler ilginç renk desenleriyle dikkat çekmektedir (Fotoğraf: Cüneyt Oğuztüzün) c) Arefet tünemiş senkinali, d) Arefet antiklinalinin Tortum Boğazı'na bakan kanadındaki kuesta (hogback) yapısı, e) Berdiga formasyonunda ince-orta kalın kıvrımlı tabakalar, f) Tortum Boğazı'ndaki bir dik kıvrım yapısı (Fotoğraf: Cüneyt Oğuztüzün) g) Derin yarılmış Tortum Boğazı ve boğazın KD'ya bakan yamacında insan başına benzeyen kuestalar, h) Enine profili genelde "V" görünümlü olup Tortum Boğazı 800 m den fazla derinliğe sahiptir, i) Erzurum-Artvin devlet karayolu Tortum Boğazı'ndan geçmektedir, j) Çağdet Dağı'nın GB yamacında (Çamlıyamaç köprüsü) ters faya bağlı küçük bir bindirme yapısı, k) Tortum Gölü siltasyon sahası ve gölün ölü hacmini her geçen gün artıran siltasyon deltası, l) Tortum Şelalesi (Fotoğraf: Cüneyt Oğuztüzün).

Figure 9: There are many abiotic elements in the research area which increase geodiversity value. a) Tortum landslide set Lake. b) Different geological units attract people with their interesting colour patterns (Photograph: Cüneyt Oğuztüzün). c) Arefet settled syncline. d) Arefet anticline and the structure of its cuesta on the side looking towards the Tortum Gorge. e) Thin-medium thick curved layers in Berdiga formation. f) A steep curve structure in Tortum Gorge (Photograph Cüneyt Oğuztüzün). g) Deep split Tortum Gorge and cuestas look like human head on the hillside of Gorge toward to North-east. h) Tortum Gorge has "V"-looking transverse profile and it has a depth of 800 meters. i) Erzurum-Artvin state highway pass through the Tortum Gorge. j) In the South-west slope of Mountain Çağdet (Çamlıyamaç bridge), a small overlay structure connected to reserve fault. k) Tortum Lake siltation area and siltation delta which increases dead volume of the lake day by day. l) Tortum Waterfall (Photograph: Cüneyt Oğuztüzün).

Formülden elde edilen sonuca göre Tortum Gölü-Tortum Boğazı ve yakın çevresinin jeoçeşitlilik indeksindeki karşılığı $I= 9,13$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer Serrano ve Ruiz-Flaño Metodu'nda kullanılan Pellitero ve diğ., (2011) tarafından tanımlanan indeksteki karşılığına bakıldığında en yüksek değer durumundaki $I= 5,01$ 'den büyük çıkması sahanın jeoçeşitlilik derecesinin çok yüksek olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak sahadaki jeolojik, jeomorfolojik vb. unsurların estetik ve görsel kalite değerleri de hesaba katıldığında araştırma sahasının jeoçeşitlilik paralelinde jeoturizm potansiyelinin oldukça yüksek olduğu görülür (Şekil 9). Böyle hassas sahaların milli park veya jeopark gibi statülerden biri verilerek korunması ve değerlendirilmesi ekoturizm bakımından son derece önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Geoçeşitlilik derecesinin belirlenmesinde objektif ve standardize edilmiş bir metottan yararlanılmasının güvenilir sonuçlar vereceği düşüncesinden hareketle Tortum Gölü-Tortum Boğazı ve yakın çevresinin jeoçeşitlilik derecesi Serrano ve Ruiz-Flaño Metodu'ndan yararlanılarak ortaya konulmuştur. Uygulamalardan elde edilen sonuca göre araştırma sahasının **çok yüksek jeoçeşitlilik derecesi**'ne sahip bir alan olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda arazi gözlemlerinden sağlanan ve jeoçeşitlilik derecesine temel oluşturan, çoğunluğunu jeolojik ve jeomorfolojik unsurların meydana getirdiği 74 ana abiyotik unsur belirlenmiştir. Detaylandırıldığında unsur sayısının daha da yüksek olacağı açıktır. Bu unsurların yarısından fazlası görsel ve estetik bakımdan ilgi çeken sitlerden meydana gelmekte, geriye kalanlar ise Tortum Şelalesi bir tarafa bırakılırsa daha az ilgi çeken; ancak doğal peyzajı tamamlayan diğer (hidrografik ve edafik) unsurlardan oluşmaktadır.

Sahadaki jeoçeşitliliğin yüksek bir dereceye ulaşmasında farklı fasiyesleri temsil eden, rengi ve içeriğiyle bir başka formasyondan kolayca ayırt edilebilen çeşitli litolojik birimlerin yüzeylenmesi, orojenik ve epirojenik olayların eseri olan plütonik, kıvrımlı, şaryajlı, faylı tektonik yapıların varlığı ve nihayet eski ve aktüel flüviyal etmen ve süreçlerin ortaya çıkardığı çekim gücü yüksek yerçekillerinin birim alan içinde çok sayıda örneğinin bulunması önemli rol oynamıştır. Bu unsurların pek çoğunun birbirine yakın mesafede ve hatta iç içe olması, doğal ortamında henüz bozulmamış olması, her bir unsurun ulaşım zorluğu olmadan ziyaret edilebilecek konumlarda bulunması önemlerini daha da artırmaktadır.

Sahanın ekoturizm özelliklerinin belirlenmesine yönelik Turizm Bakanlığı ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) koordinasyonunda bazı projelerin yürütülmesi sevindiricidir (Karahan vd., 2011: 406). Ancak bu çalışmalar, henüz sahayı hak ettiği düzeylere ulaştıramamış gözükmektedir. Benzer şekilde Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) koordinasyonunda sahanın milli park ilan edilmesine yönelik çalışmalar sürmektedir. Komite üyesi olarak katkı verdiğimiz bu çalışmaların sonuçlanması ve koruma statülerinden (milli park, jeopark, tabiatı koruma alanı gibi) birinin sağlanması durumunda turizm potansiyelinin harekete geçirilmesi mümkün olacak ve böylece kıt imkânlarla geçinen yöre halkı sosyal ve ekonomik açıdan mümkün olan en yüksek kazanımları elde edecektir.

TORTUM GÖLÜ-TORTUM BOĞAZ VADİSİ VE YAKIN ÇEVRESİNİN (UZUNDERE-ERZURUM) SERRANO VE RUIZ-FLAÑO YÖNTEMİYLE JEOÇEŞİTLİLİK DERESESİNİN BELİRLENMESİ

KAYNAKÇA

- Atalay, İ., 1979-1980, "Geomorphology of the Lake Tortum and Its Immediate Surroundings (NE Turkey)", *Review of the Geographical Institute of the University of İstanbul*, International Edition, Volume: 17: 49-63, İstanbul.
- Atalay, İ., 1986, *Uygulamalı Hidrografya*, Ege Üniv., Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 38, Bornova/İzmir.
- Atalay, İ., 1982, *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*, Ege Üniv. Edebiyat Fakültesi Yay., No: 9, Bornova/İzmir.
- Atalay, İ., 1988, "The Geography of Lake Tortum", *Ege Coğrafya Dergisi*, Sayı: 4: 19-40 İzmir.
- Atalay, İ., Tetik, M. ve Yılmaz, Ö., 1985, *Kuzeydoğu Anadolu'nun Ekosistemleri*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 141, 1-150, Ankara.
- Australian Heritage Commission, 2002, *Australian Natural Heritage Charter for The Conservation of Places of Natural Heritage Significance*, Union Offset, Canberra.
- Baydar, O., Erdoğan, B., Akyürek, B., Topçam, A., Kengil, R., Korkmaz, B., Kaynar, A., ve Selim, M., 1969, *Yusufeli-Öğdem-Madenköy-Tortum Gölü ve Ersis Arasındaki Bölgenin Jeolojisi*, MTA Derleme No: 5202, Ankara.
- Benito-Calvo, A., Pérez-González, A., Magri O., Meza P., 2009, "Assessing Regional Geodiversity: The Iberian Peninsula", *Earth Surface Processes and Landforms*, Volume: 34, DOI: 10.1002/esp.1840: 1433-1445.
- Bozkuş, C., 1992, "Olur (Erzurum) Yöresinin Stratigrafisi", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Sayı: 35, Cilt: 1: 103-119, Ankara.
- Burek, C. V. and Prosser, C. D., 2008, "The History of Geoconservation: An Introduction", *Geological Society* (Special Publications), Volume: 300: 1-5, London.
- Comănescu, L. and Nedelea, A., 2012, "The Assessment of Geodiversity – A Premise for Declaring the Geopark Buzăului County (Romania)", [Journal of Earth System Science](#), Volume: 121, Issue: 6: 1493-1500, Bangalore.
- DMİGM, 2011, *Rasat Kayıtları*, TC. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü İstatistik Yayın Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Dokuz, A., 2000, *Yusufeli (Artvin-Türkiye) Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği Magmatik-Metamorfik Kayaların Jeokimyası ve Petrojenezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Trabzon.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B., ve Uysal, B., 2010, "Sources and Petrogenesis of Jurassic Granitoids in The Yusufeli Area, Northeastern Turkey: Implications for Pre-and Post-Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides", *Tectonophysics*, Volume 480, Issues 1-4: 259-279.
- DSİ, 2013, *Akım Gözlem Verileri*, TC. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri 8. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.
- Gray, M., 2005, "Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How?", *The George Wright Forum (Geodiversity & Geoconservation)*, Volume: 22, Issues: 3: 4-12, Hancock/Michigan.
- Gray, M., 2008-a, "Geodiversity: Developing the Paradigm", *Proceedings of the Geologists' Association Review*, Volume 119, Issues 3-4: 287-298, Egham/Surrey.
- Gray, M., 2008-b, "Geodiversity: A New Paradigm for Valuing and Conserving Geoheritage", *Geoscience Canada*, Volume:35, Number:2: 51-59, Newfoundland.

- Hyort, J. and Luoto, M., 2010, "Geodiversity of High-Latitude Landscapes in Northern Finland", *Geomorphology Review*, Volume: 115, Issues: 1-2: 109-116, Amsterdam.
- Karahan, F., Kopar, İ., Orhan, T., Çakır, E. 2011, "The Geopark Potential of Tortum Valley (Erzurum-Turkey) and its Surroundings", *Natural Environment and Culture in the Mediterranean Region II*, Cambridge Scholars Publishing: 395-407, Newcastle.
- KHGM, 2000, *Erzurum İli Arazi Varlığı*, T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 25, 1-30, Ankara.
- Konak, N., Hakyemez, H. Y., Bilgiç, T., Bilgin, Z. A., Hepşen, N., Ercan, T., 2001, *Kuzeydoğu Pontitlerin (Oltu-Olur-Şenkaya-Narman-Tortum-Uzundere-Yusufeli) Jeolojisi*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No: 10489, Ankara.
- Kopar, İ. ve Çakır, Ç., 2012, "Tortum Gölü (Uzundere-Erzurum) Kıyı Kuşağındaki Badlands Topografyası ve Peribacaları", *I. Ulusal Coğrafya Sempozyumu 2012 (28-30 Mayıs)-Coğrafya Bildiriler Kitabı*: 1013-1027, Erzurum.
- Kopar, İ. ve Sevindi, C., 2013, "Tortum Gölü'nün (Uzundere-Erzurum) Güneybatısında Aktüel Sedimentasyon ve Siltasyona Bağlı Alan-Kıyı Çizgisi Değişimleri", *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 60, 49-66, İstanbul.
- Kozłowski, S., 2004, "Geodiversity: The Concept and Scope of Geodiversity", *Polish Geological Review*, Volume: 52, No: 8/2: 833-837, Warsaw.
- Örsi, A., 2011, "Quantifying the Geodiversity of a Study Area in The Great Hungarian Plain", *Journal of Environmental Geography*, Volume:4 , No: 1-4: 19-22, Szeged/Egyetem.
- Pellitero, R., González-Amuchastegui, M. J., Ruiz-Flaño, P., Serrano, E., 2011, "Geodiversity and Geomorphosite Assessment Applied to a Natural Protected Area: The Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain)", *Geoheritage Review*, Volume: 3, Issues: 3: 163-174.
- Pereira, D. I., Pereira, P., Brilha, J., Santos, L., 2013, "Geodiversity Assessment of Parana State (Brazil): An Innovative Approach", *Environmental Management*, Volume: 52, Issue: 3: 541-552, North Carolina/USA.
- Reynard, E. and Coratza, P., 2007, "Geomorphosites and Geodiversity: A New Domain of Research", *Geographica Helvetica*, Volume: 62, Issues: 3: 138-139, Zurich.
- Serrano, E. and Ruiz-Flaño, P., 2007-a, "Geodiversity: Concept, Assessment and Territorial Application. The Case of Tiermes-Caracena (Soria)", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, Volume: 45: 389-393, Madrid.
- Serrano, E., and Ruiz-Flaño, P., 2007-b, "Geodiversity: A Theoretical and Applied Concept", *Geographica Helvetica*, Volume:62, Number:3:140-147, Zurich.
- Serrano, E., Ruiz-Flaño, P., Arroyo, P., 2009, "Geodiversity Assessment in a Rural Landscape: Tiermes-Caracena Area (Soria, Spain)", *Memorie Descrittive Della Carta Geologica D'Italia*, Volume: 87: 173-180, Rome.
- Yılmaz, C., 1992, "Kelkit (Gümüşhane) Yöresinin Stratigrafisi", *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 40: 50-62, Ankara.