



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
COĞRAFYA DERGİSİ

Sayı 13, Sayfa 139-150, İstanbul, 2005
Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212 Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128



**BURSA, ULUDAĞ GÜNEYİNDEKİ TOPUK PLÜTONUNDA
GÖYNÜKBELEN BUTONİYERİNİN OLUŞUMU VE GRANİTİK
ŞEKİLLER**

*Forming of The Göynükbelen Bouttonier in The South of Uludağ (Bursa) and
Granitic Forms*

A. Evren ERGİNAL^a

^a Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.
aerginal@comu.edu.tr

Alındığı tarih: 11.04.2005; Kabul tarihi: 19.09.2005

Abstract

The ellipsoid-shaped Topuk granodiorite placed at the south of Uludağ massive has emplaced into schists and marbles of Paleozoic age and Orhaneli Ophiolite of Upper Crataceous age during middle Eocene. Under the impacts of its mineral composition and frequent joints systems, the western part of the pluton converted to a relatively wide negative relief (or boutonier) between country rocks. Within the so-called Göynükbelen Bouttonier with reference to the Göynükbelen Village herein, some weathering forms of subsurface weathering origin have emerged as result of partly stripping of the regolith cover. These weathering forms of different size characterize different levels of the regolith profile, and are of "etch" origin. Thus, they form evidences for a multi-stage morphological evolution.

Key Words: Bouttonier, granite topography, ksenolith, Topuk Pluton, Uludağ.

Anahtar Kelimeler: Butoniyer, granit topografyası, ksenolit, Topuk Plütönu, Uludağ.

GİRİŞ:

Granitoidlerde kayacın mineral bileşiminin yönlendirdiği hızlı ayrışmanın yanı sıra, soğuma, basınç rahatlaması (offloading/pressure release) ve tektonik streslere bağlı olarak gelişen yoğun kırık sistemleri tipik granitik yerçekillerinin oluşumuna neden olur. Kırıkların kuvvetle

denetlediği, farklı boyuttaki bu şekiller, ayrışma cephesi üzerinde veya regolit (ayrışma mantosu) tabanında yüzeyaltı ayrışma süreci (etching) sonucu oluşurlar (Twidale, 1993: 193).

Granitik sahalarda jeomorfolojik gelişim, plütönu derinde yerleştiği çatı kayasının (roof rock) kısmen aşınarak

granitin yüzeylemesi ile başlar. Derine ayrışma sürecinde, kalınlığı ve pedolojik yapısı iklime bağlı olarak değişen bir regolitik örtü oluşur. Intrüsif kütle ile bunun kestiği jeolojik formasyonlar (yan kayalar) arasında önemli bir direnç farkı var ise, dom yüzeyi, zamanla çevresindeki dirençli formasyonlar arasında alçak bir depresyona veya butoniyere dönüşür. Farklı ayrışma ve aşınmanın yarattığı bu özellik negatif relief olarak nitelendirilir (Ollier, 1969: 209). Granitik kütleleri diğer jeolojik birimlerden ayıran bu morfolojik tezat hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri üzerinden kolaylıkla seçilebilir. Türkiye’de granitik sahaların birçoğunda bu negatif relief oluşumuna ve değişik ölçekte granitik şekillere rastlanmaktadır (Yalçınlar, 1985; Uzun, 1995; Erol, 1992: 11; Sayhan, 1999; Doğan, 2001).

Diğer küçük boyutlu granitik şekiller (granitik inselberg, bornhardt, casstle koppie, tafoni, granitik kaya platformları ve torlar gibi) ise yüzey altında özellikle ortogonal eklem sistemleri boyunca gelişen ayrışma (subsurface weathering) ile oluşurlar ve regolitin sıyrıldığı kesimlerde yer yer ortaya çıkarlar. İşte bu durum granitik şekillerin yüzeyaltı ayrışma ile başlayan ve yüzeyleme sonrası değişen ortam koşullarında gelişimi devam eden, “etch” orijinli ve çok safhalı (multi-stage) şekiller olduklarını gösterir (Twidale ve Bourne 1975: 476; Twidale, 1986: 399; Twidale ve Romani 2004: 116).

Granitik şekillerin “etch” kökenli ve çok safhalı morfolojik gelişim gösterdikleri konusu ve üzerlerinde gelişen regolitlerin morfolojik özellikleri uzun yıllardır tartışılabilirlikle birlikte, bu konuda geniş granitik arazilere sahip olan Türkiye’den bir tartışma açılmamıştır. Kuzeybatı Anadolu’da kümelenmiş çok sayıda asit plütondan biri olan ve Uludağ’ın güneyinde yer alan Topuk Plütону, bölgenin jeodinamik mekanizması açısından önemli olduğu gibi, jeomorfolojik açıdan da kayda değer oluşumlara sahiptir. Öncelikle kütle, yukarıda açıklanan negatif relief şekillerine tipik bir örnek teşkil eder ve üzerinde farklı boyutta granitik şekiller oluşmuştur. Bu çalış-

mada doğu-batı yönünde uzanan 12 x 15 km boyutundaki Topuk Plütону’nun çatıdan sıyırılma (unroofing) sonrasında bir butoniyere dönüşen batı kesiminin jeomorfolojik evrimi ele alınmıştır¹.

YÖNTEM

Topuk butoniyeri ve çevresinin; 1/25.000 ölçekli topografya haritalarındaki coğrafi koordinatları belirlenerek, 20 m kontur aralığı ile AUTO-CAD programında sayısallaştırma işlemi yapılmıştır². Sayısal arazi modelleri ERDAS Imagine 8.3 programında üretilmiş, bu görüntüler üzerine 2000 yılı LANDSAT ETM uydu görüntüleri bindirilmiştir. 15 m çözünürlüklü uydu görüntüleri üzerinden çizgisellik dağılımları çıkarılarak ROSE 1.0 programından gül diyagramı çizilmiştir. Bu suretle saha gözlemleri ile büro çalışmaları denestirilmiş ve butoniyerin jeomorfolojik evrimi hakkında düşünceler ile butoniyer içinde gözlenen granitik şekillerin kökeni ve oluşumu üzerinde durulmuştur.

JEOLOJİK ÖZELLİKLER

Göynükbelen Butoniyeri’nin oluştuğu Topuk Plütону; Kuzeybatı Anadolu’nun önemli Paleotektonik birimlerinden Tavşanlı Zonu’nun metamorfik temeli ile bunun üzerine tektonik bir dokanakla gelen ofiyolitli melanj ve peridotit birimleri içinde yerleşmiş granodiyorit bileşiminde intrüsif bir küttedir (Şekil 1). Tavşanlı ve Sakarya zonlarının oluşturduğu iki kıta kenarının çarpışması ile post-tektonik granodiyoritlerden biri olarak, mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş meta-sedimentler arasında yerleşen kütle, Eosen’de 10 km derinde yerleşmiştir (Harris vd., 1994: 241). Plütunun yerleşim yaşı ile ilgili değişik mineral taneleri üzerinden

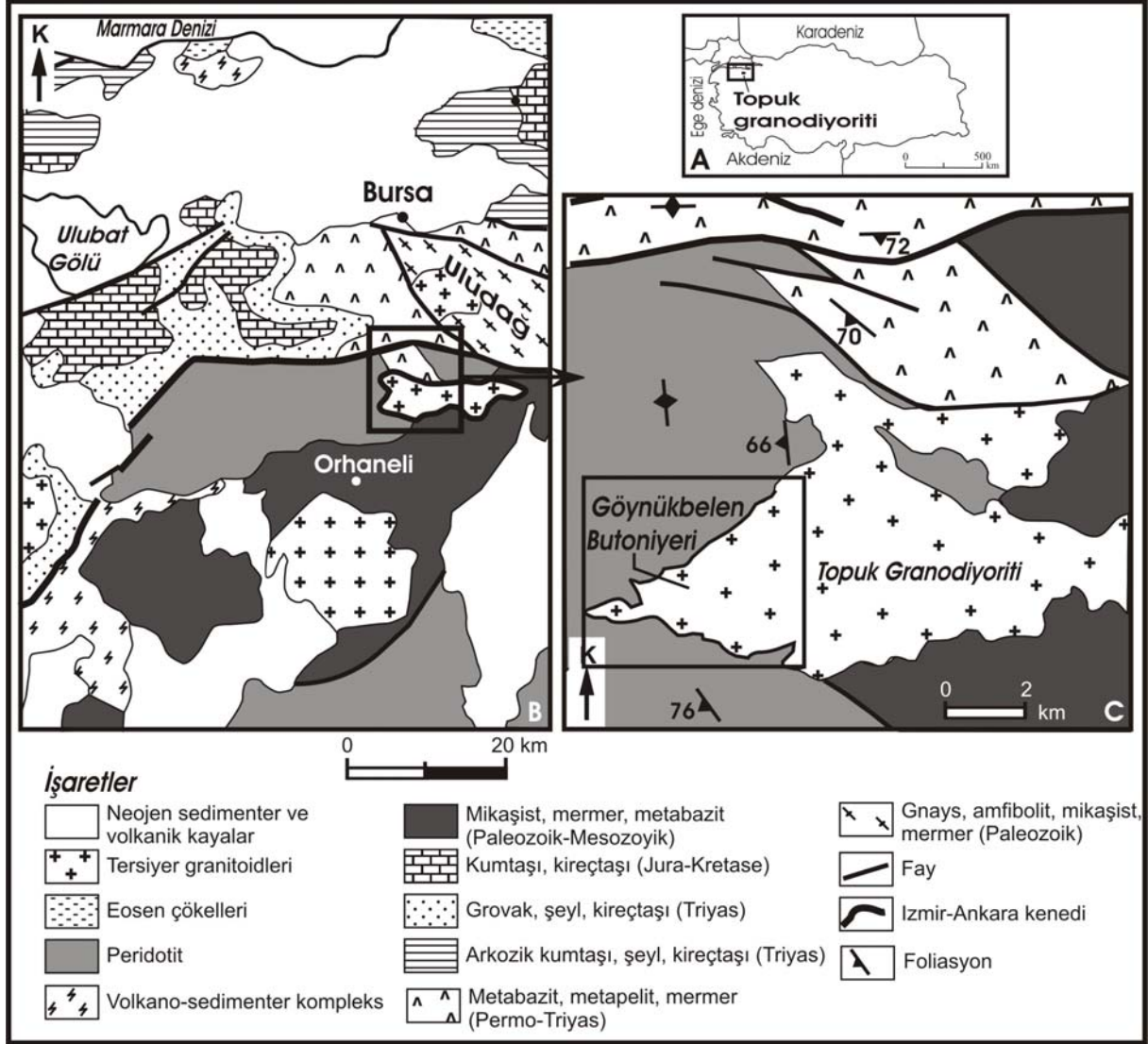
¹ Topuk Plütону gerçekte sahanın kuzeyinde Nilüfer Çayı havzasında da geniş bir yayılım alanına sahiptir. Plütunun tamamının yüzeyleme mekanizması ve ayrışma süreçleri açısından ele alındığı bir çalışma, hazırlanan başka bir yayının konusu olduğundan, bu makalede, sadece plütunun ofiyolit temel ile çevrilen batı kesimindeki butoniyer oluşumu ele alınmıştır.

² Sayısallaştırma işlemleri İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü BERKARDA Uzaktan Algılama ve GIS Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir.

BURSA, ULUDAĞ GÜNEYİNDEKİ TOPUK PLÜTONUNDA GÖYNÜKBELEN BUTONİYERİNİN OLUŞUMU VE GRANİTİK ŞEKİLLER

yapılan yaşlandırma çalışmalarına göre; 49-52 m.y (Ataman, 1972), 47.8 ± 0.4 m.y (Harris vd., 1994: 248), 43.0 ± 2.7 m.y ve 49.8 ± 2.7 m.y (Bingöl vd., 1982: 441), 47.8 ± 0.4 m.y (Okay vd., 1998) ve 43-63.5 m.y (Delaloye ve Bingöl 2000: 254)

gibi farklı izotopsal yaş verileri ortaya konmuştur. Mevcut yaş verileri ve kütleli yan kaya (country rocks) ile olan kontak ilişkileri, genel bir yerleşim yaşı olarak Eosen ortasını göstermektedir.



Şekil 1- Topuk Granodiyoritinin lokasyonu (A) ve jeoloji haritası (B-C) (Akyüz & Okay 1998 ve Okay & Tüysüz 1999'dan değiştirilerek).

Değişken kristal boyutlu ve kısmen porfirik, felsitler olarak plajyoklaz, kuvars ve alkali feldspat, mafik mineraller olarak da hornblend ve biyotit içeren (Emre, 1986: 51) Topuk Granodiyoritinden alınan örneklerin jeokimyasal analizleri kütleli

% 65-69 SiO₂, % 16-~17 Al₂O₃, % 4-5 CaO, % 3-~ 4.5 F₂O₃ içerdiğini göstermektedir (Harris vd., 1994). Benzer veriler Delaloye ve Bingöl (2000) tarafından da açıklanmıştır. Emre (1986: 51) plajiyoklazın kayaçta % 50'den fazla

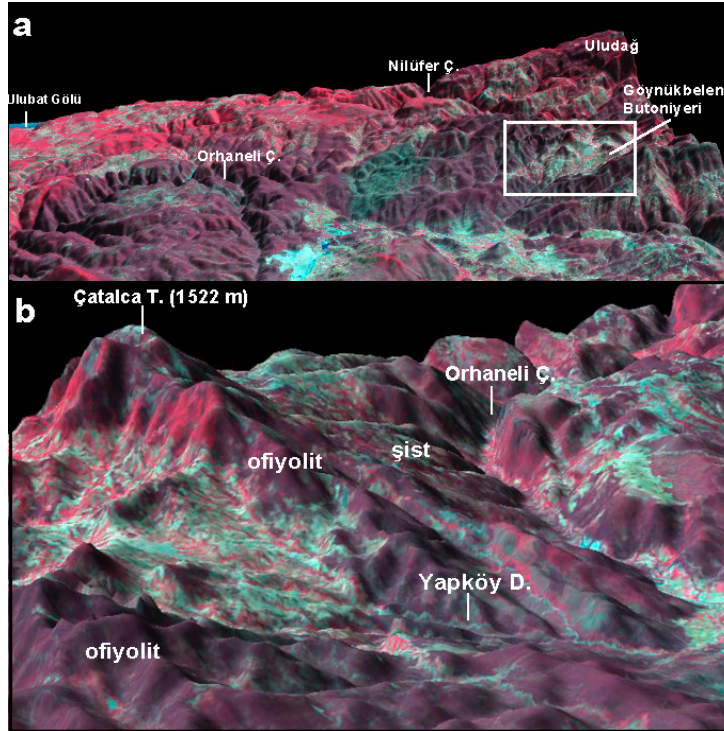
olduğunu, alkali feldspatların % 20–25 oranında olduğunu, kuvarsın ise % 20-25 oranında bulunduğunu belirtmiştir. Kütlelerin yüksek alüminyum silikat içeriği ve oksitlenme açısından önemli olan hematit oranı, ayrışma hız ve miktarını etkilemesi bakımından önemli değerlerdedir.

Butoniyer oluşumunun gözlemlendiği batı kesiminde, granodiyorit tamamen Orhaneli Ofiyolitini kesmektedir. Jeoloji ve petrografisi evvelce birçok kez çalışılan (Özkoçak, 1969; Emre, 1986; Lisenbee, 1971) bu ultrabazik masif; % 92–93 oranında olivin minerali içermekte olup, petrografik olarak aşınmaya karşı dirençli olan tektonit dunit yapısındadır (Emre, 1986: 100). Butoniyerin doğusunda, Çatalca Tepe (1522 m) mevkiinde yer alan gri-beyaz renkte ve çok kırıklı yapıdaki

mermerler ise sahada temele ait en eski kayaları oluşturmaktadır.

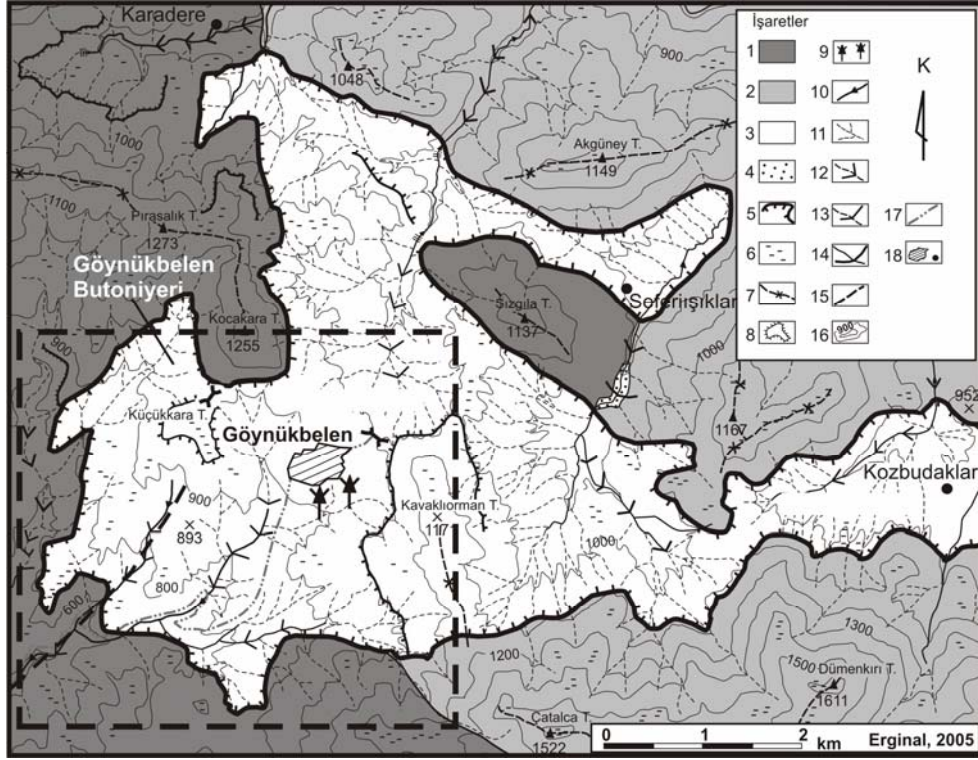
JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLER VE BUTONİYER OLUŞUMU

Göynükbelen Butoniyeri ana jeomorfolojik yapısı itibarıyla hafifçe yarılmış bir dalgalı plato sahasına karşılık gelir (Şekil 2–3). Topuk Granodiyoriti ile bunun yan kayası konumundaki ofiyolit masifin ayrışma ve aşınmaya farklı direnç göstermesi nedeniyle oluşmuştur. Butoniyer tabanı, çevresindeki ofiyolit tepelere göre ortalama 200 m daha alçak seviyede olan bir plütonik dom karakterindedir. Orhaneli ilçesinin 8 km kuzeyinde yer alan, yükseltisi 650–1000 m arasında olan butoniyer, Orhaneli Çayı'nın yan kollarından Yapköy Deresi havzasının yukarı kesimine karşılık gelir (Şekil 4). Alanı yaklaşık 16 km² dir.

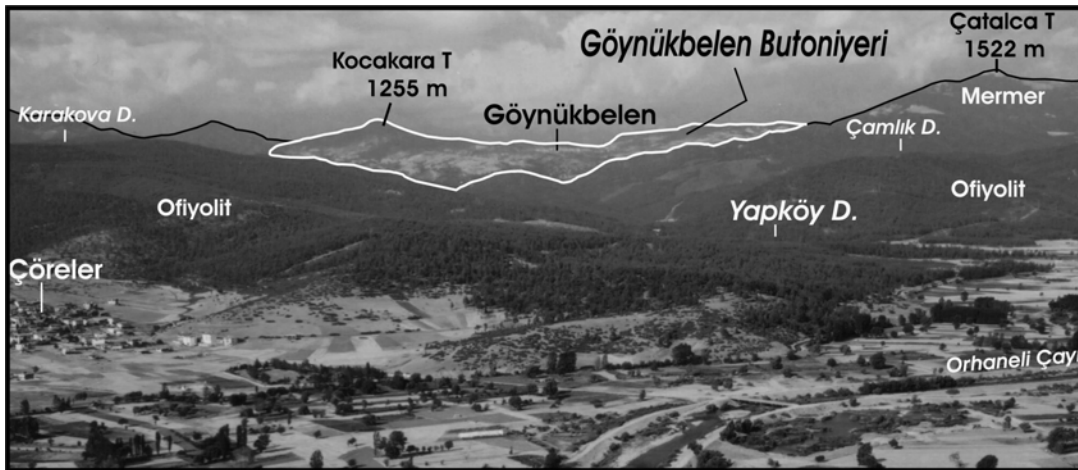


Şekil 2- Göynükbelen Butoniyeri ve çevresinin LANDSAT ETM (2000) uydu görüntüsü bindirilmiş sayısal arazi modelleri [bakış kuzeye (a) ve doğuya doğru (b)].

BURSA, ULUDAĞ GÜNEYİNDEKİ TOPUK PLÜTONUNDA GÖYNÜKBELEN BUTONİYERİNİN OLUŞUMU VE GRANİTİK ŞEKİLLER



Şekil 3- Göynükbelen Butoniyeri ve çevresinin basitleştirilmiş jeomorfoloji haritası (1) peridotitlerde derin yarılmış plato, (1) mermer, şist ve metabazitlerde derin yarılmış plato, (3) granodiyoritte dalgalı alçak plato, (4) alüvyal taban, (5) topografik uyumsuzluk (aşınım dikliği), (6) aşınım yüzeyi, (7) doruk çizgisi, (8) belirgin tepe, (9) tor, (10) sürekli akarsu, (11) mevsimlik akarsu, (12) "V" şekilli derin vadi, (13) yatık "V" şekilli vadi, (14) alüvyal tabanlı vadi, (15) çizgisellik, (16) izohipsler, (17) karayolu, (18) yerleşmeler.



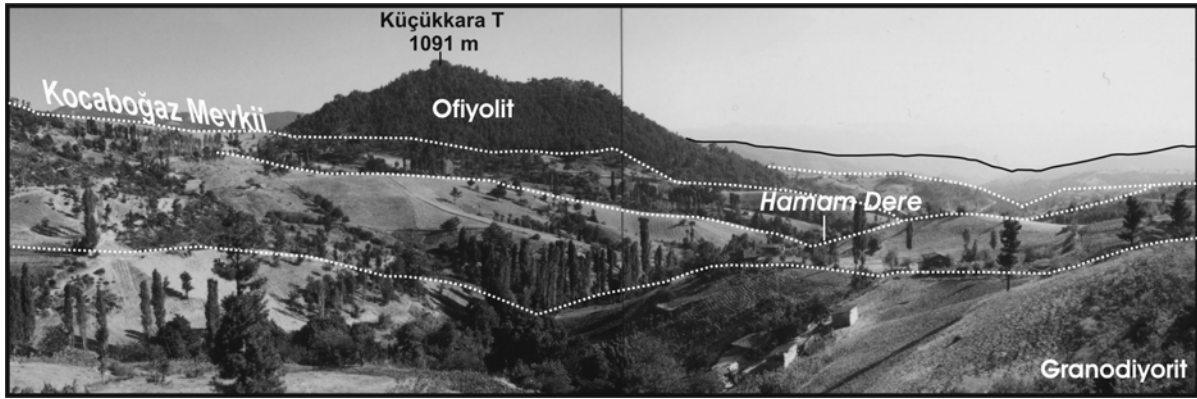
Şekil 4- Orhaneli kuzeybatısındaki Fuğla Tepe (509 m) üzerinden Göynükbelen Butoniyerine bakış.

Güneyde Gölcükboğazı Tepe (1016 m), doğuda Kavaklıorman Tepe (1171 m), kuzeyde Kocakara Tepe (1254 m) ve Kapanbeleni Tepe (1053 m) ile batıda

Çamkırı Tepe (961 m) gibi yüksekçe tepeler butoniyeri sınırlar. Tektonit dunitten oluşan bu tepeler ile granodiyorit arasında keskin bir topografik uyum-

suzluk söz konusudur. Belirtilen tepeler yükseltisi 100–200 m'yi bulan ani aşınım diklikleri ve 20°'yi geçen yamaç eğimiyle butoniyer kenarında yükselirler. Göynük-belen batısında yer alan 1091 m yükseklikteki Küçük kara Tepe ise, butoniyer tabanına göre 90 m daha yüksek bir blok veya adatedir. Bu adatede esas itibariyle plütonun yerleşimi esnasında granodiyorit kütle içinde kalmış bir ofiyolit

litik ksenolit blok yada ofiyolit çatının bir kalıntısıdır. Kütlenin Göynükbelen-Topuk karayolunun geçtiği Kocaboğaz Mevkiinde tamamen granodiyorit ile kuşatıldığı görülür (Şekil 5) ki, gerçekte Topuk Plütonunun Nilüfer Çayı havzasına giren kuzey kesiminde de (Seferiışıklar Köyü kuzeybatısında) granodiyorit içinde ksenolit olarak kalmış birkaç ofiyolit tepe daha bulunmaktadır.



Şekil 5- Göynükbelen batısındaki Küçük kara Tepe (1091 m) kütlesine bakış.

Küçük kara Tepesi'nin granodiyorit kütle içinde farklı aşınımaya bağlı olarak yükselmesi Göynükbelen Butoniyerinin jeomorfolojik gelişimi açısından önemlidir. Çünkü bu tepenin üzerinde 1090 m, güneybatısında 1020–1050 m arasında uzanan aşınım yüzeyleri, butoniyer çevresindeki tepeler üzerinde 1010–1070 m arasında takip edilen aşınım yüzeylerine tam bir seviye uyumu gösterir. Böylece, çevre morfolojisi ile birlikte değerlendirildiğinde, Küçük kara Tepe'nin çevredeki ofiyolit tepeleri ve uzak çerçevede Paleozoik mermerlerini kateden Üst Miyosen aşınım yüzeyinin (Erginal, 2005: 106) bir uzantısını oluşturduğu anlaşılır. Butoniyer çevresinde ve Orhaneli ile Nilüfer Çaylarını ayıran su bölümü üzerinde uzanan bu aşınım yüzeyi, Uludağ-Dümendağı dağ sistemi üzerinde gelişen geniş alanlı yüzey sisteminin alt seviyesi olarak bir parçasını meydana getirir.

Göynükbelen Butoniyeri'nin batı kesiminde granodiyorit kütleyle kuşatan ofiyolitler Alt-Orta Miyosen göl çökelleri ile örtülmüştür. Orhaneli çevresindeki

Miyosen istifin parçalarını oluşturan bu çökeller Topuk Köyü batısındaki Yapraklı Tepe (718 m)-Dede Tepe (639 m) arasında kalıntı seviyeleri olarak korunmuştur ve 600–610 m ve 720–730 m arasında iki farklı seviye sunan Pliyosen aşınım yüzeyleri ile kesilmiştir. Miyosen çökellerinin üzerindeki bu yüzeyler Göynükbelen Butoniyerini kuşatan Üst Miyosen aşınım yüzeylerinden 300 m'lik bir seviye farkı ile ayrılırlar. Ayrıca bu çökellerin granodiyorit ile dokanak ilişkisi gözlenmediğinden ve göl çökelleri içinde granodiyorit çakıl ve blokları bulunmadığından granodiyorit yüzeylemesinin Miyosen sonundan önce olmadığı anlaşılır.

Göynükbelen Butoniyeri'nde Yapköy Deresi ve kolları, güney-güneybatıya doğru eğimli yüzeyler ve konveks sırtlar arasında sık bir drenaj gelişimi sergiler. Yapköy Deresi'nin başlıca kollarını, Göynükbelen güneyindeki Geçit Dere ile batısındaki Hamam Dere oluşturur. Butoniyer merkezine doğru sentripetal olarak yönelen kaynak kolları tipik bir dandritik drenaj sistemi oluşturmuşlardır. Hesap-

BURSA, ULUDAĞ GÜNEYİNDEKİ TOPUK PLÜTONUNDA GÖYNÜKBELEN BUTONİYERİNİN OLUŞUMU VE GRANİTİK ŞEKİLLER

lanan çatallanma oranı, 5. dizi akarsu sistemlerini göstermektedir. Km²'ye düşen drenaj yoğunluğu ise 4-6 km arasında değişir. Hamam Dere ve Geçit Dere kolları, bol kaynak suları ile beslenen yatık V

profilli vadilere sahiptirler. Vadi kazılma oranları gerçekte yer yer 100 metreyi bulmakla birlikte granodiyoritlerin hızlı ayrışmasına bağlı olarak yamaç işlenmesi kuvvetlidir (Şekil 6).



Şekil 6- Granodiyorit üzerine yatık V profilli bir vadi ve granodiyorit-ofiyolit kontağı boyunca topografik uyumsuzluk.

Drenaj şebekesini toplayan Yapköy Deresi, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir çizgiselliğe koşut gelişmiştir ve bu yönüyle subsekant bir vadi kuruluşu gösterir. Bu çizgisellik, vadinin güneybatı kesimde serpantin, daha yukarı kesimde tektonit dunit ve ayrıca bu iki kaya birimini ayıran bindirme çizgisini katetmekte, Göynükbelen civarına kadar da granodiyorit kütle üzerinde devam etmektedir. Ayrıca Topuk güneybatısında Yapköy Deresi yatağına 250 m gömülmekte ve üst yamaç zonundaki omuz yüzeylerinde Miyosen dolgularına ait kalıntılar gözlenmektedir. Bu da akarsuyun, Pliyosen aşınım yüzeyleri üzerinden yatağına epijenik olarak gömüldüğünü gösterir.

Yapköy Deresinin kırıklı talveg profili incelendiğinde, akarsuyun granodiyorite göre daha dirençli olan ofiyolitte düzenlenmiş bir talveg profiline sahip olduğu görülmektedir (Şekil 7). Bu durum akarsuyun belirtilen kırığa uyumunun bir sonucudur. Profilin geneli incelendiğinde ise yataktaki eğim kırıkları veya gençleşme başları sahanın tektonik açıdan yükselmekte olduğunu göster-

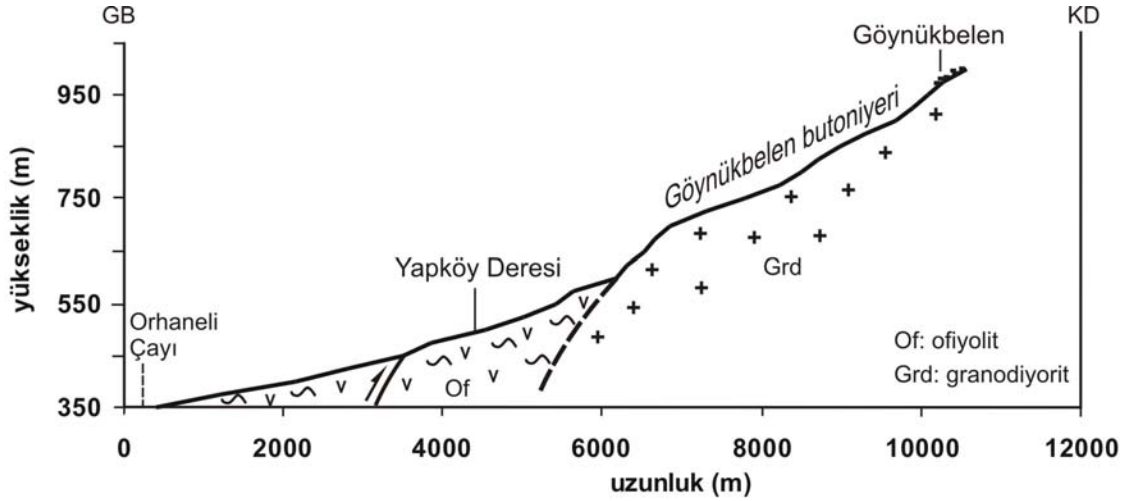
mektedir. Bu tektonik etkinliğin önemli bir diğer delilini de özellikle Hamam Dere vadisi boyunca gözlenen submature aşınım yüzeyleri oluşturur (Şekil 5). Bu aşınım yüzeyleri butoniyerin ofiyolit ile kontak zonundan güney-güneybatıya doğru 3-4 farklı kademe halinde alçalırlar.

GRANİTİK ŞEKİLLER VE KIRIK SİSTEMLERİ İLE İLİŞKİSİ

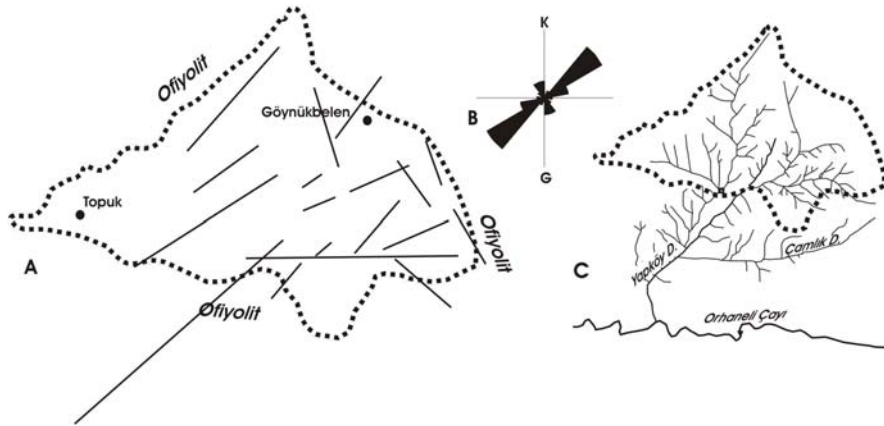
Topuk Plütunu'nda kırık-eklem sistemleri, bir yandan kuvvetli ayrışma ve aşınmayı denetlerken diğer yandan drenaj dokusunu da tayin etmiştir (Şekil 8). Nitekim sahada birincil ve ikincil drenaj kolları SW-NE doğrultulu sistematik kırık veya eklem yapılarını izlerken, üst dizi kaynak kolları buna dik (cross joints) ve diyagonal uzanan kırıklara uymaktadır. Saha çalışmalarında gözlenen ve LANDSAT ETM-2000 uydu görüntüsü üzerinden belirlenen çizgiselliklerin kuzeyden sapma açılarına göre oluşturulan gül diyagramında, egemen yön frekans dağılımı kuzeydoğu-güneybatıyı göstermektedir. Bu doğrultu evvelce bölgenin egemen jeolojik formasyonu olan Orhaneli Ofiyoliti'nde tespit edilen kırık sistemleri

(Erginal, 2005: 49) ile tutarlı olduğundan kırıkların, plütonun soğumasından ziyade tektonik kökenli olabileceklerini göstermektedir. Regolit örtüsünden sıyrılmış

granodiyorit mostralarında gözlenen çatlak ve kırıkların doğrultuları da bunu ortaya koymaktadır.



Şekil 7- Yapköy Deresi'nin talveg profili.

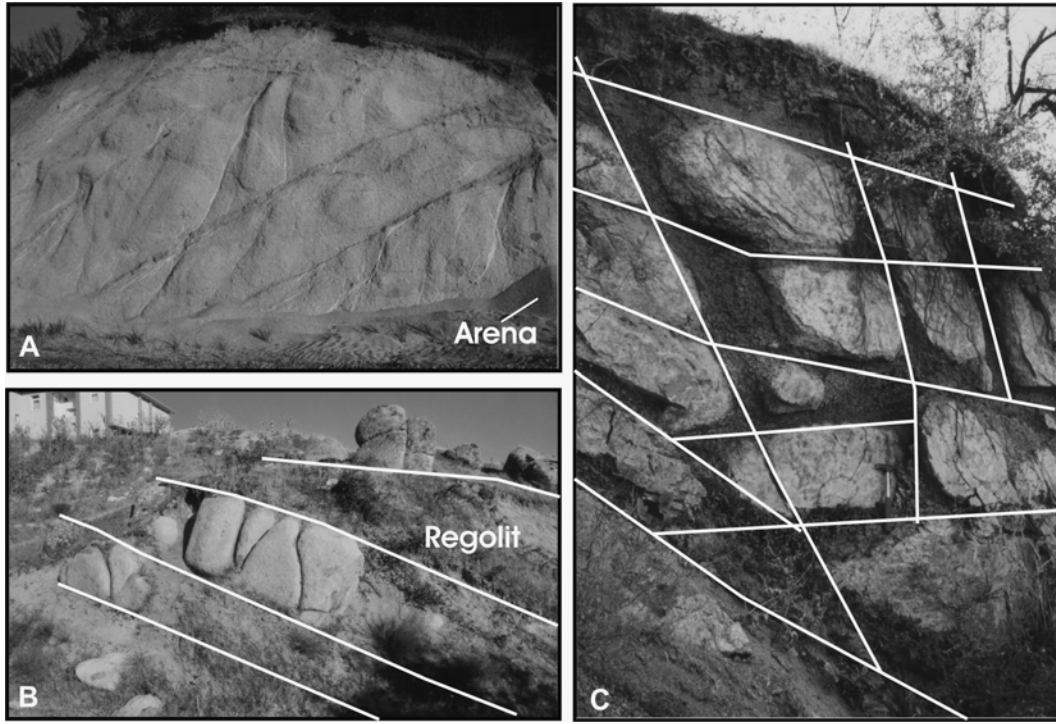


Şekil 8- Göynükbelen Butoniyerinde çizgiselliklerin dağılımı (A), çizgiselliklere göre çizilen gül diyagramı (B) ve Yapköy Deresi havzasında drenaj kuruluşu (C).

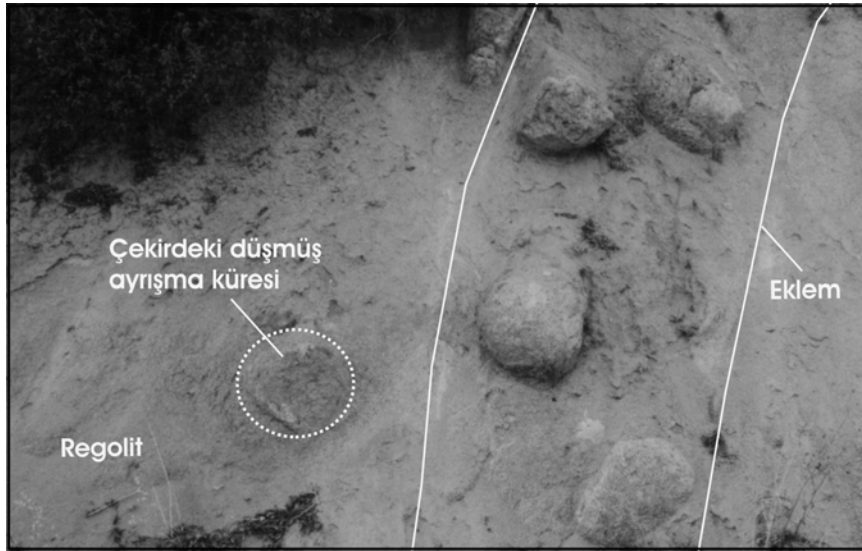
Topuk Granodiyoritinde eklem sistemleri ayrışma üzerinde kuvvetli bir etki yapmaktadır. Bu nedenle granodiyorit değişik mostralarında, bir ayrışma profilinin veya regolitin değişik katlarını görmek mümkündür. Örneğin bazı kesimlerde regolitin silis kumlarından oluşan açık renkli, kısmen ayrışmış ve eğimi 30° yi bulan eklem takımları içeren üst katı görülürken, bazı mostralarda birbirini değişik açıyla kesen eklem boyunca oluşmuş torlar ve ayrışma

blokları yüzylemektedir. Ayrışmanın ileri aşamasında, granodiyoritteki çatlakların, içinde organik katkı içeren koyu kahverengi renkte toprakların oluşabildiği genişliğe eriştiği görülmektedir (Şekil 9). Derine ayrışmanın, özellikle düşey eklem boyunca etkin olduğu ve regolit tabakası içinde gömülü olan ayrışma kürelerinin (corestone) eklem arasında dizili olmalarından da anlaşılmaktadır (Şekil 10).

BURSA, ULUDAĞ GÜNEYİNDEKİ TOPUK PLÜTONUNDA GÖYNÜKBELEN BUTONİYERİNİN OLUŞUMU VE GRANİTİK ŞEKİLLER



Şekil 9- Göynükbelen Butoniyesinde granodiyorit in ayrışması ile oluşan regolit profilinin farklı katlarını karakterize eden granitik şekiller (beyaz çizgiler eklemleri gösterir).



Şekil 10- Derin günlenme sonucu çekirdeki düşmüş bir ayrışma küresi ve regolitte gömülü yuvarlak blokların eklemler arasındaki konumu.

Ayrışmanın temel fonksiyonları olarak iri tane boyutu, biyotit varlığı ve metasomatizmadan kaynaklanan silisifikasyonun olmayışı kütlede kuvvetli ayrışmanın en önemli nedenleri arasındadır. Özellikle kayanın mineral bileşiminin

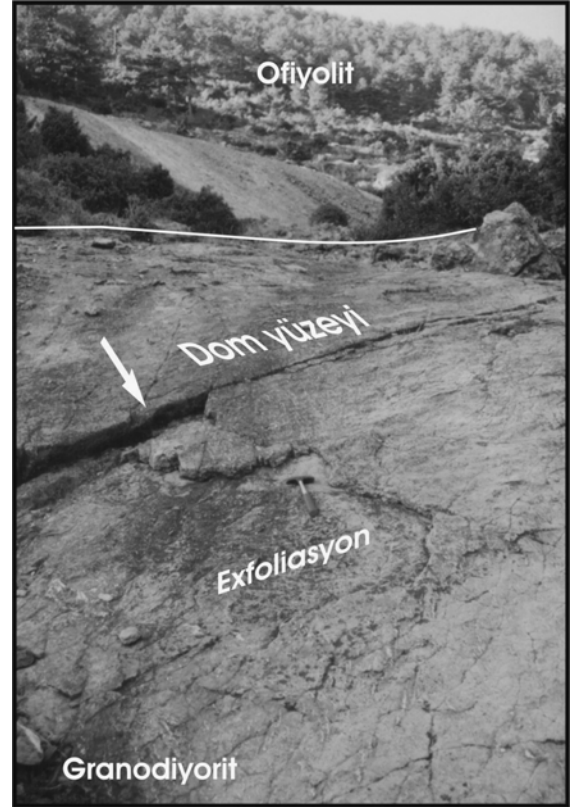
önemli bir kısmını teşkil eden kalsiyumlu plajyoklaz tipi feldspatlar (anortit) ile siyah mikanın kolaylıkla ayrışması, böylece egemen mineral olan kuvarsın serbest kalması sonucunda granodiyorit kütle üzerinde bir regolit örtü oluşmuştur. Yatık

vadi yamaçlarında gözlenen ve yüksek oranda kuvars içeren iri taneli ayrışma kumları (arena/grus) granodiyorit çok hızlı ayrıştığının diğer bir göstergesidir. Butoniyer içinde özellikle Göynükbelen Köyü yolu yarmalarında bu arena oluşumları gözlenmektedir.

Topuk Plütunu, üzerindeki ofiyolitten oluşan çatıdan sıyırılma sürecinde yük hafiflemesi veya basınç rahatlamasına bağlı olarak yatay/yapraksı eklem sistemleri (sheet joints) kazanmıştır. Topografya yüzeyine paralel olan ve bu nedenle topografik eklem olarak da bilinen (Ollier, 1969) bu eklemlerden çok tipik bir örnek butoniyerin kuzeyinde ofiyolite yakın kontak zonunda gözlenmiştir (Şekil 11). Bu kesimde granodiyorit 5-10 cm kalınlıkta eksfoliasyon dilimleri gösterdiği, üzerinde regolit oluşumu görülmediği ve plüton yüzeyinin tipik dom yapısının yüzeylediği göze çarpmaktadır. Bu durum, Göynükbelen Butoniyerinin ofiyolit kantağına yakın olan kenar zonlarında regolitik mantonun tamamen süpürüldüğünü işaret etmektedir. Ayrıca konveks dom yüzeyi üzerinde gözlenen ince yatay eklemler ve eksfoliasyon dilimlerinin dik açılı ikincil kırıklarla kesildiği görülmektedir. Bu kırıkların Şekil 8A'da gösterilen çizgiselliklere paralel olarak tektonik kökenli oldukları belirtilebilir.

SONUÇ

Eosen'de sığ kabuk derinliğinde yerleşen Topuk Plütunu, Miyosen sonunda ofiyolit çatıdan sıyrılmıştır. Granodiyoriti kuşatan ofiyolit tepeler üzerinde 1010-1070 m arasında gözlenen aşınım yüzeyleri, plütunun temelden sıyırılması ile eş zamanlı olmalıdır. Nitekim granodiyorit içinde bir adatepe olarak kalmış olan Küçük kara Tepe (1091) üzerindeki aşınım yüzeyinin seviyesi, Üst Miyosen aşınım yüzeyleri ile seviye uyumu göstermektedir. Butoniyerin batı kesiminde 750 m'lere kadar gözlenebilen Miyosen göl çökellerinde granodiyorit çakıl veya bloklarının gözlenmemesi de plütunun yine Miyosen sonlarında yüzeyleşmiş olabileceğine yorumlanabilir.



Şekil 11- Granodiyorit-ofiyolit kantağına yakın bir kesimde eksfoliasyon ve regolit örtüsü sıyrılmış dom yüzeyinin görünümü (beyaz ok eksfoliasyon düzlemini dik açıyla kesen kırıklara bir örneği göstermektedir).

Topuk Granodiyoritinin çevredeki ofiyolitlere oranla daha düşük ayrışma ve aşınma direnci göstermesi nedeniyle, çevre plato düzlüklerine göre ortalama 200 m daha alçak bir seviyede olan butoniyer oluşumu gerçekleşmiştir. Dolayısıyla Üst Miyosen-günümüz arasında granodiyorit, iri mineral boyutu, kalsiyumlu plajyoklaz tipi feldspatların ve biyotinin varlığı yanı sıra yoğun eklem sistemleri içermesi nedeniyle ofiyolitler arasında bir negatif relief oluşturduğu belirtilebilir. Üst Miyosen aşınım yüzeyleri ile arasındaki seviye farkı ise Üst Miyosen'den günümüze gerçekleşen farklı ayrışma ve aşınmanın yol açtığı kütle kaybının relatif bir göstergesidir.

Butoniyerde gözlenen granitik şekiller derin ayrışma sonucu yüzeyaltında gelişmişlerdir. Ofiyolit ile olan sınır zonunda ayrılmamış granodiyorit tipik

dom yüzeyinin gözlenmesi, butoniyer içinde kalın bir regolitik katın bulunmadığını, bunun büyük oranda yüzey drenajı ile sıyrıldığını gösterir. Genelleştirilmiş regolit zonlamasına göre;

- Toprak
- Yapısını kaybetmiş regolit
- Kaya yapısını koruyan saprolit
- Yuvarlak ayrışma blokları içeren ve yapısını koruyan regolit
- Köşeli ve birbirine kenetlenmiş ayrışma blokları içeren ve yapısını koruyan regolit
- Ayrışmamış kaya

şeklinde bir regolit profili söz konusudur (Ollier 1969: 123). Bu sınıflamaya göre Göynükbelen Butoniyerinde gözlenen granitik şekiller daha çok regolit profilinin alt katlarını karakterize etmektedir. Granodiyorit-ofiyolit kantağında dom yüzeyinin sıyrılması, kontak zonundan biraz iç kesimlerde (örneğin Göynükbelen Mezarlığı yakınında) birbirini dik açıyla kesen eklemler boyunca köşeli ayrışma blokları, Göynükbelen Köyü içinde regolitte gömülü yuvarlak ayrışma blokları tanımlanan regolit profilinin alt katlarına karşılık gelmektedir. Bu durumda Göynükbelen Butoniyerinde, granodiyoro-

ritin ayrışması ile oluşan regolit örtü büyük oranda ortamdan süpürülmüştür. Bu süpürülme granodiyorit kenar zonlarında daha etkindir. Yeraltı sularının regolit tabanında veya anakaya üzerindeki alterasyonunun (etching) delillerini oluşturan ve regolit içinde ve üzerinde gözlenen ayrışma küreleri ve torların seviye farkları ise anakaya ile regoliti ayıran ayrışma cephesinin derine doğru episodik olarak ilerlediğine yorumlanabilir. Regolitin veya örtüsünün kalınlığı, içerdiği farklı horizonlar, ayrışmamış temel kaya derinliği ve temel kaya arızaları ile saprolit içinde gizlenmiş tor oluşumlarının yer ve derinlikleri ise ancak ERT (electrical resistivity tomography; Beauvais vd., 2003: 1079) gibi yeni geliştirilen metotlar sayesinde mümkün olabilecektir.

KATKI BELİRTME

Granit topoğrafyası konusunda fikirlerini ve yayınlarını paylaşan Prof. Dr. Rowl TWIDALE ve arazi çalışmalarında destek olan Y. Doç. Dr. T. Ahmet ERTEK ile jeomorfolog Elçin KILIÇ'a teşekkür ederim. Bu çalışma yazarın İ.Ü. Araştırma Fonu tarafından T-96/11112002 kodlu proje ile desteklenen doktora tez çalışmasının bir kısmından oluşturulmuştur.

KAYNAKÇA:

- AKYÜZ, S. ve OKAY, A. I. 1998. "Manyas Güneyinin (Balıkesir) Jeolojisi ve Mavişistlerin Tektonik Konumu", *MTA. Enstitüsü Dergisi* 120: 105-120.
- ATAMAN, G. 1972. "Orhaneli Granodiyoritik Kütlesinin Radyometrik Yaşı (L'age Radiometrique du Massif Granodioritique d'Orhaneli)", *TJK. Bülteni* XV (2): 125-130.
- BEAUVAIS, A., RITZ, M., PARISOT, J. C. ve BANTSIMBA, C. 2003. "Testing Etching Hypothesis for the Shaping of Granite Dome Structures Beneath Lateritic Weathering Landsurfaces Using ERT Method" *Earth Surface Processes and Landforms* 28: 1071-1080.
- BİNGÖL, E., DELALOYE, M. ve ATAMAN, G. 1982. "Granitic Intrusions in Western Anatolia: A Contribution to the Geodynamic Study of This Area", *Eclogae Geologicae Helvetiae* 75(2): 437-446.
- DELALOYE, M., BİNGÖL, E. 2000. "Granitoyids from Western and North-western Anatolia: Geochemistry and Modelling of Geodynamic Evolution", *International Geology Review* 42: 241-268.
- DOĞAN, U. 2001. "Kesikköprü-Avcıköy (Kırşehir) Arasındaki Granitoid Kökenli Kayaçlar Üzerinde Klimajeomorfolojik Gözlemler". *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 8: 67-87.
- EMRE, H. 1986. "Orhaneli Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrolojisi", İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Basılmamış), İstanbul.
- ERGİNAL, A. E. 2005. "Orhaneli Çayı (Bursa) Havzasının Aşağı Kesiminin

- Jeomorfolojisi”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi (Basılmamış).
- EROL, O. 1992. *Klima jeomorfoloji*, İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- HARRIS, N. B. W., KELLEY, S. ve OKAY, A. I. 1994. “Post-collision Magmatism and Tectonics in Northwest Turkey”, *Contributions to Mineralogy and Petrology* 117: 241-252.
- LISENBEE, A. 1971. “The Orhaneli Ultramaffic-Gabbro Thrust Sheet and Its Surroundings”, *Geology and History of Turkey* (Ed. A. S. Campell): 349-360, Petroleum Exploration Society of Lybia, Tripoli.
- OKAY, A. I., HARRIS, N.B.W. ve KELLEY, S.P. 1998. “Exumation of Blueschists along a Tethyan suture in northwest Turkey”, *Tectonophysics*, 285: 275-299.
- OKAY, A.I. ve TÜYSÜZ, O. 1999. “Tethyan sutures of northern Turkey”, *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen* (Ed. B. Durand, L. Jolivet, F. Horvath & M. Seranne): 475-515, Geological Society, London.
- OLLIER, C. D. 1969. *Weathering*, T. and A. Constable Ltd., Edinburgh.
- ÖZKOÇAK, O. 1969. “Etude Geologie de Massif Ultrabazique D’Orhaneli et de sa Proche Bordure, Bursa-Turquie”, Thise, Fac. Sci. Üniv., Paris.
- SAYHAN, S. 1999. “Barane Dağı Butoniyeri’nin Morfolojik Etüdü (Kaman-Kırşehir)”, *Türk Coğrafya Dergisi* 34: 563-579.
- TWIDALE, C. R. ve BOURNE, J. A. 1975. “The subsurface initiation of some minor granite landforms”, *Journal of the Geological Society of Australia* V: 22, 477-484.
- TWIDALE, C. R. 1986. “Granite Platforms and Low Domes: Newly Exposed Compartments or Degraded Remnants?”, *Geografiska Annaler* A-68 (1986-4): 399-411.
- TWIDALE, C. R. 1993. “The Research Frontier and Beyond: Granitic Terrains”, *Geomorphology* 7: 187-223.
- TWIDALE, C. R. ve ROMANI, J. R. V. 2004. “Identification of Exposed Weathering Fronts”, *Geodynamica Acta* 17 (2): 107-123.
- UZUN, A. 1995. “Uludağ’da Tor Oluşumu”, *Türk Coğrafya Dergisi* 30: 53-65.
- YALÇINLAR, İ. 1985. “Türkiye’deki Plütonik Masiflerin Jeomorfolojik Karakterleri”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi 1: 15-32.