

# TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2012 Cilt 55 Sayı 1  
January 2012 Volume 55 Number 1

ISSN 1016-9164



**TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI**  
*Chamber of Geological Engineers of Turkey*

# TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2012 Cilt 55 Sayı 1  
January 2012 Volume 55 Number 1

ISBN 1016-9164

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

Sevgi ALTINOK, Volkan KARABACAK, Cahit Çağlar YALÇINER, A.Nejat BİLGİN, Erhan ALTUNEL,  
Nafiye Güneç KIYAK

**Kütahya Fay Zonu'nun Holosen Aktivitesi**

*Holocene Activity of Kütahya Fault Zone*..... 1

Canan TİRYAKİ, Taner EKİCİ

**Çarpışma Sonrası Kalk-Alkalin Yozgat Volkaniklerinin Petrolojisi**

*(Petrology of Post-Collisional Calc-Alkaline Yozgat Volcanics)*..... 19

Bülent ÖZMEN

**Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi**

*The Historical Development of Seismic Zoning Maps of Turkey*..... 43

**Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:**  
GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo  
Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM  
Veri Tabanlarında yer almaktadır.

***Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:***  
*GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology,  
Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database*

**TÜRKİYE JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**  
***Chamber of Geological Engineers of Turkey***





## **Kütahya Fay Zonu'nun Holosen Aktivitesi**

### *Holocene Activity of Kütahya Fault Zone*

**Sevgi ALTINOK<sup>1</sup>, Volkan KARABACAK<sup>1</sup>, Cahit Çağlar YALÇINER<sup>2</sup>  
A.Nejat BİLGİN<sup>3</sup>, Erhan ALTUNEL<sup>1</sup>, Nafiye Güneç KIYAK<sup>4</sup>**

- 1. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir (saltinok@ogu.edu.tr)*
- 2. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Çanakkale*
- 3. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Arkeoloji Bölümü, Kütahya*
- 4. Işık Üniversitesi, Fizik Bölümü, İstanbul*

### **ÖZ**

Batı Anadolu Açılma Bölgesi'nin kuzeydoğu sınırında bulunan Kütahya Havzası BKB-DGD doğrultusunda uzanan bir çöküntü alanıdır ve güney kenarı belirgin bir morfoloji ile Kütahya Fay Zonu tarafından sınırlanmaktadır. Kütahya Fay Zonu boyunca jeolojik, jeomorfolojik ve jeofizik verilerden yararlanılarak yapılan çalışmalar sonucunda bu zonun, kuzey bloğun düştüğü normal fay geometrisine sahip 5 ayrı uzanımdan oluştuğu ve K50-70B doğrultusunda yaklaşık 22 km uzunluğa sahip olduğu ortaya konulmuştur. Paleosismolojik ve arkeosismolojik çalışmalar ise bu uzanım boyunca son 8000 yıl içinde yüzey kırığı oluşturan en az iki depremin meydana geldiğini ortaya koymaktadır. Bu depremlerden ilki M.Ö. 6000'li yıllarda, sonuncusu ise M.Ö. 1800'lü yıllarda Seyitömer Höyüğü'nde hasar oluşturan ve höyüğün terk edilmesine neden olan depremdir. Dolayısıyla, bu çalışmalar Kütahya Havzası'nın güneyini sınırlayan Kütahya Fay Zonu'nun Holosen'de tekrarlanan yıkıcı depremler ürettiğini ve geometrisi gözönünde bulundurulduğunda gelecekte de en az 6.5 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli bulunduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Arkeosismoloji, Batı Anadolu, Kütahya Fay Zonu, Paleosismoloji.

### **ABSTRACT**

*Kütahya Basin which is located near the northeast boundary of the Western Anatolia Extension Region is a depression area that extends in WNW-ESE direction. Southern margin of the basin is bounded by a distinct fault morphology called Kütahya Fault Zone. Geological, geomorphological and geophysical studies on the Kütahya Fault Zone show that this zone consists of 5 different fault branches. Total length of the mapped fault zone is about 22 km in N50-70W direction. Paleoseismological and archeoseismological studies show that there are at least two surface rupturing earthquakes during the last 8000 years. First*

*earthquake was occurred around 6000 BC and the last one was around 1800 B.C. after which the Seyitömer Tell was abandoned. Thus, this study indicates that the Kütahya Fault Zone has produced destructive earthquakes during Holocene and considering the length of the fault zone, it is possible to suggest that the fault zone has earthquake potential at least 6.5 magnitude.*

**Keywords:** *Archaeoseismology,, Kütahya Fault Zone, Paleoseismology, Western Anatolia.*

## GİRİŞ

Batı Anadolu, tektonik olarak dünyanın önemli aktif açılma alanlarından biridir. Bölgede erken Miyosen-Pliyosen zaman aralığında başladığı ileri sürülen bu tektonik rejim, D-B doğrultusunda gelişmiş fay zonlarının yer aldığı bir açılma bölgesi oluşturmaktadır (Dumont vd. 1979, Angelier vd. 1981, Şengör 1987, Seyitoğlu ve Scott 1991, 1992, Cohen vd. 1995, Koçyiğit vd. 1999, Yılmaz et al. 2000, Alçiçek vd. 2005). Kütahya Fay Zonu (KFZ)'nun da içerisinde bulunduğu KB-GD uzanımlı fay sistemleri ise bu geniş açılma bölgesi ile doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) arasındaki geçiş bölgesinde yer almakta ve Batı Anadolu açılma bölgesinin KD sınırını oluşturmaktadır (Şekil 1.a.).

KFZ, Kütahya şehir merkezinin yakın güneyinde BKB-DGD doğrultusunda uzanan ve belirgin bir morfoloji sunan Kütahya Havzası'nın güneyini sınırlamaktadır (Şekil 1.b). Şaroğlu vd. (1987, 1992), Koçyiğit ve Bozkurt (1997) ve Bozkurt (2001) KFZ'nu aktif bir fay olarak haritalamış ve bu zon içerisindeki fayların Neojen yaşlı kaya topluluklarını ve Kuvaterner yaşlı çökelleri kestiğini ileri sürmüşlerdir (Şekil 1.b). Dahası Barka ve Reilinger (1997)'da GPS hızları ve sismik aktivite verilerini değerlendirerek yaptıkları çalışmalarında, KFZ'ndan Batı Anadolu'daki başlıca faylanmalardan biri olarak söz etmekte ve aktif bir fay olarak nitelendirmektedirler. Daha önce yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar aktivitesi konusunda hemfikir olsalar da, KFZ'nun türü hakkında farklı görüşler öne sürmüşlerdir. Örneğin, Şaroğlu vd. (1987) çalışmalarında

fayın, kuzey bloğun düştüğü eğim atımlı normal bir fay niteliğinde olduğundan söz etmektedir. Ancak özellikle batı bölümünde doğrultu atım morfolojisi taşıdığına dikkat çekerek bu özelliği göz önüne alındığında fayın eğim atımının yanı sıra sağ yönlü doğrultu bileşeninin de olduğunu belirtmektedir. Koçyiğit ve Bozkurt (1997) ve Bozkurt (2001, 2003) yaptıkları çalışmalarında KFZ'nun ana karakteristiğinin normal fay olduğu fikrini beyan etmektedirler. Gürer vd. (2005) ise KFZ'nun sol yanal bileşenli normal bir fay niteliğinde olduğunu ileri sürmektedir.

Çağlar boyu önemli antik yerleşimlerin kurulduğu Batı Anadolu'da tarihsel dönemlerde çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiş, bu depremler doğal yapılarda olduğu gibi, antik yerleşimlerin tarihinde de izler bırakmıştır. Tarihsel kaynaklara (Örneğin Ergin vd., 1967; Guidoboni vd., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1995) ve aletsel deprem kayıtlarına (Tan vd. 2008) bakıldığında KFZ üzerinde kayıt edilmiş büyük bir deprem bulunmamaktadır. Bununla birlikte, tarih boyunca pek çok medeniyetin geçiş güzergahı olmuş ve bu medeniyetlere ev sahipliği yapmış Kütahya Havzası çevresinde tarihsel dönemlerde meydana gelmiş yıkıcı depremlerle ilişkili olabilecek bazı arkeolojik izler bulunmaktadır.

Bu çalışmada, KFZ boyunca Kütahya şehir merkezinin yaklaşık 15 km güneydoğusu ile 25 km kuzeybatısı arasında kalan alanda jeolojik, jeomorfolojik, sığ jeofizik ve paleosismolojik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen veriler ile Kütahya'nın yaklaşık 25 km kuzeybatısında yer alan antik yerleşim yerinde

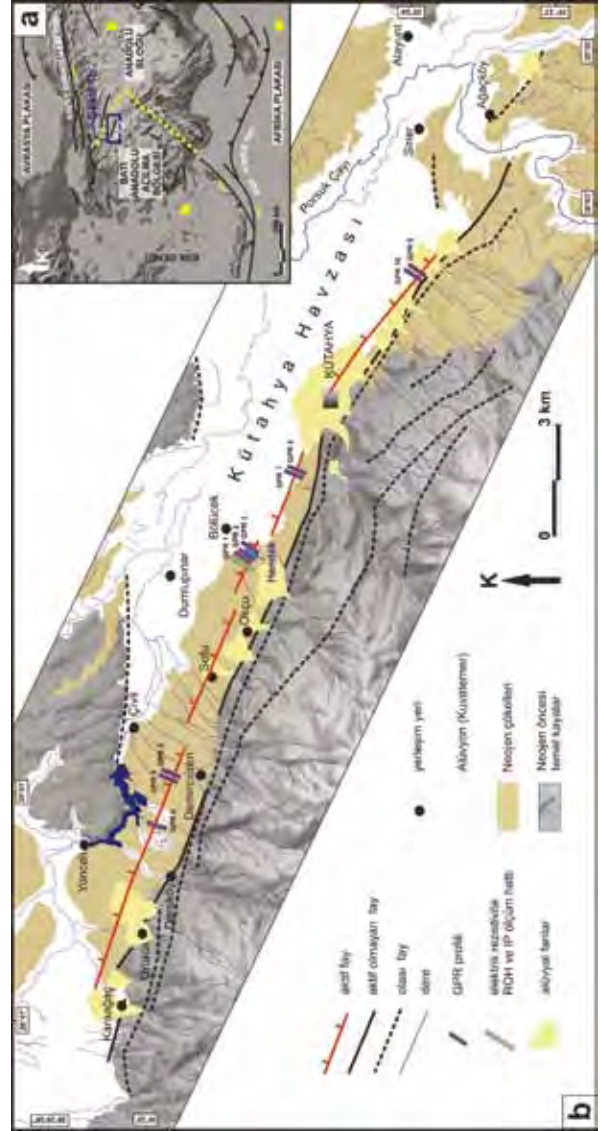
bulunan arkeolojik kalıntılardan elde edilen veriler birlikte değerlendirilerek yorumlanmıştır. Böylece, KFZ ve ilişkili yapılar Kütahya havzası içinde kalan kesiminde haritalanarak, aktivitesi, geometrisi ve deprem parametreleri ortaya konulmuştur.

## JEOLJİK VE JEOMORFOLOJİK GÖZLEMLER

KFZ, Batı Anadolu Açılma Bölgesi'nin kuzeydoğu sınırında, K60B doğrultusunda yaklaşık 40 km boyunca uzanan ve belirgin çöküntü morfolojisi sunan Kütahya Havzası'nın güneyini sınırlamaktadır (Şaroğlu vd., 1987, 1992). Bu kesiminde Kuvaterner öncesi kayaların temel oluşturduğu belirgin bir topografik yükselim ile sınırlanan havzanın kuzey kesiminde ise nispeten daha düşük bir topografik yükselti, bölgeye bir çöküntü alanı özelliği kazandırmaktadır. Kuvaterner çökellerinin doldurduğu Kütahya Havzası bu yükseltiler arasında geniş bir düzlük sunmaktadır (Şekil 1.b).

Bu çalışma kapsamında, havzanın güneyini ve kuzeyini sınırlayan bu çizgisellikler ayrıntılı incelenmiştir. Havza kuzeyinde yapılan arazi çalışmaları, ana kayalarda fayların bulunduğunu, ancak bu fayların Pliyosen ve sonrası birimleri kesmediğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla, havzanın kuzeyinde aktif bir zonun varlığına rastlanılmamıştır. Önceki çalışmalarda (Koçyiğit ve Bozkurt, 1997) genel anlamda Kütahya Havzası'nın güneyini sınırlayan keskin çizgiselliklerin fay kontrollü olduğu ileri sürülmüştür. Bu çizgisellik, Neojen ve öncesi jeolojik birimlerin de dokanağını oluşturan eski fay düzlemleridir (Şekil 2a). Bu düzlemlerin üzerinde bulunduğu çizgisel hat boyunca aktif faylanmaya ait veriler (örneğin, Kuvaterner çökellerini kesme ilişkisi, drenaj sistemi kontrolü

gibi) gözlemlenemediği için bu faylar aktif olmayan faylar olarak ele alınmıştır (Şekil 1.b).



Şekil 1. a. Kütahya Fay Zonu'nun konumu, b. Çalışma alanının ayrıntılı jeoloji haritası

Figure 1.a. Location of the Kütahya Fault Zone b. Detailed geological map of the study area.

Genellikle fay düzlemleri ile temsil edilen havza güneyindeki bu sarılığın birkaç yüz metre kuzeyinde bulunan bir diğer morfolojik yapı ise

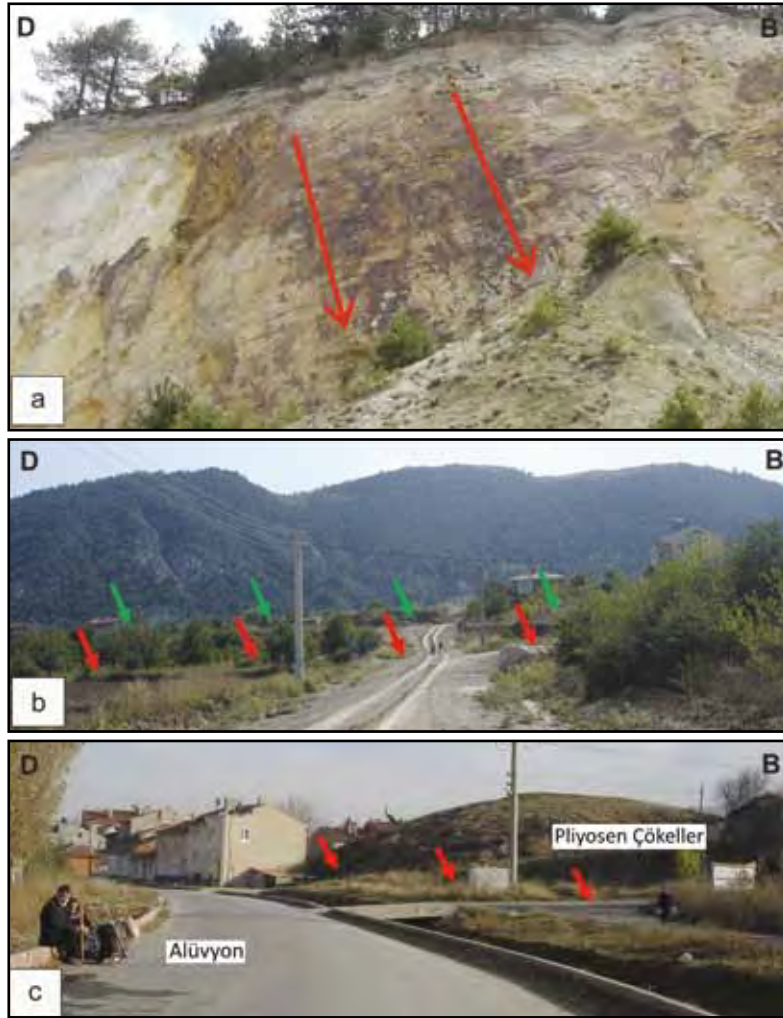
(Şekil 2.b), bu uzanımın aktif faylanma sonucu oluşmuş olabileceğini gösteren bazı veriler sunmaktadır. Her ne kadar şehir merkezinde yoğun yapılaşmadan dolayı faylanmaya ait doğrudan gözlemler yapılamasa da, birbirine paralel sokaklarda gözlenen ani kot değişimi aynı doğrultu boyunca uzanmaktadır. Belirgin şekilde izlenebilen bu kot değişimleri şehir merkezinin üzerinde yerleştiği Kuvaterner çökellerde, insan müdahalesine rağmen, yaklaşık 1 ile 3 metre arasında değişen düşey yer değiştirmenin varlığına işaret etmektedir (Şekil 2b ve 2c). Haritaya konulduklarında belirli bir doğrultu boyunca takip edilebilen bu morfolojik sarplıkların güneydeki aktif olmayan fay düzlemlerine az çok paralel oluşları, yüksekliklerinin doğrultu boyunca benzer değerlere sahip olmaları bu uzanımın aktif faylanma sonucu oluşmuş olabileceğini gösteren verilerdir.

## **SIĞ JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**

Çalışma alanında yapılan jeolojik ve jeomorfolojik gözlem lokasyonları harita üzerine işaretlendiğinde, belirli bir doğrultu üzerinde dizildiği dikkati çekmektedir. Özellikle

morfolojide görülen ani değişimlerin yüzeysel mi yoksa derine doğru uzanan bir jeolojik yapı mı olduğunu belirlemek amacıyla siğ jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaçla belirlenen 5 ayrı lokasyonda 250 MHz 'lık anten ile morfolojide görülen yapıyı dik şekilde kesen GPR (Ground Penetrating Radar) profil bilgileri toplanmış, detay taramaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ham veriler çeşitli filtreler kullanılarak işlenmiş ve profiller yorumlanmıştır. Her bir profilde yüzeyden maksimum 9 metre derine inilmiştir ve 250 MHz antenin hata payı yatayda  $\pm 10$  cm dir.

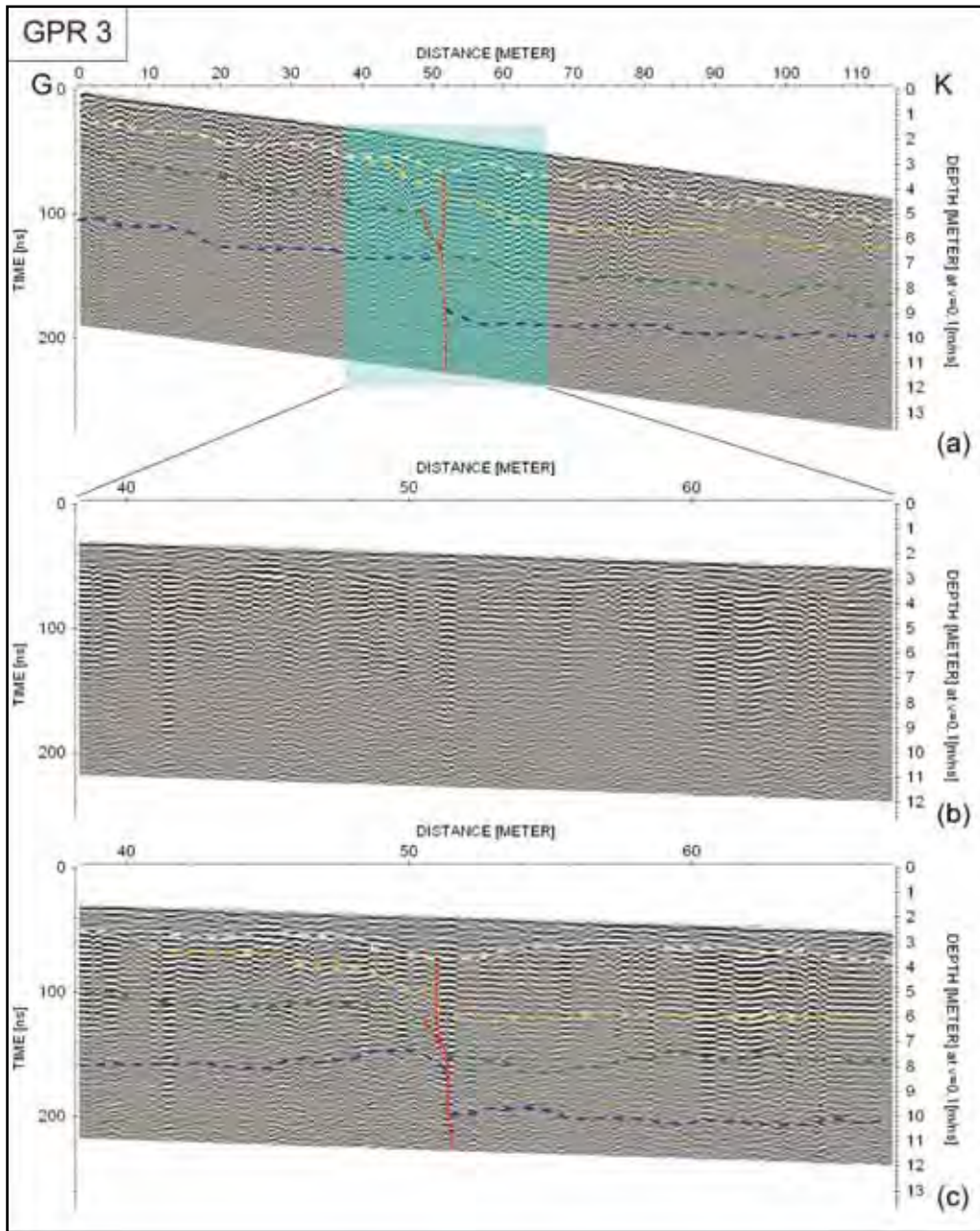
GPR profillerinde birimlerin litolojik özelliklerine bağlı olarak elde edilen kontrastlardan yararlanılarak yatay reflektörler belirlenmiştir. Yorumlanmış profillerde gözlenen yatay reflektörler, farklı stratigrafik seviyelerin alt sınırlarını oluşturmaktadır ve bu seviyeler şekillerin üzerinde kesikli çizgilerle mavi, yeşil, turuncu ve sarı renklerde gösterilmiştir (Şekil 3.a). Bu profillerde gözlenen kırmızı renkteki çizgilerin bulunduğu kesim ise olası süreksizlik zonu olarak yorumlanmıştır. Bu makalede örnek olarak, süreksizlik zonu ve stratigrafik birimlerin en iyi şekilde gözlenebildiği 3 numaralı GPR profilinin yorumlanmış şekli verilmiştir (Şekil 3.c).



- Şekil 2. a.** Evliya Çelebi Mahallesi'nin güneyini sınırlayan fay aynası. Bakış yönü yaklaşık güneydir ve kırmızı oklar fay aynası üzerindeki çizik ve olukların yönünü göstermektedir (GPS Koordinatları: Y: 753535.49 X:4368304.26).
- b. Kütahya şehir merkezi batısında aktif ve aktif olmayan faya ait morfoloji (yeşil oklar Pliyosen öncesi-üst Pliyosen sınırını oluşturan eski fay düzlemini, kırmızı oklar üst Pliyosen-Kuvaterner sınırını oluşturan aktif fay morfolojisini göstermektedir). Bakış yönü güneye doğrudur (GPS Koordinatları: Y:752908.49 X:4369540.25).
- c. Kütahya şehir merkezi yakınlarında fay uzanımı üst Pliyosen çökelleri ile Kuvaterner alüvyonların kontağını oluşturmaktadır. Kırmızı oklar bu iki birim arasında kontağı oluşturan fayın doğrultusunu işaret etmektedir. Bakış yönü güneydoğudur (GPS Koordinatları: Y: 753488.49 X: 4368822.26).

- Figure 2.a** A North dipping fault plane near the Evliya Çelebi quarter. View towards south. Red arrows show the direction of fault slickenlines and grooves (GPS coordinates: Y: 753562.1 X:4368309).
- b. Morphology related to active and inactive faults at the western side of Kütahya city center (Green arrows indicate the old fault system which form the boundary of upper Pliocene and Pre-Pliocene). The view is towards to south (GPS coordinates: Y:752935.1 X:4369545).
- c. The extension of fault at near the city center of Kütahya is formed the boundary of Pliocene sedimentary and Quaternary alluvium. View towards southeast (GPS coordinates: Y: 753515.1 X: 4368827).





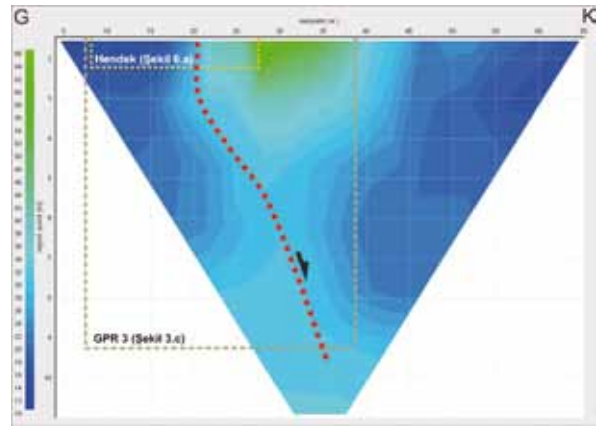
**Şekil 3.** Kütahya şehir merkezinin yaklaşık 5 km kuzeybatısında 3. GPR profilinin alındığı lokasyon. a. İşlenmiş ve yorumlanmış GPR profili, b. İşlenmiş ve ayrıntı görüntü (Şekil 3.a’da mavi ile belirtilmiş alan), c. Ayrıntı görüntünün yorumlanmış şekli (kesikli çizgiler olası tabaka alt sınırını, kırmızı çizgiler süreksizlik zonlarını göstermektedir).

**Figure 3.** Location of the GPR Profile 3, approximately 5 km northwest of Kütahya city center. a. Processed and interpreted GPR profile, b. Detailed GPR image of the faulted part (blue area in figure 3.a) c. Interpretation of detailed image (discontinuous lines show the lower boundary of the layer, red lines show the zone of discontinuity).

Yeraltı radarı (GPR) ölçüm sonuçlarına göre birimlerin ve süreksizlik zonunun en net olarak gözlemlendiği GPR-3 profilinin bulunduğu lokasyonda, süreksizlik zonunun daha derinlere doğru devamlılığının araştırılması amacıyla elektrik özdirenç (rezistivite) (ROH) ve yapay polarizasyon (uçlaşma) (IP) çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen ham profiller ölçekli hale getirilerek yorumlamalar kolaylaştırılmıştır. 24 adet elektrotun zemine 3'er metre aralıklı dizilimiyle yapılan Dipol-Dipol-ROH ölçümünden elde edilen görüntüde 72 metrelik profilin 20. metrelerinde kırmızı çizgi ile gösterilen kısım KFZ'na ait süreksizliği göstermektedir (Şekil 4). Yaklaşık 70 metrelik profilin başlangıç noktası güney bitiş noktası ise kuzey yönündedir. Profil dikkatle incelendiğinde kırmızı çizgi ile belirtilen süreksizliğin her iki tarafında gözlenen mavi renkteki yataya yakın tabakalı birimlerin varlığı ve süreksizliğin kuzey tarafındaki birimlerin güneydekilere oranla daha aşağıda devam ettikleri net olarak tespit edilmiştir (Şekil 4). Rezistivite profilinde yeşil rengin gözlemlendiği alan, süreksizliğin kuzey kesimindeki bloğun düştüğü ve bu alanda farklı bir malzemenin biriktiği görüntüsünü vermektedir. Yeşil ile gösterilen özdirenç değerinin mavi alanlara göre daha yüksek özdirenç değerlerini simgelemesi, bu alanda daha kaba taneli ve/veya su içeriği daha düşük malzemeler çökeldiğini göstermektedir. Dolayısıyla rezistivite görünümü, kaba taneli kolüvyal çökellerle ön tarafının doldurulduğu normal faylanmaya bağlı bir morfolojiyi yansıtmaktadır Şekil 4'de Dipol-Dipol dizilimli-ROH ölçümünden elde edilen profil üzerinde sarı renkle belirtilmiş olan kesim arazide hendek çalışmasının yapıldığı yeri temsil etmektedir. Paleosismolojik çalışmalar kapsamında açılan hendek duvarlarının loglanması sonucu elde edilen görüntü hem Elektrik rezistivite ölçümünden elde edilen görünüm hem de arazide gözlenen fay morfolojisi ile tutarlıdır.

## PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

Jeolojik, jeomorfolojik ve sıg jeofizik çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu Kütahya şehir merkezinin yaklaşık 4 km kuzeybatısında Okçu ile Bölücek köyleri arasında Kuvaterner ile Üst Pliyosen yaşlı birimlerin sınırına yakın bir kesimde olası fay uzanımını dikine kesecek bir hendek kazısı yapılmıştır (Şekil 1.b ve 5).



**Şekil 4.** Dipol-Dipol dizilimli-ROH ölçümünden elde edilen elektrik rezistivite profili. Kırmızı çizgi profile görülen olası süreksizliği temsil etmektedir. Sarı noktalar ile çevrili alan süreksizlik üzerinde açılan hendek kazısını, yeşil kesikli çizgiler ile çevrili alan ise GPR 3 profilini göstermektedir.

**Figure 4.** Electric resistivity profile with Dipol-Dipol sequence ROH measurement. Red line represents the probable discontinuity. The area limited with yellow dots represents the location of the trench and the area limited with green discrete represents the location of GPR 3 profile.

Yaklaşık 35 metre uzunluk ve 2.5 metre derinlikte açılan bu hendeğin duvarlarında çok sayıda farklı sedimenter birim ayırt edilmiştir. Tam olarak pekişmemiş olan killi siltli birimler

hendek duvarının yaklaşık 17. metresinde aniden kesilmektedir (Şekil 6.a, 6.b ve 6.c). Bu kesimde, hendek tabanından itibaren 3 farklı sedimanter birim (kırmızı kumlu kil, çakıllı-killi yeşil silt ve altere sarı silt) yaklaşık 1.5 m yüksekliğe kadar net şekilde gözlenen fay boyunca benzer miktarlarda (yaklaşık 60 cm) ötelenmektedir. Bu fay uzanımı yüzeyden 30 cm derine kadar belli belirsiz uzanmaktadır. Bu kesimde, altere sarı silt üzerine gelen kum ara katkılı çakıl birimi ise daha az miktarda (yaklaşık 40 cm) yer değiştirme sergilemektedir. Bu birimdeki daha düşük yer değiştirme miktarı bu fay kolu üzerinde en az iki ayrı olayın varlığını göstermektedir (Şekil 6.a ve 6.b).

Bu çalışmada hendek duvarlarında görülen yer değiştirmelerin dolayısı ile geçmişte meydana gelen depremlerin tarihlerini tespit edebilmek amacıyla Optically Stimulated Luminescence (OSL) yaşlandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem jeolojik olarak gömülen materyallerin gömülme tarihlerinin hesaplanmasında kullanılan, gün ışığına maruz kalan materyalin elektronlarını serbest bırakması temeline dayanarak yaş tayini yapılabilen bir yöntemdir.

OSL yaşlandırılması yapılmak üzere faylanmaların yaşlarını tayin edebilmek amacıyla hendek duvarının 3 farklı seviyesinden OSL1, OSL2 ve OSL3 adı verilen örnekler alınmıştır.



**Şekil 5.** Okçu hendeği genel görünümü. Kırmızı oklar morfolojik sarplığı ve hendeğin içerisinde fayın gözleendiği kesimi işaret etmektedir. Bakış yönü kuzeye doğrudur.

**Figure 5.** General view of the Okçu trench site. Red arrows indicate the area where we monitored the fault . View towards north.

Örneklerin alındıkları seviyeler arasındaki alt-üst ilişkisi yaş analizi sonuçlarını doğrular niteliktedir (Şekil 6.a). Alınan örneklerden elde edilen yaş

sonuçları Tablo 1’de verilmektedir. Hendek duvarında gözlenen muhtemel iki depremin ilki altere sarı silt biriminin çökmesi sonrasında

meydana gelmiştir. Bu birimin üst seviyelerinden alınan OSL 2 örneği (M.Ö. 6350±890) günümüzden yaklaşık 8000 yıl önce meydana gelmiş bir depremin alt sınırını vermektedir. Bu birim üzerinde çökelen ve göreceli olarak daha az bir yer değiştirme sergileyen kum ara katlı çakıl birimi ise, çökeli mi sonrasında meydana gelen muhtemel bir diğer depremin alt sınırını vermektedir. Bu birim içerisinde alınan OSL 3 örneği (M.Ö. 5960±460) ise bu depremin M.Ö. 5000 yılından sonra meydana geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, kum ara katlı çakıl biriminin üst sınırı bir aşınma düzlemi görüntüsü sunmaktadır. Bu durum daha genç depremin OSL 3 örneğinden çok daha sonra gerçekleşmiş olabileceğinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

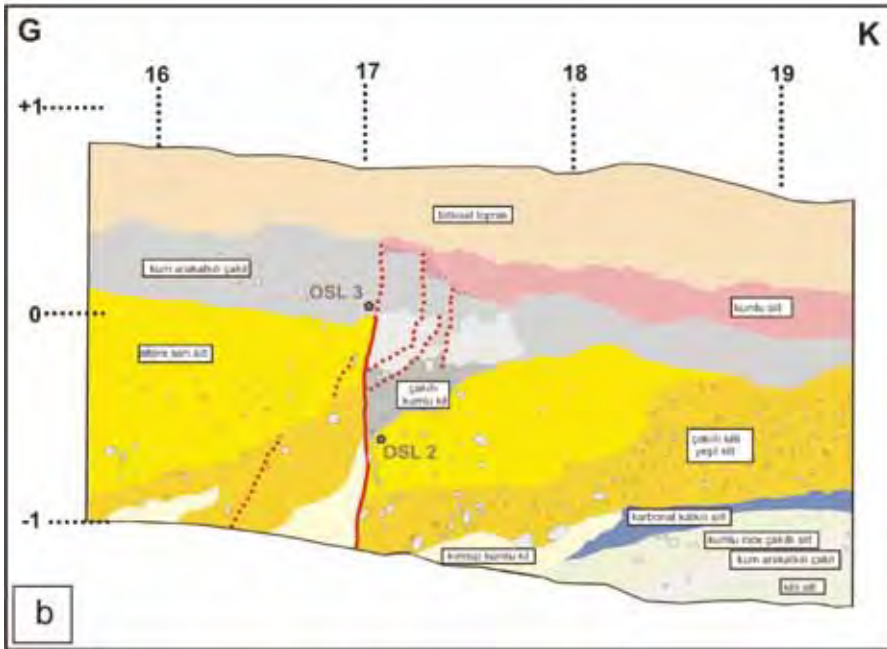
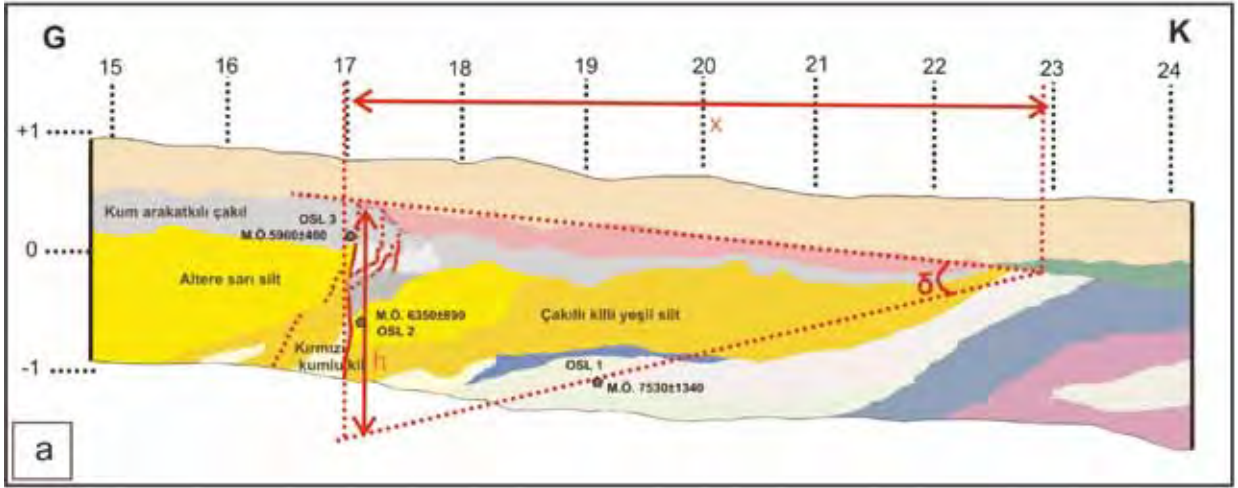
OSL 1 örneği fayın kuzeyinde, yani tavan blok kesiminde gözlenen güneye doğru 5° ile 20° arasında değişen eğimlere sahip birimlerden alınmıştır (Şekil 6.a). Bu örneğin yaşı M.Ö. 7530±1340'lı yılları vermiştir. Bu yaşlandırmaların sonuçları fay kinematığının anlaşılması açısından oldukça önemlidir ancak OSL 1 örneğinde olduğu gibi analizlerin bazılarının hata payları oldukça geniş bir zaman aralığını kapsayabilmektedir. Hendek tabanına yakın birimlerin faya doğru eğimli olmaları, birimlerin orijinal konumlarının değiştiğinin göstergesidir çünkü bu tür bir ortamda birimlerin yamaç eğimine az çok paralel çökelmeleri beklenir. Birimlerin güneye doğru eğimli olmaları muhtemelen fayın aktivitesine bağlıdır ve bugünkü eğimi kazanabilmeleri için fay düzlemi üzerinde yaklaşık 2 metrelik (h) bir düşey yer değiştirme meydana gelmiş olması gerekmektedir (Şekil 6.a). Güneye eğimli birimlerin yaşı yaklaşık 9540 (G.Ö.) yıldır (OSL 1). Bu süreçte meydana gelen 2 metrelik yer değiştirme bu fay üzerinde yıllık en az 0.2 mm düşey kayma hareketinin varlığını ortaya koymaktadır. OSL 2 ve OSL 3 örnekleriyle

yaşlandırılan iki ayrı faylanma ile bunlara ait yaş- yer değiştirme oranı analiz sonuçlarındaki (Tablo 1) hata oranı ile birlikte düşünüldüğünde sonuçlar görece uyumlu görülmektedir.

## ARKEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

Bir bölgenin arkeosismolojik potansiyelinin araştırılmasında en önemli verileri yerleşik yaşama dair kalıntıları barındıran höyükler sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında bölgedeki yerleşimlerin en önemlilerinden olan, Kütahya şehir merkezinin yaklaşık 25 km kuzeybatısında yer alan ve günümüzde üzerinde kazıların halen devam ettiği Seyitömer Höyüğü'nde arkeosismolojik gözlemler yapılmıştır (Şekil 7). Höyükteki kültür katmanlarında gözlenen hasarlar incelenerek mevcut hasarların geçmişte meydana gelen depremlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Höyükte Geç-Orta ve Erken Tunç (M.Ö.3000- M.Ö. 1800) dönemine ait yaşam katının hemen her yerinde gözlenebilen yangın izleri mevcuttur (Şekil 8.a). Bu dönemde su terazisi gibi aletler kullanarak düzgün şekilde yapılmış olmaları beklenen yollar ve taban blokları çoğunlukla dalgalı hale gelmiştir (Şekil 8.a). Höyüğün Orta Tunç dönemine ait katmanı K80°B ve K50°B doğrultulu iki adet kırık tarafından boydan boya kesilmektedir (Şekil 8.b). Kırıklar yakından incelendiğinde eğimlerinin dike yakın olduğu ve üzerlerinde herhangi bir yer değiştirme olmadığı, açılma çatlakları oldukları görülmektedir (Şekil 8.b). Yine Tunç dönemi yapılarının duvarlarında şiddetli yer sarsıntısının karakteristik özelliği olan genelde güneye doğru devrilmiş sistematik yıkımlar dikkati çekmektedir (Şekil 8.c).



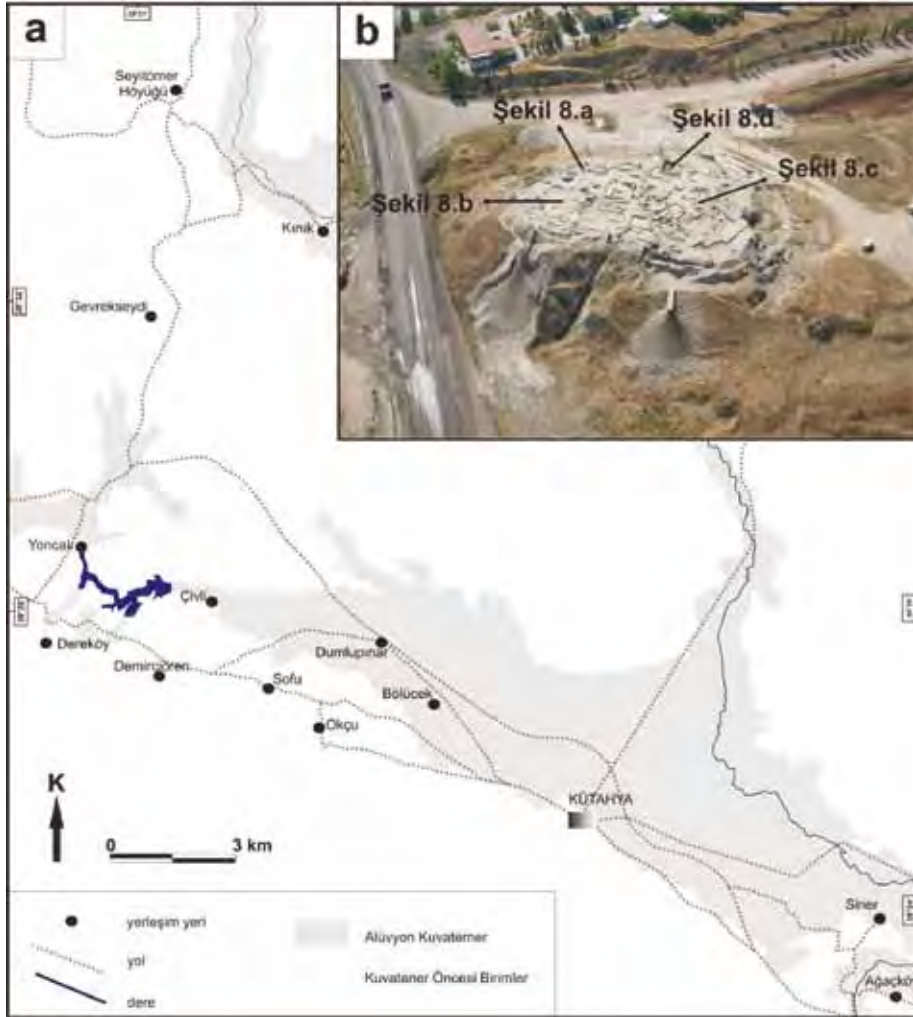
**Şekil 6.** a. Okçu hendeki batı duvarı logu 15-24. metreleri arasındaki log çizimi ve OSL örnekleri. OSL 1 örneğinin alındığı birim ile morfolojinin genel eğimi arasındaki  $\delta$  açısı ortalama  $20^\circ$  dir.  $\delta$  açısından yararlanılarak h ile gösterilen düşey yerdeğiştirme miktarı yaklaşık 2 metre olarak hesaplanmıştır. b. Okçu hendeki batı duvarı 16.-19. metreler arası ayrıntılı log çizimi. c. Hendek batı duvarında 17. metrede gözlenen faylanmaya ait izler (kırmızı çizgilerle gösterilmiştir).

**Figure 6.** a. Log of the western wall of Okçu trench, between 15 and 24 meters and OSL sample locations. The angle between the unit where the OSL 1 sample is taken and general slope is ( $\delta$ ) approximately  $20^\circ$ . Vertical offset (h) is calculated approximately 2 meter using the  $\delta$  angle. b. Detail log of the western wall of Okçu trench, between 16 and 19 meters. c. Faults at the western wall of trench.

**Çizelge 1.** Hendek ve Seyitömer Höyüğü'nden alınan numunelerin OSL yaş analiz sonuçları.

**Table 1.** OSL Dating results from trench and Seyitömer tell.

Örnek No	Yer	Derinlik (cm)	Yaş G.Ö. (binyıl)	Doz Gy	(n)	Hesaplanan
OSL1	Kütahya	160	9.54±1.34	30.11±4.22	11	M.Ö. 7530±1340
OSL2	Kütahya	130	8.32±0.50	26.33±1.55	14	M.Ö. 6350±890
OSL3	Kütahya	70	7.97±0.46	25.40±1.46	8	M.Ö. 5960±460
S1	Kütahya	-	3.88±0.10	12.66±0.30	13	M.Ö. 1870±100
S2	Kütahya	-	3.80±0.25	12.59±0.82	17	M.Ö. 1790±250
S3	Kütahya	-	3.93±0.12	13.03±0.36	12	M.Ö. 1920±120



**Şekil 7.** Kütahya Şehir merkezi ve Seyitömer Höyüğü'nün konumunu gösterir harita.

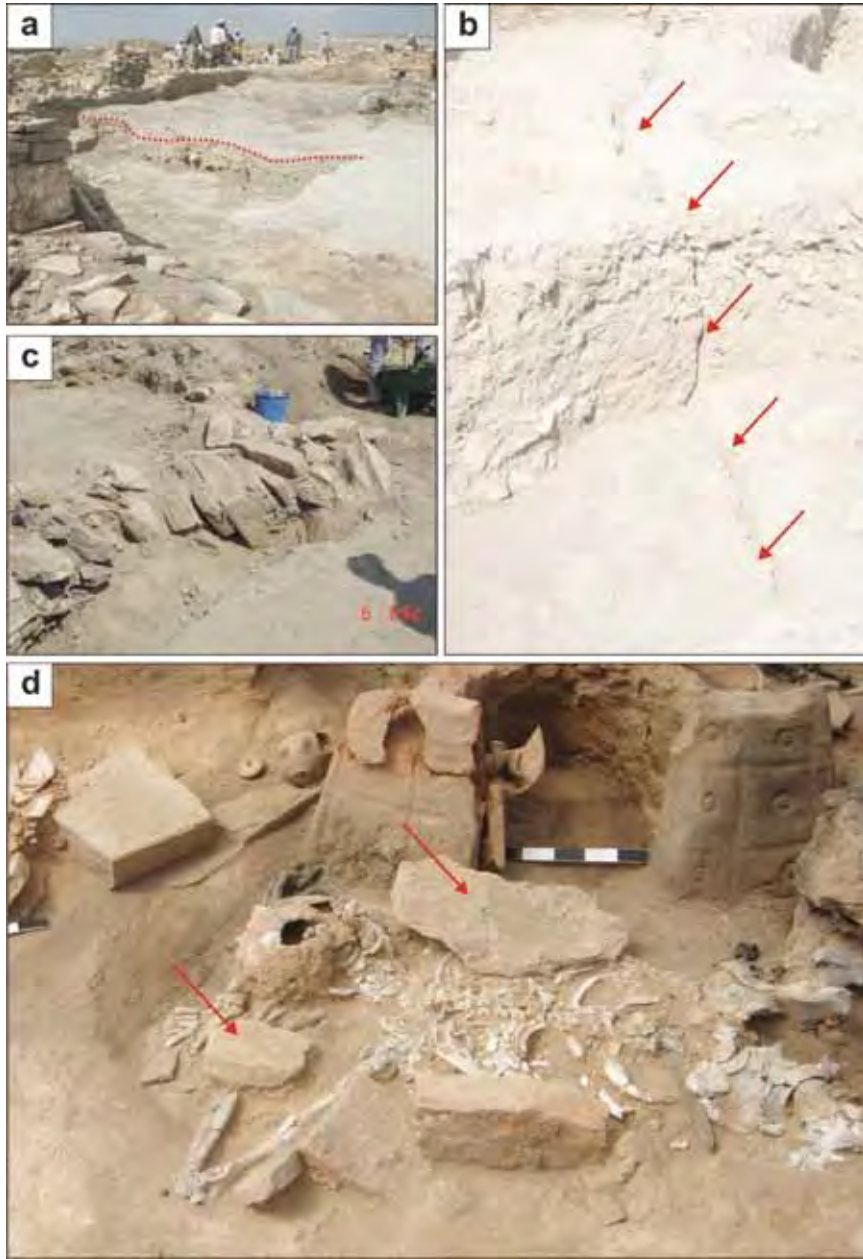
**Figure 7.** a) Map shows the Kütahya city center and location of the Seyitömer Tell. b) A view of the Seyitömer Tell.

Höyük alanında Orta Tunç dönemine ait yaşam seviyesinde kapalı mekânlar içerisinde insan iskeletleri ortaya çıkmıştır. İskeletlerin konumları göz önünde bulundurulduğunda, ani bir yıkımdan kaçış sırasında öldükleri şeklinde yorumlanmıştır. İskeletlerin üzerlerine düşmüş bloklar, böyle bir yıkım yorumunu destekler niteliktedir (Şekil 8.d).

Höyükte M.Ö.1800'lerde meydana gelen büyük yıkımın ardından yaklaşık 1300 yıllık bir dönem boyunca insan yerleşimine rastlanmamaktadır. Bu süreçte bölgede yerleşimin olmaması arkeologlarca höyükte yaşanan büyük

yıkım sonrası insanların bölgeyi terk etmiş oldukları şeklinde yorumlanmaktadır (G. Coşkun, 2009, sözlü görüşme). 1300 yıllık bu boşluğun ardından höyükte M.Ö. 500'lü yıllara tarihlenen Helenistik döneme ait kalıntılar bulunmuştur.

Höyükte hasarların gözlendiği yapıların yaşları her ne kadar yapıların karakteristik özelliklerine göre arkeologlarca belirlenebilmişse de bu yıkımdan ötürü hasar gördüğü tespit edilen seramik eşyalarda OSL yaşlandırılması yapılmıştır. Bu yaşlandırmalar sonucunda elde edilen yaşlar; S1, S2 ve S3 adları altında Çizelge 1'de verilmiştir.



**Şekil 8.a.** Höyükte Geç-Orta ve Erken Tunç dönemine ait yaşam katının hemen her yerinde gözlenebilen yangın izleri ve taban deformasyonuna bir örnek, b.Orta Tunç dönemine ait katmanı boydan boyda kesen kırıkların biri, c. Höyüğün tamamında güneye doğru sistematik bir şekilde yıkılan duvarlara bir örnek, d. Orta-Geç Tunç dönemine ait seviyede göçük altında kalmış olan insan iskeletleri ve üzerlerine düşmüş konumda bulunan yapı taşları.

**Figure 8.** *Fire traces and deformation on the floor. This type of damage is visible almost everywhere on the tell at Late-Middle and Early Bronze age level. b. A fracture extends throughout the Middle Bronze period layer c. Systematically collapsed wall, this type of damage can be seen every part of the tell. d. Human skeletons under a collapsed building at the Middle-Late Bronze age layer.*



## TARTIŞMA VE SONUÇ

KFZ, Batı Anadolu açılma bölgesinin kuzeydoğusunda yer alan ve yaklaşık BKB-DGD doğrultusunda belirgin bir morfoloji sunan Kütahya Havzası'nın güneyini sınırlamaktadır. Havzanın güneyinde birbirine az çok paralel uzanan faylar bölgede temel kayalar ile Neojen yaşlı çökeller arasındaki sınırı oluşturmakta ve fay düzlemleri ana kaya içinde belirgin şekilde görülmektedir. Bu hat boyunca aktif faylanmaya ait veriler (örneğin, Kuvaterner çökellerini kesme ilişkisi, drenaj sistemi kontrolü gibi) gözlemlenemediği için bu faylar, Neojen öncesi dönemde gelişmiş faylar olarak ele alınmıştır. Genellikle fay düzlemleri ile temsil edilen havza güneyindeki bu sarplığın birkaç yüz metre kuzeyinde bulunan bir diğer morfolojik sarplık ise, bu uzanımın aktif normal faylanma sonucu oluşmuş olabileceğini gösteren veriler sunmaktadır. Bu veriler; 1) morfolojik sarplıkların güneydeki fay düzlemlerine az çok paralel oluşları, 2) bu sarplıkların, haritaya konulduklarında belli bir doğrultu boyunca takip edilebilmeleri, 3) sarplıkların yüksekliklerinin doğrultu boyunca benzer değerlere sahip olmaları, 4) sarplıkları kesecek şekilde alınan GPR profillerinde sarplığın olduğu yerlerde derinlerde de (yaklaşık 9 metreye kadar) anomaliler elde edilmesi, 5) sarplıkları kesen rezistivite ölçümlerinde anomaliler görülmesi, 6) sarplığı kesecek şekilde açılan hendekte güncel çökelleri kesen fayların görülmesidir.

Normal faylanmanın egemen olduğu alanlarda, Hancock ve Barka (1987)'nin da belirttiği gibi faylanmanın havza içine doğru ilerlediği yaygın olarak görülmektedir. Ayrıca, 1 Ekim 1995 Dinar depreminin yüzey kırığı incelendiğinde, yüzey kırığının ana fayı takip etmediği ve ana faydan değişik mesafelerde tavan bloğunda az çok faya paralel geliştiği görülmüştür (Eyidoğan ve Barka 1996, Altunel vd. 1999).

Bu bilgiler doğrultusunda, Kütahya Havzası'nı sınırlayan ve fay aynaları ile temsil edilen fay zonunun aktif olmadığı, bunun kuzeyinde tavan blokta gelişmiş ve morfolojik sarplıklarla temsil edilen zonun aktif olduğu söylenebilir. Bu uzanım, Kütahya şehir merkezinin yaklaşık 5 km güneydoğusu ile 17 km kuzeybatısı arasında kalan alanda yaklaşık 22 km boyunca uzunlukları 2 ile 8 km arasında değişen 5 ayrı fay parçası şeklinde haritalanmıştır (Şekil 1b). Bu uzanımlardan şehir merkezi doğusunda kalan 5 km uzunluğundaki fay, Miyosen-Kuvaterner sınırını oluşturmakta, şehir merkezinde ise tamamıyla güncel çökellerde gözlenmektedir. Şehir merkezinin hemen batısındaki 2.5 km'lik fay ise Pliyosen-Kuvaterner sınırında gözlenmektedir. Daha batıda, sola sıçramalı olarak uzanan 3 fay ise Pliyosen birimleri içerisinde gelişmiştir. Bu 5 fay uzanımı arasında gözlenen sıçramalı sınırların genişliği 1 km'den daha azdır. Dahası, bu sıçrama alanlarında, fay uzanımı üzerinde oluşabilecek bir yüzey kırığını durdurabilecek nitelikte herhangi bir engelleyici etmen (farklı bir jeolojik kütle ve/veya basınç sırtı gibi) bulunmamaktadır.

Çalışma alanı çevresinde kalıntıları korunmuş ve günümüzde üzerinde kazıların devam ettiği Seyitömer Höyüğü KFZ'na yaklaşık 25 km mesafede bulunmakta ve tarihsel depremlere ait önemli izler içermektedir. Höyükteki ilk yerleşimin Erken Tunç dönemine (M.Ö. 3000'li yıllar) kadar uzandığı bilinmektedir. Orta ve Geç Tunç döneminde de devam eden höyük yaşamı bu dönem sonlarında aniden kesilmektedir. Bu dönem kalıntılarının izlendiği yaşam katında yapılan gözlemlerde yıkıcı büyüklükte bir depreme ait izler tespit edilmiştir. Büyük bir depremi işaret eden bu izlerin gözlemlendiği yaşam seviyesinde höyük terk edilmiş ve sonrasında Helenistik dönem başlarına kadar herhangi bir yerleşim olmamıştır. Höyükte Orta-Geç Tunç dönemlerine ait yaşam katlarında

gözlenen ve tarihsel bir depreme ait olabileceği düşünülen hasarların bulunduğu seviyede farklı noktalardan alınan seramik örnekleri OSL yaşlandırma yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu analizler hasarların M.Ö. 1800'lü yıllarda meydana geldiğini göstermektedir.

Bu çalışma kapsamında yapılan paleosismolojik çalışmalar KFZ üzerinde son 8000 yıl içinde iki adet depremin varlığını ortaya koymaktadır. Hendekten alınan örnekler OSL yöntemi ile yaşlandırıldığında bu iki depremin ilkinin M.Ö. 6000'li yıllarda ikincisinin ise M.Ö. 5000 yılından daha sonra meydana gelmiş olduğu tespit edilmiştir. Mevcut paleosismolojik veriler, KFZ üzerinde meydana gelen en son depremin M.Ö. 5000 yılından sonra meydana geldiğini ortaya koymasına rağmen depremin kesin yaşı hakkında bilgi vermekte yetersiz kalmaktadır. Bununla birlikte, yaşlandırılan birimin üst seviyesinin aşınmış olması, depremin yaşlandırılan seviyenin çökmesinden çok daha sonraki zamanlarda meydana geldiğini göstermektedir. Dolayısıyla, hendek duvarında görülen M.Ö. 5000 yılından sonraki faylanma muhtemelen Seyitömer Höyüğü'nü M.Ö. 1800'lü yıllarda yıkan depremin yüzey kırığıdır.

Hendekte gözlenen birimlerin eğimleri ile yaşlarının karşılaştırılması sonucunda ise KFZ'nun yıllık düşey yer değiştirme miktarı 0.2 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. KFZ üzerinde meydana gelen en son depremin günümüzden yaklaşık 4000 yıl önce Seyitömer Höyüğü'nü de etkileyen deprem olduğu düşünülürse, bu yıllık hareket varsayımı fay üzerinde yaklaşık 80 cm düşey yer değiştirme gerektirir. Bununla birlikte, hendekte gözlenen depremlerdeki yer değiştirme miktarları 20-40 cm arasında değişmektedir. Bu yer değiştirme ve arazide haritalanan toplam aktif fay geometrisi (22 km, normal fay) bir arada düşünüldüğünde, Wells ve Coppersmith'in

(1994) öngörüsü kullanılarak, KFZ'nun yaklaşık 6.5-7 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeli bulunduğu söylenebilir.

Bu çalışmada elde edilen veriler ile KFZ'nun Holosen aktivitesi ortaya konulmuş ve KFZ'nun yüzey kırığı yaratabilecek büyüklükte deprem üretebileceği tespit edilmiştir. Çalışma dönemindeki imkanlar doğrultusunda yapılan paleosismoloji çalışmaları çok genel bilgiler vermiştir. Bu zon üzerinde daha hassas yaşlandırma çalışmalarına ihtiyaç vardır. Böylece KFZ üzerinde geçmişte meydana gelen yıkıcı depremlerin kesin oluş zamanları ve periyotları tespit edilebilir. Bu bilgilerin elde edilmesi, KFZ boyunca değişik ölçeklerde modern yerleşim yerlerinin varlığı da (örneğin Kütahya şehir merkezi) göz önüne alındığında, fay zonunun özelliklerinin belirlenmesi ve depremselliğinin ortaya konulması açısından büyük önem taşımaktadır.

## **KATKI BELİRTME**

Bu makale Sevgi Altınok'un Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanan (Danışman: Prof. Dr. Erhan Altunel) Yüksek Lisans tez çalışmasının bir bölümünü içermektedir. Bu çalışma TÜBİTAK 109Y157 no'lu proje (Yürütücü: Doç. Dr. Volkan Karabacak) tarafından desteklenmiştir. Bu çalışmaya yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan hakemler Prof. Dr. Halil Gürsoy (Sivas Cumhuriyet Üniversitesi) ve Prof. Dr. Serdar Akyüz (İstanbul Teknik Üniversitesi)' e teşekkür ederiz.

## **EXTENDED SUMMARY**

*The WNW-ESE extending Kütahya Basin is located near the northeast boundary of the Western Anatolia Extension Region. The southern margin of the basin is bounded by a distinct morphology*

*of the Kütahya Fault Zone. Faults that extend parallel to each other along this morphology form the boundary between the basement rocks and Pliocene deposits. North facing fault planes are visible on bed rocks. In this study, field observations show that southernmost faults are not active. Present activity continues along the Kütahya Fault Zone which exhibits morphological scarps a few hundred meters north of the main morphology.*

*Geological, geomorphological and geophysical studies on the Kütahya Fault Zone show that this zone consists of 5 branches. This zone has a length of 22 km in N50-70W direction. Paleoseismological studies show that there are at least two surface rupturing earthquakes during the last 8000 years along this extension. First earthquake was occurred around 6000 BC and the last one was around 1800 BC.*

*Remains of the ancient Seyitömer Tell which is located about 25 km north of the Kütahya Fault Zone provide valuable data to document paleoearthquakes. Discriminating seismic deformations in relics of the Seyitömer Tell and attributing them to certain events contributes to a better assessment of recent seismic activities in the region. Damage related to seismic shaking is characterized by systematically collapsed walls, cracked and burned levels and buried human relics under collapsed buildings. Detailed archeoseismological observations suggest that Seyitömer Tell was affected by earthquake around 1800 BC. Although there is no historical record, the earthquake which caused the destruction and the abandonment of the Seyitömer Tell in 1800 BC is probably the last event in paleoseismological study occurred after 5000 BC.*

*Field evidence including geological and geomorphological observations support the Holocene activity of the Kütahya Fault Zone*

*and documented field evidence suggest that the dominant motion is normal along the fault zone. Furthermore, paleoseismological and archeoseismological observations indicate that the Kütahya Fault Zone is an active fault zone and has a capable of earthquake potential at least 6.5 magnitude.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Alçıçek, M. C., Kazancı, N. and Özkul, M., 2005. Multiple rifting pulses and sedimentation pattern in the Çameli Basin, southwestern Anatolia, Turkey. *Sedimentary Geology*, 173, 409–431.
- Altunel, E., Barka, A. and Akyüz, S., 1999. Paleoseismicity of the Dinar Fault, SW Turkey, *TerraNova*, 11, 297-302.
- Ambraseys, N. N. and Finkel, C. F., 1995. The seismicity of Turkey and adjacent areas: a historical review, 1500-1800. Eren Yayıncılık, İstanbul, 240 p.
- Angelier, J., Dumont, J. F., Karamandereci, H., Poisson, A., Şimşek, S. and Uysal, S., 1981. Analyses of fault mechanisms and expansion of southwestern Anatolia since the late Miocene. *Tectonophysics*, 75, 1-9 p.
- Barka, A. and Reilinger, R., 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali di Geofisica*, 40, 587-610.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 3-30.
- Bozkurt, E., 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta*, 16, 61-81.
- Cohen, H. A., Dart, C. J., Akyüz, H. S., and Barka, A., 1995. Syn-rift sedimentation and structural development of the Gediz and Büyük Menderes graben, Western Turkey. *Journal of the Earth Society, London*, Vol.152, pp. 629-638.
- Dumont, J. F., Uysal, S., Şimşek, S., Karamandereci, H. and Letouzey, J., 1979. Formation of the Grabens in southwestern Anatolia. *Bull. Min. Res. Explor. Ins. Turk.*, 92, 7-18 p.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve civarının deprem kataloğu (MS 11 yılından 1964 sonuna kadar) (Earthquake catalogue of Turkey and surroundings from AD 11 to 1964). ITU Maden Fakültesi, Arz Fiziki Enstitüsü Yayınları, No: 24.
- Eyidoğan, H. and Barka, A., 1996. The 1 October 1995 Dinar earthquake, SW Turkey. *Terra Nova* 8, 479-485.
- Guidoboni, E., Comastri, A. and Traina, G., 1994. Catalogue of ancient earthquakes in the Mediterranean area up to the 10th century. ING-SGA, Bologna.
- Gürer, Ö. F., Özbüran, M., Sangu, E. ve Doğan, B., 2005. Kütahya Dolayının Neotetonik İncelenmesi BAPB-Proje No: 2005/14.
- Hancock, P. L. and Barka, A., 1987. Kinematic indicators on active normal faults in western Turkey. *Journ. Struc. Geol.*, 9, 573-584.

- Koçyiğit, A. ve Bozkurt, E., 1997. Kütahya-Tavşanlı Çöküntü Alanının Neotektonik Özellikleri. TUBİTAK Araştırma Projesi, No: YDABÇAG-126, 78s.
- Koçyiğit, A., Yusufoglu, H. and Bozkurt, E., 1999. Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in Western Turkey. Journal of the Geological Society; London, 156,60541 6.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B. C., 1991. Late Cenozoic extension and basin formation in West Turkey. Geological Magazine, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B. C., 1992. The age of Büyük Menderes Graben (West Turkey) and its tectonic implications. Geological Magazine, 129, 239-242.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. MTA yayınları 394 s.(yayınlanmamış)
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kusçu, İ., 1992. Türkiye diri fay haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Şengör, A. M. C., 1987. Cross-fault and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey, Continental extensional tectonics. M.P. Coward, J.F. Dewey, P.L. Hancock, (Eds.), Geological Society Special Publication, 28,575-589.
- Tan, O., Tapırdamaz, M.C. and Yörük, A., 2008. The earthquake catalogues for Turkey. Turkish Journal of Earth Science 17 (2), 405-418.
- Wells, D. L., and Coppersmith, K. J., 1994. New empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No. 4, pp.974-1002.
- Yılmaz, Y., Genç, S. C., Güreş, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, S. and Elmas, A., 2000. When did the Anatolian grabens begin to develop. Geological Society, London, 173, 353-384.

---

Makale Geliş Tarihi : 26.11.2012

Kabul Tarihi : 24.01.2013

*Received* : 26.11.2012

*Accepted* : 24.01.2013





## Çarpışma Sonrası Kalk-Alkalin Yozgat Volkaniklerinin Petrolojisi

*(Petrology of Post-Collisional Calc-Alkaline Yozgat Volcanics)*

Canan TİRYAKI<sup>1</sup>, Taner EKİCİ<sup>2</sup>

1. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140, Sivas

2. Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas  
(tanere7@gmail.com)

### ÖZ

Yozgat Volkanitleri Orta Anadolu'daki Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı içerisinde, Yozgat ilinin ise kuzey-batısında yer almaktadır. Orta-Üst Eosen yaşlı Yozgat Volkanitleri bazaltik andezit, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır. Yozgat Volkanitleri kalk-alkalin karakter sergilemekte olup, elek dokulu plajiyoklaz fenokristalleri ve epitaksitik kuvars ksenokristalleri ile magma karışımının varlığını ispat etmektedir. Ayrıca jeokimyasal incelemeler sonucunda, bazaltik andezitlerden andezitlere doğru olivin+klinopiroksen, andezitlerden dasitlere doğru ise plajiyoklaz+hornblend fraksiyonel kristalleşmesi görülmüştür. Ayrıca kısmi ergime ve kabuksal kirlenmenin etkileri de jeokimyasal olarak izlenmiştir.

Orta Anadolu'da Santoniyen-Kampaniyen döneminde Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolu Avrasya levhasının altına dalmaktadır. Bu dalma batma olayının devamında ise kıta-kıta çarpışması ile İzmir-Ankara-Erzincan Sütur zonu oluşmuştur. Alt-Orta Eosen döneminde alt kıtasal kabuğun kısmi ergimesi ile Yozgat Volkanitleri'ni oluşturan dasitik kayalar oluşurken bazaltik kayalar ise manto kökenli olarak oluşmuştur. Bu bazik ve asidik volkanik kayaların homojen karışımıyla da ortaç bileşimli andezitik kayaların oluştuğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çarpışma sonrası, kalk-alkalin, petroloji, Yozgat Volkanikleri

### ABSTRACT

*Yozgat Volcanics is located in Central Anatolian Crystalline Complex within central Anatolia, and in the northwest of the province of Yozgat. Middle-Upper Eocene Yozgat Volcanics are composed of basaltic andesite, andesite and dacite. Yozgat Volcanics show calc-alkaline character which presence of plagioclase phenocryst with sieve texture and epitaxitic quartz xenocrystals prove magma mixing. Besides, geochemical analyses show that there are olivine-clinopyroxene fractionation from basaltic andesite to andesite, and plagioclase-hornblende fractionation from andesite to dacite. In addition to that*

*it has been observed that there is a signature of partial melting and continental contamination during magma evolution based on geochemical analysis.*

*The northern branch of Neo-Tethys subducted beneath of Eurasia plate in central Anatolia in stage of Santonian-Campanian. Following this subduction event İzmir-Ankara Suture Zone occurred due to continent-continent collision. Lower-Middle Eocene basaltic rocks originated from mantle dasitic rocks originated partial melting of lower continental crust respectively. It has been thought that andesite was formed by homogeneous mixing of basic and acidic volcanic rocks.*

**Keywords:** *Calc-alkaline, petrology, post-collision, Yozgat Volcanics*

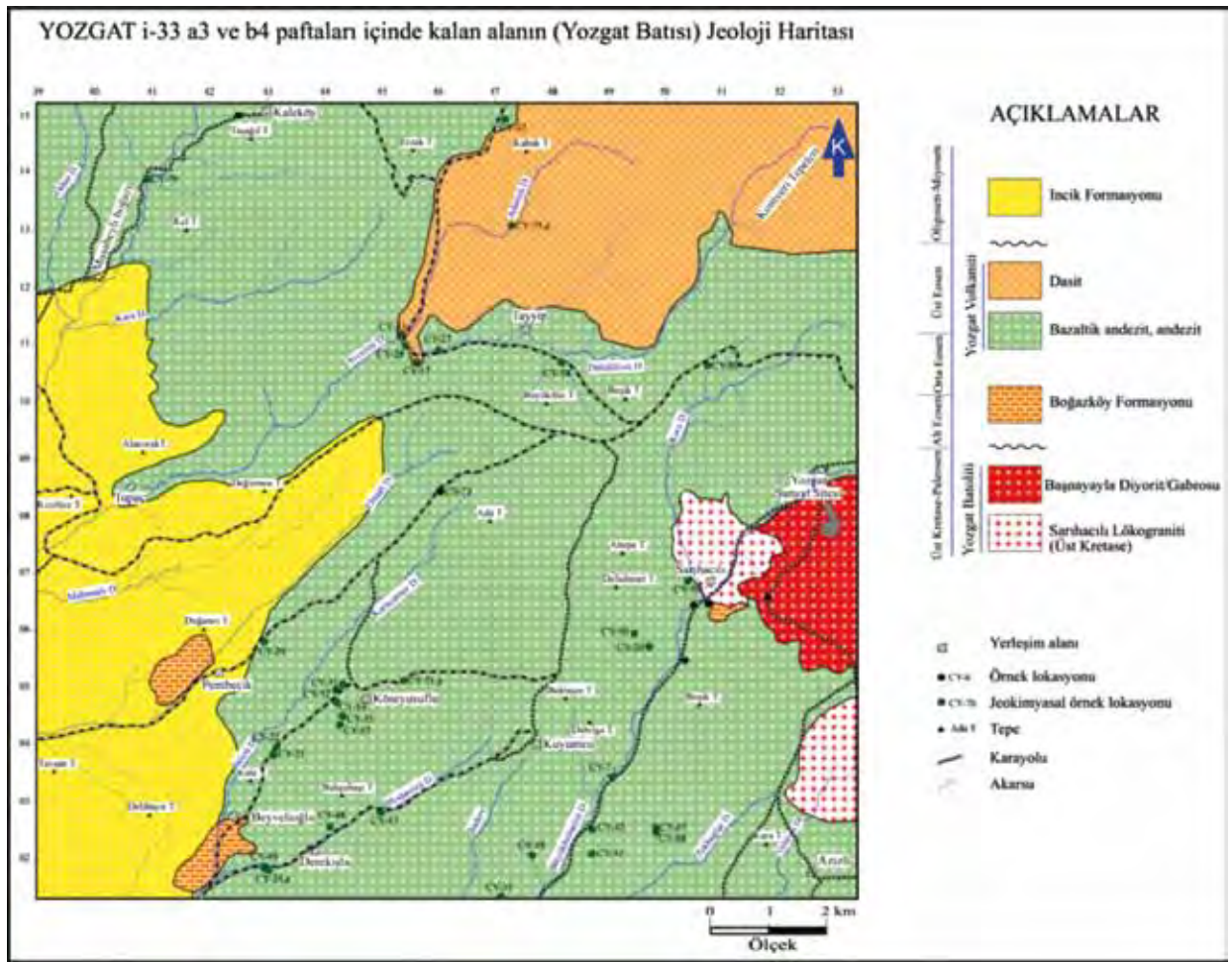
## GİRİŞ

Orta Anadolu Kristalin Kompleksi'nin bir parçası olan Yozgat Volkanitleri batıda Tuzgölü fayı, doğuda Ecemiş fayı ve kuzeyde İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu ile kuşatılmıştır. Yozgat Volkanitleri aynı zamanda Neotetis okyanusunun kapanma ürünü olan ofiyolitli kayaçlar tarafından da kuşatılmakta olup, Orta Anadolu'da geniş yüzlekler vermektedir (Göncüoğlu vd., 1991; Alpaslan ve Temel, 2000) (Şekil 1).

Orta Anadolu kıta içi kökenli bir havza olup, Anadolu ve Pontid levhaları arasındaki kıta-kıta çarpışmasından sonra oluşan açılma rejiminin bir sonucu olarak oluşmuştur (Erdoğan

vd., 1996; Görür vd., 1998; Çemen vd., 1999; Alpaslan ve Temel., 2000). Yozgat baseni Üst Kretase-Paleosen döneminde oluşmuş olan granitik ve volkanosedimanter birimlerin Geç Paleosen-Lütesiyen döneminde çarpışmasını takip eden dönemde çarpışması sonrası ürünler olarak oluşmuştur (Göncüoğlu, ve Türeli., 1994; Erdoğan vd., 1996; Ekici ve Boztuğ., 1997; Tatar ve Boztuğ., 1997; Boztuğ., 2000).

Orta-Üst Eosen yaşlı Yozgat Volkanitleri Üst Kretase-Paleosen yaşlı Yozgat Batoliti üzerine uyumsuz olarak akmış ve Oligosen-Miyosen yaşlı İncik Formasyonu tarafından da uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının jeoloji haritası.

Figure 1. Geologic map of the study area.

## JEOLJİK KONUM

Yozgat Volkanitleri; bazaltlardan, dasitlere kadar geniş bir kompozisyon sunmakta olup, bu birimler, lav akıntıları ve bunların piroklastik türevlerinden meydana gelmektedir (Alpaslan ve Temel, 2000). Çalışma alanında oldukça geniş yüzlekler veren Yozgat Volkanitleri; bazaltik andezit, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır. Bazaltik andezitler çoğunlukla kahverengimsi siyah ve morumsu bir renk aralığı sunmakta olup, el örneği düzeyinde

yer yer altere ve ince tanelidir. Bazaltik andezitler içinde fenokristal düzeyinde tanınabilen bileşenler; Işığ düzgün yüzeyleri boyunca yansıtan, grimsi-beyaz renkli, çubuğumsu prizmatik biçimli, yarı özşekilli/özşekilli plajiyoklaz mineralleridir. Mafik bileşen olarak ise; Siyah renkli ve prizmatik biçimli hornblend ve/veya piroksen fenokristalleri tanınabilmektedir. Bazaltik andezitler, karasal volkanizmayı karakterize eden sütun yapısı gösterirken, bazı kayaç örneklerinde de çok tipik badem dokusu görülmüştür.



Çalışma sahasındaki volkanik birimler içerisinde en fazla yayılım gösteren andezitler, el örneği düzeyinde grimsi-yeşil ve bazen siyahımsı bir renk göstermektedir. Yer yer altere olan bu birim çoğunlukla ince taneli olup, fenokristal boyutunda tanınabilen bileşenler; Işığı düzgün yüzeyleri boyunca yansıtan, grimsi-beyaz renkli, çubuğumsu prizmatik biçimli, yarı özşekilli/özşekilli, plajiyoklaz mineralleri ile siyah renkli, prizmatik biçimli, hornblend mineralleri ve siyah renkli, levhamsı biçimli biyotit mineralleridir. Andezitler yer yer yastık yapılı lavlar şeklinde de gözlenmiştir. Bu durum paleocoğrafya düşünüldüğünde, volkanizmanın kısa bir süreliğine sulu bir ortama aktığını ispat etmektedir. Yozgat Volkanitleri'nin en genç litodem birimini oluşturan dasitler el örneği düzeyinde, kahverengimsi-gri ve gri renklerde gözlenen bu birim yer yer altere ve oldukça ince tanelidir. Birim içerisinde tanımlanabilen bileşenler; balmat görünümlü, ışığı yansıtmayan özşekilsiz kuvars mikrofeno-kristalleri ve ışığı düzgün yüzeyleri boyunca yansıtan, grimsi-beyaz renkli, çubuğumsu prizmatik biçimli, yarı özşekilli/özşekilli plajiyoklaz mikrofeno-kristalleridir. Mafik bileşen olarak ise, siyah renkli ve prizmatik biçimli, hornblend mikrofeno-kristalleri tanınabilmektedir.

Yozgat Volkanitleri, Alt-Orta Eosen yaşlı Boğazköy Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Aynı zamanda Yozgat Volkanitleri, Boğazköy Formasyonu'nu yer yer keser durumdadır. Bu stratigrafik bilgiler ışığında ve daha önceki çalışmalara (Chaput, 1947; Lahn, 1949; Bailey-McCallien, 1950; Ketin, 1955; Moorhouse, 1969; Ketin, 1966; Büyükönel, 1973; Eichelberger, 1975; Tümer ve Remzi, 1975; Brooks, 1978; Dungan ve Rhodes, 1978; Büyükönel, 1979; Luhr ve Carmichael, 1980;

Kuo ve Kirkpatrick, 1982; Pitcher, 1983; Cox, vd., 1984; Hibbard, 1995; Aydar and Gourgard, 1998; Alpaslan ve Temel, 2000; Kadioğlu vd., 2003; Alpaslan vd., 2005; Kuşçu vd., 2010) dayanılarak, Yozgat Volkanitleri Orta-Üst Eosen olarak yaşlandırılmıştır.

## ANALİTİK YÖNTEMLER

Jeokimyasal analizi yapılan 33 adet kayaç örneğinin petrografik ince kesitleri yapılmıştır. İnce kesitlerin mineralojik-petrografik incelemeleri, alttan aydınlatmalı Nikon Eclipse 50i POL tipi binoküler araştırma mikroskopunda, Moorhouse (1969), Erkan (1972, 1994 a), MacKenzie ve Guilford (1980), Yardley vd., (1990) tarafından tanımlanan ölçütlere göre gerçekleştirilmiştir.

Jeokimyasal yöntemlerle incelenecek olan kayaç örnekleri, öncelikle, kırma-öğütme-eleme laboratuvarlarında, Fritsch marka çeneli kırıcı ile 0.5 cm'den daha küçük tane boyuna getirilmiştir. Daha sonra, silikon-karbid havanlı titreşimli değirmen (vibrating mill) ile, 200 mesh elek altına geçebilecek tane boyu (pudra) elde edilinceye kadar öğütülmüştür. Ayrıca bu örneklerin tüm kayaç ana, eser ve nadir toprak elementi (REE) analizleri fusion-ICP-MS yöntemiyle Kanada'da ACME laboratuvarlarında, yaptırılmıştır.

## PETROGRAFI

Yozgat Volkanitleri yapılan petrografik ve jeokimyasal incelemeler sonucunda bazaltik andezit, andezit ve dasitlerden oluşmaktadır.

### Bazaltik Andezit

Çalışma sahasında oldukça geniş yüzlekler sunan bazaltik andezitler, el örneği düzeyinde çoğunlukla kahverengimsi, siyah ve morumsu

bir renk aralığı sunmaktadır. Oldukça ince taneli olan kayaçta koyu renkli bir hamur kısmı bulunmakta ve hamur içerisinde ince tanecikler şeklinde gözlenen koyu renki mineraller gözle kolaylıkla tanınmamaktadır. Genellikle hipokristalin porfirik dokunun gözlendiği bazaltik andezitlerde, yer yer holokristalin porfirik ve daha az oranda da hipohiyalin porfirik doku da gözlenmektedir. Bazaltik andezitlerin mineralojik bileşimleri; olivin, plajiyoklaz, piroksen (ojit) ve çok az da amfibol (hornblend) minerallerinden oluşmaktadır. Bu mineraller kayaçta, fenokristal ve mikrofeno-kristaller şeklinde gözlenmektedir. Kayacın hamur kısmı ise, çoğunlukla plajiyoklaz, yer yer olivin ve piroksen (ojit) mikrolitlerinden oluşmakta olup, çok az miktarlarda volkan camı içermektedir.

Plajiyoklaz mineralleri genellikle mikrofeno-kristaller ve mikrolitler şeklinde gözlenmekte olup nadiren iri fenokristal şeklinde de görülmektedir. Plajiyoklazlar renksiz, çoğunlukla çubuğumsu prizmatik biçimli ve polisentetik ikizlenmeli olarak gözlenmektedirler. Bazı plajiyoklaz fenokristallerinde, camı malzemenen oluşan ve yer yer killeşmiş elek dokulu bir iç kısım ve onu çevreleyen temiz bir dış kısım tipik olarak izlenmektedir (Şekil 2a). Bu özellik magma karışım dokularından olan plajiyoklazlarda süngerimsi hücreli (spongy-cellular texture) erime-çözünme dakusu olan homojen magma karışması anlamına gelen magma mixing dokusudur (Pitcher, 1983; Hibbard, 1991, 1995; Yılmaz ve Boztuğ, 1994).

### **Andezit**

Çalışma sahasındaki Orta-Üst Eosen yaşlı Yozgat Volkanitleri içerisinde en geniş yayılıma sahip olan andezitler el örneği düzeyinde, grimsi-yeşil

ve bazen de siyahımsı bir renk göstermektedirler. Oldukça ince taneli olan kayaç örnekleri içerisinde ışığı düzgün yüzeyleri boyunca yansıtabilen gri-beyaz renkli plajiyoklaz mineralleri çok az tanınabilirken, diğer mineraller çıplak gözle tanınmamaktadır.

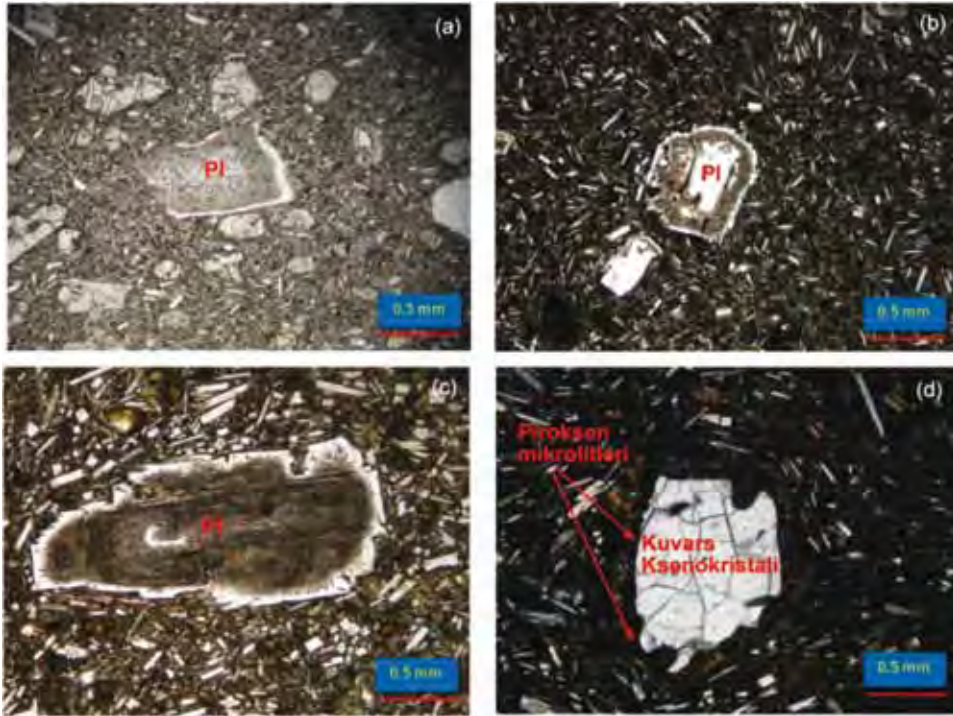
Andezitler genellikle hipohiyalin porfirik doku ve yer yer de hipokristalin porfirik doku gösterirler. Andezitler fenokristal ve mikrofeno-kristal olarak; plajiyoklaz, amfibol (hornblend), biyotit, piroksen (ojit),  $\pm$  olivin,  $\pm$  kuvars mineralleri içermektedir. Kayacın hamurunu da çoğunlukla plajiyoklaz mikrolitleri daha az oranlarda da hornblend, ojit, biyotit ve olivin mikrolitleri oluşturmaktadır. Kayaç genellikle hipohiyalin porfirik doku göstermesi nedeniyle, hamur kısmında bol miktarlarda volkan camı ve daha az oranda da mikrolit bulunmaktadır.

Plajiyoklaz mineralleri, fenokristaller, mikrofeno-kristaller ve mikrolitler şeklinde gözlenebilmektedir. Yer yer killeşme türü bozunmaların da gözlendiği plajiyoklazlarda magma karışımına petrografik kanıtlar sunan elek dokulu plajiyoklaz mineralleri gözlenmektedir. Elek dokusu bazen temiz bir iç kısım sonra onu çevreleyen kirli bir zon ve en sonunda da temiz yüzeyli kısım ile sonlanırken (Şekil 2b), bazen de kirli bir iç kısım ile başlayıp temiz dış zonla tamamlanabilmektedir (Şekil 2c). Bazı andezit örneklerinde magma karışım dokularından magma mixing'e (homojen karışım) kanıt olabilecek temiz yüzeyli, renksiz, düşük optik engebeli kuvars ksenokristallerinin epitaksitik piroksen mikrolitleri tarafından çevrelendiği gözlenmektedir (Pitcher, 1983; Hibbard, 1991, 1995; Yılmaz ve Boztuğ, 1994) (Şekil 2d). Bu doku aynı zamanda klinopiroksen gözlü dokusu (quartz-cpx ocellar texture) olarak da bilinmekte olup, aynı zamanda homojen magma karışımını göstermektedir (Hibbard, 1991, 1995).

## Dasit

Dasitler el örneği düzeyinde gri renklerde gözlenmekte olup, beyazımsı ışığı yansıtan ve prizmatik yüzeyler sunan plajiyoklaz mineralleri ile karakteristiktir. Makro olarak gözle kolaylıkla tanınamayan mafik mineraller ile oldukça ince taneli ve koyu renkli (kahverengi-siyahımsı) bir hamura sahiptir. Yozgat volkaniti'ni oluşturan dasitler genel olarak hipohiyalin porfirik

doku göstermektedir. Kayaçta fenokristal ve mikrofeno-kristal olarak plajiyoklaz, ojit, hornblend ve nadiren de biyotit mineralleri bulunmaktadır. Kayaçın hamur kısmı ise, çoğunlukla plajiyoklaz, kuvars ve ojit mikrolitlerinden, daha az oranlarda ise hornblend ve biyotit mikrolitlerinden oluşmaktadır. Kayaç genel olarak hipohiyalin porfirik doku göstermesi nedeniyle, hamur kısmı bol miktarda volkan camı içermektedir.



**Şekil 2.** Yozgat Volkanitleri'nin incekesit görünümleri.

- Bazaltik andezitler içerisindeki plajiyoklaz fenokristallerinde gözlenen camsı malzeme ile yer yer killeşmiş olan elek dokulu bir iç kısım ve onu çevreleyen temiz bir dış kısmın görünümü.
- Andezitler içerisinde bulunan plajiyoklaz fenokristallerinde temiz dış kısım, elek dokulu orta zon ve onu çevreleyen temiz iç kısmın görünümü.
- Andezitler içerisinde bulunan plajiyoklaz fenokristallerinde elek dokulu bir dış kısım ve onu çevreleyen temiz iç kısmın görünümü.
- Andezitler içerisinde gözlenen epitaksitik kuvars ksenokristalinin görünümü.

**Figure 2.** Thin section views of Yozgat Volcanics.

- Plagioclase phenocryst with sieve textured core and clear rim in basaltic andesites.
- Plagioclase phenocryst with clear core and sieve textured mantle in andesites.
- Plagioclase phenocryst with sieve textured core and clear rim in andesites.
- Epitaxitic pyroxene around quartz xenocryst in Andesites.

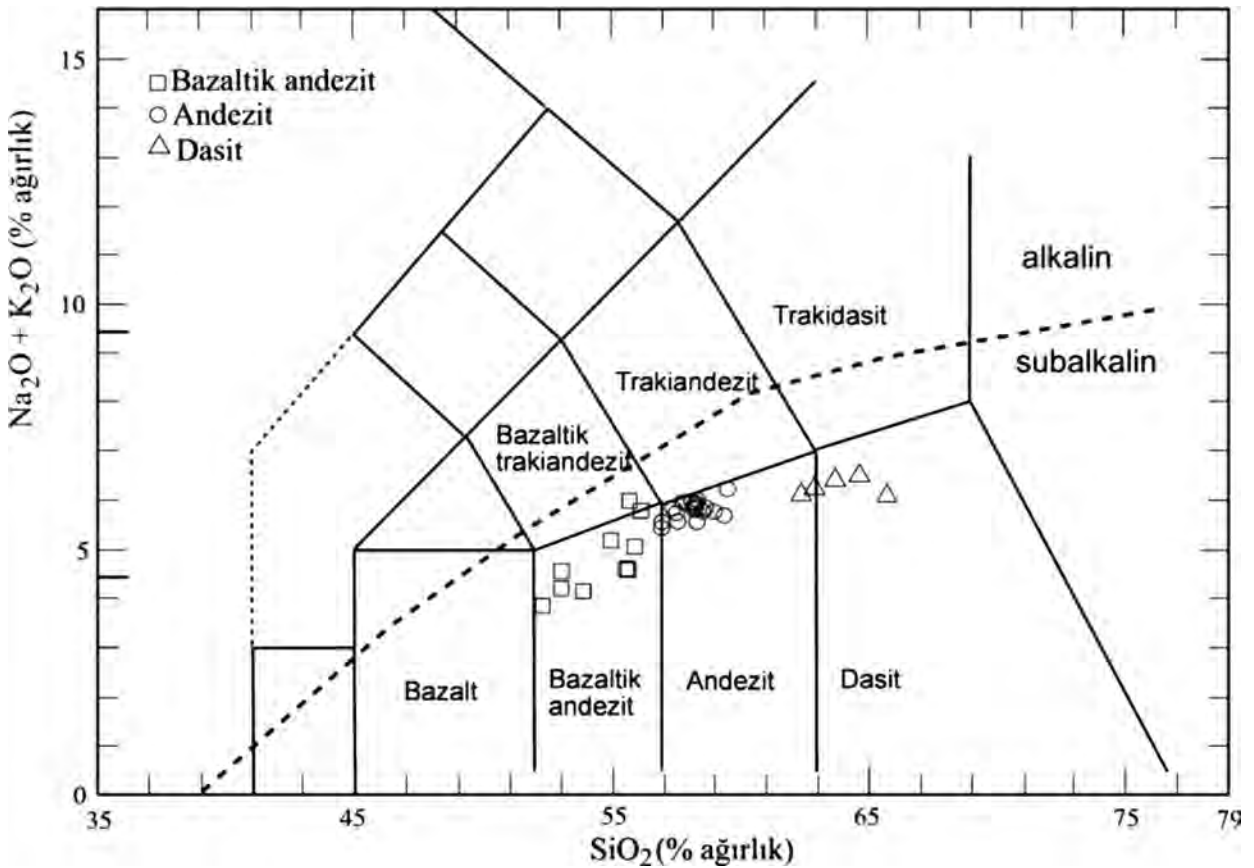
## JEOKİMYA

Orta-Üst Eosen yaşlı Yozgat Volkanitleri'nin toplam alkali-silis (Le Maitre vd., 1989) adlandırma diyagramındaki konumlarına baktığımızda; Bazaltik andezit, andezit ve dasit olarak isimlendirilmişlerdir (Şekil 3). Bu birimlerin jeokimyasal karakterlerine baktığımızda ise tüm kayaç örneklerinin subalkalin karakter sergiledikleri (Şekil 3), AFM üçgen diyagramında ise (FeO, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, MgO) kalkalkalin karakter sundukları görülmektedir (Şekil 4).

Yozgat Volkanitleri'nin SiO<sub>2</sub> içeriklerine baktığımızda yaklaşık olarak % 52-66

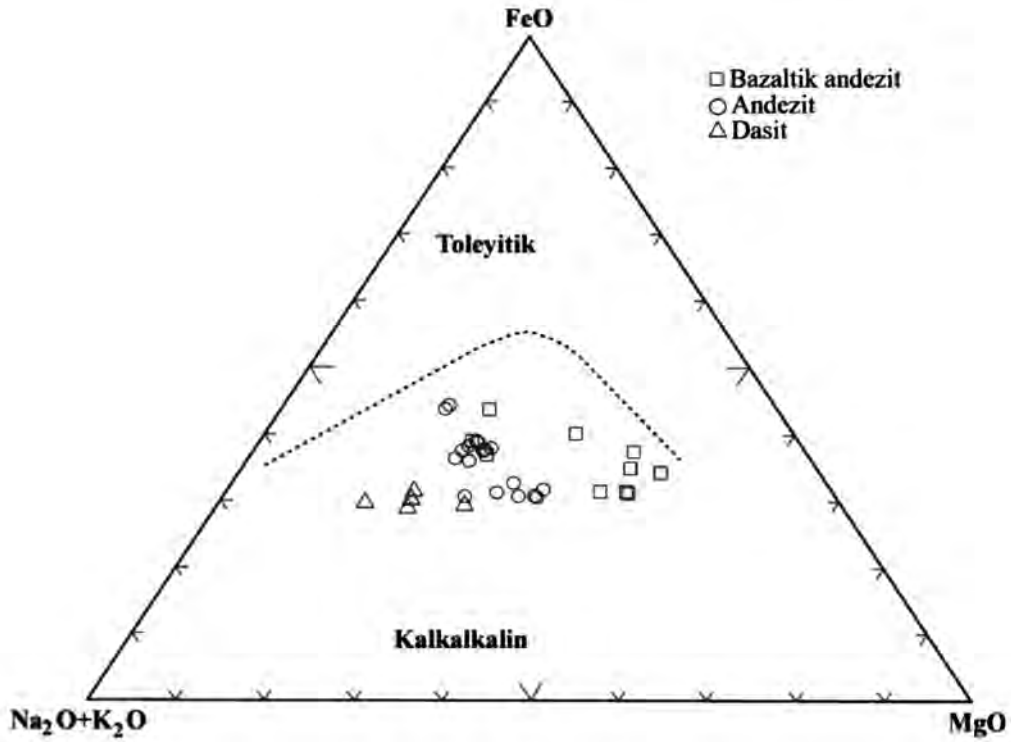
aralığındadır. Yozgat Volkanitleri'ni oluşturan bazaltik andezitlerin SiO<sub>2</sub> içerikleri yaklaşık % 52-56, andezitlerin SiO<sub>2</sub> içerikleri % 56-60, dasitlerin SiO<sub>2</sub> içerikleri ise yaklaşık % 62-66 aralığındadır. Yozgat Volkanitleri'nin MgO içeriklerine baktığımızda ise, yaklaşık olarak % 2-10 aralığındadır. Bazaltik andezitlerin MgO içeriği % 4-10, andezitlerin MgO içeriği % 2.5-6 ve dasitlerin MgO içeriği ise % 2-4 aralığındadır.

Yozgat Volkanitlerinin ana element analiz sonuçları çizelge 1'de, eser element ve nadir toprak elementi analiz sonuçları ise çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 3. Yozgat Volkanitleri'ni oluşturan kayaç örneklerinin toplam alkali-silis diyagramındaki konumları (Le Maitre vd., 1989).

Figure 3. Total alkali-silica diagram of Yozgat Volcanics (Le Maitre vd., 1989).



Şekil 4. Yozgat Volkanitleri'nin AFM üçgen diyagramındaki konumları (Irvine and Baragar, 1971).

Figure 4. AFM triangle diagram of Yozgat Volcanics (Irvine and Baragar, 1971).

### Magma Karışması

Eş yaşlı mafik ve felsik magmaların homojen karışımı olarak bilinen magma mixing dokularının petrografik kanıtları Yozgat Volkanitleri'nde plajiyoklaz minerallerinde elek dokusu (Şekil 2a, b, c) ve epitaksitik kuvars ksenokristalleri (Şekil 2d) şeklinde gözlenmektedir.

Magma karışımının jeokimyasal kanıtları da SiO<sub>2</sub>'e karşı olan ana element (Şekil 5) ve eser element (Şekil 6) dağılım diyagramlarında gözlenmektedir. SiO<sub>2</sub>'e karşı alınan ana element dağılım diyagramlarında MgO, CaO ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> de çizgisel bir azalma trendi gözlenirken, K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O'de ise yine yaklaşık çizgisel bir artış; TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'de ise bir değişiklik trendi izlenmemektedir. SiO<sub>2</sub>'e karşı alınan eser element

dağılım diyagramlarında ise Ba, Rb, Zr, Th ve La elementlerinde çizgisel bir artış trendi gözlenmekte olup, Sr ve Y elementleri düz bir çizgisellik, Nb elementi ise yaklaşık düz bir çizgisellik göstermektedir. Eser elementlerin birbirine göre olan oran diyagramlarına baktığımızda ise, K/Sr'un Ba/Rb'a göre olan oran diyagramında da yaklaşık hiperbolik bir eğilim trendi izlenmektedir (Şekil 7).

Tüm bu dağılım diyagramları ve petrografik veriler birlikte değerlendirildiğinde Yozgat Volkanitleri'nin oluşumu aşamasında, bazik-ortaç karakterli bazaltik andezitlerle, asidik karakterli dasitlerin magma karışımı için uç üyeler olabileceği ve bunların homojen karışımı ile ortaç karakterli andezitlerin oluşmuş olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 1.** Yozgat Volkanitleri’ni oluşturan kayaç örneklerinin ana element analiz sonuçları (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: toplam demiri, oksitler % ağırlık).

**Table 1.** Major element composition of Yozgat Volcanics.

Örnek No	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	Ateşte Kayıp	Toplam
CY-7	50,79	14,57	7,27	8,20	8,51	2,58	1,36	0,63	0,21	0,15	5,4	99,70
CY-8	54,76	18,70	7,33	3,61	7,53	3,49	1,46	0,68	0,24	0,15	1,7	99,70
CY-17	61,03	15,87	4,32	2,74	4,96	3,33	2,88	0,47	0,19	0,09	3,8	99,73
CY-20	61,03	15,55	4,74	3,97	5,05	3,87	2,22	0,46	0,16	0,09	2,6	99,76
CY-21	55,77	17,12	5,48	3,40	7,44	3,28	2,07	0,82	0,24	0,09	4,0	99,74
CY-22	56,38	16,32	5,66	5,05	6,68	3,36	2,30	0,79	0,25	0,09	2,8	99,72
CY-24a	57,21	16,23	5,01	4,45	6,97	3,31	2,18	0,72	0,22	0,10	3,3	99,73
CY-27	51,14	13,37	8,65	9,01	9,30	2,12	1,93	0,61	0,24	0,15	3,1	99,65
CY-28	59,99	16,62	4,37	2,71	5,64	3,37	2,61	0,61	0,22	0,07	3,5	99,72
CY-29	64,02	15,51	4,00	2,62	4,65	3,34	2,66	0,42	0,16	0,08	2,3	99,76
CY-32	57,30	17,53	6,07	3,49	6,28	4,82	0,87	0,91	0,22	0,12	2,2	99,77
CY-33	62,25	16,28	3,90	1,96	4,90	3,39	2,94	0,49	0,19	0,08	3,3	99,71
CY-35	56,15	16,94	6,57	3,69	7,66	3,13	2,47	0,63	0,26	0,12	2,1	99,68
CY-38	50,74	14,31	7,98	10,10	9,40	2,29	1,51	0,63	0,21	0,14	2,3	99,67
CY-41	53,58	17,66	6,82	3,76	7,18	3,54	2,32	0,70	0,28	0,12	3,7	99,69
CY-42	57,35	15,82	6,59	4,19	6,68	3,22	2,41	0,62	0,25	0,12	2,4	99,70
CY-47	53,59	15,75	6,68	8,06	7,30	3,11	1,96	0,75	0,23	0,12	2,0	99,66
CY-48	57,48	16,32	4,78	3,94	6,83	3,63	2,42	0,76	0,36	0,10	3,1	99,73
CY-49	56,89	15,78	5,71	5,86	6,48	3,49	2,19	0,71	0,22	0,10	2,2	99,73
CY-50	57,25	15,87	5,64	5,87	6,50	3,48	2,15	0,71	0,22	0,11	1,9	99,73
CY-51	55,25	18,63	7,10	2,70	6,98	3,64	1,68	0,61	0,30	0,12	2,6	99,63
CY-52	55,91	17,04	6,51	3,69	7,62	3,21	2,53	0,64	0,24	0,12	2,2	99,69
CY-54	55,14	18,57	7,10	2,68	6,93	3,72	1,70	0,60	0,29	0,12	2,8	99,63
CY-55	56,16	16,58	5,60	5,36	6,75	3,40	2,44	0,63	0,23	0,09	2,4	99,69
CY-57	56,22	16,24	5,82	5,95	6,95	3,28	2,22	0,62	0,24	0,11	2,0	99,69
CY-58	55,82	15,93	6,92	3,94	6,62	2,94	2,85	0,67	0,23	0,10	3,7	99,72
CY-59	55,99	16,22	5,81	5,95	6,93	3,24	2,19	0,62	0,24	0,11	2,3	99,68
CY-67	54,68	14,76	6,75	8,81	7,99	3,01	1,52	0,58	0,16	0,12	1,2	99,67
CY-68	54,57	14,74	6,75	8,78	8,00	3,01	1,51	0,58	0,16	0,12	1,4	99,68
CY-71a	51,72	16,57	8,01	6,31	9,54	2,96	1,49	0,67	0,19	0,14	2,1	99,69
CY-75a	56,72	15,88	6,82	4,24	6,62	3,38	2,49	0,63	0,26	0,12	2,5	99,68
CY-79	54,14	17,29	6,30	4,11	7,52	3,71	1,91	0,98	0,31	0,08	3,4	99,75
CY-80	57,11	17,94	5,93	3,44	6,12	4,91	0,87	0,94	0,24	0,12	2,2	99,78

**Çizelge 2.** Yozgat Volkanitleri'nin a- Eser element analiz sonuçları, b- Nadir toprak elementi analiz sonuçları (ppm)**Table 2.** Trace element (a) and rare earth element (b) composition of Yozgat Volcanics

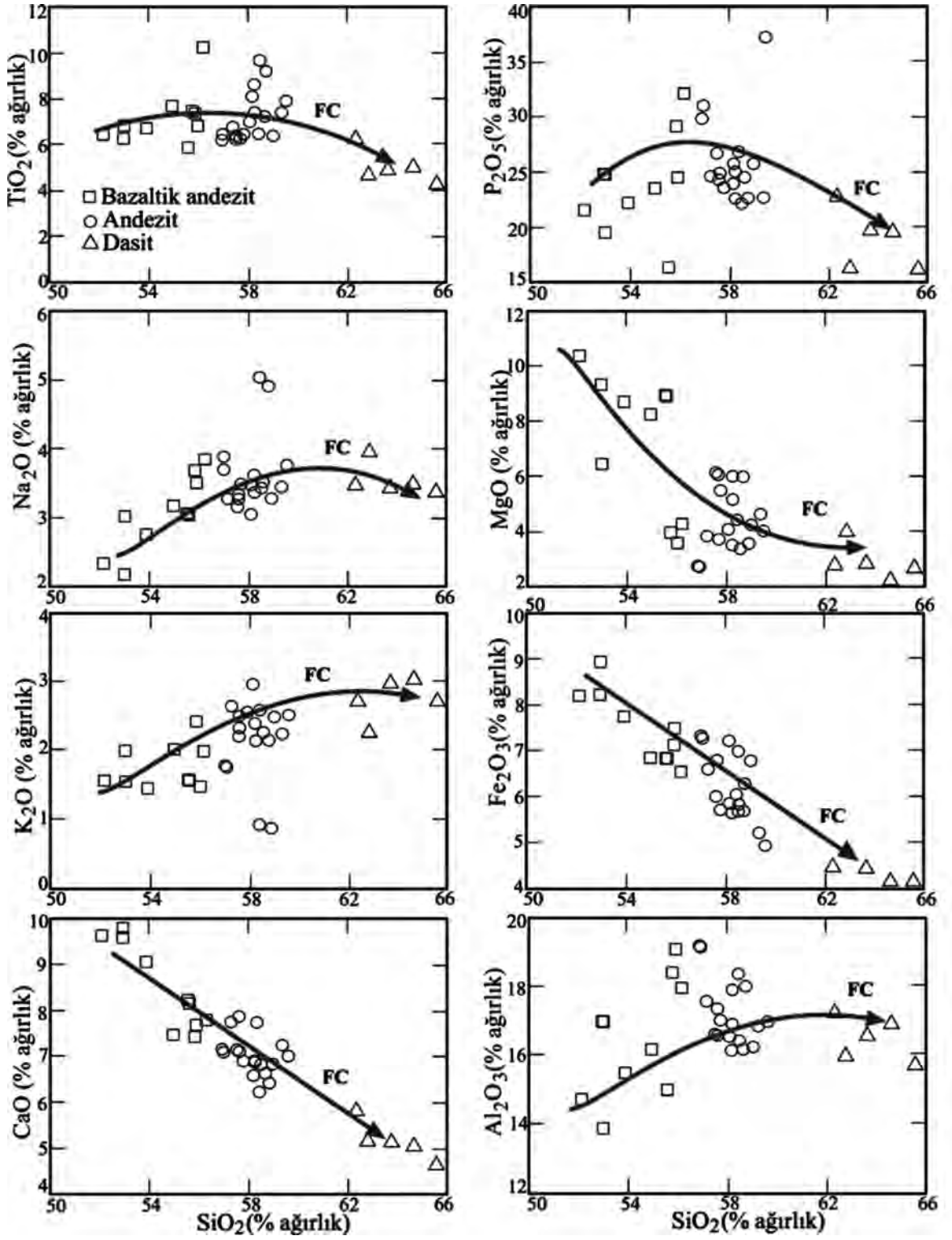
Örnek No	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	Ni	Ba	Cu	Pb	Zn
CY-7	2,3	5,5	32	468	0,4	4,8	1,3	175	23	82	16,4	161	557	48	3,3	49
CY-8	2,8	5,3	36	669	0,4	7,0	2,2	184	76	98	17,9	1,2	887	38	9,9	39
CY-17	3,8	6,1	120	453	0,4	12,3	3,8	98	182	126	17,1	12	985	37	2,7	25
CY-20	3,0	4,4	63	383	0,4	9,0	2,7	114	61	110	14,3	48	827	38	7,5	42
CY-21	3,0	11,4	109	508	0,8	7,2	1,8	120	65	130	17,8	38	792	24	3,0	29
CY-22	3,1	11,0	80	488	0,8	7,3	2,3	125	91	118	15,8	73	771	27	3,6	25
CY-24a	2,8	6,8	62	493	0,6	6,1	2,1	142	247	107	17,7	63	536	27	3,2	26
CY-27	1,9	2,5	42	523	<0,1	4,1	1,1	215	59	57	14,7	75	644	85	3,8	47
CY-28	3,1	8,6	104	491	0,6	12,0	4,0	111	203	132	18,0	34	982	38	4,8	34
CY-29	4,0	6,3	110	389	0,4	14,9	4,1	81	129	142	17,6	6	905	18	2,7	17
CY-32	2,7	6,5	71	449	0,5	8,0	3,0	116	138	131	18,8	12	557	18	2,4	25
CY-33	3,8	6,0	121	471	0,5	16,1	4,9	103	207	139	17,2	16	132	42	4,6	34
CY-35	3,0	5,5	64	588	0,3	10,4	3,0	170	154	109	16,0	20	980	41	5,3	42
CY-38	1,5	3,7	36	489	0,2	5,8	1,9	223	41	58	15,9	146	529	70	3,1	43
CY-41	2,1	4,5	49	606	0,2	7,6	2,4	209	32	80	16,6	9	1025	69	6,9	59
CY-42	2,7	4,6	55	595	0,3	15,7	4,2	175	58	95	16,1	11	891	58	6,4	47
CY-47	2,5	8,0	67	484	0,6	8,5	2,1	144	198	102	15,8	158	713	33	3,9	34
CY-48	3,4	11,0	81	586	0,9	8,6	2,6	128	115	123	17,7	42	792	27	2,6	29
CY-49	2,5	6,3	62	491	0,5	6,0	2,0	132	162	105	16,7	81	543	16	1,6	22
CY-50	2,4	6,7	58	475	0,5	5,8	1,8	125	162	106	16,1	80	543	16	1,8	21
CY-51	3,0	4,7	58	935	0,3	9,5	2,8	157	126	100	15,2	1,3	1331	18	9,1	36
CY-52	3,1	5,4	62	576	0,4	10,3	2,6	166	149	106	15,2	9	954	40	5,4	42
CY-54	2,3	5,0	58	958	0,4	9,5	2,9	166	128	100	16,1	1,7	1356	18	9,0	36
CY-55	2,5	7,6	64	485	0,7	8,9	2,7	125	203	110	15,4	84	815	37	6,2	30
CY-57	2,7	7,0	55	518	0,5	8,6	2,7	135	117	108	16,5	81	833	27	4,3	25
CY-58	2,9	4,6	67	531	0,2	8,2	2,0	202	48	95	17,6	10	879	67	3,8	53
CY-59	2,6	7,5	57	519	0,5	8,9	2,6	133	117	111	15,8	81	860	28	4,2	25
CY-67	2,4	3,1	37	482	0,2	6,6	2,2	156	93	88	13,3	146	568	53	5,2	30
CY-68	2,6	3,5	34	459	0,2	6,4	2,1	155	87	85	14,1	148	550	54	5,4	31
CY-71a	2,3	3,5	32	440	0,3	4,7	1,4	174	188	80	16,5	27	549	60	3,2	29
CY-75a	2,5	7,5	57	654	0,9	15,7	4,4	188	55	104	18,3	12	1012	59	7,3	48
CY-79	2,7	12,2	32	513	0,7	5,0	1,2	142	49	127	18,0	77	681	16	2,8	35
CY-80	3,2	6,9	66	410	0,6	7,5	2,7	101	134	121	18,1	10	536	17	2,3	23

(a)

Örnek No	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
CY-7	17,5	33,9	4,11	18,7	3,46	0,93	3,29	0,49	3,11	0,57	1,63	0,28	1,50	0,24
CY-8	23,3	44,8	4,98	23,1	3,67	1,14	3,64	0,52	3,35	0,60	1,65	0,29	1,46	0,27
CY-17	27,6	46,5	5,11	18,1	3,26	0,87	3,17	0,45	2,62	0,54	1,43	0,24	1,52	0,26
CY-20	22,5	40,4	4,27	18,0	2,96	0,82	2,80	0,41	2,43	0,45	1,32	0,22	1,26	0,21
CY-21	22,8	40,4	4,61	19,1	3,42	0,98	3,39	0,50	3,05	0,57	1,51	0,27	1,54	0,27
CY-22	21,3	38,8	4,46	17,2	3,16	1,03	3,25	0,46	2,87	0,58	1,60	0,24	1,72	0,26
CY-24a	18,8	36,0	4,21	16,9	3,29	0,94	3,28	0,49	3,10	0,61	1,64	0,30	1,61	0,28
CY-27	15,2	27,5	3,47	15,7	3,24	0,92	3,16	0,47	2,89	0,52	1,63	0,23	1,39	0,21
CY-28	27,1	47,9	5,23	18,9	3,57	0,95	3,31	0,50	2,94	0,56	1,74	0,27	1,61	0,29
CY-29	27,8	48,9	5,11	19,9	3,24	0,90	3,26	0,50	3,01	0,62	1,71	0,28	1,69	0,31
CY-32	17,5	33,3	3,70	14,6	3,00	1,01	3,34	0,54	3,33	0,69	2,03	0,30	1,92	0,28
CY-33	31,9	55,5	5,77	19,0	3,86	0,90	3,66	0,52	3,09	0,57	1,66	0,27	1,66	0,28
CY-35	26,8	48,2	5,33	19,8	3,74	1,03	3,43	0,49	2,91	0,58	1,47	0,26	1,60	0,26
CY-38	18,1	33,5	3,96	16,4	3,04	0,95	3,28	0,47	2,91	0,48	1,59	0,27	1,42	0,24
CY-41	27,3	50,3	5,81	22,4	4,35	1,16	4,04	0,53	3,03	0,59	1,71	0,26	1,37	0,26
CY-42	31,8	55,0	6,33	23,2	4,49	1,14	3,83	0,51	2,88	0,50	1,74	0,26	1,47	0,23
CY-47	22,3	40,9	4,48	14,9	3,43	0,99	3,27	0,47	2,77	0,58	1,58	0,25	1,52	0,24
CY-48	28,2	51,8	5,95	21,7	3,83	1,14	3,77	0,52	3,37	0,57	1,71	0,25	1,92	0,27
CY-49	18,9	35,2	4,13	15,5	3,13	1,01	3,08	0,48	2,89	0,57	1,71	0,28	1,67	0,26
CY-50	18,3	35,0	3,96	17,5	3,13	0,95	3,12	0,47	2,95	0,56	1,59	0,24	1,65	0,24
CY-51	29,8	54,9	6,05	21,8	4,11	1,17	3,40	0,47	3,13	0,53	1,45	0,23	1,51	0,22
CY-52	25,4	47,9	5,16	18,3	3,58	0,99	3,24	0,49	2,75	0,55	1,46	0,24	1,66	0,24
CY-54	29,7	54,5	6,24	23,4	4,32	1,17	3,64	0,52	2,92	0,55	1,65	0,25	1,76	0,25
CY-55	24,4	45,3	5,01	17,4	3,46	1,04	3,11	0,49	2,85	0,55	1,53	0,24	1,41	0,26
CY-57	24,0	44,4	4,98	19,3	3,56	1,11	3,26	0,46	2,78	0,50	1,45	0,26	1,43	0,27
CY-58	23,9	41,4	4,95	19,2	3,80	1,13	3,73	0,55	3,22	0,55	1,80	0,25	1,58	0,26
CY-59	24,9	46,2	5,06	20,2	3,75	1,05	3,29	0,47	2,85	0,52	1,54	0,25	1,64	0,26
CY-67	18,9	34,6	4,01	17,5	3,24	0,91	3,16	0,47	2,75	0,52	1,50	0,22	1,43	0,23
CY-68	18,0	34,6	3,91	15,3	3,12	0,89	3,01	0,47	2,80	0,48	1,55	0,20	1,40	0,23
CY-71a	15,5	28,6	3,44	13,8	3,09	0,98	3,09	0,51	2,87	0,67	1,57	0,27	1,54	0,26
CY-75a	33,5	61,8	6,50	25,3	4,67	1,08	4,25	0,62	2,98	0,57	1,81	0,28	1,82	0,26
CY-79	19,0	37,4	4,50	17,9	3,75	1,21	3,63	0,57	3,64	0,79	1,89	0,30	1,96	0,26
CY-80	15,6	31,2	3,53	13,3	2,97	1,00	3,09	0,54	3,06	0,73	1,95	0,30	1,86	0,33

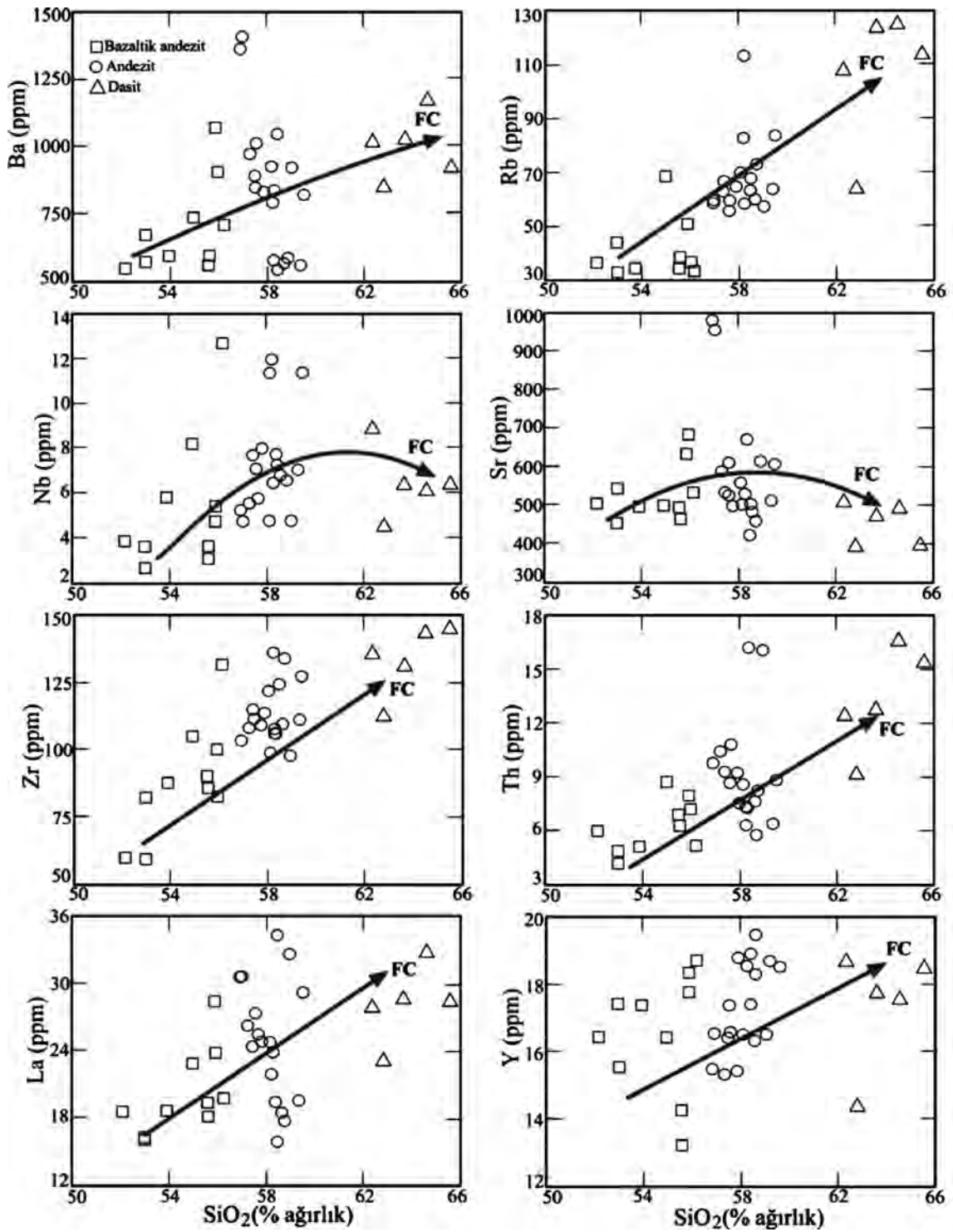
(b)





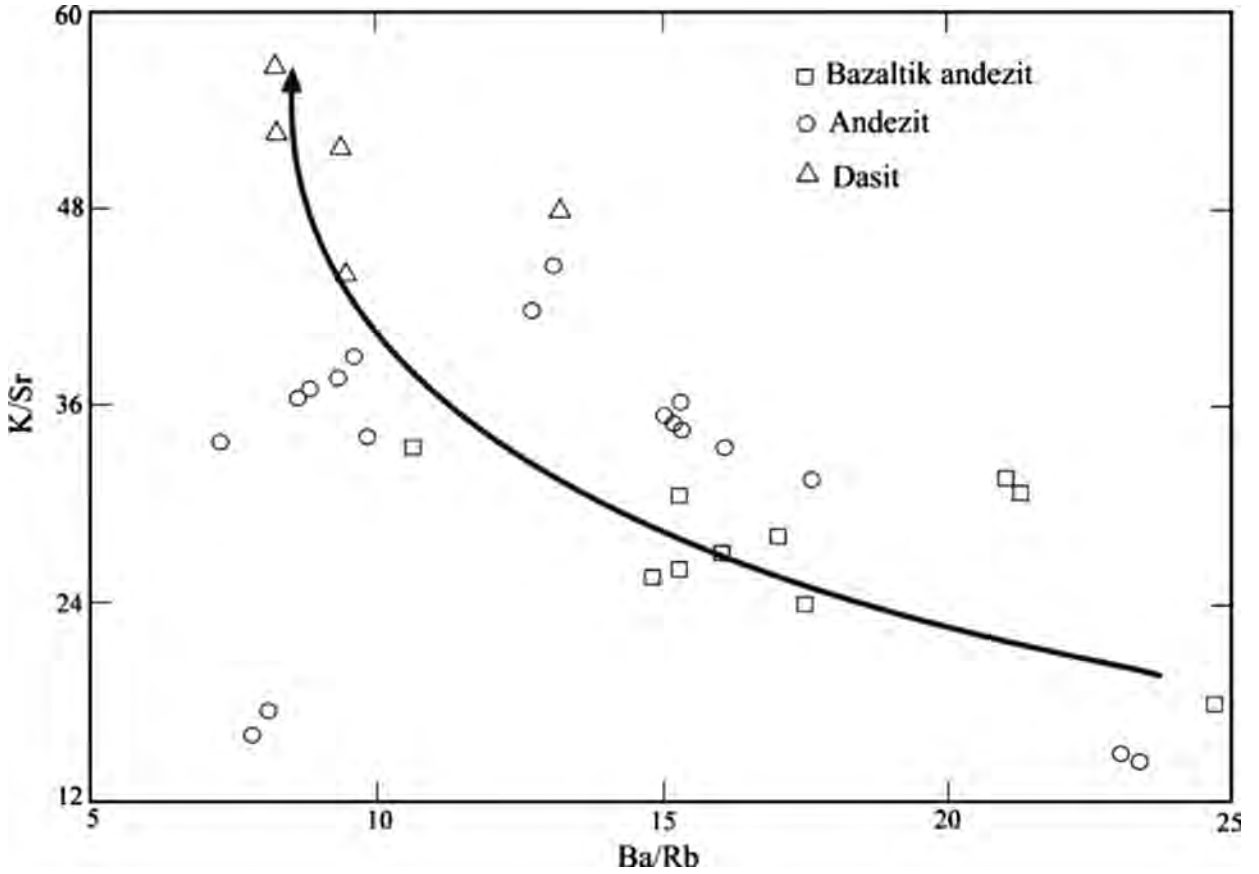
Şekil 5. Yozgat Volkanitleri'nin ana element içeriklerinin  $\text{SiO}_2$ 'e göre olan oran diyagramındaki konumları.

Figure 5. Plots of selected major elements versus  $\text{SiO}_2$  for Yozgat Volcanics.



Şekil 6. Yozgat Volkanitleri'nin eser element içeriklerinin  $\text{SiO}_2$ 'e göre olan oran diyagramındaki konumları.

Figure 6. Plots of selected trace elements versus  $\text{SiO}_2$  for Yozgat Volcanics.



Şekil 7. Yozgat Volkanitleri'nin K/Sr-Ba/Rb oran diyagramındaki konumları.

Figure 7. K/Sr versus Ba/Rb diagram for Yozgat Volcanics.

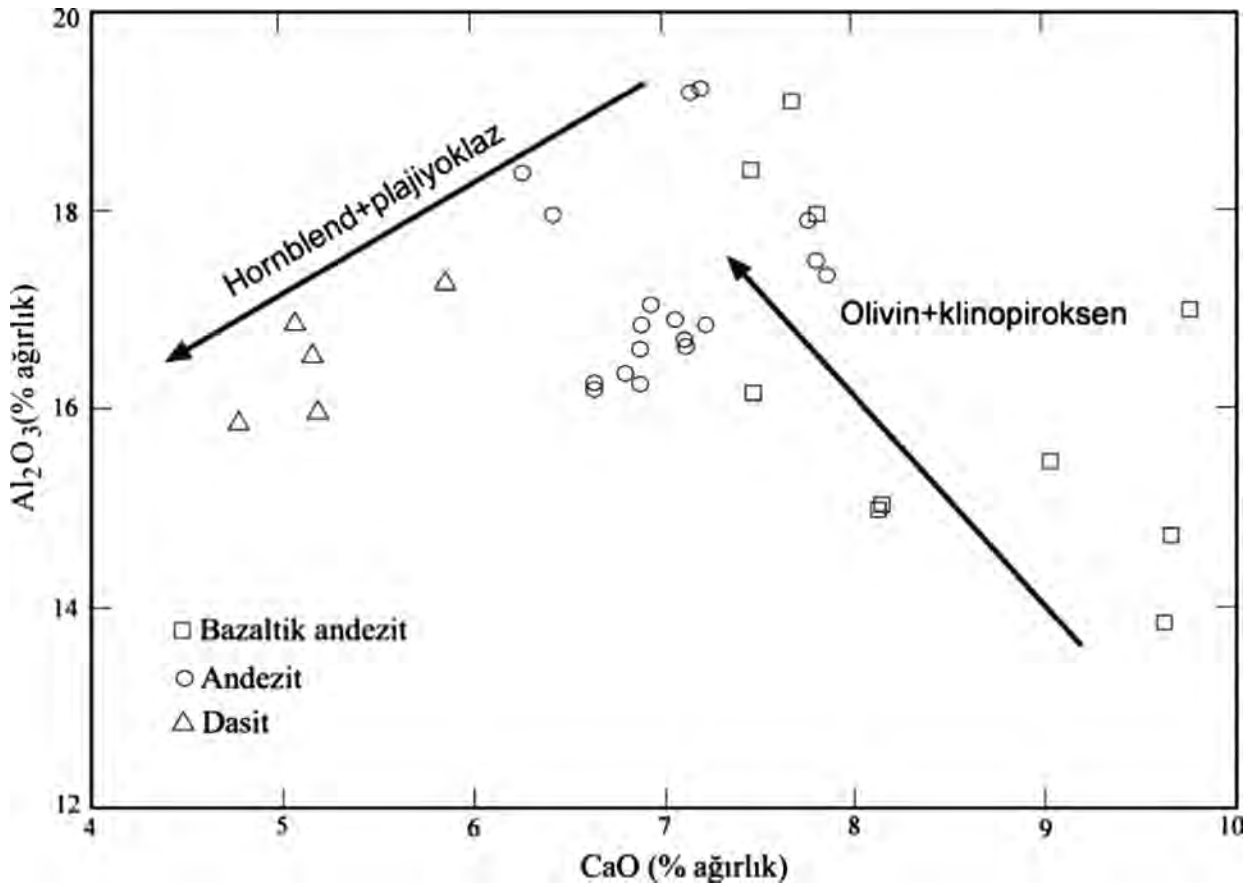
### Fraksiyonel Kristalleşme

Yozgat Volkanitleri'nin oluşumu esnasında fenokristal fazdaki sıvı-kristal fraksiyonel kristalleşmenin (FC) kanıtları da jeokimyasal olarak izlenmektedir. Bu fraksiyonlanma,  $Al_2O_3$ -CaO oran diyagramında bazaltik andezitlerden andezitlere doğru olivin ve klinopiroksen fraksiyonlanması şeklinde çizgisel olarak gözlenirken, andezitlerden dasitlere doğru ise hornblend ve plajiyoklaz fraksiyonlanması şeklinde belirgin bir çizgisellik gözlenmektedir (Şekil 8). Aynı zamanda ana elementlerin MgO'ye göre olan oran diyagramlarında da gözlenen hiperbolik trendler olivin, klinopiroksen ve hornblend,

plajiyoklaz fraksiyonlanmasının jeokimyasal kanıtlarıdır. Bu oran diyagramlarına baktığımızda  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$  ve  $Na_2O$  değerleri birbirleriyle uyumlu bir hiperbolik trend göstermektedirler. Bu ana elementlerdeki düşüşle birlikte MgO içeriğinde bir artış eğilimi gözlenmekte ve eğilim trendi uyumlu olarak dasitlerden bazaltik andezitlere doğru uzanmaktadır (Şekil 9). Bu diyagramlarda CaO ile  $Fe_2O_3$ 'de benzer davranış göstermektedir. Ana elementlerden CaO ve  $Fe_2O_3$  değerlerinin artışı ile beraber MgO içerikleri de dasitlerden bazaltik andezitlere doğru artış göstermektedir (Şekil 9). Ana elementlerin MgO'ye göre olan oran diyagramındaki bu davranışları fenokristallerin

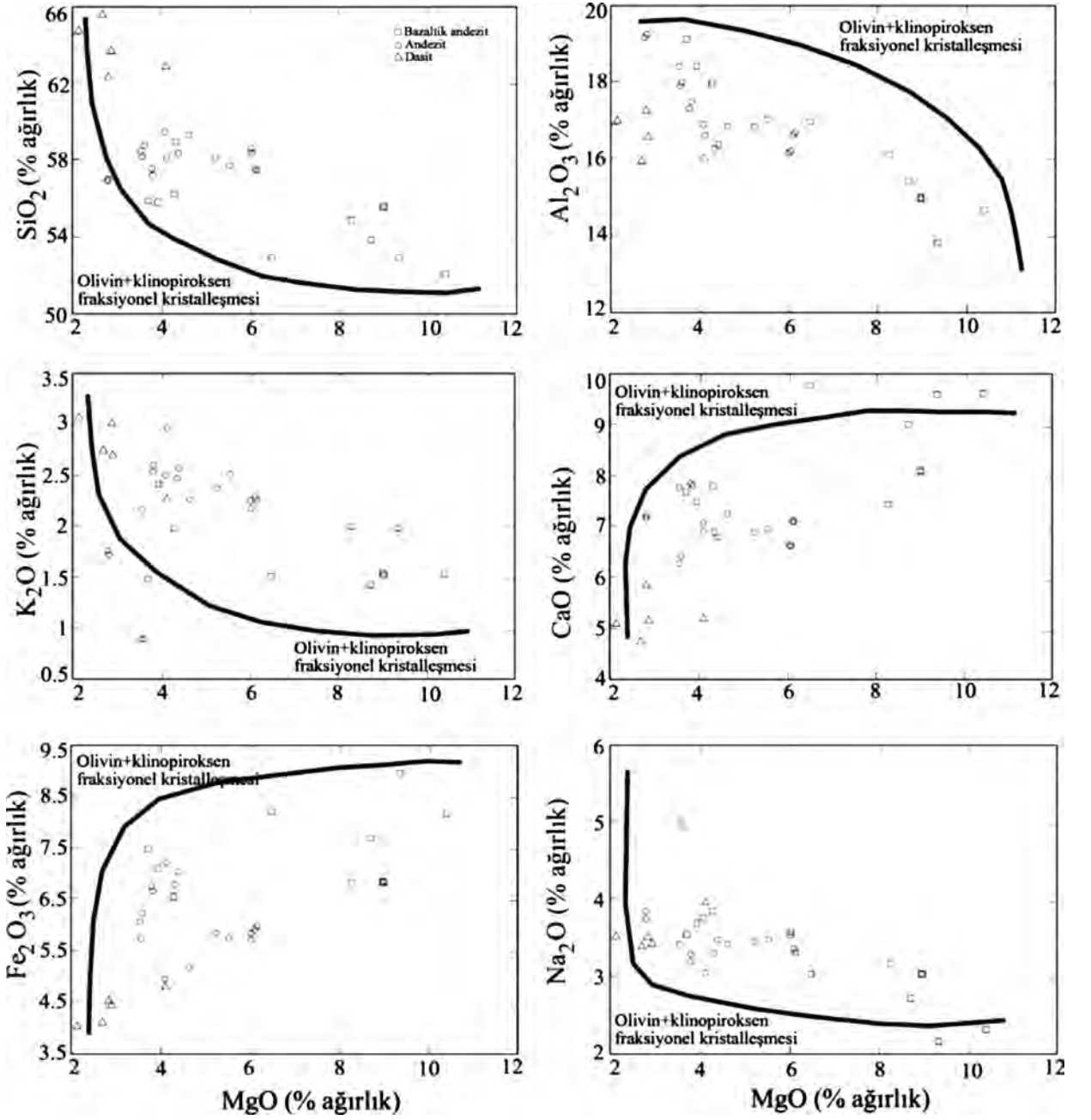
kristallenme aşamasında sıvı-kristal arasında olivin, klinopiroksen ve hornblend, plajiyoklaz fraksiyonlamasının varlığını vurgulamaktadır. Bu fraksiyonlanmalar bazaltik andezitlerden

andezitlere doğru, olivin+klinopiroksen fraksiyonlanması şeklinde, andezitlerden dasitlere doğru ise, hornblend+plajiyoklaz fraksiyonlanması şeklindedir (Şekil 9).



Şekil 8. Yozgat Volkanitleri'nin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO oran diyagramındaki konumları.

Figure 8. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> versus CaO diagram for Yozgat Volcanics.



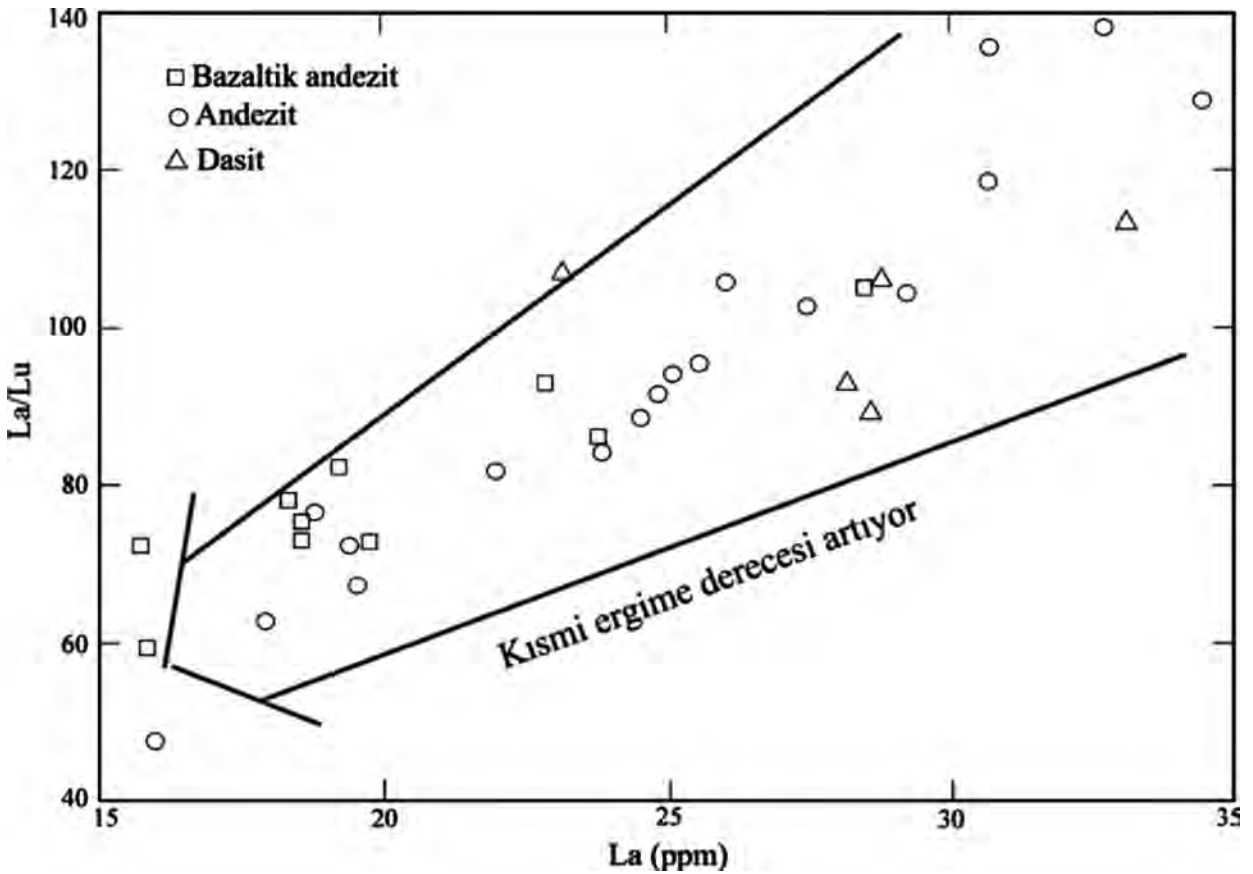
Şekil 9. Yozgat Volkanitleri'nin ana element içeriklerinin MgO'ye göre olan oran diyagramındaki konumları.

Figure 9. Plots of selected major elements versus MgO for Yozgat Volcanics.

### Kısmi Ergime

Yozgat Volkanitleri'ni oluşturan birimlerin MgO içeriklerine baktığımızda, bazaltik andezitlerin MgO içeriği % 4-10, andezitlerin MgO içeriği % 2.5-6 ve dasitlerin MgO içeriği ise yaklaşık % 2-4 aralığında olduğunu belirtmiştik. Kısmi ergime oranının ise, MgO içeriğinin artması ile beraber arttığı düşünüldüğünde bazaltik andezitlerin ve andezitlerin kısmi ergime oranının dasitlerden

daha fazla olduğunu söylemek mümkün olacaktır. Ayrıca eser elementlerin birbirine göre olan değişim diyagramlarına da baktığımızda La/Lu'un La'a olan oran diyagramında, dasitlerden bazaltik andezitlere doğru kısmi ergime miktarının arttığı açıkça görülmektedir (Şekil 10). Aynı zamanda Zr-La arasında yapılan değişim diyagramında da, bazaltik andezit ve andezitlerdeki kısmi ergimenin dasitlere göre belirgin bir şekilde fazla olduğu görülmektedir (Şekil 11).



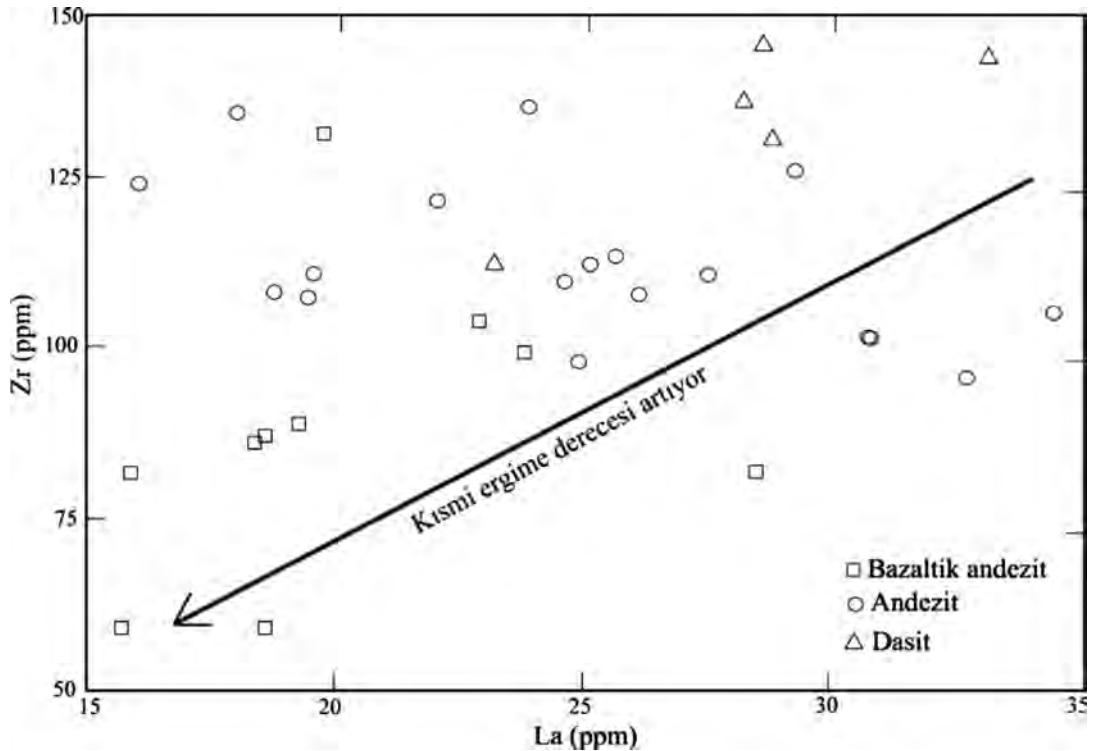
Şekil 10. Yozgat Volkanitleri'nin La/Lu-La diyagramındaki konumları.

Figure 10. La/Lu versus La diagram for Yozgat Volcanics.

### Kabuksal Kirlenme

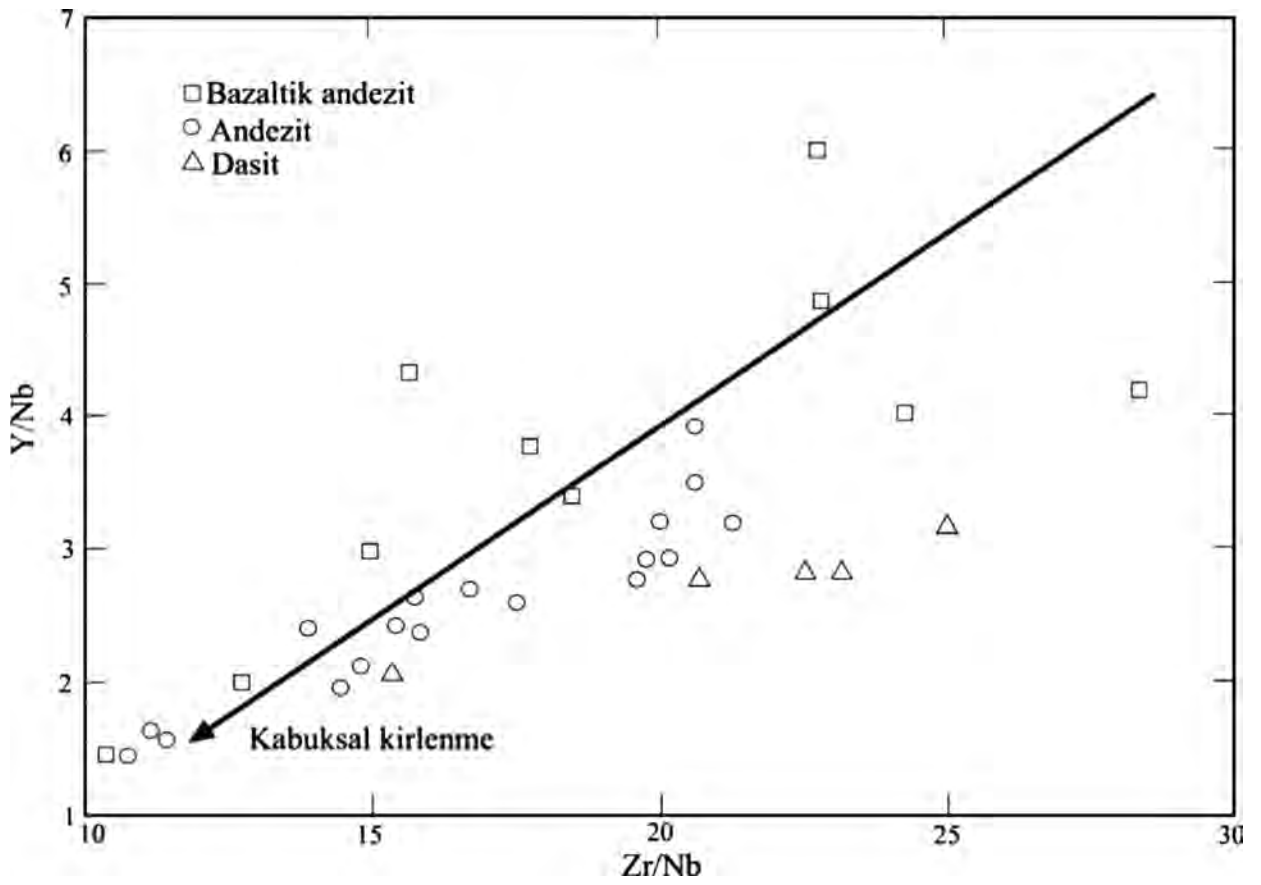
Yozgat Volkanitleri'ndeki kabuksal kirlenme etkilerine bakıldığında özellikle bazaltik andezit ve andezitlerde kabuksal kirlenme etkileri daha belirgin görülmektedir (Şekil 12). Birincil mantoya göre normalize edilmiş (Sun and McDonough, 1989) örümcek diyagramındaki iz element profilleri değerlendirildiğinde bazaltik andezitler, andezitler ve dasitler nadir toprak elementine göre yapılan örümcek diyagramlarında benzer dağılım profilleri sergilemektedir (Şekil 13a). Burada hafif nadir toprak elementleri (LREE) ağır nadir toprak elementlerine (HREE) göre zenginlik göstermektedir. Yozgat Volkanitleri'ndeki bu hafif nadir toprak elementlerin ağır nadir toprak elementlerine göre zenginlik göstermesi magmada kristallenme esnasında kabuksal kökenli malzeme

katkısının daha fazla olduğuna işaret etmektedir. Şekil 13b'de ise Yozgat Volkanitleri'ndeki bazaltik andezit, andezit ve dasitlerin dağılım profilleri de büyük benzerlik sunmaktadır. Sr, Ba, Rb gibi büyük iyon yarıçaplı (LIL) elementler pozitif bir trend sergilerken, Nb, Ti, Th, Hf gibi kalıcılığı yüksek elementler (HFSE) ise negatif bir eğilim trendi sergilemektedir (Şekil 13b). Büyük iyon yarıçaplı elementlerin pozitif bir eğilim göstermesi bu elementlerin bölümsel ergime süreçleri esnasında bölümsel ergimeye katıldığını gösterirken; Nb, Ti, Th ve Hf gibi elementlerin ise, bölümsel ergime süreçleri esnasında bölümsel ergimeye çok fazla katılmadığını göstermektedir (Wilson, 1989; Pearce, 1983). Ayrıca, özellikle Nb elementinde gözlenen bu negatif eğilim trendi, kabuksal kirlenme etkisinin önemli olabileceğini göstermektedir.



Şekil 11. Yozgat Volkanitleri'nin Zr-La diyagramındaki konumları.

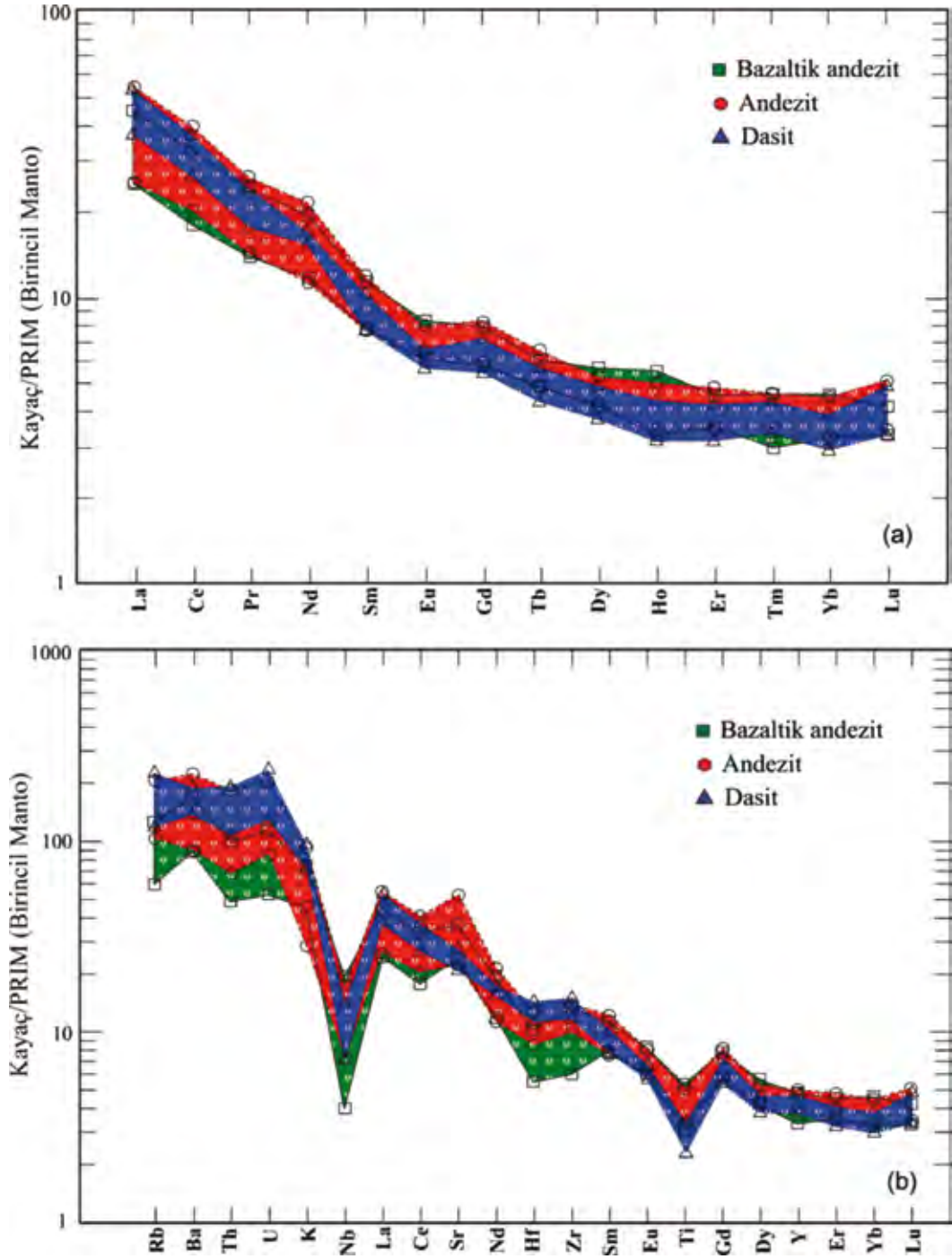
Figure 11. Zr versus La diagram for Yozgat Volcanics.



Şekil 12. Yozgat Volkanitleri'nin Y/Nb-Zr/Nb oran diyagramındaki konumları.

Figure 12. Y/Nb versus Zr/Nb diagram for Yozgat Volcanics.





Şekil 13. a ve b, Yozgat Volkanitleri'nin birincil mantoya göre normalize edilmiş (Primitive mantle) örümcek diyagramındaki konumları (Sun and McDonough, 1989).

Figure 13. a) Rare earth element concentrations of Yozgat Volcanics normalised to primitive mantle, b) Incompatible trace element concentrations of Yozgat Volcanics normalised to primitive mantle (Sun and McDonough, 1989).

## TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı içerisinde yer alan Orta-Üst Eosen yaşlı Yozgat Volkanitleri bazaltik andezit, andezit ve dasitlerden oluşmakta ve subalkalin/kalkalkalin karakter sergilemektedir.

Yozgat Volkanitleri, Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı içerisinde oldukça büyük alanlarda yayılım göstermektedirler. Santoniyen-Kampaniyen döneminde, Neo-Tetis okyanusunun kuzey kolunu oluşturan okyanusal kabuk, Avrasya levhasının altına (Pontidler'e doğru) dalmaktadır. Dalma batma olayından sonra, Üst Kretase'de Anatolid-Avrasya çarpışması ile çok yaygın olarak bilinen İzmir-Ankara-Erzincan Sütur Zonu oluşmuştur. Daha sonra devam eden kabuk kalınlaşmasının devamında gelişen gerilme rejimi ile oluşan litosferik incelmeye birlikte, Alt-Orta Eosen döneminde de Avrasya levhası üzerinde alt kıtasal kabuk ergimesi ile Yozgat Volkanitleri'nin asidik üyeleri olan dasitik kayalar ve iç kabuk kökenli magma odacığın içerisinde yerleşen birincil manto kökenli (primitive mantle) bazaltik (bazaltik andezit) kayaların oluştuğu düşünülmektedir. Bu bazik ve asidik kayaların magma yerleşimi esnasında magmaların homojen karışımıyla da (magma mixing) ortaç bileşimli andezitik kayaların oluştuğu düşünülmektedir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı tarafından M-438 nolu proje ile desteklenmiştir.

## EXTENDED SUMMARY

*Yozgat volcanics is located in Central Anatolian Crystalline Complex within central Anatolia, and in the northwest of the province of Yozgat.*

*Middle-Uppler Eocene volcanic rocks are unconformably overlain by Upper Cretaceous-Paleocene Yozgat batholith and unconformably underlie by Oligocene-Miocene İncik formation. Yozgat volcanics is providing a road composition from basalts to dacites, these unit composed of pyroclastic flows and their derivatives. Middle-Upper Eocene Yozgat volcanics were seen plotted as basaltic andesites, andesites and dacites on the total alkali silica (TAS) diagram. Basaltic andesites offer mostly brownish black and purple a range of colours, hand specimen shows locally alteration an fine grain size. It consist of mineralogically plagioclase, hornblende and augite phenocrystals. Andesites show grayish-green and sometimes grayish black colour in the hand specimens. It consists of mineralogically plagioclase, hornblende and biotite phenocrystals. Example of Dacites observed brownish-gray and gray in colours an hand specimens and this unit sometimes altered and very fine grained. Quratz, plagioclase and hornblende are observed as a microphenocrystals.*

*Yozgat volcanics show calc-alkaline character which presence of plagioclase phenocryst with mesh texture and epiclastic quartz xenocrystals prove magma mixing. Besides, geochemical analyses show that there are olivine-clinopyroxene fractionation from basaltic andesite to andesite, and plagioclase-hornblende fractionation from andesite to dacite. Based on trace element ratio diagrams; La/Lu-La diagram shows that partial melting is increased from dacite to basaltic andesite. Harker diagram of Zr-La shows noticeably increasing partial melting from basaltic andesite and andesite to dacite. In addition that ratio diagrams of Y/Nb and Zr/Nb indicating crustal contamination during volcanic evolution.*

*The northern branch of Neo-Tethys subducted beneath of Eurasia plate in central Anatolia in stage of Santonian-Campanian. Following this subduction event İzmir-Ankara suture zone occurred due to continent-continent collision. Lower-Middle Eocene basaltic rocks originated from mantle dasitic rocks originated partial melting of lower continental crust respectively. It has been thought that andesite was formed by homogeneous mixing of basic and acidic volcanic rocks.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Alpaslan, M. ve Temel, A., 2000. Petrographic and Geochemical Evidence for Magma Mixing and Crustal Contamination in the Post-Collisional Calc-Alkaline Yozgat Volcanics, Central Anatolia, Turkey, *International Geology Review*, 42/9, 850-863.
- Alpaslan, M., Ekici, T., Otlu, N., Boztuğ, D. and Temel, A., 2005, Magmatic processes and mixing origin of andesite: Miocene Karamağara volcanics, Central Anatolia, Turkey, *Geological Journal* (Issue, 2; volume, 40; p, 193-214).
- Aydar, E., and Gourgaid, A., 1998, The Geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Volume 85, Issues 1-4, October 1998, Pages 129-152
- Bailey, E.B. ve McCallien, W.C., 1950. Ankara Melanjı ve Anadolu Sariyaji, M.T.A. Mecm., 40, 12-22, Ankara.
- Boztuğ, D., 2000. S-I-A type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia Turkey in: *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*, Geological Society Special Publications, London, 173-441-458.
- Brooks, C.K., 1978. Magma mixing in mafic alkaline volcanic rocks: the evidence from relict phenocryst phases and other inclusions, Institut for Petrologi, Voldgade 10, DK., 1350, Copenhagen, Denmark.
- Büyükönel, G., 1973. Kırşehir Masifinin Yozgat ve yakın çevresindeki magmatik kayalarda petrokimyasal-petrografik bir araştırma: A.Ü.F.F.Jeoloji Müh. Böl. (yayınlanmamış).
- Büyükönel, G., 1979. Yozgat Yöresi Plütonit ve Volkanitlerin Petrolojisi: Ankara Ün. F.F. Jeoloji Müh. Böl. (yayınlanmamış).
- Chaput, E., 1947. Türkiye'de Jeolojik ve Jeomorfolojik Teknik Seyahatları (Türkçe Tercümesi), İst. Üniv. Publ., 324, Ed. Fak. Coğ. Enst. Pbl., 11, İstanbul.
- Cox, K.G. and Hawkesworth, C.J., 1984. Relative contributions of crust and mantle to flood basalt magmatism, Mahabaleshwar, Deccan Trops: *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.* v. A310, p. 627-641.
- Çemen, I., Göncüoğlu, M.C., and Dirik, K., 1999, Structural evolution of the Tuzgözü basin in Central Anatolia, Turkey: *Jour. Geol.*, v. 107, p. 693-706.
- Dungan, M.A. and Rhodes, J.M., 1978. Residual glasses and melt inclusions in basalts from DSDP Legs 45 and 46: Evidence for magma mixing, *Contributions to mineralogy and petrology*, v. 67, number 4, 417-431.
- Eichelberger, J.C., 1975. Origin of andesite and dasite: Evidence of mixing at Glass Mountain in California and other Circum-Pacific volcanoes: *Geol. Soc. Amer. Bull.*, v.86, p. 1381-1391.
- Ekici, T. ve Boztuğ, D., 1997. Anatolid-Pontid çarpışma sisteminin pasif kenarında yer alan Yozgat Batoliti'nde syn-COLG ve post-COLG granitoid birlikteliği, *Çukurova Ün. Jeoloji Müh. Bölümü*, 20. Yıl Sempozyumu, Geosound, 30/2, 519-538.
- Erdoğan, B., Akay, E., and Şirin Uğur, M., 1996, Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı Basin: *INT.GEOL. REV.* V. 38, p. 788-806.
- Erkan, Y., 1972. Petrografi ders notları. H.Ü. Yerbilimleri Enst., 118 s. (yayınlanmamış).
- Erkan, Y., 1994a. Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmesi, TMMOB Jeol. Müh. Odası, Yayın No: 42.
- Gençalioğlu Kuşçu, G., ve Genel, F., 2010, Review of the post-collisional volcanism in the Central Anatolian Volcanic Province (Turkey), with special reference to the Tepeköy Volcanic Complex. *International Journal of Earth Sciences*, 99, 593-621.
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Erler, A. ve Kuşçu, İ., 1991. Orta Anadolu Batı Kesiminin Jeolojisi, Bölüm 1, Güney Kesim. TPAO rap. No 2909, 176 pp (yayınlanmamış).
- Göncüoğlu, M.C. and Türel, T.K., 1994. Alpine Collisional-Type Granitoids from Western Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey, *Journal of Kocaeli University, Earth Science Section*, No: 1, June, pp. 39-46.
- Görür, N., Tüysüz, O., and Şengör, A.M.C., 1998., Tectonic evolution of the Central Anatolian basins: *INT. GEOL. REV.* V. 40, p. 831-850.
- Hibbard, M.J., 1991. Textural anatomy of twelve magma mixed granitoid systems: in Didier, J. And Barbarin, B. (eds), *Enclaves and Granite Petrology, Development in Petrology*, Elsevier, 431-444.
- Hibbard, M.J., 1995. *Petrography to Petrogenesis*. Prentice Hall: Englewood Cliffs.
- Irvine, T.N. and Baragar W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, 8, 523-548.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N. and Foland, K.A., 2003. Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Journal of Geology*, 111, 671-690.
- Ketin, İ., 1955. Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu. *T.J.K Bül.*, 6, 1-28, Ankara.

- Ketin, İ., 1966. Anadolunun Tektonik Birlikleri, M.T.A Dergisi, 66, 20-34.
- Kuo, L.C. and Kirkpatrick, R.J., 1982. Pre-eruption history of phyric basalts from DSDP lep 45 and 46: Evidence from morphology and zoning patterns in plagioclase, Contributions to Mineralogy and Petrology, 79(1), 13-27.
- Lahn, E., 1949. Orta Anadolu'nun Jeolojisi Hakkında: T.J.K. Bült., 2, 1-90.
- Le Maitre R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensan, H., Streckeisen, A., Wolley, A.R. and Zonettin, B., 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
- Luhr, J.F. and Carcmichael, I.S.E., 1980. The colima volcanic complex, Mexico, I: post-caldera andesites from Volcan Colima. Contributions to Mineralogy and Petrology 71: 343-372.
- MacKenzie, W.S. and Guilford, C., 1980. Atlas of rock forming minerals in thin section. John Wiley and Soons, Inc, New York.
- Moorhouse, W.W., 1969. The study of rocks in thin section. Harper and Row, New York, 514 pp.
- Pearce, J.A., 1983. The role of sub-continental lithosphere in magma genesis at destructive plate margins, in Hawkesworth, C.J. and Norry, M.J., eds., continental basalts and mantle xenoliths: Nantwich, U.K., Shiva, p. 230-249.
- Pitcher, W.S., 1983. Granite: typology, geological environment and melting relationships. Migmatites, Melting and Metamorphism (ed.: M.P. Atherton and C.D. Gribble). Shiva Pub. Ltd., Cheshire: 277-285.
- Sun, S.S. and McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts; implications for mantle composition and processes. In: Magmatism in the ocean basins. Sounders, A.D. and Norry, M.J (Editors), Geological Society of London, London. 42: 313-345.
- Tatar, S. ve Boztuğ, D., 1997. Yozgat Batoliti GB kesimindeki (Şefaati-Yerköy arası) monzonitik birliktelikte fraksiyonel kristalleşme ve magma karışması (magma mingling/mixing) süreçleri. Yerbilimleri, Geosound, 30, 539-562, Çukurova Ün. 20. Yıl Sempozyumu, Bildiri Özleri, s. 215, Adana.
- Tümer, T. ve Remzi, H., 1975. Yozgat-Akdağmadeni ve civarının genel grafit prospeksiyonu ile Hatapalanı dere zuhurunun detay ön etüt raporu: M.T.A Dergisi, 5382 (yayınlanmamış), Ankara.
- Wilson, M., 1989. Igneous petrogenesis: London, Chapman and Hall, 466 p.
- Yardley, B.W.D., MacKenzie W.S. ve Guilford, C., 1990. Atlas of metamorphic rocks and their textures. John Wiley and Soons, Inc, New York.
- Yılmaz, S. ve Boztuğ, D., 1994. Granitoid Petrojenezinde Magma Mingling/Mixing Kavramı, Türkiye'den Bazı Örnekler, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 44-45, 1-20.
- 
- Makale Geliş Tarihi : 19.12.2012  
Kabul Tarihi : 18.02.2013
- Received* : 19.12.2012  
*Accepted* : 18.02.2013





## **Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi**

*The Historical Development of Seismic Zoning Maps of Turkey*

**Bülent ÖZMEN**

*Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi  
Gazi Üniversitesi, 06570, Maltepe-Ankara  
(e-posta: bulentozmen@gazi.edu.tr)*

### **ÖZ**

Türkiye'nin ilk resmi deprem bölgeleri haritası 1945 yılında "Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası" adı altında hazırlanmıştır. Haritaya göre Türkiye, Büyük Hasara Uğramış Bölgeler, Tehlikeli Yersarsıntısı Bölgeleri ve Tehlikesiz Bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır. Bu harita zaman içinde bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak birçok kez değiştirilmiştir. Çalışmamızın amacı 1945 yılında yayımlanmış olan ilk resmi deprem bölgeleri haritasından başlayarak günümüze kadar değişik tarihlerde (1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996) yayımlanarak yürürlüğe girmiş bulunan resmi deprem bölgeleri haritaları hakkında bilgiler vermek, haritaların geçirdiği evrelerin daha iyi anlaşılabilmesine ve konuya ilişkin çalışmalara katkıda bulunmaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Deprem, deprem bölgeleri haritaları, resmi, tehlikeli deprem bölgeleri

### **ABSTRACT**

*The first official seismic zoning map of Turkey is prepared in 1945. According to the map, Turkey was divided into 3 regions as: Regions of High Damage, Dangerous Earthquake Regions and Regions without Danger. Seismic Zoning Maps of Turkey have been changed many times depending on the scientific and technological developments. The aim of this study is to give information about this maps (1945, 1947, 1963, 1972 and 1996), which come into force at different dates since the introduction of the first official Earthquake Zoning Map published in 1945 and is to assist for better understanding of the development phases of these maps.*

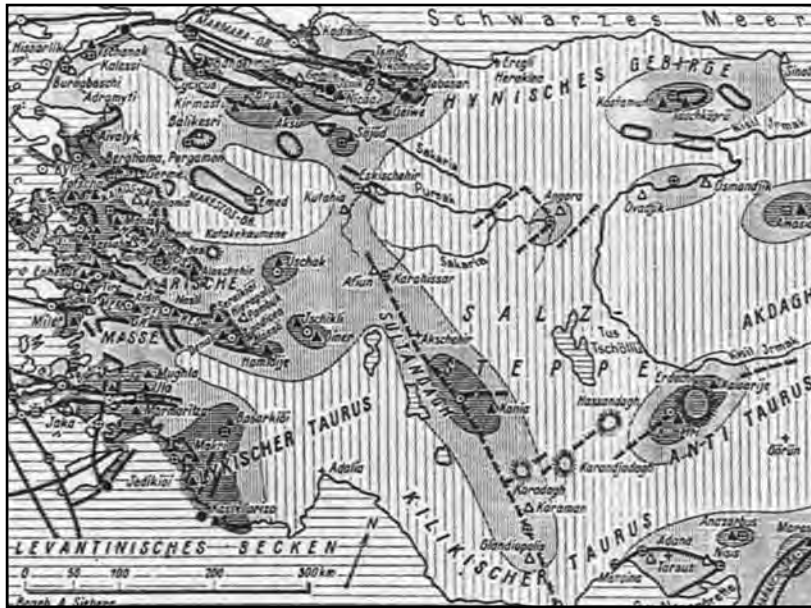
**Keywords:** *Dangerous earthquake regions, earthquake, official, seismic zoning maps*

## GİRİŞ

Türkiye’de deprem zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalara 27 Aralık 1939 Erzincan depremi ile başlayan ve 20 Aralık 1942 Niksar-Erbaa, 20 Haziran 1943 Adapazarı-Hendek, 26 Kasım 1943 Tosya-Ladik ve 1 Şubat 1944 Bolu-Gerede depremlerinin yakın zaman aralıklarında meydana gelmesi ve çok sayıda can ve mal kayıplarına neden olması sonucunda başlamıştır. Öncelikli olarak “*Yersarsıntularından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun*” Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından kabul edilmiş ve 22 Temmuz 1944 tarihinde resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe sokulmuştur. Bu kanun; Türkiye’de deprem tehlikesi ve riskinin belirlenmesi ve deprem zararlarının azaltılması konusunda, merkezi ve yerel düzeylerde nasıl örgütlenebileceğini, yerleşme ve yapılaşmaların nasıl denetleneceğini belirleyen ilk yasal düzenlemedir. 4623 sayılı bu yasanın birinci maddesi gereğince

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlıkları tarafından eldeki mevcut verilerden yararlanarak 1945 yılında ilk resmi “*Yersarsıntuları Bölgeleri Haritası*” hazırlanmıştır.

Türkiye için resmi olarak onaylanmamış ilk deprem bölgeleri haritası ise Sieberg (1932) tarafından yapılmıştır (Şekil 1). Sieberg (1932) tarafından çok az sayıdaki çalışma ve veriden yararlanarak hazırlanmış olan haritada deprem bölgelerine ilave olarak faylar, nehirler, göller ve önemli yerleşim birimlerinin isimleri gibi bilgelere de yer verilmiştir. Konya ve Ankara’nın deprem bölgesi içinde gösterilmesi, Kuzey Anadolu Fayının olmaması ve bu fay zonu üzerinde olan bazı bölgelerin deprem bölgesi dışında gösterilmesi, Marmara denizindeki faylar, Afyon’dan başlayarak Akdeniz’e kadar uzanan Sultandağı fayı haritanın dikkat çeken özellikleridir.



Şekil 1. Sieberg (1932) tarafından hazırlanmış olan deprem bölgeleri haritası.

Figure 1. Seismic Zoning Map prepared by Sieberg (1932).

Bu haritanın yanı sıra günümüze kadar Egeran ve Lahn (1944), Pamir (1948), Lahn (1949), İlhan (1961), İpek vd., (1965), Tabban (1969), Ergin ve Güçlü (1971), Alsan (1972), Yarar vd., (1980), Hattori (1980), Ketin (1982), Erdik vd., (1985a,b), Başöz (1992), Eyidoğan ve Güçlü (1993), Gülkan vd., (1993), Erdik vd., (1999), TEFER (2001), Kayabalı (2002), Kayabalı ve Akın (2003), Ulusay vd., (2004), Bayrak vd., (2005), Erdik vd., (2006), DLH (2007) gibi birçok araştırmacı tarafından resmi olmayan deprem bölgeleri haritaları hazırlanmıştır.

## **DEPREM BÖLGELERİ HARİTALARI**

Deprem Bölgeleri haritaları gerek deprem mühendisliği ve mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, gerekse aktif tektonik ve sismotektonik bulguların, tarihsel ve aletsel dönemde hasara neden olmuş depremler hakkındaki bilgilerin ve depremlere ait kayıtların artması nedeniyle beş kez değiştirilmiştir. Değişiklikler 1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında Bakanlar Kurulu kararı ile yapılmıştır.

Türkiye’de yayınlanmış resmi deprem bölgeleri haritaları

- a) Hasar verisine göre (1945, 1947)
- b) Deterministik yöntemle göre (1963, 1972)
- c) Olasılık yöntemine göre (1996)

hazırlanmış haritalar şeklinde 3’e sınıflandırılarak incelenebilir.

**a) Hasar verisine göre hazırlanmış deprem haritaları:** Bu haritalar sadece geçmiş yıllarda meydana gelmiş depremlerin yaratmış oldukları hasarlar göz önüne alınarak hazırlanmıştır.

### ***1945 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası***

Bayındırlık ve Milli Eğitim Bakanlıklarınca oluşturulan komisyon tarafından son yıllar içinde meydana gelmiş depremlerden ve Bayındırlık Bakanlığı arşivindeki bilgilerden, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü’nce hazırlanmış bulunan Türkiye Jeoloji Haritası ve Türkiye Tektonik Haritasından, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü’ndeki bilgilerden, İstanbul Rasathanesi Müdürlüğü’nde bulunan bilgilerden ve Türkiye’de meydana gelmiş depremlerle ilgili her türlü yayından yararlanılarak hazırlanmıştır (Sayarı vd., 1945). Harita, Bakanlar Kurulu’nun 12.07.1945 gün ve 3/2854 sayılı kararıyla “*Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası*” adı altında 1/2.000.000 ölçekli olarak yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). Bu haritaya göre Türkiye;

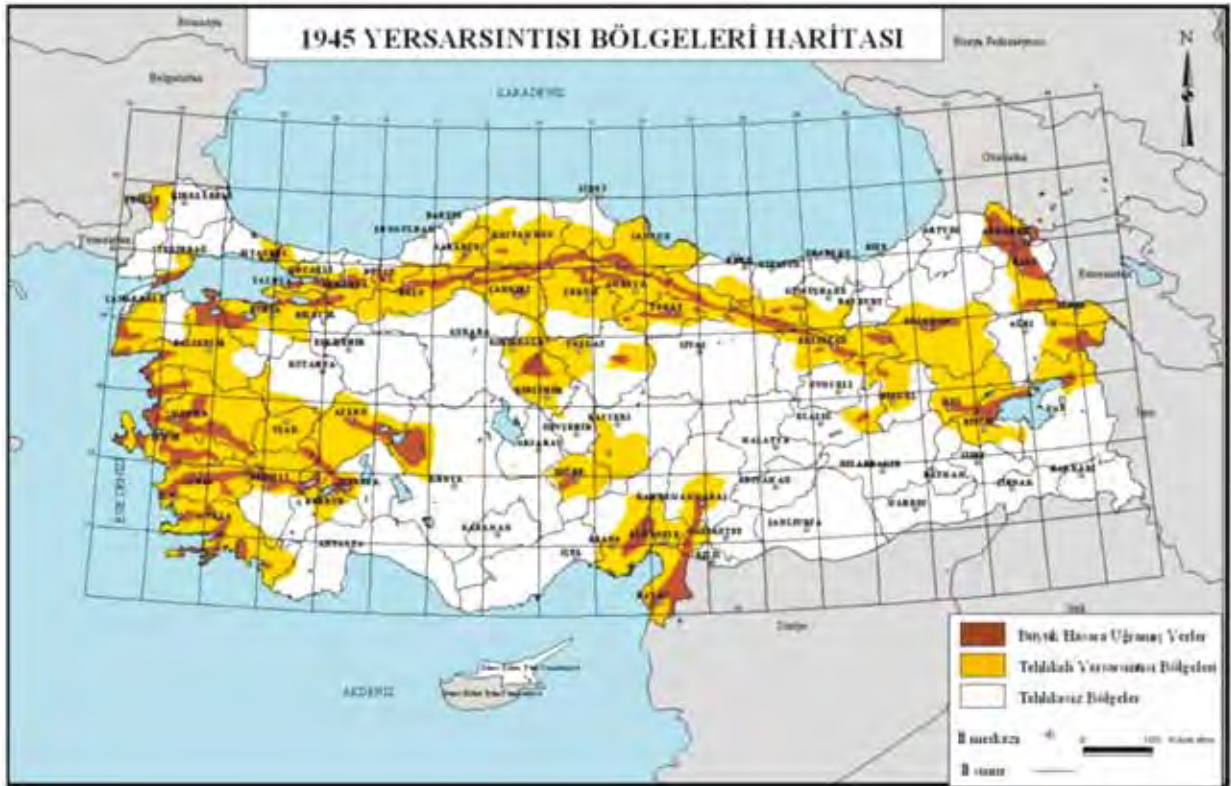
- Büyük hasara uğramış bölgeler,
- Tehlikeli yersarsıntısı bölgeleri ve
- Tehlikesiz bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2, 3).





Şekil 2. 1945 tarihli Türkiye'nin ilk resmi deprem bölgeleri haritası.

Figure 2. First official seismic zoning map of Turkey.



Şekil 3. Coğrafi Bilgi Sistemi ile yeni idari sınırlara uyarlanmış 1945 tarihli ilk resmi deprem bölgeleri haritası.

Figure 3. This map (1945) is adapted to the new administrative boundaries using geographic information system.

### **1947 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası**

1945 tarihli haritada çok şiddetli yersarsıntısı bölgelerini gösteren sınırların geniş tutulduğu ve bu sınırların daha küçük ve dar sahalar içine alınması gerektiği yönünde hazırlanan rapor doğrultusunda yeni bir harita hazırlanmış ve Bakanlar Kurulu'nun 20.12.1947 gün ve 3/6739 sayılı kararıyla yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). 1/2.000.000 ölçekli olarak hazırlanmış olan “*Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası*” na göre Türkiye;

- Birinci derecede yersarsıntısı bölgeleri,
- İkinci derecede yersarsıntısı bölgeleri ve
- Tehlikesiz bölgeler olarak üç bölgeye ayrılmıştır.

Haritaya “İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak, İstanbul şehrinin jeolojik detay haritası yapılmaya kadar 500.000 liraya giren özel ve resmi her türlü inşaatların arsası, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü tarafından tetkik edilecektir” şeklinde bir dipnot eklenmiştir. Bu dip not Bakanlar Kurulu'nun 04.03.1949 gün ve 3/8815 sayılı kararıyla “İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak çürük araziye yapılacak inşaat için denetleyici dairenin onamasıyla birinci derece şartları uygulanabilir” şeklinde değiştirilmiştir.

1945 ve 1947 tarihli resmi deprem bölgeleri haritaları Türkiye’de meydana gelmiş depremlerde hasar görmüş bölgeleri büyük hasara uğramış bölgeler (Birinci derecede yersarsıntısı bölgeleri), tehlikeli yersarsıntısı bölgeleri (İkinci derecede yersarsıntısı bölgeleri) şeklinde, deprem hasarı meydana gelmeyen bölgeleri de tehlikesiz bölge şeklinde ayırarak hazırlanmıştır. Her iki haritada da hazırlayanların imzaları mevcuttur.

**b) Deterministik yöntemle göre hazırlanmış deprem haritaları:** Bu haritalar geçmiş yıllarda meydana gelmiş depremlerin yaratmış oldukları hasarlar, eşşiddet haritaları, tektonik haritalar ve konu ile ilgili çalışmalardan yararlanılarak hissedilen ve beklenen şiddet değerleri göz önüne alınarak deterministik yöntemle hazırlanmıştır.

### **1963 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası**

Deprem bölgeleri haritaları 25.05.1959 tarih ve 10213 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “*Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun*” gereğince İmar ve İskân, Bayındırlık, İçişleri, Milli Eğitim ve Tarım Bakanlıklarının temsilcilerinden oluşan “deprem bölgelerini tespit komisyonunca” ortaklaşa hazırlanmaya başlanmıştır. Komisyon 1947 tarihli haritanın bu konudaki bilgilerin çok eksik olduğu bir zamanda ve daha çok yabancı yayınlardan faydalanılarak hazırlandığını, adı geçen haritada deprem bölgeleri dışında bırakılması gereken Trabzon’un ikinci derece deprem bölgesinde, birinci derece deprem bölgesinde bulunması gereken Çan ve Yenice kasabalarının da deprem bölgesi dışında bırakılması gibi önemli yanlışlıklar içerdiğini ve bu nedenlerle değişmesi gerektiği yönünde bir rapor hazırlamıştır.

İlgili bakanlık temsilcilerinden oluşan deprem bölgelerini tespit komisyonu yukarıda belirtilen eksiklikleri giderecek şekilde, üniversite ve ilgili kurumların görüşünü de alarak deprem bölgelerini 3 kategoriye ayıran bir harita hazırlamışlardır. Harita eski haritaların hazırlanması için kullanılan bilgilerin yanı sıra “*Türkiye Depremleri İzahlı Katalogu (Pınar ve Lahn, 1952)*” ve “*Türkiye'nin Sismisitesi (Omote ve İpek, 1959)*” isimli kitaplardan, MTA tarafından hazırlanmış olan jeoloji ve tektonik haritalarından

ve Bayındırlık Bakanlığının kuruluşundan itibaren depremle ilgili yapmış olduğu çalışmalardan faydalanılarak hazırlanmıştır (Tabban, 1970a).

1963 tarihli “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” 05.04.1963 gün ve 6/1613 sayılı Bakanlar Kurulu kararının 24.04.1963 tarih ve 11389 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmasıyla yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). Harita 1/2.000.000 ölçekli basılmıştır. Bu haritaya göre ülkemiz;

- Birinci derece deprem bölgeleri
- İkinci derece deprem bölgeleri
- Üçüncü derece deprem bölgeleri
- Tehlikesiz bölgeler

olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır. Harita hissedilen maksimum şiddet değerleri (Medvedev-Sponeuer-Karnik (MSK) şiddet cetveli) esas alınarak hazırlanmıştır. VIII ve daha büyük şiddet gösteren yerler Birinci derece deprem bölgesini, VII – VIII şiddeti arasındaki yerler İkinci derece deprem bölgesini ve V – VII şiddeti arasındaki yerlerde Üçüncü derece deprem bölgesini göstermektedir.

25.05.1959 tarih ve 10213 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren “*Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun*” un 2 inci maddesinde; 02.07.1968 tarih ve 1051 sayılı yasa gereğince değiştirilmiş ve yersarsıntısına uğramış veya uğrayabilir bölgelerin İmar ve İskân Bakanlığının teklifi üzerine Bakanlar Kurulunca kararlaştırılacağı ifade edilmiştir.

Bunun üzerine 1963 haritasında bazı uyumsuzlukların olması, tehlikesiz bölge olarak gösterilen bazı bölgelerde yıkıcı depremlerin meydana gelmesi ve 1968 yılında Strasbourg’da toplanan Avrupa Sismoloji Komisyonunun önerileriyle tam uyumlu olmaması gibi nedenlerle

yeni deprem bölgeleri haritasının hazırlanması çalışmalarına başlanmıştır (Ergünay, 1976). İmar ve İskân Bakanlığı; 1963 tarihli deprem bölgeleri haritasının hazırlanış esasının, sismolojik ve tektonik araştırmalardan ziyade, hatalı olan deprem kayıtlarına ve kişilerin ön sezilerine dayanmış olması, bölgelendirme yapılırken belirli bir esasın takip edilmeyişi, deprem bölgeleri arasında süreksizliklerin bulunması (birinci bölgenin yanında, tehlikesiz bölgenin bulunması), haritada tehlikesiz bölge olarak işaretlenen bazı yerlerde yıkıcı depremlerin meydana gelmesi (Amasra-Bartın civarı gibi), son yıllarda çok gelişen ve uluslararası toplantılarda esasları belirlenen deprem bölgeleri haritası hazırlanma tekniklerinin bu harita hazırlanırken göz önünde bulundurulmayışi gibi nedenlerden dolayı değiştirilmesine ve yeni bir haritanın hazırlanması gerektiğine karar vermiştir.

Avrupa Sismoloji Komisyonu tarafından deprem bölgeleri haritası hazırlanırken a) Deprem katalogları, b) Deprem dağılım haritaları, c) Hissedilen maksimum şiddet haritaları ve d) Sismotektonik haritaların temel kaynak olarak kullanılması gerektiği kararlaştırılmıştır. Yeni harita bu kararlara uygun olarak Pınar ve Lahn (1952), Öcal (1968a,b), Ergin vd., (1967, 1971) tarafından hazırlanmış olan kataloglardan, bu verilerden yararlanarak hazırlanmış olan deprem dağılım haritalarından, geçmiş yıllarda meydana gelmiş olan depremlerin eşşiddet haritalarından ve azalım ilişkileri kullanılarak elde edilmiş maksimum şiddet haritalarından, MTA ve Ketin (1968) tarafından hazırlanmış olan Türkiye’nin Tektonik ve Sismotektonik haritalarından ve 1600 – 1969 yılları arasında meydana gelmiş büyüklüğü  $M \geq 5.7$  olan deprem verilerinden elde edilmiş sismik enerji haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Bazen bölgenin tektoniği, jeolojisi, deprem riski ve binaların ekonomik ömürleri gibi konular bazı bölgelerde şiddet artırıcı veya azaltıcı faktör olarak kullanılmıştır. Ayrıca harita üzerinde tehlikeli bölgeleri ayıran sınırların uygulamada kolaylık sağlamak amacı ile kasaba merkezi hangi bölgede ise mülki sınırları ile birlikte o bölgeye dahil olması gerektiği benimsenmiştir (Tabban, 1970b).

### **1972 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası**

Bakanlar kurulunun 23.12.1972 gün ve 7/5551 sayılı kararıyla onaylanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası kararın 15 Mayıs 1973 tarih ve 14586 sayılı resmi gazetede yayımlanmasıyla yürürlüğe girmiştir. Bu haritaya göre ülkemiz;

- Birinci derece deprem bölgesi
- İkinci derece deprem bölgesi
- Üçüncü derece deprem bölgesi
- Dördüncü derece deprem bölgesi
- Tehlikesiz bölge

olmak üzere beş bölgeye ayrılmıştır. Haritada IX veya daha büyük şiddetteki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler birinci derece deprem bölgesini, VIII şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler ikinci derece deprem bölgesini, VII şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler üçüncü derece deprem bölgesini ve VI şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler dördüncü derece deprem bölgesini göstermektedir.

**c) Olasılık yöntemine göre hazırlanmış deprem haritaları:** 1996 deprem bölgeleri haritası dünyadaki gelişmelere paralel olarak olasılık yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Bu yönüyle ilk dört haritadan farklıdır ve 50 yılda %90 ihtimalle aşılmayacak yer ivmelerini göstermektedir.

1987 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun 42. Genel Oturumunda (BM 42/169, 1987 sayılı karar ile) 1990-2000 yıllarını kapsayan süre "Doğal Afet Etkilerini Azaltma Uluslararası On yılı (IDNDR)" olarak kabul edilmiştir. Ayrıca doğal afetlere maruz ülkelerde birer milli komite kurulması kararlaştırılmış ve komitede yer alacak çalışma gruplarının neler yapması gerektiği belirlenmiştir.

Bu karar doğrultusunda Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, kendi koordinatörlüğünde ilgili kurum, kuruluş ve Üniversite temsilcilerinden oluşan Doğal Afet Zararlarını Azaltma On Yılı Türkiye Milli Komitesini kurmuştur (Türkiye Milli Planı, 1989). Milli Komite bünyesinde Kamu Kurum ve kuruluşları, Üniversiteler ve Meslek Odalarının temsilcilerinden çalışma grupları oluşturulmuştur. Bu gruplardan biri olan Deprem Çalışma Grubu'nun ana hedefleri arasında yürürlükteki 1972 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası'nın çağdaş bir anlayışla yeniden düzenlenmesi yer almıştır. Bu hedef doğrultusunda mevcut bilgiler çerçevesinde Deprem Kaynak Zonları'nı belirleyen bir taslak harita hazırlanmış ve ilgili Kurum ve Üniversitelerin görüşüne açılmıştır. Bu taslak harita son şeklini aldıktan sonra Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ne "En Son Verilere göre Türkiye'nin Deprem Tehlikesi Haritası"nın olasılık yöntemi esas alınarak hazırlanması bir proje olarak verilmiştir. Projenin amacı;

*"En son verilere göre hazırlanmış bulunan Türkiye sismotektonik kaynak zonları haritasına dayalı olarak Türkiye deprem tehlikesi haritasının istatistiksel yöntemlere ve ihtimal hesapları prensiplerine göre hazırlanması ve Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik hükümlerinin yerine getirilmesine imkân tanıyacak bir formatta sunulması"* şeklinde özetlenmiştir (Gülkan vd. 1993).

Haritanın hazırlanması sırasında:

- Deprem kaynak zonu sınırlarının belirlenmesi,
- Tanımlanan her bir kaynak zonu için geçmişteki deprem verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve kaynak zonların doğurabilecekleri en büyük deprem büyüklüklerinin belirlenmesi,
- Her bir kaynak zonu için azalım ilişkilerinin belirlenmesi,
- Yer hareketi parametresi olarak seçilen ivmeye ait, belirlenen bir zaman için geçerli maksimum birikimli ihtimal dağılım fonksiyonunun hesaplanması, aşamaları izlenmiştir. Hesaplara esas teşkil eden deprem listesi Kandilli Rasathanesi tarafından 1881 – 1980 arasını içine alacak şekilde Ayhan ve diğ., (1984) tarafından derlenen katalogdan alınmıştır.

Bu çalışmalarda, gerek deprem kataloglarıyla, azalım ilişkilerindeki eksiklikler, gerekse bazı deprem kaynak zonlarındaki belirsizlikler gözönünde tutularak Deprem Çalışma Grubu tarafından gerekli düzeltmelere gidilerek haritaya son şekli verilmiştir.

### ***1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası***

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayımlanan bu harita, Türkiye’de gelecekteki 50 yıl içerisinde %90 ihtimalle aşılmayacak yer ivmelerini göstermektedir. Bakanlar Kurulu’nun 18.04.1996 gün ve 96/8109 sayılı kararıyla Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası adı altında 1/1.800.000 ölçekli olarak yürürlüğe giren bu haritaya göre Türkiye;

- Birinci derece deprem bölgeleri
- İkinci derece deprem bölgeleri
- Üçüncü derece deprem bölgeleri
- Dördüncü derece deprem bölgeleri
- Beşinci derece deprem bölgeleri

olmak üzere beş bölgeye ayrılmıştır. Haritada yer ivmesinin 0.40 g ve daha büyük olacağı bölgeler birinci derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.30 – 0.40 g arasında olması beklenen bölgeler ikinci derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.20 – 0.30 g arasında olması beklenen bölgeler üçüncü derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.10 – 0.20 g arasında olması beklenen bölgeler dördüncü derece deprem bölgesini ve yer ivmesinin 0.10 g den küçük olması beklenen bölgeler beşinci derece deprem bölgesini göstermektedir.

Haritanın renkli olarak basılması Harita Genel Komutanlığı tarafından gerçekleştirilmiştir. Deprem Bölgeleri haritası 1 / 1.800.000 ölçekli olarak ve deprem bölgeleri, il, ilçe sınırları, il, ilçe, bucak merkezleri, göller, barajlar ve demiryolu ağlarını gösterecek şekilde bastırılmıştır. Harita Genel Komutanlığından alınan Yerleşim birimlerinin merkez noktaları hangi dereceli deprem bölgesine düşüyorsa o yerleşim biriminin deprem derecesi o bölge olarak kabul edilmiştir. Eğer bu nokta sınıra denk geliyorsa emniyetli tarafta kalmak için üst dereceli deprem bölgesi o yerleşim biriminin deprem derecesi olarak kabul edilmiştir. Kullanımda kolaylık sağlaması amacıyla yerleşim birimlerinin hangi dereceli deprem bölgesinde bulunduğu alfabetik olarak bir indeks halinde hazırlanarak haritayla beraber dağıtılmıştır. Haritada yer almayan ya da indekste yazılmayan yerleşim birimleri için, bağlı olduğu il veya ilçe merkezinin bulunduğu deprem bölgesi esas alınmaktadır (Özmen vd., 1997).

1963 Deprem bölgeleri haritasına göre nüfus dağılımı, 1972 ve 1996 Deprem bölgeleri haritalarına göre nüfus ve alan dağılımları Çizelge 1, 2 ve 3'te verilmiştir. Ayrıca 1963, 1972 ve 1996 deprem bölgeleri haritalarında I.derece deprem

bölgesinde yaşayan nüfusların kıyaslaması Şekil 4'te, 1972 ve 1996 tarihli deprem bölgeleri haritalarının deprem derecelerine göre alansal kıyaslamaları ise Şekil 5'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** 1963 Deprem bölgeleri haritasına göre nüfus dağılımı (Suher, 1967)

**Table 1.** *Distribution of population as related to earthquake zoning map (1963)*

Deprem Bölgesi	1960 Nüfus	%	1965 Nüfus	%
I.Derece	6 556 424	23.62	7 432 000	23.68
II. ve III. Derece	11 494 103	41.41	13 130 580	41.83
Tehlikesiz	9 704 293	34.96	10 828 627	34.50
<b>TOPLAM</b>	<b>27 754 820</b>	<b>100</b>	<b>31 391 207</b>	<b>100</b>

**Çizelge 2.** 1972 Deprem bölgeleri haritasına göre nüfus ve alan dağılımı (Gencoğlu vd., 1990)

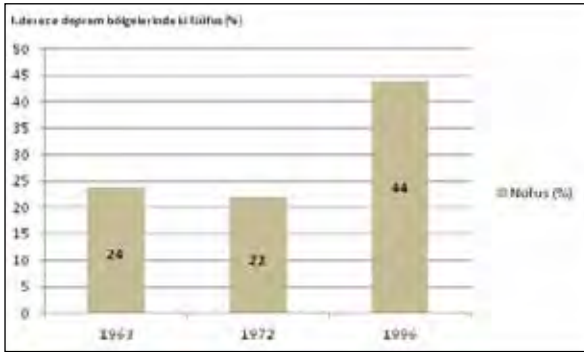
**Table 2.** *Distribution of population and surface area as related to earthquake zoning map (1972)*

Deprem Bölgesi	Nüfus	%	Alan (km <sup>2</sup> )	%
I.Derece Deprem Bölgesi	10 877 245	21.5	122 592	16.8
II.Derece Deprem Bölgesi	15 924 284	31.4	208 596	26.9
III.Derece Deprem Bölgesi	11 084 823	21.9	225 989	29.2
IV.Derece Deprem Bölgesi	10 174 184	20.1	150 000	19.4
V.Derece Deprem Bölgesi	2 603 922	5.1	67 638	8.7
<b>TOPLAM</b>	<b>50 664 458</b>	<b>100</b>	<b>774 815</b>	<b>100</b>

**Çizelge 3.** 1996 Deprem bölgeleri haritasına göre nüfus dağılımı (Özmen vd., 1997)

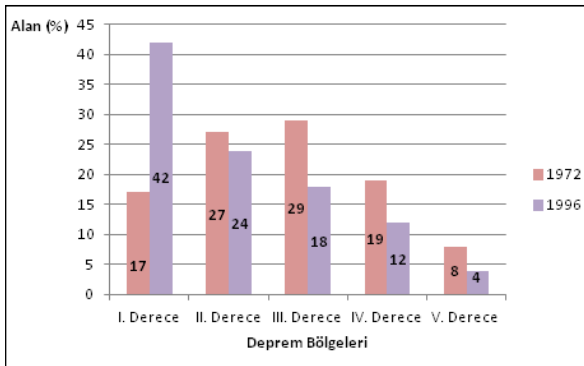
**Table 3.** *Distribution of population and surface area as related to earthquake zoning map (1996)*

Deprem Bölgesi	Alan (km <sup>2</sup> )	%	Nüfus (1990)	%	Nüfus (1997)	%
I.Derece	328.995	42	25.052.683	44	28.498.740	45
II.Derece	186.411	24	14.642.950	26	16.674.656	26
III.Derece	139.594	18	8.257.582	15	9.334.138	15
IV.Derece	97.894	12	7.534.083	13	8.129.711	13
V.Derece	32.051	4	985.737	2	1.107.757	2
<b>TOPLAM</b>	<b>784.945</b>	<b>100</b>	<b>56.473.035</b>	<b>100</b>	<b>63.745.000</b>	



**Şekil 4.** 1963, 1972 ve 1996 tarihli deprem bölgeleri haritalarında I.dereceli deprem bölgesinde yaşayan nüfus (%).

**Figure 4.** The population living in the first degree earthquake zone as related to earthquake zoning maps (1963, 1972 and 1996).



**Şekil 5.** 1972 ve 1996 tarihli deprem bölgeleri haritalarının alansal kıyaslaması.

**Figure 5.** Distribution of surface area as related to earthquake zoning map (1972 and 1996).

## TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Türkiye’deki resmi deprem bölgeleri haritalarının tarihsel süreci 1945 yılında yayınlanan “Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası” ile başlamış, Bakanlar Kurulu’nun 18.04.1996 gün ve 96/8109 sayılı kararıyla yürürlüğe giren “1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” ile devam etmiştir.

1945 yılından beri 5 kez değiştirilmiş olan deprem bölgeleri haritaları deprem mühendisliği ve mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, tektonik ve sismotektonik bulguların ve deprem kayıtlarının artması ile elde edilen yeni bilgi, yöntem ve verilerin ışığı altında geçmişte olduğu gibi gelecekte de zaman içinde değişecektir.

Halen yürürlükte olan 1996 tarihli haritanın yürürlüğe girişinden bu yana 16 yıl geçmiş bulunmaktadır. Bu süre içinde Türkiye’de İzmit Körfezi depremi, Düzce depremi, Van depremi gibi 3 tane büyük deprem, Çankırı, Akşehir, Çay-Afyon, Pülümür-Tunceli, Bingöl, Elazığ, Bala-Ankara ve Simav-Kütahya gibi orta büyüklüklerde depremler meydana gelmiştir. Maden Tetkik Arama Genel müdürlüğü tarafından 2012 yılında yayınlanan diri fay haritasına göre de ülke genelinde yaklaşık 150 tane olarak bilinen diri fay sayısının bundan yaklaşık iki kat fazla 326 adet olduğu ortaya konmuştur. Yeni araştırmalarla ortaya çıkarılan birçok bilgiden, yenilenmiş diri fay haritasından ve yeni deprem verilerinden yararlanarak zaman geçirmeden yeni bir deprem bölgeleri haritası hazırlanmalıdır.

Deprem bölgeleri haritaları, bölgesel planlarda, çevre düzeni planlarında, yerleşim alanı yer seçiminde, imar planlarının hazırlanması ve değiştirilmesinde, acil durum planlarında, zarar azaltma planlarında, kentsel dönüşümde, depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesinde deprem nedeniyle oluşabilecek yer ivmelerini belirlemeye yönelik bilgiler vermesi bakımından deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir işlev üstlenmektedir. Bu nedenle ülke ölçeğindeki haritaların yanı sıra daha detay çalışmalarla da il ölçeğinde deprem bölgeleri haritalarının hazırlanmalıdır.

Yasa, yönetmelik, genelge, yönerge ya da harita hazırlamak önemlidir ancak bunların titizlikle uygulanması durumunda bir anlam ifade

ettiği gözden uzak tutulmamalıdır. Türkiye’de deprem zararlarının beklenenin üzerinde olmasında en önemli rolü deprem bölgeleri haritaları ve her bölge için yapım kurallarını belirleyen deprem yönetmeliklerine ve zemin etütlerine uygun yapılaşma yapılmaması oynamaktadır.

## **EXTENDED SUMMARY**

*In Turkey, the studies on minimizing the harms of earthquakes started after a series of serious earthquakes including Erzincan earthquake which took place on December 27, 1939 causing 32,962 people to die. Erzincan earthquake was one of the earthquakes with the greatest magnitude in the last century. The series continued with Niksar-Erbaa (December 20, 1942), Adapazarı-Hendek (June 20, 1943), Tosya-Ladik (November 26, 1943) and Bolu-Gerede (February 1, 1944). The main reason for these studies to start in our country was the fact that all these earthquakes occurred in a short period of time resulting in the loss of many lives and properties. The government at that time realized that replacing new buildings with the ones that were destroyed was not the actual solution and that new studies leading into new solutions had to start in order to minimize the harms. As a result, “Precautions to be Taken Before and After Earthquakes Act” (no. 4623) was made. As the first article of the act stated, Ministry of Public Works and Settlement and Ministry of National Education, with all the data in hand, prepared the first official earthquake zoning map in 1945. “Earthquake Zoning Map” came into force on July 12, 1945 with the Council of Ministers’ 3/2854 numbered decision. The map was scaled 1/2,000,000. This map was prepared by a commission of Ministry of Public Works and Settlement and Ministry of National Education, relying on the data from Ministry of Public Works and Settlement, geology and tectonic maps by*

*General Directorate of Mineral Research and Exploration, data from İstanbul University Institute of Geology, data from İstanbul Observatory Directorate and all the other data on our country’s earthquakes (Sayarı, 1945). According to the map, our country was divided into 3 regions as: Regions of High Damage, Dangerous Earthquake Regions and Regions without Danger. The map was updated by the decision of the Council of Ministers and put into force respectively in 1947, 1963, 1972 and 1996 because of the developments in engineering seismology, tectonic and seismotectonic invention and improved earthquake data collection. After the Disaster Law Number 7269 which came into force in 1959, earthquake zoning maps was started being prepared by the Ministry of Public Works and Settlement and/or with its coordination.*

*The map published in 1996 was prepared using probability methods which showed place accelerations with a 90% probability within 50 years which was the main difference of this particular map from the other 4 maps prepared before. In this map, our country is divided into 5 regions depending on their expected accelerations. According to their acceleration amount the regions are named as follows. If the expected acceleration is  $\geq 0.40g$  the region is 1<sup>st</sup> Degree, if it’s between 0.30-0.40g the region is 2<sup>nd</sup> Degree, if it’s between 0.20-0.30g the region is 3<sup>rd</sup> Degree, if it’s between 0.10-0.20g the region is 4<sup>th</sup> Degree and if it’s smaller than 0.10g the region is 5<sup>th</sup> Degree. According to this map, Turkey’s surface area’s 42% is considered as 1<sup>st</sup> Degree, 24% is 2<sup>nd</sup> Degree, 18% is 3<sup>rd</sup> Degree, 12% is 4<sup>th</sup> Degree and 4% is 5<sup>th</sup> Degree earthquake zone.*

*Besides these maps, a lot of unofficial maps were also prepared by a lot of researchers. Many important unofficial earthquake zoning maps were prepared in the process of minimizing*



*the harmful effects of earthquakes. The first unofficial earthquake zoning map was prepared by A. Sieberg in 1932. As other examples to these kinds of maps prepared by the researchers İpek (1965), Tabban (1969), Ergin and Güçlü (1971), Yarar (1980), Ketin (1982), Erdik (1985), Eyidoğan and Güçlü (1993), Erdik (1999) and TEFER (2001) may also be given.*

*The aim of our study is to enlighten the studies made on the issue and help the phases of which the earthquake zoning maps went through to be understood in a better fashion by giving chronological information both on official and unofficial earthquake zoning maps. Our country's place is very complicated active tectonically and highly risky earthquake-wise. As a result, these kinds of studies should be now made on city base, establishing the entire active faults with all their parameters. This should be done in a detailed way and specialized on the suburb while using the probability methods.*

## DEĞİNİLEN BELGELER

1944. 4623 sayılı Yersarsıntılarında evvel sonra alınacak tedbirler hakkında kanun.
1945. Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.
1947. Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası.
1959. 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun.
1963. T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
1972. T.C. İmar ve İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
1996. T.C. BAYINDIRLIK VE İSKÂN BAKANLIĞI TÜRKİYE DEPREM BÖLGELERİ HARİTASI.
- Alsın, E., 1972. Magnitude and Time Distributions of Earthquakes in Turkey. Bull.Int.Inst.Seismol.Earthq.Eng., 7, 1-10.
- Ayhan, E., Alsın, E., Sancaklı, N. ve Üçer, S.B, 1984. Türkiye ve Dolayları Deprem Katalogu 1881-1980. Boğaziçi Üniversitesi, 126 s.
- Başöz, N., 1992. Seismic Hazard Assessment in Regions Having Diffused Boundaries and Nonhomogeneous Attenuation. Master Thesis, Middle East Technical University, 161 p.
- Bayrak, Y., Yılmaztürk, A. ve Öztürk, S., 2005. Relationships Between Fundamental Seismic Hazard Parameters for the Different Source Regions in Turkey. Natural Hazards, 36 (3), 445-462.
- DLH (Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü), 2007. Kıyı Yapıları, Demiryolları ve Hava Meydanları İnşaatları Deprem Teknik Yönetmeliği için Deprem Tehlikesi Belirlemesi. YPU-DLH-060520-001-Ara rapor 1, Yüksel Proje.
- Egeran, N. ve Lahn, E., 1944. 1/2.400.000 Mikyaslı Türkiye Yer Depremleri Haritası Hakkında Muhtıra. M.T.A. Mec., 9 (2/32), 270-289.
- Erdik, M., Doyuran, V., Gülkan, P. ve Akkaş, N., 1985. Türkiye'de Deprem Tehlikesinin İstatistiki Açından Değerlendirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, Ankara, 116.
- Erdik, M., Doyuran, V., Akkaş, N. ve Gülkan, P., 1985. A Probabilistic Assessment of the Seismic Hazard in Turkey. Tectonophysics, 117, 295-344.
- Erdik, M., Biro, Y.A., Onur, T., Sesetyan, K. ve Birgören, G., 1999. Assessment of Earthquake Hazard in Turkey and Neighboring Regions. Annali Di Geofisica, 42 (6), 1125-1138.
- Erdik, M., Şeşetyan, K., Demircioğlu, M.B. ve Durukal, E., 2006. Kıyı Yapıları, Demiryolları ve Hava Meydanları İnşaatları Deprem Teknik Yönetmeliği İçin Deprem Tehlikesi Belirlemesi. Ulaştırma Bakanlığı Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaat Genel Müdürlüğü, 48.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967. Türkiye ve Civarının Deprem Katalogu (Milattan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar). İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayını, No:24.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Aksay, G., 1971. Türkiye ve Dolaylarının Deprem Katalogu (1965 - 1970). İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi Arz Fiziği Enstitüsü yayını, No:28.
- Ergin, K. ve Güçlü, U., 1971. Türkiye Depremlerinde Beklenecek Maksimum Şiddeti Gösterir harita.
- Ergünay O, 1976. Earthquake Zoning Map of Turkey. Proc., Seminar on Seismic Zoning Map, Vol.1., p. 359-370, UNESCO.
- Eyidoğan, H. ve Güçlü, U., 1993. Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Evrimi ve Yeni Bir Harita İçin Öneri. Jeofizik, 7, 95-108.
- Gencoğlu, S., İnan, H. ve Güler, H., 1990. Türkiye'nin Deprem Tehlikesi. TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Gülkan, P., Koçyiğit, A., Yücemem, M.S., Doyuran, V. ve Başöz, V., 1993. En Son Verilere göre Hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası. Rapor no:METU/EERC 93-01, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi, 156 s.
- Hattori, S., 1980. Seismic Risk Maps in Turkey. Iran and Mediterranean Areas, Proceedings of the Seventh World

- Conference on Earthquake Engineering, İstanbul, 285-292.
- İlhan, E., 1961. Yer Sarsıntıları ve Madencilik. Madencilik Dergisi, 3, 156 – 164.
- İpek, M., Uz, Z. ve Güçlü, U., 1965, Sismolojik Donelere Göre Türkiye Deprem Bölgeleri. Deprem Yönetmeliği Toplantısına Takdim Edilen Rapor, 22 Şubat 1965, Ankara (Yayınlanmamış).
- Kayabalı, K., 2002. Modeling of Seismic Hazard for Turkey Using the Recent Neotectonic Data. Engineering Geology, 63, 221-232.
- Kayabalı, K. ve Akın, M., 2003. Seismic Hazard Map of Turkey Using the Deterministic Approach. Engineering Geology, 69, 127-137.
- Ketin, İ., 1968. Türkiye'nin Genel Tektonik Durumu ile Başlıca Deprem Bölgeleri Arasındaki İlişkiler. MTA Dergisi, 71.
- Ketin, İ., 1982. Genel Jeoloji Cilt I (II.Baskı). Yerbilimlerine Giriş, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, İstanbul, 597.
- Lahn, E., 1949. Seismological Investigations in Turkey. Bulletin of the Seismological Society of America, 39(2), 67-71.
- Öcal, N., 1968a. Türkiye'nin Sismisitesi ve Zلزle Coğrafyası (1850-1960) yılları için Türkiye Zلزle Katalogu). Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları, No:8, 119 sayfa, İstanbul.
- Öcal, N., 1968b. Beş Yıllık Zلزle Katalogu (1960-1964). Milli Eğitim Bakanlığı İstanbul Kandilli Rasathanesi Sismoloji Yayınları, No:9, 24 sayfa, İstanbul.
- Özmen, B., Nurlu, M. ve Güler, H., 1997. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Deprem Bölgelerinin İncelenmesi. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 89s., Ankara.
- Pamir H.N., 1948. Dinamik Jeoloji. Cilt II, İstanbul Üniversitesi Yayınları 348, 404 s.
- Pampal, S. ve Özmen B., 2007. Türkiye'nin Deprem Gerçeği Deprem Bölgeleri Haritaları ve Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi. 1028 s., Ankara.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayını, Seri no:6, Sayı:36, 153 sayfa.
- Sayarı, S., Pamir, H.M., Erkmn, K., Alpay, F. ve Onursal, F., 1945. Yurdumuzun tehlikeli yersarsıntısı bölgelerini tayin için Milli Eğitim ve Bayındırlık Bakanlığı mütehasıs üyelerinin hazırladığı rapor (yayınlanmamış).
- Sieberg, A., 1932. Erdbebengeographie. Band IV, Lieferung 3, Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin.
- Suher, H., 1967. Türkiye'de Genel Yerleşme Düzeni İçinde Depremsel Bölgeler. Türkiye'nin Deprem Durumu ve Etki Alanları Deprem Paneli I, 2-3 Mart 1967, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.
- Tabban, A., 1969. Türkiye'nin Sismisitesi. İmar ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara, 47.
- Tabban, A., 1970a. Türkiye'nin Sismisitesi ve Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt XIII, Sayı 2.
- Tabban, A., 1970b, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasının Geliştirilmesine Ait Rapor. İmar ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara, Mart (yayınlanmamış).
- TEFER (Turkey Emergency Flood and Earthquake Recovery Project), 2001. Consulting Services for Improvement of Natural Hazard Insurance and Disaster Funding Strategy. Final Report, Programme 6.1 Review of Loss Potential and Catastrophic Risk Modelling, Section 5, The Hazard of Earthquake, Başbakanlık Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığı-Sigortacılık Genel Müdürlüğü.
- Ulusay, R., Tuncay, E., Sönmez, H. ve Gökçeoğlu, C., 2004. An Attenuation Relationship Based on Turkish Strong Motion Data and Iso-Acceleration Map of Turkey, Engineering Geology. Science Direct, Elsevier, 74, 265-291.
- Türkiye Milli Planı (1990 – 2000), 1989. Uluslararası Afet Zararlarının Azaltılması On Yılı Türkiye Milli Komitesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Yarar, R., Ergünay, O., Erdik, M. ve Gülkan, P., 1980. A Preliminary Probabilistic Assessment of the Seismic Hazard in Turkey. Proceeding 7th World Conference on Earthquake Engineering, İstanbul, 1: 309-316.
- Yücemn, S., Koçyiğit, A., Yakut, A. ve Gencoğlu, S., 2006. Deprem Tehlike Haritalarının Hazırlanması Seminer Notları. Ankara (yayınlanmamış).

---

**Makale Geliş Tarihi** : 05.12.2012

**Kabul Tarihi** : 16.01.2013

*Received* : 05.12.2012

*Accepted* : 16.01.2013





## TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

### YAZIM KURALLARI

#### Yazıların hazırlanması

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ'nin yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Türkçe makalelerde "Extended Summary", İngilizce makalelerde ise "Genişletilmiş Özet" verilmelidir. Yazarların ana dillerinin Türkçe olmaması durumunda, yazıların başlığı ve özeti ile çizelge ve şekillerin başlıkları Editörlükçe Türkçeye çevrilir. Ana dili İngilizce olmayan yazarlara, yazılarını Editörlüğe göndermeden önce, gramer ve üslup açısından, ana dili İngilizce olan bir kişiden katkı almaları özellikle önerilir. Hazırlanan makaleler orijinal ve daha önce basılmamış araştırma, yorum ya da her ikisine ait sentezi içermeli, veya teknik not niteliğinde olmalıdır. Yazının gönderilmesi, daha önce basılmamış veya başka bir yerde incelemede olmadığını gösterir.

Yazılar, aşağıda verilen düzen çerçevesinde hazırlanmalıdır.

- (a) **Başlık** (Türkçe ve İngilizce)
- (b) **Yazar adları** (koyu ve tamamı büyük harfle) ve **adresleri** (italik ve küçük harfle) ile başvurulacak **yazarın E-posta adresi**
- (c) **Öz** (Türkçe ve İngilizce)
- (d) **Anahtar Kelimeler** (Türkçe ve İngilizce)
- (e) **Giriş** (amaç, kapsam ve yöntem)
- (f) **Ana metin** (kullanılan yöntemler, çalışılan malzemeler, tanımlamalar, analizler vd.)
- (g) **"Tartışma ve Sonuçlar"** veya **"Tartışma ve Öneriler"**
- (h) **"Extended summary"/"genişletilmiş özet"**
- (i) **Katkı Belirtme** (gerekliyorsa)
- (j) **Kaynaklar**
- (k) **Çizelgeler**
- (l) **Şekiller Dizini**
- (m) **Şekiller**
- (n) **Levhalar** (var ise)

Metinde kullanılan değişik türde başlıklar farklı şekillerde ve tüm başlıklar sayfanın sol kenarında verilmelidir. Ana başlıklar büyük harflerle ve koyu yazılmalıdır. İkinci derece başlıklar alt başlık olarak değerlendirilmeli ve birinci ve ikinci derece alt başlıklar küçük harfle (birinci derece alt başlıklarda her kelimenin ilk harfi büyük) ve koyu, üçüncü derece alt başlıklar ise italik olmalıdır. Başlıkların önüne numara veya harf konulmamalıdır. Yazılar (öz, metin, katkı belirtme, kaynaklar, ekler ve şekiller dizini) A4 (29.7 cm x 21 cm) boyutundaki sayfaların bir yüzüne, kenarlardan en az 2.5 cm boşluk bırakılarak, 1.5 cm aralıkla ve 12 puntuyla (Times New Roman) yazılmalı, ayrıca tüm sayfalara numara verilmelidir.

**Başlıklar şu şekilde olmalıdır:**

**ÖZ**

**ABSTRACT**

**GİRİŞ**

**ANA BAŞLIK**

**Birinci Derece Alt Başlık**

**İkinci derece alt başlık**  
**Üçüncü derece alt başlık**  
**SONUÇLAR VE TARTIŞMA**  
**GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**  
**KATKI BELİRTME**  
**KAYNAKLAR**

**Kapak Sayfası**

Yazıdan ayrı olarak sunulacak kapak sayfasında aşağıdaki bilgiler yer almalıdır.

- Yazının başlığı
- Yazar(lar)ın ad(lar)ı (ad ve soyadı kısaltılmadan)
- Tüm yazarların açık posta ve e-mail adresleri (Başvurulacak Yazar belirtilerek). Başvurulacak yazarın faks ve telefon numaraları da ayrıca belirtilmelidir.

**Başlık ve Yazarlar**

Yazının başlığı, çalışmanın içeriğini anlaşılır şekilde yansıtmalıdır. Eğer yazı Türkçe hazırlanmışsa, Türkçe başlığı (koyu ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) İngilizce başlık (italik ve kelimelerin ilk harfleri büyük harf olacak şekilde) izlemelidir. İngilizce hazırlanmış yazılarda ise, İngilizce başlık Türkçe başlıktan önce ve yukarıda belirtilen yazım kuralına göre verilmelidir.

Yazarlara ilişkin bilgi ise aşağıdaki örneğe uygun olarak verilmelidir:

Ahmet Ahmetoğlu                      Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tandoğan 06100 Ankara  
A. Hüsnü Hüsnüoğlu                MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara  
(e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

**ÖZ**

Öz, çalışma hakkında bilgi verici bir içerikle (çalışmanın amacı, elde edilen başlıca sonuçlar) ve 300 kelimeyi aşmayacak şekilde hazırlanmalıdır. Özde kaynaklara atıfta bulunulmamalıdır. Özler, hem Türkçe hem, İngilizce olarak verilmelidir. Türkçe hazırlanmış yazılarda Öz'den sonra "Abstract" (italik) yer almalı, İngilizce yazılarda ise italik yazılmış Türkçe Öz Abstract'ı izlemelidir.

**Anahtar Kelimeler**

Öz ve Abstract'ın altında en az 2, 7 kelimeyi aşmayacak şekilde ve yazının konusunu yansıtan anahtar kelimeler Türkçe ve İngilizce olarak verilmelidir. Anahtar kelimeler, alfabetik sırayla küçük harfle (ilk anahtar kelimenin ilk harfi büyük) yazılmalı ve aralarına virgül konmalıdır. Teknik Not ve Tartışma türü yazılarda anahtar kelimelerin verilmesine gerek yoktur.

**EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**

Genişletilmiş özet 2500 kelimeyi geçmemelidir. Ancak makalenin öz/abstract kısmından daha geniş hacimli olmalıdır. Genişletilmiş özet kısmında yeni bir şekil ve çizelge verilmemelidir. Ancak makalede kullanılan şekil ve çizelgelere bu kısımda atıf yapılabilir. Aynı şekilde, makale içinde atıf yapılan kaynaklara da gerektirdiğinde bu kısımda atıf yapılmalıdır.

**KATKI BELİRTME**

Katkı belirtme, kısa olmalı ve teşekkür edilecek olanlar çalışmaya en önemli katkıyı sağlayan kişilerin ve/veya kuruluşların adlarıyla sınırlandırılmalıdır. Teşekkür edilecek kişilerin açık adları unvanları belirtilmeksizin verilmeli, ayrıca bu kişilerin görevli oldukları kurum ve kuruluşların adları da eklenmelidir.

**DEĞİNİLEN BELGELER**

(aşağıdaki örnekler ile kesinlikle uyumlu olmalıdır)

**(a) Süreli yayınlar :**

Hoek, E. ve David, M., 1990. Estimating Mohr - Coulomb friction and cohesion values from Hoek - Brown failure criterion. International Journal of Rock Mechanics, 27(3), 220 - 229.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no.

**(b) Bildiriler:**

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler) varsa, Basımevi,

Cilt/Sayı No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa no.

**(c) Kitaplar:**

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York, 562 s.  
Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869, 520 s. Yazar ad(lar)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.

**(d) Raporlar ve Tezler:**

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayınlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya tezin başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayınlanıp,yayınlanmadığı)

**(e) Kişisel Görüşme:**

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

**(f) İnternette İndirilen Bilgiler:**

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. Kurumun Adı , Tarih. Web adresi, Web adresine girildiği tarih.

Türkçe kaynaklar doğrudan Türkçe olarak verilmeli ve Türkçe karakterlerle yazılmalıdır.

**Eşitlikler ve Formüller**

Matematiksel semboller ve formüller el yazısıyla yazılmamalıdır. Eşitlik numaraları eşitliğin hizasında ve sağ kenarına dayandırılarak birbirini izleyen bir sırayla parantez içinde, ayrıca eşitliklerdeki sembollerin anlamı makalede ilk kez kullanıldıkları eşitliğin altında verilmelidir.

Burada; makaslama dayanımı, c kohezyon, normal gerilme ve içsel sürtünme açısıdır". Eşitliklerde kullanılan alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterle yazılmalıdır (örneğin; Id, x2). Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır (örneğin; c<sub>mass</sub> = s0.5). Çarpım işlemi göstermek için herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak gerekli durumlarda "\*" işareti tercih edilmelidir (örneğin; y= 5\*10-3). Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" işareti kullanılmalıdır. Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla Ca<sup>++</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>-</sup> yerine Ca<sup>2+</sup> ve CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> tercih edilmelidir. Metinde eşitlikler "eşitlik (1)" şeklinde atıfta bulunulmalıdır. Gerekliyse, bilgisayar programı listeleri de net ve okunur şekilde ekte verilmelidir.

### Çizelgeler

Çizelgeler, başlıklarıyla birlikte, Dergi'nin sayfalarındaki baskı alanını (15.8 cm x 22.5 cm) aşmayacak şekilde hazırlanmalı ve birbirini izleyen sıra numaralarıyla verilmelidir. Çizelgelerin üst kısmında hem Türkçe, hem de İngilizce başlıkları bulunmalıdır (Çizelge başlıkları ayrı bir sayfada liste halinde verilmemelidir). Makalenin Türkçe yazılması halinde İngilizce başlık italik harflerle Türkçe başlığın altında yer almalı, İngilizce makalelerde ise, italik yazılmış Türkçe başlık İngilizce başlıktan sonra verilmelidir. Çizelgeler, "Çizelge 1" vb. şeklinde sunulmalıdır. Metinde çizelgelere Çizelge 1 veya Çizelge 1 ve 2 (eğer birden fazla sayıda çizelgeye atıfta bulunulacaksa) şeklinde değinilmelidir. Çizelgeler, metinde kullanılan karakterlerden daha küçük (10 veya 11 punto) karakterle yazılmalı ve Dergi'nin tek (7.3 cm-Genişlik) veya çift (15.8 cm-Genişlik) kolonuna sığacak şekilde düzenlenmelidir. Çizelgelerde düşey çizgiler kullanılmamalı, yatay çizgiler ise sadece çizelgenin alt ve üstünde, ayrıca çizelgedeki başlıklar ile bunların altında listelenen rakamları ayırmak için kullanılmalıdır (Bunun için Dergi'nin önceki sayılarına bakılması önerilir). Çizelgelerde makalenin diğer kısımlarında verilen bilgi veya sonuçların (örneğin grafikler vb.) tekrar verilmemesine özen gösterilmelidir. Her çizelge ayrı sayfalara bastırılarak metnin sonunda (Kaynaklar dizininin sonra) sunulmalıdır. Çizelgelerdeki kısaltma ve simgeler daha küçük karakterlerle çizelgelerin altında verilmelidir (örneğin; c: tek eksenli sıkışma dayanımı; II: illit;...vd.).

### Şekiller

Çizim, grafik ve fotoğraf gibi tüm şekiller yüksek kalitede basılmış olarak "Şekil" başlığı altında ve metin içinde anıldıkları sırayla numaralandırılarak verilmelidir. Şekiller orijinal çıktılar olup, ayrı sayfalara bastırılarak ve katlanmadan gönderilmelidir. Şekil numaraları sayfanın sağ üst köşesine yazılmalı, ayrıca şekiller küçültülüp büyütülebilecek halde sunulmalıdır. Şekil açıklamaları; şekillerin altına yazılmamalı ve ayrı bir sayfaya bastırılarak "Şekiller Dizini" başlığıyla verilmeli, ayrıca "Şekil 1." olarak başlamalıdır. Çizelgeler için yukarıda belirtilen yazım kurallarına benzer şekilde, şekil başlıkları hem Türkçe, hem de İngilizce hazırlanmalıdır. Ayrı sayfalara bastırılmış olan şekiller, çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekiller için en büyük boyut, şekil başlığını da içerecek biçimde 15.8 cm (Genişlik) x 22.5 cm (uzunluk) olmalıdır. Tüm şekillerin Dergi'nin tek veya çift kolonuna sığacak boyutlarda hazırlanması ve mümkünse daha çok tek kolona göre tasarlanması önerilir. Katlanmış şekiller ile renkli şekiller Dergi'ye kabul edilmez. Özellikle haritalar, araziyle ilgili çizimler ve fotoğraflar, sayısal ölçek (1:25000 vb.) yerine, metrik sisteme uygun çubuk ölçekle verilmelidir. Tüm haritalarda kuzey yönü gösterilmelidir. Bölgesel haritalarda, uygun olduğu takdirde, ulusal grid veya enlem/boylam değerleri verilmelidir. Harita açıklamaları, şekil başlığıyla birlikte değil, şeklin üzerinde yerelmalıdır. Fotoğraflar, çizimler veya bunların birlikteliğinden oluşan şekiller (a), (b) vb. gibi gruplar halinde verilebilir. Bu tür sunumlarda (örneğin; Şekil 5a ve 5b) a, b, c vb. gibi tek bir şekle ait çizimler veya fotoğraflar, ayrı sayfalarda basılması yerine, gruplandırılarak aynı sayfada sunulmalıdır. Şekillerde açık gölge ve tonlarından kaçınılmalı, özellikle bilgisayar programlarından elde edilen grafiklerde bu hususa dikkat edilmelidir. Gölgeleme belirgin, fotoğraflar siyah-beyaz ve iyi bir kontrasta sahip olmalıdır. Tüm şekiller, Şekil 1 veya Şekil 1 ve 2 (birden fazla şekle değiniliyorsa) gibi ve metinde anıldıkları sırayla numaralandırılmalıdır. Bir dizi fosil fotoğraflarını içeren şekiller Levha olarak değerlendirilmeli ve parlak kağıda basılmış orijinal halde verilmelidir. Levha sayısı mümkün olduğunca az tutulmalıdır. Levhalara ilişkin açıklamalar, hem Türkçe hem İngilizce olarak aynı sayfada verilmelidir.

### MAKALELERİN EDİTÖRLÜĞE GÖNDERİLMESİ

Metin, şekil, tablo ve başlıkların iyi kaliteli A4 kağıda basılmış üç kopyası, aşağıdaki yazışma adresine gönderilmelidir.

#### TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDİTÖRLÜĞÜ

T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK 464, Yenişehir 06444, Ankara

Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01

Faks : (312) 434 23 88

Ayrıca makalelerin gönderildiği, aşağıdaki editörün e-mail adresine de mesaj ile mutlaka bildirilmelidir.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

### **YAYIMA KABUL EDİLEN MAKALELERİN SUNUMU**

Yazarlar, makalelerinin yayıma kabulü halinde, makalenin düzeltilmiş son kopyasını orijinal çıktısıyla birlikte CD'ye de kopyalayarak (metin, çizelgeler ve tablolar) Editör'e göndermelidir. Levhalar iyi kalitede basılmış olarak gönderilmelidir. Metin, çizelgeler ve şekiller elektronik ortamda (internet aracılığıyla) gönderilmemelidir. Makaleler WORD ile hazırlanmalıdır. Diskin üzerinde yazarların adları, kullanılan yazım programının adı ve versiyonu, makalenin başlığı ve dosyanın adı belirtilmelidir. Levhalar hariç, tüm şekiller Corel Draw ile hazırlanmalıdır. Bununla birlikte, şekillerin 300 dpi'dan az olmamak koşuluyla JPG dosyaları da gönderilmelidir.

### **PROVA BASKILAR**

Makalelerin prova baskıları, dizgi ve yazım hatalarının olup olmadığının kontrolü için Başvurulacak Yazar'a gönderilir. Prova baskılarda yapılacak düzeltmeler yazım hataları ile sınırlı olup, yazarların makaleyi kabul edilmiş son halinden farklı bir duruma getirebilecek değişiklikler ve düzeltmeler yapması kabul edilmez. Prova baskılar, yazarlar tarafından alındıktan sonra en geç üç gün içinde Editör'e gönderilmelidir. Gecikmeli olarak yapılacak düzeltmelerin baskıya verilmesi garanti edilmeyeceği için, yazarların prova baskıları göndermeden çok dikkatli şekilde kontrol etmeleri önerilir.

### **AYRI BASKILAR**

Makalenin onbeş ayrı baskısı, makalenin basıldığı sayı ile birlikte ücretsiz olarak Başvurulacak Yazar'a gönderilir. İlave ayrı baskı talep edilmemelidir.

### **TELİF HAKLARI**

Yazar veya Başvurulacak Yazar (birden fazla yazarlı makalelerde), kendisi ve diğer yazarlar adına "Telif Hakkı Devir Formu"nu makalenin baskıya verilmesinden önce imzalamalıdır. Bu sözleşme, Jeoloji Mühendisleri Odası'na yazarlar adına telif hakkı alınmış yayınlarını koruma olanağı sağlamakla birlikte, yazar(lar)ın makalenin sahibi olma haklarından vazgeçtiği anlamına gelmemektedir. Telif Hakkı Devir Formu, en kısa sürede Editör'e gönderilmelidir. Bu form Editör'e ulaştırılıncaya değin, makale yayıma kabul edilmiş olsa bile, baskıya gönderilmez.





## GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY

### INSTRUCTIONS FOR CONTRIBUTORS

#### Preparation of Manuscripts

The language of the GEOLOGICAL BULLETIN OF TURKEY is both Turkish and English. For manuscripts submitted in English "Genişletilmiş Özet", for manuscripts submitted in Turkish "Extended Summary" should be given. If the author(s) are residents of a non-Turkish speaking country, titles, abstracts, and captions of figures and tables are translated into Turkish by the Editors. It is strongly recommended that authors whose native language is not English, should ask a person whose native language is English to check the grammar and style of manuscript before submission. Papers should be original and comprise previously unpublished research, interpretations, or synthesis of two, or technical notes. Submission implies that the manuscript is not currently under consideration for publication elsewhere.

Manuscripts should generally be structured as follows:

- (a) **Title** (English and Turkish)
- (b) **Names of authors** (bold and in capital), **their affiliations** (italic and lower-case) and the name and E-mail address of the corresponding author.
- (c) **Abstract** (English and Turkish)
- (d) **Key words** (English and Turkish)
- (e) **Introduction** (aim, content and methodology)
- (f) **Main text** (methods, material studied, descriptions, analyses etc.)
- (g) **"Results and Discussion"** or **"Conclusions and Recommendations"**
- (h) **"Extended summary"** / **"Genişletilmiş özet"**
- (i) **Acknowledgements** (if necessary)
- (j) **References**
- (k) **Tables**
- (l) **List of figure captions**
- (m) **Figures**
- (n) **Plates** (if any)

The various levels of headings used in the manuscript should be clearly differentiated. All headings should be in left-aligned. Major headings should be bold capitals. Secondary headings should be considered as sub-headings. Primary- and secondary-subheadings should be given in lower-case and tertiary headings in italics. Headings should not be preceded by numerals or letters. Manuscripts (abstract, main text, acknowledgments, references, appendices and figure captions) should be typed on one side of the paper (A4 size: 29.7 cm x 21 cm) with wide margins (at least 2.5 cm) and 1.5 line-spaced throughout, at a font size of 12 point (Times New Roman) and with all pages numbered.

#### Examples for headings:

**ABSTRACT**

**INTRODUCTION**

**PRIMARY HEADING**

**Primary Sub-Heading**

**Secondary sub-heading**

**Tertiary sub-heading**

**CONCLUSIONS**  
**EXTENDED SUMMARY**  
**ACKNOWLEDGEMENTS**  
**REFERENCES**

**Cover Page**

A cover page, separate from the main manuscript, must include the followings:

- a. Title of the paper
- b. Name(s) of author(s) (full forenames should be given)
- c. Full postal and E-mail addresses of all authors (the corresponding author should be indicated). Fax and phone numbers for the corresponding author should also be provided.

**Title and Authors**

The title of the paper should unambiguously reflect its content. If the paper is written in Turkish, the Turkish title (in bold-face type and first letter of the words capital) should be followed by the English title (italic and first letter of the words capital). If the paper is in English, the English title should appear before the Turkish title in the style mentioned above.

The information related with authors should be given as follow:

Ahmet Ahmetoğlu	Ankara University, Engineering Faculty, Jeological Engineering Department, Tandoğan 06100 Ankara
A. Hüsnü Hüsnüoğlu	MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara (e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

**Abstract**

The abstract not exceeding 300 words should be informative (aim of the study and main conclusive remarks). It should not contain references. The Abstract should be given in both Turkish and English. If the paper is written in Turkish, an English abstract (in italics) should follow the Turkish abstract, while a Turkish abstract (in italics) should appear after the English abstract in papers written in English.

**Key Words**

The abstract should include minimum 2, and not more than 7 key words which reflect the entries the authors would like to see in an index. Key words should be given in both Turkish and English. Key words should be written in lower-case letters, separated by commas, and given in alphabetical order. For Technical Notes and Discussions, key words should not be provided.

**EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET**

The extended abstract should not exceed 2500 words. But it must be more bulky than abstract. The new figure or table should not be given. But reference can be given to figures and tables present in main text.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

Acknowledgements should be brief and confined to persons and organizations that have made significant contributions. Please use full names without titles and indicate name(s) of the organization(s) of the person(s) acknowledged.

**REFERENCES**

All references cited in the text, and in captions of figures and tables should be presented in a list of references under a heading of "REFERENCES" following the text of the manuscript.

**Examples of layout of references**

**(a) Journals:**

Hoek, E. ve David, M., 1990. Estimating Mohr - Coulomb friction and cohesion values from Hoek - Brown failure criterion. International Journal of Rock Mechanics, 27(3), 220 - 229.  
Author(s), Date. Title of paper. Full Name of Journal, Vol. (No), pages.

**(b) Proceedings and Abstracts:**

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

Author(s), Date. Title of paper. Title of Symposium or Congress, Name of Editor(s), Name and Location of Publisher, Vol. (if any), pages

**(c) Books:**

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869.

Author(s), Date. Name of Book. Name and Location of Publisher

**(d) Unpublished Reports and Thesis:**

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234. (yayınlanmamış). [Author(s), Date. Title of report. Name of Organization, Report No., Name of City (unpublished).]

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütleli içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

Author, Date. Title of thesis. Type of Thesis (MSc or PhD), Name of University or Institution, City, Country (unpublished).

**(e) Personal Communications:**

Sözbilir, H., 2005. Personal communication. Geological Engineering Department of 9 Eylül University, İzmir, Turkey.

**(f) Information Downloaded from the Internet**

ERD (Earthquake Research Department of Turkey), 2005. <http://www.gov.tr>, 3 April 2005. [Name of the Organization, Date. Web address, date of access to website.]

Turkish references can also be given directly in Turkish. For such references please use Turkish characters.

**Mathematical Expressions**

Mathematical symbols and formulae should be typed. Equation numbers should appear in parentheses at the right-hand side of the equations and be numbered consecutively. For Greek or other non-Roman letters, identify the symbol in words in the left-hand margin just below the equation the first time it is used. In addition, the meaning of symbols used in equations should be given below the equations. "

Where  $\tau$  is the shear strength,  $c$  is cohesion,  $\sigma$  is normal stress and,  $\phi$  is internal friction angle." Subscripts and superscripts should be given clearly and written in smaller character (e.g.  $\text{Id}$ ,  $x^2$ ). Instead of square-root symbol, an indice of 0.5 should be used (e.g.  $y = 5x^{0.5}$ ). For the of multiplication sign do not use any symbol, however if necessary, the symbol "\*" can be preferred (e.g.  $y=5*10^{-3}$ ). Please use "/" for division instead of a horizontal line between numerator and denominator. In the expression of chemical reactions, ions should be given as  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{CO}_3^{2-}$  (not  $\text{Ca}^{++}$  and  $\text{CO}_3^{--}$ ). In the text, equations should be referred to as equation (1). Computer program listings, if appropriate, must be very clear in an Appendix.

**Tables**

Tables with their titles should not exceed the printed area of the page (15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep)) and be numbered consecutively. Both Turkish and English titles should appear at the top of a table (do not print table captions on a separate sheet). If the manuscript is written in Turkish, English title in italics should follow the Turkish title. For manuscripts in English, a Turkish title should appear below the English title in italics. They should begin "Table 1." etc. Tables should be referred to as Table 1 or Tables 1 and 2 (if more than one table is referred to). Tables can be written in a font size smaller than that of the text (10 or 11 point). Tables should be arranged to fit single column (7.3 cm wide) or double column (15.8 cm wide). No vertical rules should be used.

Horizontal rules should only be used at the top and bottom of the tables, and to separate headings and numbers listed in the tables (Please check the previous issues of the Journal). Tables should not duplicate results presented elsewhere in manuscript (e.g. in graphs). Each table should be separately printed and appear after the text (after references). All abbreviations and symbols must be identified with smaller character underneath the tables (e.g. c: uniaxial compressive strength; II: Illite; etc).

### **Illustrations**

All illustrations, whether diagrams, charts and photographs, should be of high quality, referred to as "Figures" and be numbered consecutively as they appear in the text. They must be originals presented separately from manuscripts, and not be folded. The number of the figure should be given at top on the right-hand side of the paper. Illustrations should be provided in camera-ready form, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Figure captions should be supplied on a separate sheet and should begin "Figure 1," etc. As with the rules given for tables, figure captions should also be given both in Turkish and English. All illustrations should be printed on separate pages and given offer tables together with a list of figure captions. The maximum printed size of illustrations is 15.8 cm (wide) x 22.5 cm (deep) together with figure captions. It is recommended that all illustrations should be designed with the Journal's single-column or two-column layout in mind, and where possible, illustrations should be designed for a single column. Foldout and colored illustrations are not accepted. Illustrations, particularly maps, field sketches and photographs should have a metric bar scale rather than magnification factors. All maps should have a north mark. Regional maps may include National Grid or latitude/longitude number where appropriate. Map keys should be given on the figure, not in the figure caption.

Photographs, line drawings, or combinations may be grouped as figure parts (a), (b), etc. It is preferred that these are mounted. Letters or numerals should not be less than 1 mm after reduction. Avoid fine shading and tones, particularly from computer graphics packages. Shading should be distinct. Photographs must be black and white and sharp, and exhibit good contrast.

All illustrations must be numbered in the order in which they are referred to and discussed in the text as Figure 1 or Figures 1 and 2 (if more than one figures is referred to). Illustrations consisting of a set of fossil photographs should be given as "Plates" and submitted as original glossy prints and mounted in the desired layout. The number of plates should be kept to a minimum. Explanations of plates should be given in both Turkish and English on the same page.

### **SUBMISSION OF MANUSCRIPTS**

Three copies of the text, figures, tables and captions on good quality A4 paper should submitted to the following Adress:

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDITÖRLÜĞÜ  
T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK 464, Yenişehir 06444, Ankara

After submitting of the manuscript, the e-mail message must be sent to the editor.

E-posta: Orhan TATAR orhantatar@cumhuriyet.edu.tr

### **FINAL SUBMISSION OF MANUSCRIPTS ACCEPTED FOR PUBLICATION**

On acceptance of a manuscript, authors must submit one hard copy of the revised final draft as well as a copy of the manuscript on disk (both text, and tables and figures) in standard word processing format. High quality originals of plates should be submitted. Text, tables and figures should not be electronically transmitted, via the internet. Manuscripts should be processed in WORD. The disk should be clearly labeled with names of authors, version of word processor, a short title and file name. Please keep the paper as one file. Illustrations (except Plates) are welcome using the Corel Draw or Free Hand drawing program for PC. However, JPG files of the illustrations in resolution not less than 300 dpi should also be included.

### **PROOFS**

One set of page proofs are sent to the corresponding author to be checked for typesetting/editing errors. Corrections should

be restricted to typesetting errors, change or corrections that constitute departures from the article are not accepted. Proofs should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Please note that the authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed.

#### **REPRINTS**

Fifteen reprints and a copy of the issue are supplied free of charge. They are sent to the corresponding author. Additional reprints must not be ordered.

#### **COPYRIGHT**

The author or corresponding author on behalf of all authors (for papers with multiple authors) must sign the "Copyright Transfer" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables the Chamber of Geological Engineers to protect the copyrighted material for the authors, but does not relinquish the authors' proprietary rights. The Copyright Transfer form should be sent to the Editor as soon as possible. Manuscripts accepted for publication will not be sent to print until this form is received by the Editor.











# TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

*Geological Bulletin of Turkey*

Ocak 2012 Cilt 55 Sayı 1  
January 2012 Volume 55 Number 1

## İÇİNDEKİLER CONTENTS

<b>Sevgi ALTINOK, Volkan KARABACAK, Cahit Çağlar YALÇINER, A.Nejat BİLGİN, Erhan ALTUNEL, Nafiye Güneç KIYAK</b> <b>Kütahya Fay Zonu'nun Holosen Aktivitesi</b> <i>Holocene Activity of Kütahya Fault Zone</i> .....	1
<b>Canan TİRYAKİ, Taner EKİCİ</b> <b>Çarpışma Sonrası Kalk-Alkalin Yozgat Volkaniklerinin Petrolojisi</b> <i>(Petrology of Post-Collisional Calc-Alkaline Yozgat Volcanics)</i> .....	19
<b>Bülent ÖZMEN</b> <b>Türkiye Deprem Bölgeleri Haritalarının Tarihsel Gelişimi</b> <i>The Historical Development of Seismic Zoning Maps of Turkey</i> .....	43

### **Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:**

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM Veri Tabanlarında yer almaktadır.

### **Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:**

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

#### **Yazışma Adresi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
PK. 464 Yenişehir, 06410 Ankara  
Tel: (0312) 434 36 01  
Faks: (0312) 434 23 88  
E-Posta: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr

#### **Corresponding Address**

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey  
PO Box 464 Yenişehir, TR-06410 Ankara  
Phone: +90 312 434 36 01  
Fax: +90 312 434 23 88  
E-Mail: jmo@jmo.org.tr  
URL: www.jmo.org.tr