

# VERTICAL ANATOLIAN MOVEMENT PROJECT



**TÜBİTAK Proje No: 107Y333**

**Prof. Dr. Attila Çiner**

**Prof. Dr. Erkan Aydar**

**Prof. Dr. Kadir Dirik**

**Doç. Dr. Bora Rojay**

**Yrd. Dr. Orkun Ersoy**

**Dr. Erman Sayın**

**Dr. Evren Çubukçu**

**Dr. Cengiz Yıldırım**

**Yük. Müh. Alkor Kutluay**

**TEMMUZ 2011  
ANKARA**

## Önsöz

Bu proje, Orta Anadolu Platosu'nun (OAP) topoğrafik gelişimini kontrol eden mekanizmaların anlaşılması ve tektonik, sedimanter, volkanik, jeomorfik ve iklimsel süreçlerin nicel veriler ışığında yorumlanması amacı ile geliştirilmiştir.

Proje yapısal olarak ESF (European Science Foundation) tarafından önerilen TOPOEUROPE şemsiyesi altında geliştirilmiş ve Türk ekibinin çalışmaları TÜBİTAK (Proje No: 107Y333) tarafından desteklenmiştir. Bu bağlamda proje genel amaç ve yöntemleri ışığında ve projesinin mekanizması gereği her ülkenin bilim kurumları tarafından maddi olarak desteklenen alt birimler (toplam olarak 7 ülkeden 12 adet çalışma grubu) oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Toplam 12 grubun bulunduğu projeye 3 grup (TR1, TR2 ve TR3) ile Türk ekibi en büyük katılımı sağlamış ve TÜBİTAK da en önemli katılımcı kurumlardan biri olarak Ülkemizde yapılan bu kapsamdaki bir projeye verdiği önemin altını çizmiştir. Buna göre Türk araştırmacılarının dağılımı aşağıdaki şekildedir:

### **TR1: Orta Anadolu Platosu (OAP) aşınım/çökelim yüzeylerinin Miyosen'den Günümüz'e tektonik ve paleocoğrafik evrimi**

TR1 ekibi toplam 4 araştırmacıdan kurulu olup (Prof. Dr. Attila Çiner, Prof. Dr. Kadir Dirik, Dr. Cengiz Yıldırım ve Araş. Gör. Alkor Kutluay) Tuz Gölü ve Kapadokya Bölgesi'nde arazi çalışmaları gerçekleştirmiştir. Çalışmalar kapsamında önemli Miyosen aşınım ve çökelim yüzeyleri tespit edilerek haritalanmış ve bunlar çeşitli yöntemler ile yaşlandırılarak (radyometrik, kozmojenik yüzey yaşlandırması gibi) OAP'nun yükseliminin zaman-mekan içindeki tektonik ve paleocoğrafik gelişimi tespit edilmeye çalışılmıştır. Araş. Gör. Alkor Kutluay proje kapsamında başladığı doktora çalışmasına halen devam etmektedir. Bu çalışmalar 2 alt başlık altında toplanmıştır:

- **TR1.A:** Kızılırmak Nehri sekileri ve OAP Kuvaterner yükselim hızı (Dr. Attila Çiner ve Dr. Cengiz Yıldırım).
- **TR1.B:** Tuz Gölü Havzası'nın Miyosen sonrası yapısal evrimi (Dr. Kadir Dirik, Dr. Attila Çiner, Dr. Erman Özsayın ve Araş. Gör. Alkor Kutluay).



**TR2: Karadeniz'den Kıbrıs'a uzanan bölgesel bir hat boyunca Miyosen'den Günümüz'e deformasyonun tipi, şiddeti ve miktarı**

TR2 ekibi ODTÜ'den Doç. Dr. Bora Rojay ve Hacettepe Üniversitesi'nden Dr. Erman Özsayın'ın katılımı ile kurulmuştur. Ekip Sinop'tan Kuzey Kıbrıs'a uzanan bir alanın geçirmiş olduğu Miyosen-Günümüz dönemi deformasyonu belirlenen alanların jeoloji haritalarının hazırlanması ve bu alanlar boyunca tanımlanan jeolojik kesitler ve kinematik verilerin ışığında çalışılmıştır. Çalışma alanları Sinop, Boyabat, Çankırı, Ankara, Tuzgözü, Mut ve Kuzey Kıbrıs olmuştur.

**TR3: Orta Miyosen-Geç Kuvaterner yaşlı Kapadokya volkanizmasının zaman ve mekan içinde gelişiminin incelenmesi**

TR3 ekibi 3 araştırmacıdan kurulu olup (Prof. Dr. Erkan Aydar, Yrd. Doç. Dr. Orkun Ersoy ve Dr. Evren Çubukçu) Kapadokya Bölgesi'nde uzun yıllardır çalışmaktadır. Önerilen proje kapsamında, inceleme alanında mostra veren ignimbiritler ve magma tiplerine bağlı olarak oluşan volkanik yapılar detaylandırılmış ve her istif mineralojik, petrografik ve jeokimyasal açıdan çalışılmıştır. Yapılan yaş tayini çalışmaları sonucunda Kapadokya Bölgesi stratigrafisi yeni Ar/Ar yaşları çerçevesinde ele alınarak OAP'nin Miyosen sonrası yükselimi hesaplanmıştır.

Konu bütünlüğü ve okuma kolaylığı sağlamak gayesi ile TR1, TR2 ve TR3 grubu çalışanlarının sonuçları 3 ana bölüm halinde toplanmıştır. Her bölümü oluşturan şekil, çizelge ve değinilen belgeler o bölüm sonunda verilmiştir. Bölümlere ait ekler ise (TR1 Ek-1 veya TR3 Ek-3 şeklinde kodlanarak) raporun en sonuna eklenmiştir.

Proje bitiş aşamasına gelindiği günlerde (Mayıs 2011) tarafımızca organize edilen ve VAMP harici Topo Europe programlarının yönetici ve araştırmacılarının da katıldığı (toplam 24 kişi), Ankara'dan Adana'ya kadar uzanan bir alanda 1 haftalık bir arazi gezisi düzenlenmiştir. Tamamen ESF'ten alınan maddi destek ile yürüttüğümüz bu gezi hem TÜBİTAK projesi kapsamında yaptığımız çalışmaları göstermek, hem de diğer program yürütücülerinin görüşlerini almak açısından çok başarılı geçmiştir (TR1 Ek-1).

<b>Individual Project:</b>	<b>Project title</b>	<b>Principal investigator</b>
<b>TR1</b>	Marine and continental erosional surfaces in the CAP and its margins: their paleogeographic nature and tectonic implications	A. Çiner ve K. Dirik, Hacettepe University
<b>TR2</b>	Patterns, magnitudes and rates of Miocene to Present deformations along a regional transect from the Black Sea to Taurus Mountains	B. Rojay, METU
<b>TR3</b>	Middle Miocene to Late Quaternary spatio-temporal and petrological evolution of Cappadocia volcanism: Implications for the development of the Central Anatolia Plateau	E. Aydar, Hacettepe University
<b>D1</b>	Stable isotope paleoaltimetry and paleoclimate reconstructions of Late Cenozoic surface uplift of the Central Anatolia Plateau	A. Mulch, U. of Hannover, Germany
<b>D2</b>	Patterns and modes of plateau uplift derived from the evolution of drainage systems, CRN exposure dating of geomorphic surfaces, and low-T geochronology	M. Strecker, U. of Potsdam, Germany
<b>D3</b>	Late Cenozoic tectonics of the northern margin of the Central Anatolia Plateau: Strain partitioning and accretion in the Pontides	H. Echtler, GFZ, Germany
<b>NL1</b>	Miocene subsidence and Pliocene to Recent uplift in the record of Miocene sediments of S. Turkey and surrounding regions	G. Bertotti, Vrije U. Amsterdam, Netherlands
<b>NL2</b>	Quantifying uplift due to evolution of East Mediterranean plate boundaries and upper mantle structure	R. Govers, U. of Utrecht, Netherlands
<b>IT1</b>	Stratigraphy, magnetostratigraphy and paleoclimate of Miocene to Present lacustrine basins in central Anatolia	E. Gliozzi, U. di Roma TRE, Italy
<b>SK1</b>	The fossil record of the Central Anatolia Plateau: Temporal constraints for terrestrial climate change and tectonic processes	M. Kováčová, U. of Bratislava, Slovakia
<b>CH1</b>	Mechanisms and consequences of orogenic plateau formation: A study based on numerical modeling with application to the Anatolia plateau	G. Simpson, U. of Geneva, Switzerland
<b>CA1</b>	Seismic imaging of the NE Mediterranean between Turkey and Cyprus. Linking offshore to onshore geology.	A. Aksu, Memorial U., Newfoundland, Canada

Çizelge 1: VAMP projesi kapsamında oluşturulan çalışma gruplarının dağılımı.

## İçindekiler

Önsöz.....	2
Özet.....	8
Abstract .....	10
1. GENEL GİRİŞ .....	12
1.1. Orojenik Platolar .....	13
1.2. Orta Anadolu Platosu (OAP).....	13
2. GİRİŞ (TR1.A).....	19
3. AMAÇ .....	20
4. SEKİLERİ ÜZERLEYEN BAZALT AKINTILARI VE Ar/Ar YAŞ TAYİNLERİ.....	21
4.1. Evren Sırtı Bazaltı .....	21
4.2. Tuzköy Bazalt Platosu.....	21
4.3. Karnıyarık Tepe Bazaltı.....	24
4.4. Karaburna Bazalt Platosu .....	25
5. KIZILIRMAK SEKİLERİ .....	26
6. KOZMOJENİK YAŞ TAYİNİ .....	29
6.1. Laboratuvar Yöntemi.....	33
6.2. Kızılırmak sekilerinde kozmojenik yaş tayini.....	35
7. KIZILIRMAK NEHRİ KESME HIZI VE OAP YÜKSELİMİ.....	38
8. GİRİŞ (TR1.B).....	40
9. TUZ GÖLÜ HAVZA DOLGUSU VE YAŞI .....	41
9.1. TGH Oluşumu ve Faylar .....	44
9.2. Fay düzlemlerinin kinematik analizleri .....	50
10. SİSMİK YANSIMA PROFİLLERİ.....	51
11. ESKİ KIYI DÜZLÜKLERİ.....	55
12. SONUÇ .....	59
TR1 Değinen Belgeler: .....	60
1. GİRİŞ (TR2) .....	66
1.1. Çalışma Yöntemleri.....	66
1.2. Kaynakçalar .....	67
2. ÇALIŞILAN BÖLGELER .....	68
2.1. Sinop Bölgesi .....	68
2.1.1. Stratigrafi.....	68
2.1.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	69
2.2. Boyabat Bölgesi .....	71
2.2.1. Stratigrafi.....	71
2.2.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	73
2.3. Ankara Bölgesi .....	75

2.3.1. Stratigrafi .....	75
2.3.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	78
2.4. Çankırı Bölgesi .....	81
2.4.1. Stratigrafi .....	83
2.4.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	84
2.5. Tuz Gölü Bölgesi .....	87
2.5.1. Stratigrafi .....	87
2.5.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	89
2.6. Mut Bölgesi .....	92
2.6.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	97
2.7. Kuzey Kıbrıs Bölgesi .....	98
2.7.1. Stratigrafi .....	99
2.7.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri .....	100
3. SONUÇLAR .....	102
TR2 Değınilen Belgeler .....	105
1. GİRİŞ (TR3) .....	110
2. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR .....	113
2.1. Arazi Çalışmaları .....	113
2.2.1. Petrografik - Mineralojik Analizler .....	114
2.2.2. Jeokimyasal Analizler .....	115
2.2.3. Radyometrik Yaş Tayinleri .....	117
2.2.4. Kapadokya Petrolojik Veritabanı .....	117
3. VOLKANOSTRATİGRAFI .....	118
3.1. Temel Kayaçları .....	119
3.2. Miyosen Volkanizması .....	120
3.2.1. Efüzif Volkanizma .....	120
3.2.2. Eksplozif Volkanizma .....	125
3.3. Pliyosen Volkanizması .....	133
3.3.1. Efüzif .....	133
3.3.2. Eksplozif .....	134
3.4. Kuvaterner Volkanizması .....	136
3.4.1. Bazaltik .....	136
3.4.2. Ortaç .....	136
3.4.3. Riyolitik .....	136
4. PETROGRAFI-MİNERALOJİ .....	138
4.1. Petrografi .....	138
4.1.1. Bazaltik Kayaçlar .....	138
4.1.2. Ortaç Kayaçlar .....	139

4.1.3. Riyolitik .....	139
4.2. Mineraloji .....	141
4.2.1. Feldispat Grubu Mineraller .....	141
4.2.2. Piroksen Grubu Mineraller .....	142
4.2.3. Olivin .....	146
4.2.4. Mika Grubu Mineraller .....	147
4.2.5. Amfibol .....	147
4.2.6. Fe-Ti Oksitler .....	148
4.2.7. Aksesuar Fazlar .....	150
5. JEOKİMYA .....	150
5.1. İsimlendirme ve Ana Elementler .....	150
5.2. İz Elementler .....	155
5.2.1. Uyumlu Elementler .....	155
5.2.2. Uyumsuz Elementler .....	156
5.2.3. Nadir Toprak Elementleri ve Çoklu Element Diyagramları .....	158
5.2.4. Sr-Nd-Pb İzotop Sistematiği .....	168
5.3. Petrojenez .....	172
5.3.1. Genel Çerçeve .....	172
5.3.2. ~11 My Adakitler .....	174
5.3.3. 11-7 My Andezit-Adakitler .....	180
5.3.4. 7-2 My Andezit – Adakitler .....	181
5.3.5. Kuvaterner Bazaltları .....	182
5.3.6. Kuvaterner Ortaç – Riyolitik Volkanizma .....	185
6. NEHİR AŞINDIRMASI VE EROZYON .....	187
7. PALEOALTİMETRE ÇALIŞMALARI .....	194
8. TARTIŞMA VE SONUÇLAR .....	199
8.1. İgnimbirit Stratigrafisi .....	199
8.2. Petrojenetik Işık Altında Jeodinamik Gelişim .....	200
8.2.1. >13 My .....	200
8.2.2. 11 – 7 My .....	201
8.2.3. 7-2 My .....	201
8.2.4. Kuvaterner .....	203
TR3 Değerlendirilen Belgeler .....	205
Proje Özet Bilgi Formu .....	213

## Özet

Bu proje Orta Anadolu Platosu'nun (OAP) topoğrafik gelişimini kontrol eden mekanizmaların anlaşılması ve birbirleri ile rekabet halindeki tektonik, jeomorfik ve iklimsel proseslerin nicel veriler ışığında yorumlanması amacı ile geliştirilmiştir. Çalışma alanı Karadeniz'den Akdeniz'e kadar uzanan ve takriben 400 km eninde olan OAP ile onu çevreleyen sıradağlar ve Kıbrıs'ın kuzeyini de içine alan bölgeyi içermektedir. Yer yer 1500 m yüksekliklere varan ve aşınmış bir topoğrafya sergileyen OAP'nun iç kesimleri Miyosen-Kuvaterner zaman aralığında çökelmiş karasal sedimanter birimler, Kapadokya'da gözlenen volkanik kayalar ve Tuz Gölü civarındaki flüvyal ve evaporitik çökeller ile temsil edilir. Proje kapsamında üç değişik grup (TR1.A-B, TR2 ve TR3) multidisipliner bir yaklaşım ile çeşitli yöntemler uygulanmış ve OAP'nun yükselimine etki ettiği düşünülen mekanizmaları nicel veriler ışığında ortaya koymaya çalışmıştır.

**TR1.A:** Elimizdeki bazalt yaşları ve Kapadokya Bölgesi'ndeki Kızılırmak Nehri teraslarından elde edilen kozmojenik veriler son 2 milyon yıldaki evrim sürecinde vadisini 160 m kazmış olan nehrin OAP'deki bölgesel yükselme oranının  $\sim 0.08$  mm/yıl olduğunu göstermektedir. Bu kesme hızı zaman içerisinde önemli değişimler göstermiştir. Bu süre içerisinde en yüksek akarsu kazma oranı ( $\sim 0.12$  mm/yıl) orta Erken ve orta Orta Pleyistosen arasında gerçekleşmiştir. Bölgesel yükselmenin tersine orta Erken Pleyistosen-Günümüz arasında, Salanda Fayı üzerindeki düşey atım oranı, Kızılırmak Nehri'ni denetleyen rejimin doğrultu-atımlı faylanma özelliğinin doğal yansıması olarak düşük ( $\sim 0.036$  mm/yıl) kalmıştır.

**TR1.B:** Tuz Gölü Havzası'ndaki arazi çalışmaları ve sismik yansıma profilleri, OAP'nin ortasında yer alan bu bölgede güncel tektonik rejimin açılma/genişleme olduğunu ve sıkışmadan genişleme rejimine geçişin Geç Miyosen-Pliyosen'de başladığını göstermektedir. Genişlemeli tektonik dönemin başlamasıyla, önceden var olan ters ve doğrultu atımlı faylar normal fay karakterinde yeniden harekete geçmiştir. Normal faylanma, zaman içerisinde havza içlerine ilerlemiş ve horst-graben/yarı graben sistemleri meydana getirmiştir. Havza dolgusunda gözlenen deformasyon TGFZ'deki normal faylanmanın Geç Miyosen-Pliyosen'den beri etkin olduğunu göstermektedir. Kışladağ kireçtaşı'ndan elde edilen Pliyosen'deki  $\sim 0.13$  mm/yıl'lık deformasyonun, Tuz Gölü'ne ait eski kıyı çizgilerinde gözlenen deformasyon ile karşılaştırıldığında son 23.000 sene içerisinde  $\sim 2-4$  mm/yıl'lık bir hıza ulaştığını göstermektedir.

**TR2:** Sinop'tan Kuzey Kıbrıs'a uzanan bir alanın geçirmiş olduğu Miyosen-Günümüz dönemi deformasyonu jeolojik kesitler ve kinematik analizler ışığında çalışılmıştır. Kuzeyde ve güneyde ardı sıra gerçekleşen çarpışma neticesinde izostatik olarak yükselen Orta Anadolu Platosu'nda daha sonra çökme mekanizması gerçekleşmiştir. Analizlerimiz neticesinde; Sinop bölgesinde Pliyosen sonrası genişlemenin olduğu, bu alandaki düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren  $0.03-0.09$  mm/yıl olduğu, Boyabat bölgesinin ise Kuzey Anadolu Fayı'nın hareketliliği neticesinde Pliyosen'den beri halen sıkışmalı rejim altında ve düşey atım hızının  $0.06$  mm/yıl olduğu, Ankara bölgesinin Kuvaterner'den bu yana genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının  $0.04-0.05$  mm/yıl olduğu, Çankırı bölgesinin Kuvaterner'den bu yana çok yönlü yaklaşık KB-GD ile KKB-GGD genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının  $0.08$  mm/yıl olduğu, Tuz Gölü bölgesinin Kuvaterner'den bu

yana çok yönlü KKD-GGB ile KKB-GGD yönelimli genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının 0.05-0.07 mm/yıl olduğu, Mut bölgesinin Kuvaterner'den bu yana çok yönlü KB-GD ile KD-GB yönelimli genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının 0.08 mm/yıl olduğu, Kıbrıs'ın ise Kuvaterner'den bu yana sıkışmalı rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının 0.12 mm/yıl olduğu hesaplanmıştır. Mut ve Karpaz (K. Kıbrıs)'taki genişleme tamamen sıkışmalı rejimde eklenir kamanın yükselmesi neticesinde üzerleyen levha üzerinde gelişen çökmeler olarak yorumlanabilir. Özetle OAP'su kuzeyde sismojenik Kuzey Anadolu Fayı ve güneyde Kıbrıs Yayı arasında Pliyosen'den beri genişleme rejimi altında gelişmekte ve düşey atım hızı 0.04 ile 0.12 mm/yıl arasında değişmektedir.

**TR3:** Proje kapsamında yapılan arazi çalışmaları ve bu çalışmaların petrolojik-jeokimyasal ve radyometrik veriler ile desteklenmesi sonucunda, çok uzun yıllardır süregelen Kapadokya volkanizmasının stratigrafik istif tartışmasına elde edilen yeni Ar/Ar yaşları ışığında daha doyurucu bir yaklaşım sağlanmış ve yeni bir stratigrafik istif sunulmuştur. Kabaca lav ve ignimbrit sekansları olarak ayrılacak istifte 12-13 My önce başlayan ve tipik ada yayı toleyiti karakterinde olan Keçikalesi volkanizması ve 8-11 My yaşındaki Erdas Dağ Andezit masifi önceleri dalma-batma ile ilişkili ve zamanla azalan adakit karakterli lavlar (yüksek Sr/Y ve La/Yb oranları) ile temsil edilmektedir. Damsa (10 My), Topuz Dağ (8 My) ve Hodul Dağ (5-6 My) lavları ile volkanizma devam etmiştir. Bölgede 4 My'dan daha genç adakit türü volkanizma gözlenmemekte ve 3-4 My'da andezitik ve 2 My civarında da toleyit-alkali birlikteliği bulunmaktadır. Son 1.5 My'da ise Riyolit-Bazalt bimodal volkanizması hakimdir. İgnimbritler ise lavlar veya ırmak/gölsel çökeller ile arakatkılı olarak gözlenmektedirler: Kavak, Zelve, Sarımaden, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe ignimbritleri (Le Pennec et al., 1994) olarak ayırtlanmışlardır. Erciyes volkanizmasının ürünü olan Valibabatepe (2.5 My) hariç tüm ignimbritler palto üzerinde üretilmişlerdir (9-5 My).

OAP'nin Miyosen sonrası yükselimi de eldeki veriler ışığında hesaplanmıştır. Bölgede 5 My'a kadar önemli bir yarma/aşınma gözlenmemektedir. 5 My'dan sonra 450-500 m olarak hesaplanan yarma son 2.5 My için ise 100-120 m olarak hesaplanmıştır. Sahagian & Maus (1994) paleoaltimetre hesaplama metodu sonuçları ise bugün 1430 m'de bulunan 8.2 My yaşındaki bir lav örneğinin yerleşim yüksekliğini deniz seviyesinden 410 m, 903 m'de bulunan 0.094 My yaşındaki bir başka lav örneğinin yerleşim yüksekliğini ise deniz seviyesinden 906 m olarak vermektedir (metod  $\pm$  400 m yanılma payı içermektedir).

**Anahtar kelimeler:** Orta Anadolu Platosu, tektonik, volkanizma, flüvyal ve gölsel teras, Ar/Ar, kozmojenik yaş.

## Abstract

This project aims the understanding of the competing processes (tectonics, geomorphic and climate) that control the development of the Central Anatolia Plateau (CAP). The study covers a 400 km large area from Black Sea to Mediterranean Sea including the northern part of Cyprus. The interior of CAP that reach 1500 m high denudated topography is characterized by Miocene-Quaternary age continental clastics, Cappadocia volcanics and fluvial and evaporitic deposits around Tuz Gölü area.

Three groups (TR1.A-B, TR2 and TR3) worked with a multidisciplinary approach in order to quantify the mechanisms that led to the uplift of the plateau.

**TR1.A:** Basalt and cosmogenic ages from Cappadocia volcanics and Kızılırmak river terraces indicate an incision rate of 160 m during the last 2 Ma that translates to an uplift rate of  $\sim 0.08$  mm/year. This rate changed throughout time and was  $\sim 0.12$  mm/year during mid-Early and mid-Middle Pleistocene and  $\sim 0.036$  mm/year from Early Pleistocene to Recent.

**TR1.B:** Field work and seismic section studies carried out in Tuz Gölü Basin indicate an extensional tectonic regime that started in Late Miocene to Pliocene times. The pre-existing reverse and strike-slip faults started to behave as normal faults starting from that time, gradually creating horst-graben to half graben systems towards the center of the basin. Pliocene deformation rates of  $\sim 0.13$  mm/year measured from Kışladağ Limestone reached  $\sim 2-4$  mm/year rates since the Last Glacial Maximum (23.000 year) as obtained from Tuz Gölü paleoterraces.

**TR2:** Geological sections and kinematic analyses through a transect from Sinop to Northern Cyprus give the extent of deformation from Miocene to Recent. Central Anatolia Plateau that was isostatically uplifted due to the collisions to the north and south was later collapsed. Our data indicate that; Sinop region experienced a post-Pliocene extension with a vertical uplift of 0.03-0.09 mm/year, Boyabat region is under compressional regime since Pliocene because of the North Anatolian Fault (NAF) activity with a Quaternary uplift of 0.06 mm/year, Ankara region is under extensional regime since Quaternary with an uplift of 0.04-0.05 mm/year, Çankırı region is under multi directional NW-SE and NNW-SSE extensional regime since Quaternary with an uplift of 0.07 mm/year, Tuz Gölü region is under NNE-SSW and NNW-SSE extensional regime since Quaternary with an uplift of 0.05-0.07 mm/year, Mut region is under NW-SE and NE-SW extensional regime since Quaternary with an uplift of 0.08 mm/year, Cyprus is under extensional regime since Quaternary with an uplift of 0.12 mm/year. Mut and Karpaz (N. Cyprus) extension on the overriding plate is related to the uplift of the accretionary prism. In summary Central Anatolia Plateau, situated between seismogenic NAF to the north and Cyprus Arc to the south, is under extensional regime since Pliocene with a changing uplift rate of 0.04 to 0.12 mm/year.

**TR3:** The Central Anatolian Plateau (CAP) displays a wealth of volcanoes of Miocene to Recent age with different geochemical characteristics and is, therefore, a unique opportunity to derive information on the physical state of the Anatolian lithosphere during CAP development. We roughly distinguish two sequences of volcanism over the plateau as lavas sequence and ignimbrite sequence on the light of new Ar/Ar ages. The volcanism of CAPV is started around 12-13 My with isolated Keçikalesi volcano which has typical characteristics of



IAT (Island Arc Tholeiite). Similar volcanism is also represented by Erdas Dağ Andesitic massive that initiated to erupt 11 My ago and continue till to 8 My. Early Erdas Dağ lavas exhibit typical subduction related features with their adakitic nature (high Sr/Y and La/Yb ratios). Those ratios decrease with time. The lava sequence of CAVP continue with Damsa and Topuz Dağ lavas that emplaced at around 10 and 8 My, respectively. Later lava sequence of Hodul Dağ volcanism (5-6 My) is characterized by andesitic lavas domes and flows. Following this episodes, scarce adakites emplaced over the plateau between 4-5 My. There is no adakite or adakite-like volcanism younger than 4 My. Around 3-4 My, some ordinary andesites extruded. Around 2 My, interestingly starts contemporaneous Tholeiite-(mildly) Alkaline suite association. The CAVP witnesses Rhyolite-Basalt Bimodal volcanism since the last 1.5 My. The ignimbrites are interstratified with either lavas or fluvio-lacustrine deposits. There are at least nine different ignimbrites namely: Kavak, Zelve, Sarımaden, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, Valibabatepe ignimbrites (Le Pennec et al., 1994). All ignimbrites were individually produced over the plateau between 9-5 My, except Valibabatepe (2.5 My) which is related to Mt. Erciyes.

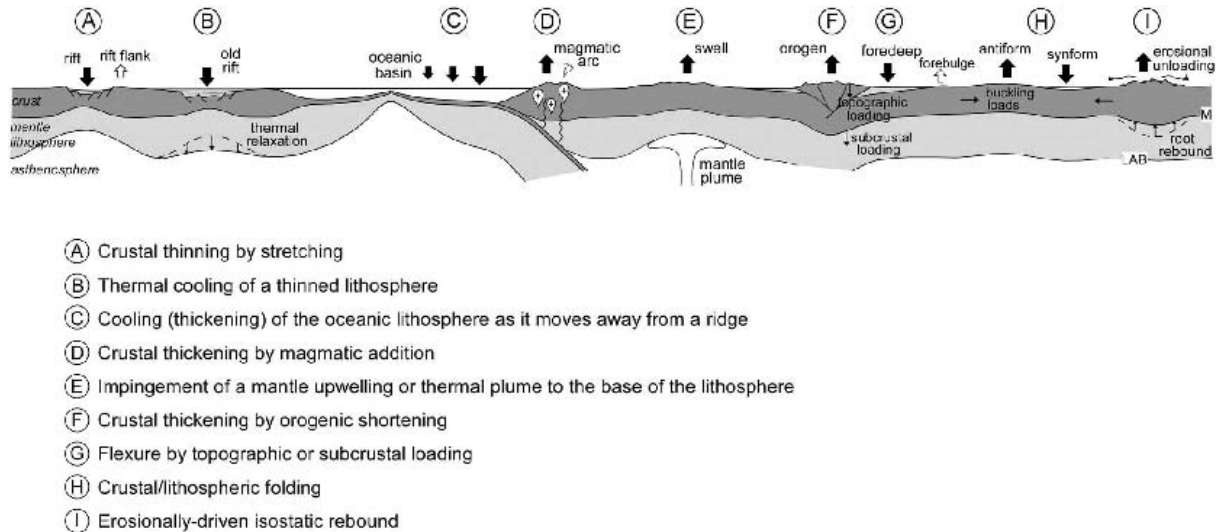
There is no major incision/denudation process till to 5 My, than incision rate increased and was calculated around 450-500 m as post-5 My, and 100-120 m as post-2.5 My. We also tried to apply Sahagian & Maus (1994) method to estimate the paleoaltimeter. According to rough estimations, the older lava (8.2 My) that is actually located at 1430 m was emplaced at around 410 m from sea level and the younger one (0.094 My) was solidified at 906 m (found actually at 903 m) (the method has  $\pm 400$  m of uncertainty).

**Key Words:** Central Anatolia Plateau, tectonics, volcanism, fluvial and lacustrine terraces, Ar/Ar, cosmogenic dating.

## 1. GENEL GİRİŞ

Son yıllarda, geleneksel ve değişmez olduğu düşünülen jeoloji ile jeomorfoloji ve iklim bilim arasındaki sınırlar yıkılmış, yerkürenin derinliklerinde ve yüzeyde gerçekleşen fiziksel olaylar yoğun bir irdelemeye maruz kalmıştır. Bu tür etkileşimlerin en iyi gözlemlendiği ve dolayısı ile tartışıldığı yerlerin başında orojenik platolar gelmektedir. Orojenik platolar yükselmiş, geniş yayımlı ve genelde aşınmış morfolojileri ile (yarı) kurak iklim koşulları ve endoreik (iç) drenajın gözlemlendiği, sarp ve yoğun bitki örtüsü içeren dağlarla sınırlı alanlar olarak tanımlanırlar. Bu birinci derece jeolojik yapıların oluşumuna ilişkin yorumlar tamamen iklim kontrollü varsayımlar ile levha kopması ve/veya delamination gibi derinlerde gerçekleşen olaylar arasında değişmektedir.

Yerkürede meydana gelen yanal yöndeki levha hareketlerinin ölçülmesi nispeten daha kolay iken, düşey yöndeki hareketlerin nicel verilerle ölçülmesi çeşitli nedenlerden dolayı jeologlar için daha sorunlu olmuştur (Teixell vd., 2009). Şekil 1'de Yerküre'de büyük boyutlarda gözlenen sübsidans veya yükselmelere neden olan mekanizmaların bir özeti verilmiştir. Şekilde A, B, C, G ve H ile gösterilen bölgelerde sübsidans ve bunun sonucu olarak sedimanter havza gelişimi olurken, D, E, F, H ve I ile gösterilen bölgelerde ise dağ ve plato oluşumuna neden olan yükselimler betimlenmiştir.



Şekil 1: Litosferde gözlenen düşey hareketler: Tektonik levhalar boyutunda sübsidans ve yükselme mekanizmalarını gösterir kesit (Teixell vd., 2009).

### 1.1. Orojenik Platolar

Kilometreleri bulan yükseklikleri ve düşük yerel röliefleri ile orojenik platolar Senozoik yaşlı sıradağların birincil tektonik ve topoğrafik özelliklerini oluştururlar. Platolarda gözlemlenen morfolojik özelliklerin çoğu tektonik yükselme ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan kuraklık ve fluvial sistemin tektonik yükselmenin hızına ayak uyduramayarak gittikçe gücünü kaybetmesi ve denizlere doğru akıştan plato içine doğru akışa dönmesi ile oluşurlar (Hilley ve Strecker, 2005). Bunun sonucu olarak da nehirlerin taşıdığı sedimanlar plato içindeki havzaları doldurarak yüksek alanlarda düşük yerel topoğrafyaların oluşmasına neden olurlar.

### 1.2. Orta Anadolu Platosu (OAP)

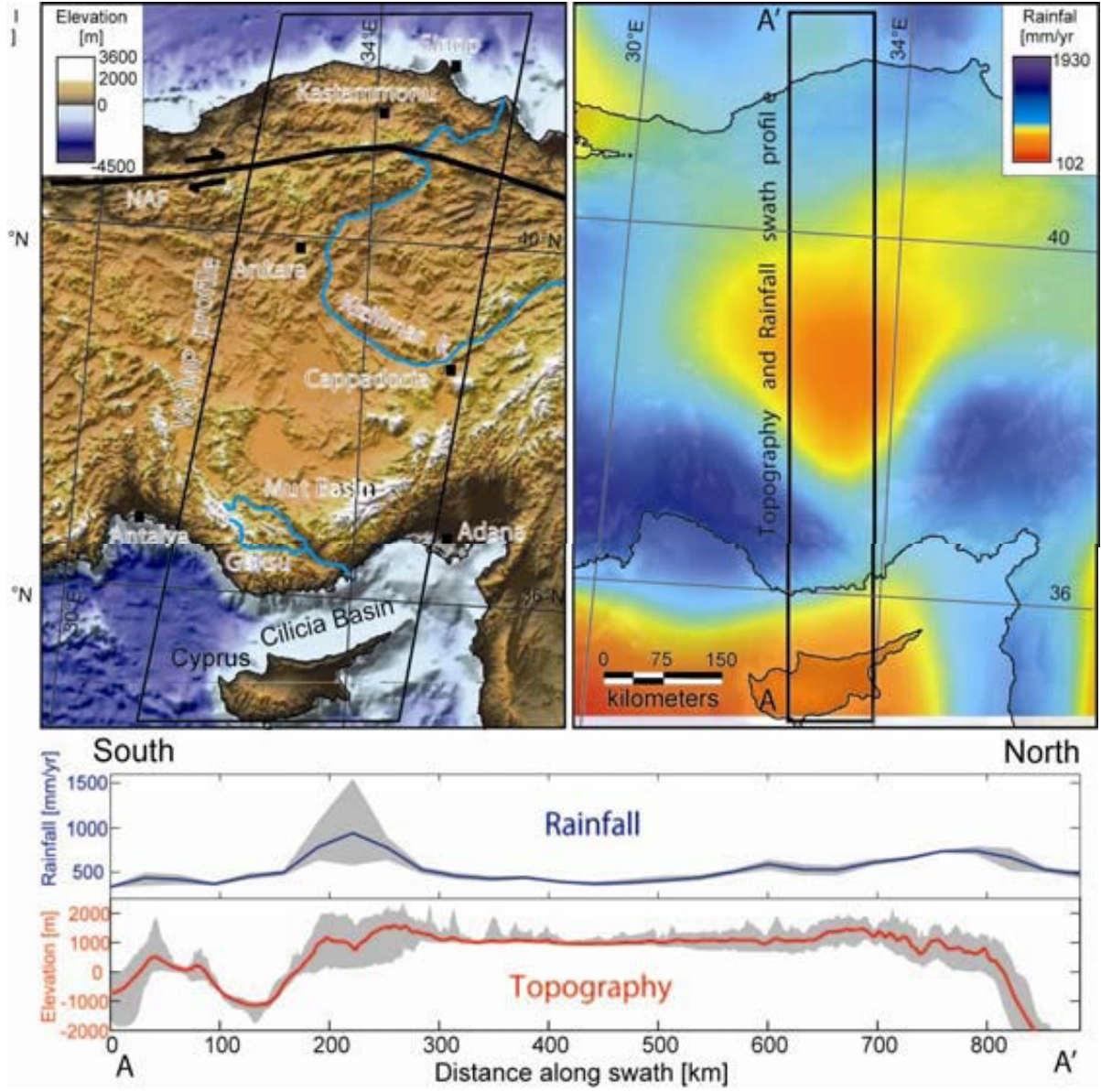
Dünyanın iyi bilinen örneklerinden olan Tibet, Kuzey Amerika'daki Cordillera, ve Şili'deki Puna-Altiplano paltoları ile karşılaştırıldığında daha küçük boyutlarda olan Orta Anadolu Platosu'nun (OAP) çok daha az bilindiği bir gerçektir. Ancak OAP'nin doğal uzanımı konumundaki Doğu Anadolu Platosu (DAP) ile birlikte dünyanın en büyük kıtasal çarpışma kuşağı olan Himalaya sisteminin bir parçası olduğu da bir gerçektir. Kıtasal kabukta yüzeye yakın ve litosfer ve/veya mantoda gerçekleşen olaylar sonucu bölgesel ölçekteki bu yüksek topoğrafyanın oluştuğu bilinmektedir (Yin, 2010).

OAP ve DAP, Miyosen'den Günümüze uzanan sürekli gelişen, uzun ve karmaşık bir jeolojik evrim ve deformasyonlar sonucu oluşmuşlardır. Arap-Afrika ile Avrasya plakalarının çarpışması sonucu kapanan Neotetis okyanusunun kuzey ve güney kollarının süregelen jeolojik zaman içinde kapanması neticesinde kuzeyde –Pontid- ve güneyde –Torid- iki orojenik kuşak oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Geç Kretasede başlayan dalma batma süreci Eosen dönemi sonunda Pontid orojenik kuşağının yığılmasına neden olduğu bilinmektedir (Yılmaz vd., 1997). Güneyde ise Geç Kretasede başlayan dalma batma süreci Miyosen dönemi sonunda doğudan batıya değişen jeolojik zamanlarda oluşan Torid orojenik kuşağının evrimine neden olduğu ve Günümüzde Batı Anadolu ile Yunan yarımadasında ise dalma batmanın devam ettiği bilinmektedir (Görür vd., 1984; Pourteau vd., 2010). Toros dağlarını oluşturan jeolojik olaylar doğudan batıya, yani Zagros'lardan Girit adasına, dalma batma sürecinin değişik dönemlerini gösterir. Doğudan batıya süregelen verev dalma batmanın neticesinde önce Bitlis-Zagros kenet kuşağı oluşmuş, ardından Kıbrıs'ın güneyinde Erasthenes engelinin (Erasthenes "seamount") dalma batma kuşağına yaklaşması sonucu

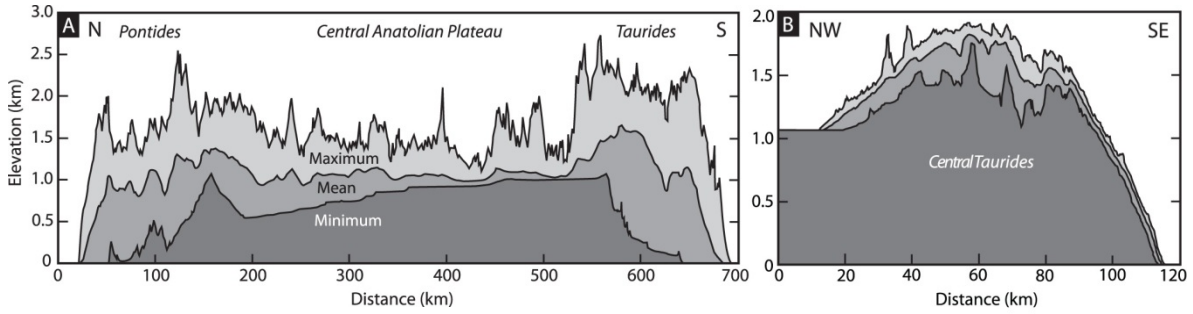
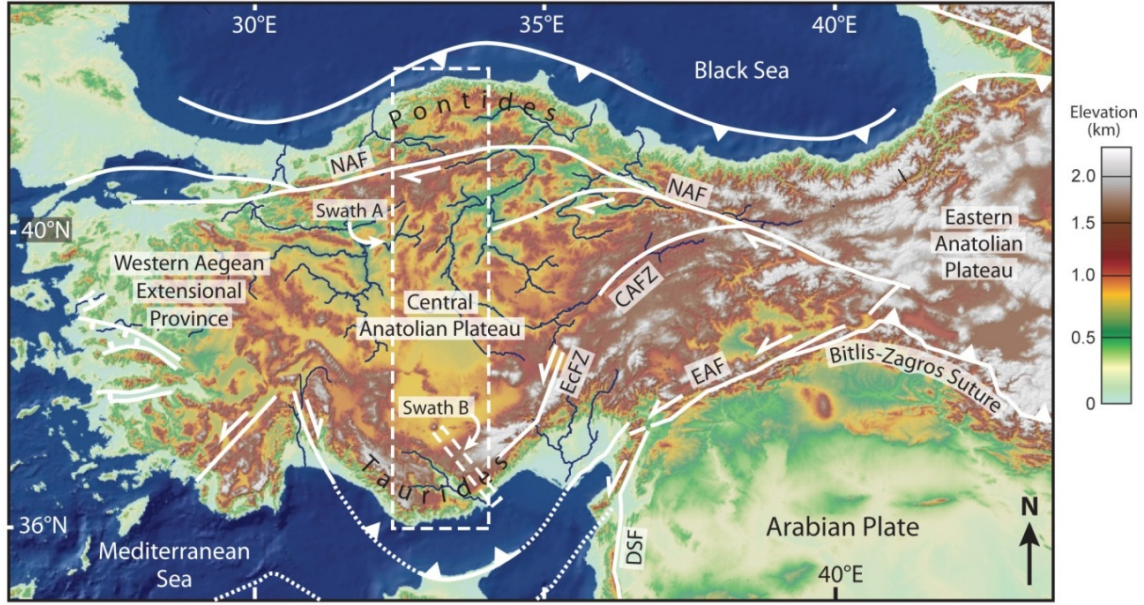
dalma batma süreci kilitlenmiş ve durmuş, Girit güneyinde ve Akdeniz sırtı boyunca Günümüz'de ise dalma batma halen devam etmektedir (Hempton 1985). Toros Blok'unun kuzeyi ile Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı arasındaki okyanusun kapanışa eşlik eden mağmatizma ve dalan levhanın kopması (*slab break-off*) neticesinde meydana gelmiştir (Şengör vd., 1985; Robertson, 2000; Robertson vd., 2004; Hüsing vd., 2009; Kadioğlu vd., 2006). Tanımlanan Orta Anadolu Platosu çerçevesinde Oligosen-Miyosen aralığında gözlenen havzaların ve volkanik alanların varlığı da bu jeolojik evrimin ve deformasyonun topografik yansıması olarak yorumlanabilirler (Clark ve Robertson, 2005; Çiner vd., 2008). Pliyosen sonrası kuzeyde ve güneyde oluşan bu sıkışma dönemi kuzeyde Kuzey Anadolu Fayı'nın tek bir makaslama yapısı özelliğini kazandıktan sonra ve güneyde Ölü Deniz Fayı'nın Doğu Anadolu Fayı ile bağlandıktan sonra Anadolu levhasının Akdeniz sırtı boyunca batıya göçü neticesinde de sıkışmalı genişleme ve genişleme rejimleri günümüz topografik yapısı oluşmuştur (Rotstien, 1984; Hempton, 1985; Rojay vd., 2001).

Özetle, bir km'den daha fazla yükseklikte bulunan OAP'nin aşınmış yerel topoğrafyası (Witney ve Dilek, 1997; Clark ve Robertson, 2005; Özsayın ve Dirik, 2007) ve aynı zamanda iç kesimlerinin kurak (örneğin Tuz Gölü) buna karşın platoyu çevreleyen dağların nemli (kuzeyde Karadeniz Dağları ve güneyde Toros Dağları) olması sebebi ile OAP'su orojenik platoların her türlü özelliklerini içermektedir (Şekil 2).

OAP'nin yüzölçümünün nispeten küçük olması ve kolay ulaşımı nedeni ile doğal bir laboratuvar konumundadır. Tüm çalışma alanı Karadeniz'den Akdeniz'e kadar uzanan ve takriben 400 km eninde olan OAP ile onu çevreleyen bölgeyi içermektedir (Şekil 3A-B).



Şekil 2: VAMP çalışma alanını gösterir harita. Sağda ve aşağıda 1998-2006 tarihleri arasında derlenmiş yağış ve yağış-yükseklik kesitleri gösterilmektedir.

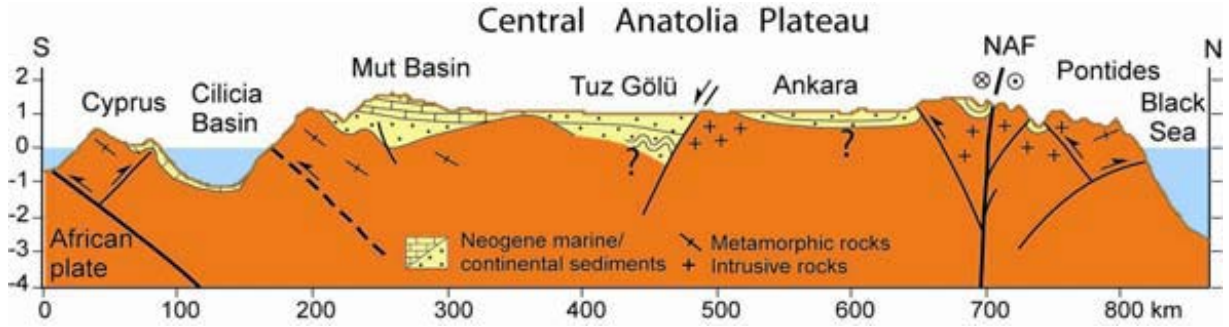


Şekil 3A: OAP'sunun morfolojik ve tektonik konumunu gösterir harita. Kesik dikdörtgenler swath profillerini (A ve B) göstermektedir. NAF: Kuzey Anadolu Fayı; EAF: Doğu Anadolu Fayı; CAFZ: Orta Anadolu Fay Zonu; EcFZ: Ercemis Fay Zonu; DSF: Ölüdeniz Fay Zonu. 3B: Minimum, ortalama ve maksimum yükseklikleri gösterir topoğrafik swath profilleri. Profillerin konumu 3A'da verilmiştir (Cosentino vd., 2011).

Yer yer 1500 m yüksekliklere varan ve aşınmış bir topoğrafya sergileyen OAP'nin iç kesimleri Kapadokya Volkanizması (Aydar vd., 1995; Çoban, 2007; Kuşçu ve Genel, 2010) ile Miyosen-Kuvaterner zaman aralığında çökelmiş karasal sedimanter birimler ve Tuz Gölü civarında da karasal ve evaporitik çökeller ile temsil edilir (Şekil 4). Bugün Akdeniz'e doğru akan Göksu Nehri ile Karadeniz'e boşalan Kızılırmak ise plato iç kesimlerinde ve çevreleyen sıradağlardaki derin vadilerde bu sedimanter birimler açık bir şekilde gözlenmektedir. Güneyde Antalya'nın batısından Adana'ya kadar olan alanda kalınlıkları yer yer 2 km'yi geçen Miyosen yaşlı denizel sedimanter birimler aşıl uyumsuz olarak Torosların daha yaşlı birimleri üzerinde yer yer kıvrımlı (Antalya havzası, Çiner vd., 2008) kimi yerlerde ise yataya yakın (Mut havzası, Şafak vd., 2005) konumda bulunmaktadır. Bu birimlerin kuzeye doğru



olan uzantıları karasal sedimanlar ile erozyon yüzeylerine geçerken güney uzantılarını temsil eden Miyosen yaşlı denizel birimler ise Cilicia havzası ve Kıbrıs bindirme kuşağında bulunurlar. Bu plato oluşumunun başlangıcı için topoğrafik bir seviye oluşturdukları gibi Anadolu kabuğunun dalma batma sırasındaki davranışı hakkında da bilgi verirler.



Şekil 4: VAMP çalışma alanının şematik kesiti.

Disiplinler arası bir yaklaşım ile 3 alt grup altında bir araya gelen proje ekibimiz çeşitli konu, zaman aralıkları ve mekanlarda çalışarak aşağıdaki genel amaçlara ulaşılması hedeflenmiştir:

- 1) plato oluşumunun kinematikiğini nicel veriler ışığında kavramak,
- 2) plato oluşumu ile gelişmeye başlayan iklimsel değişikliklerin mantığını anlayabilmek,
- 3) sediman taşınım ve çökeliiminin nicel verilere dayanan modellemesini yapmak,
- 4) volkanizma genelinde plato yükseliminin zaman ve mekan içindeki gelişimini ortaya koymak,

Bu amaçlara ulaşabilmek için yapısal, jeomorfolojik, volkanik ve sedimanter çalışmalar gerçekleştirilmiş ve düşük ısı jeokronolojisi ve kozmojenik yüzey yaşlandırması gibi yöntemler kullanılmıştır.

# TR1.A

## KIZILIRMAK NEHRİ SEKİLERİ ve ORTA ANADOLU PLATOSU KUVATERNER YÜKSELİM HIZI



**TR1.A Ekibi:**

**Prof. Dr. Attila ÇİNER**

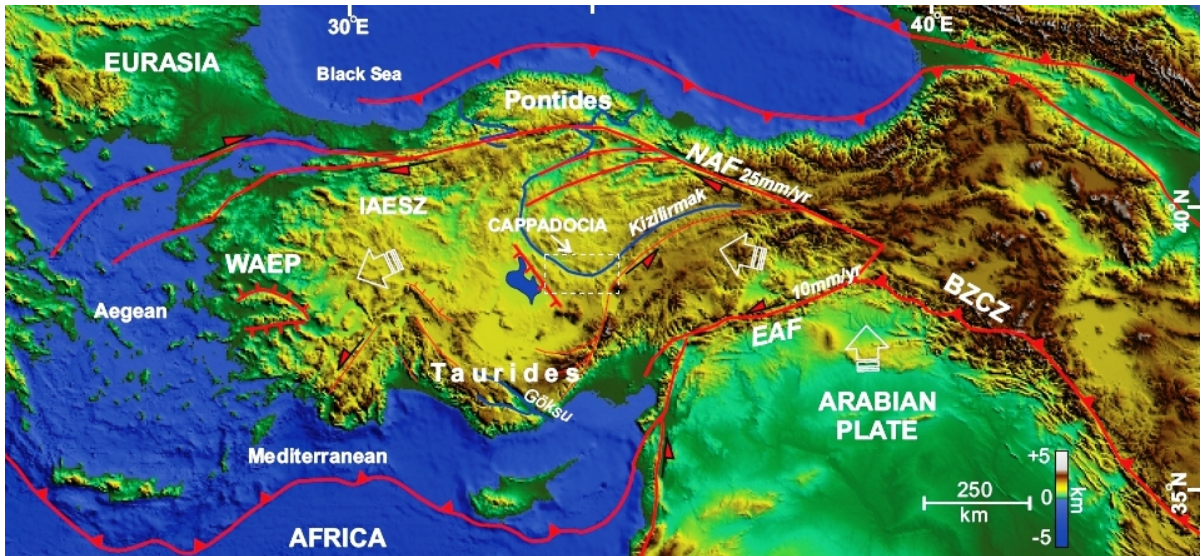
**Dr. Cengiz YILDIRIM**



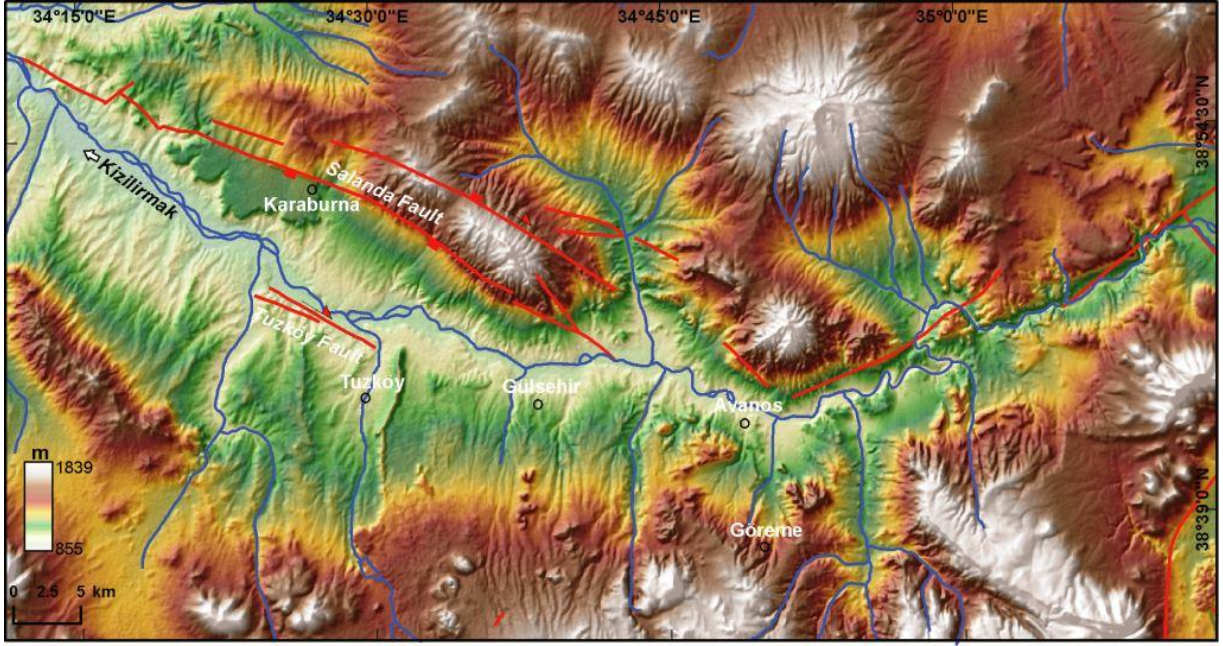
## 2. GİRİŞ (TR1.A)

Prof. Dr. Attila Çiner ve Dr. Cengiz Yıldırım (TR1A grubu) tarafından yürütülen çalışmaya proje ekibinde olmamasına rağmen Kızılırmak üzerinde yaptığı çalışmalardan dolayı önemli bir bilgi birikimine sahip olan Ankara Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nden Doç. Dr. Uğur Doğan da katılmıştır.

Kızılırmak Nehri, Türkiye topraklarında denize dökülen en uzun (1355 km) nehirdir. Sivas doğusundan kaynağını alan nehir, yarı kurak iklime sahip olan İç Anadolu Bölgesi'nde geniş bir yay çizdikten sonra, kuzeye yönelir ve Samsun'dan Karadeniz'e dökülür (Şekil 5). Nehrin izlediği bu yol büyük ölçüde neotektonik dönemde oluşmuş aktif fay kuşakları tarafından belirlenmiştir. Bu çalışma Kızılırmak Nehri vadisinin Kapadokya yöresinin Gülşehir-Avanos arasında kalan kesiminde yapılmıştır (Şekil 6). Nehir, bu alanda, paleotektonik dönemdeki genişleme rejimi denetiminde çökelmiş olan, Geç Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı, ignimbirit aratabakalı akarsu-göl ortamı sedimanter istifi içerisine vadisini kazmıştır. Dolayısıyla Geç Orta Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı istifin oluşumundan daha genç olan Kızılırmak akaçlama sistemi, Geç Pliyosen'de, iklimde meydana gelen değişime ve Neotektonik dönemde kendini gösteren K-G yönlü sıkışmaya bağlı olarak, nehrin iç Anadolu Neojen havzasının bir bölümünü kapması sonucunda kurulmuştur. Nehrin, bölgedeki doğrultu atımlı Neotektonik rejimin önemli yapılarından birisi olan ve Kırşehir fay sisteminin güneydoğu kesimini temsil eden Tuzköy ve Salanda doğrultu atımlı fay havzası içine yerleşmiş olması da bu görüşü desteklemektedir.



Şekil 5: Kızılırmak Nehri ve çalışma bölgesini gösterir harita.



Şekil 6: Kızılırmak sekilerinin çalışıldığı çalışma alanını ve kozmojenik örnek yerlerini gösterir harita.

### 3. AMAÇ

Bölgede yapılan çalışmanın amacı Kızılırmak sekilerinin bugün buldukları konumlar (taban ve tavan yükseklikleri) ile güncel Kızılırmak Nehri'nin bugün bulunduğu konumu karşılaştırmak ve nehrin aşındırma hızının Kapadokya yöresindeki yükselme hızına yakın bir oran vereceği varsayımından hareket ile OAP'nin yükselme hızını Kuvaterner zaman aralığı için tespit etmektir.

Kızılırmak Vadisi'nde yapılan araştırmada, nehrin günümüzdeki seviyesinden +160 m'ye kadar ulaşan yükseltilerde aşınımdan korunabilmiş olan 15 seki saptanmıştır. Bunlardan en az 6 tanesi bölgesel ölçekte yanal olarak takip edilebilen sekiler olup sekilerin yaş tayinlerinin kozmojenik yaşlandırma yöntemi ile yapılabilmesi için bu seviyelere odaklanılmıştır.

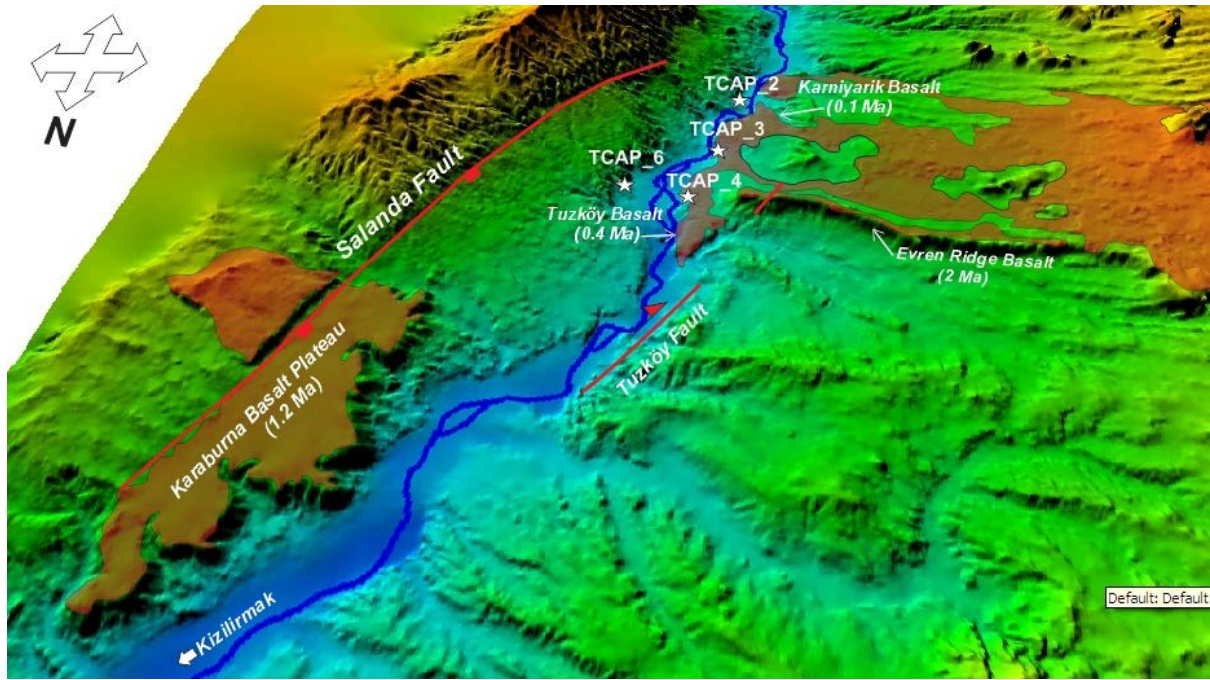


#### 4. SEKİLERİ ÜZERLEYEN BAZALT AKINTILARI VE Ar/Ar YAŞ TAYİNLERİ

Sekilerin oluşumuyla ilgili kesin zaman çizelgesi, nehrin bazı sekilerini örten bazaltlardan alınan örneklerin,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle tarihlenmesi sonucunda oluşturulmuştur (Şekil 7 ve 8).

##### 4.1. Evren Sırtı Bazaltı

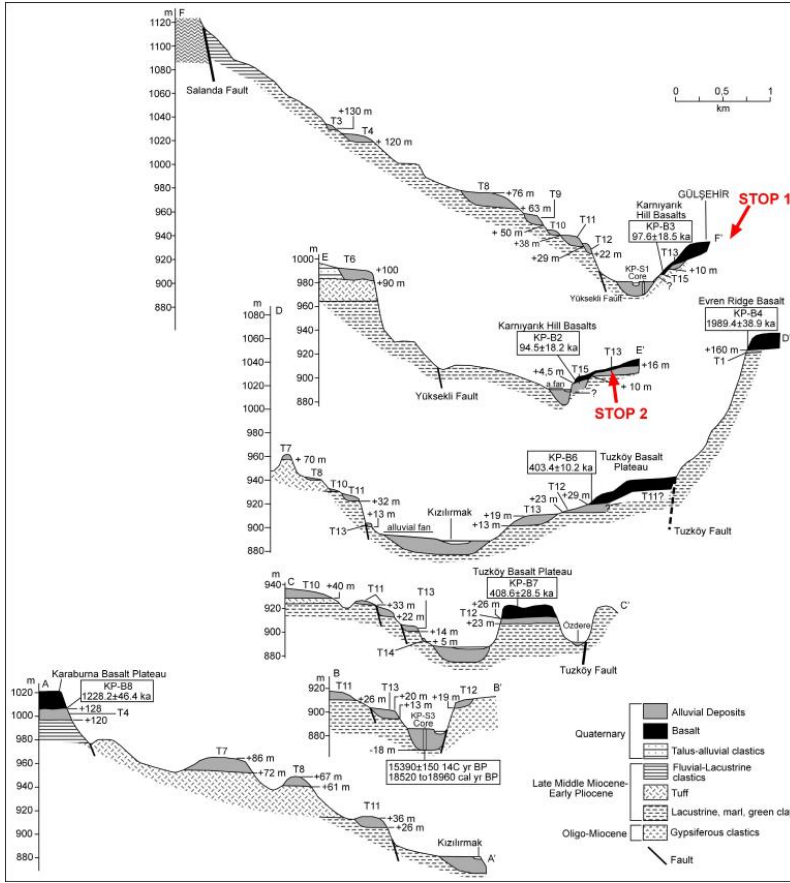
Vadideki en eski seki olarak kabul edilen yan kolu (~+160 m) fosilize eden bazalt akıntısı (Evren Sırtı Bazaltı) Geç Pliyosen'e (~2 My), diğerleri Erken, Orta ve Geç Pleyistosen'e tarihlenmiştir (Doğan, 2011) (Şekil 9 ve 10).



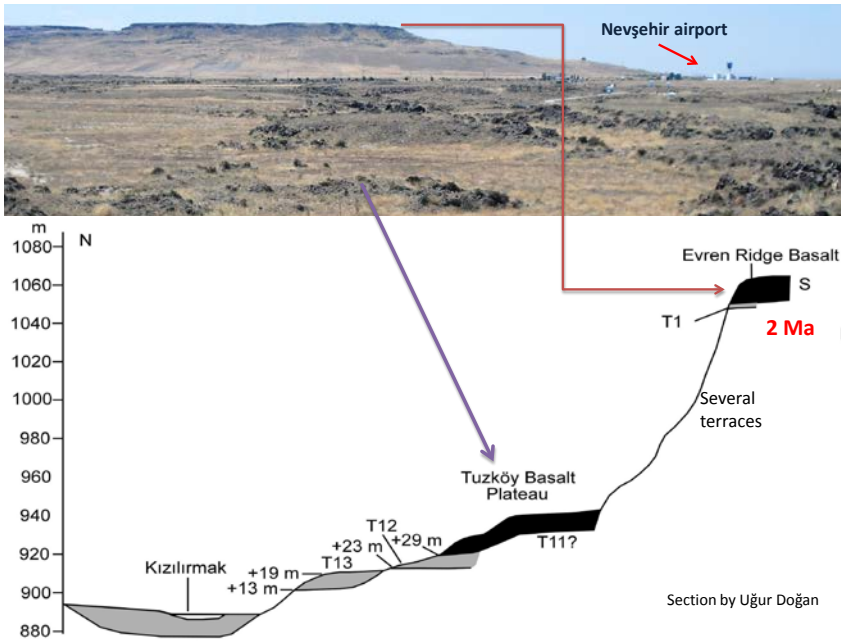
Şekil 7: Gözlenen bazalt akıntılarının  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yerlerini ve yaşlarını gösterir harita.

##### 4.2. Tuzköy Bazalt Platosu

Evren Sırtı Bazaltı'na yakın bir konumda bulunan ve Nevşehir Havaalanı'nın da içinde bulunduğu düzlüğü kaplayan bazalt akıntısı da Tuzköy Bazaltı olarak adlandırılmış ve takriben 400 ka olarak yaşlandırılmıştır (Doğan, 2011) (Şekil 7, 8 ve 9).



Şekil 8: Çalışma alanında gözlenen sekiler (Teraslar: T1-T15) ve bunların bazalt akıntıları ile olan ilişkileri.



Şekil 9: Evren Sırtı Bazaltı ve Tuzköy Bazalt Platosu'nu gösterir foto. Aşağıdaki kesit Kızılırmak Nehri'nin bugünkü konumu ile Tuzköy Bazalt Platosu altında gözlenen sekilerin konumunu belirtmektedir.



Şekil 10: Evren Sırtı Bazalt akıntısı ile Tuzköy Platosu Bazaltı'nın bugün 26 m yüksekte bulunan Kızılırmak sekisi (T12) ile olan arazi ilişkisinin görünümü.

Evren Sırtı Bazalt akıntısı da 1.95 My Ar-Ar yaşı vermektedir (Çizelge 2 ve TR1 Ek-2). Bu veriler, Kızılırmak akaçlama sistemi kuruluşunun, Geç Orta Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı volkanosedimanter birimleri üzerleyen ve bölgesel bir anahtar düzey özelliği taşıyan Valibaba ignimbiritinin oluşumundan sonra fakat fosilize yankol öncesindeki (~2.6-2.4 milyon yıl arası) bir zaman dilimi içinde gerçekleşmiş olduğunu göstermektedir.

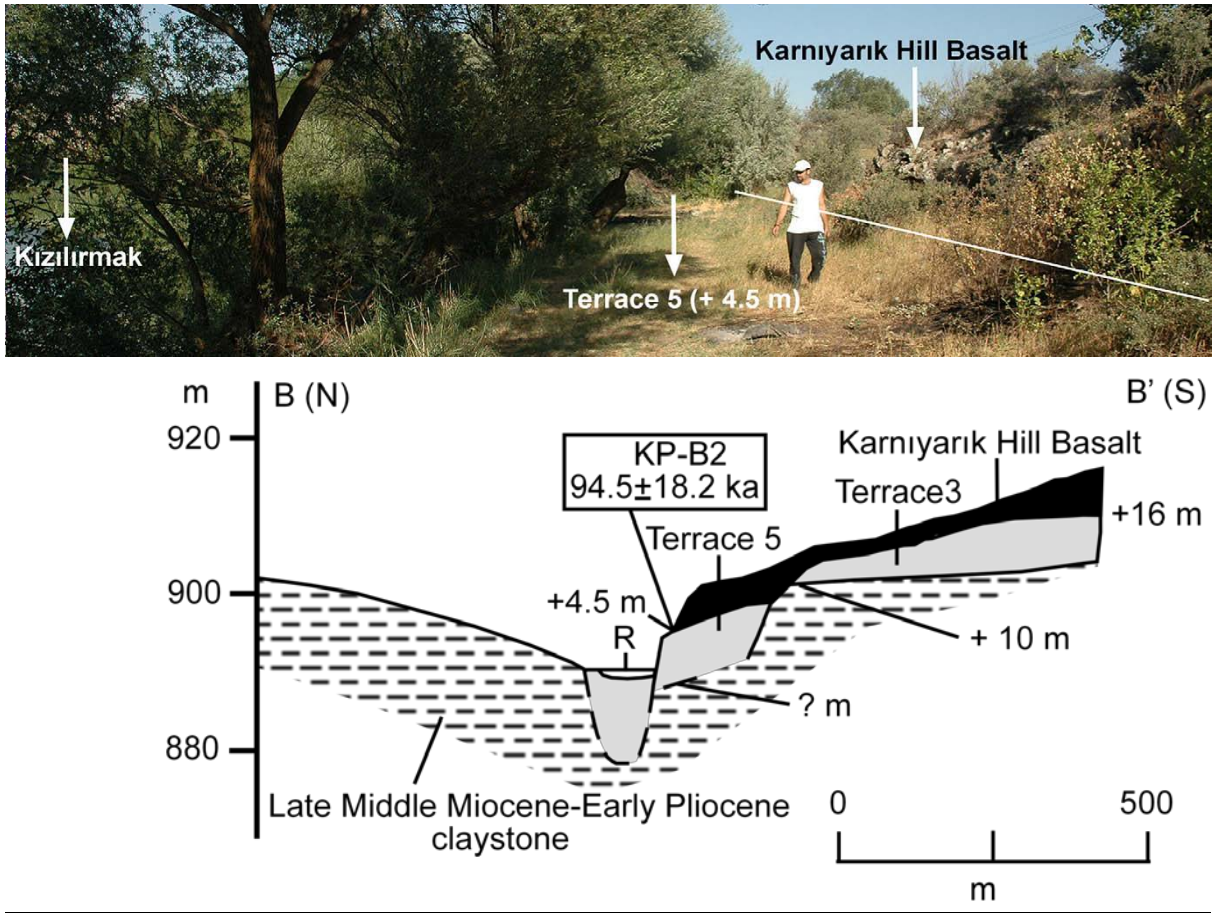
Results	40(r)/39(k)	Age (Ma)	MSWD	39Ar (k) (%,n)	K/Ca
<b>Weighted Plateau</b>	0,6119 ± 0,0251 ± 4,11%	<b>1,95</b> ± 0,08 ± 4,12%	0,13	75,58 5	0,113 ± 0,004
		External Error ± 0,09	2,78	Statistical T Ratio	
		Analytical Error ± 0,08	1,0000	Error Magnification	
<b>Total Fusion Age</b>	0,5809 ± 0,0321 ± 5,53%	1,85 ± 0,10 ± 5,54%		10	0,086 ± 0,002
		External Error ± 0,11			
		Analytical Error ± 0,10			

Çizelge 2: Evren Sırtı Bazalt akıntısının Ar-Ar yaş sonuçları. Detaylar için TR1-Ek 2'ye bakınız.



### 4.3. Karnıyarık Tepe Bazaltı

Kızılırmak Nehri ve iki adet sekinin daha genç bir bazalt akıntısı (Karnıyarık Tepe Bazaltı) tarafından örtüldüğü diğer bir alanda da bazalt akıntısının yaşı  $94.5 \pm 18.2$  ka (bin sene) olarak tespit edilmiştir (Doğan, 2011) (Şekil 11 ve 12). Olanca (1994) tarafından da yaşı  $93 \pm 10.3$  ka olarak verilen bu bazalt akıntısı güncel Kızılırmak Nehri'nden 4.5 m yukarıda bulunan sekinin hemen üstünde yer alması ve nehir tarafından kesilmiş olması nedeni ile Kızılırmak Nehri'nin o noktadaki maksimum kesme yaşını vermektedir.



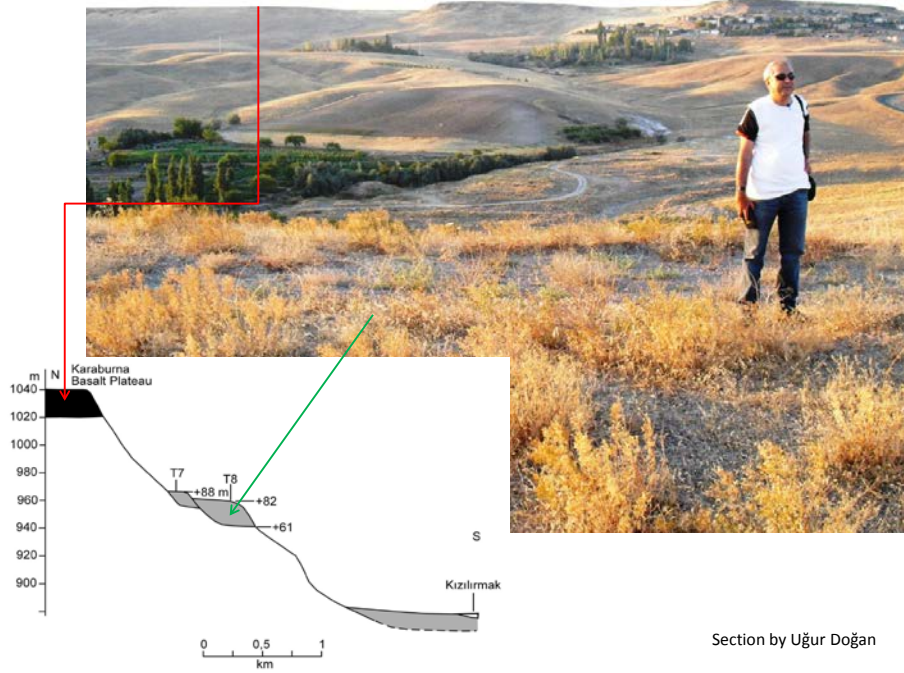
Şekil 11: Güncel Kızılırmak ve 10m sekisinin Karnıyarık Tepe Bazaltı ile olan ilişkileri.



Şekil 12: Kızılırmak Nehri'nden 10 m yukarıda bulunan Karnıyarık Tepe Bazalt akıntısının sekiyi oluşturan çakıllar ile olan dokanağı.

#### 4.4. Karaburna Bazalt Platosu

Bazalt akıntılarının referans olarak kullanılabilceği bir diğer bölge de Karaburna Bazalt Platosu'dur (Şekil 13). Güncel Kızılırmak Nehri'nin 130 m kadar üzerinde bulunan bu bazalt akıntısının  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaşı da 1.2 My olarak verilmektedir (Doğan, 2011).



Şekil 13: Karaburna Bazalt Platosu ve Kızılırmak sekilerini gösterir foto ve kroki.



## 5. KIZILIRMAK SEKİLERİ

Arazi çalışmaları sırasında yanal devamlılıkları belli bir oranda olan, mümkünse az aşınmış ve nehrin karşısında eşdeğeri olan sekiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunların bazıları Kapadokya Bölgesi'nin tipik litolojisi olan Miyosen yaşlı ignimbitleri üzerlerken (Şekil 14) bazıları Miyosen yaşlı çamurtaşlarını (Şekil 15) bazıları da ignimbitler ile ara katkılı olan gölssel birimleri (Şekil 16 ve 17) üzerlemektedir.



Şekil 14: Miyosen yaşlı ignimbitleri üzerleyen +37 m sekisi (Avanos batısı).





Şekil 15: Avanos'ta Miyosen yaşlı kırmızı karasal birimleri üzerleyen +50 m sekisi.



Şekil 16: Gülşehir yolu boyunca Miyosen yaşlı gösel manlar üzerinde gözlenen seki.





Şekil 17: Gölşehir’den Kızılırmak sekilerinin genel görünümü ile ön planda Karnıyarık Tepe bazaltı ile arka planda Salanda Fayı.

Sekilerin belirgin bir şekilde üst üste geldiği yerler de plato yükselim hızının daha kısa zaman aralıkları şeklinde ölçülebilmesine olanak sağlayacağı için büyük önem arz etmektedir (Şekil 18 ve 19). Bu nedenle bu tür üst üste gözlenen sekiler mümkün olduğu oranda ölçülmeye ve örneklenmeye çalışılmıştır.



Şekil 18: Avanos batı çıkışında güncel nehirden 30 ve 50 m daha yukarıda bulunan sekiler.



Şekil 19: Avanos doğu çıkışında güncel nehirde 50 ve 70 m daha yukarıda bulunan sekiler.

Kızılırmak sekilerin görünür kalınlıkları 3 ile 10 m arasında değişmektedir. Sekilerin yanal devamlılıkları özellikle Gülşehir tarafında çok iyi bir şekilde gözlenmekle beraber kimi yerlerde aşınma ve faylanma nedeni ile yanal devamlılık kaybolmaktadır. Genelde 2-5 cm çapında (10-20 cm boyunda çakıllar da içeren), iyi yuvarlanmış ve kimi zaman para şeklinde düz olan çakıllardan oluşan çökeller içinde zaman zaman blok boyutuna varabilen kayaçlar da gözlenmektedir. Kuvars, ofiyolitik kayaç parçaları, kireçtaşı ve bazalt en çok gözlenen litolojilerdir. Tipik örgülü ırmaklara ait sedimanter fasiyesler ve yapıları içeren sekilerin bazılarının üst kısımlarında taşkın ovası ortamına ait ve yer yer birkaç metreyi bulan kırmızı renkli çamurtaşı tabakaları da gözlenmektedir.

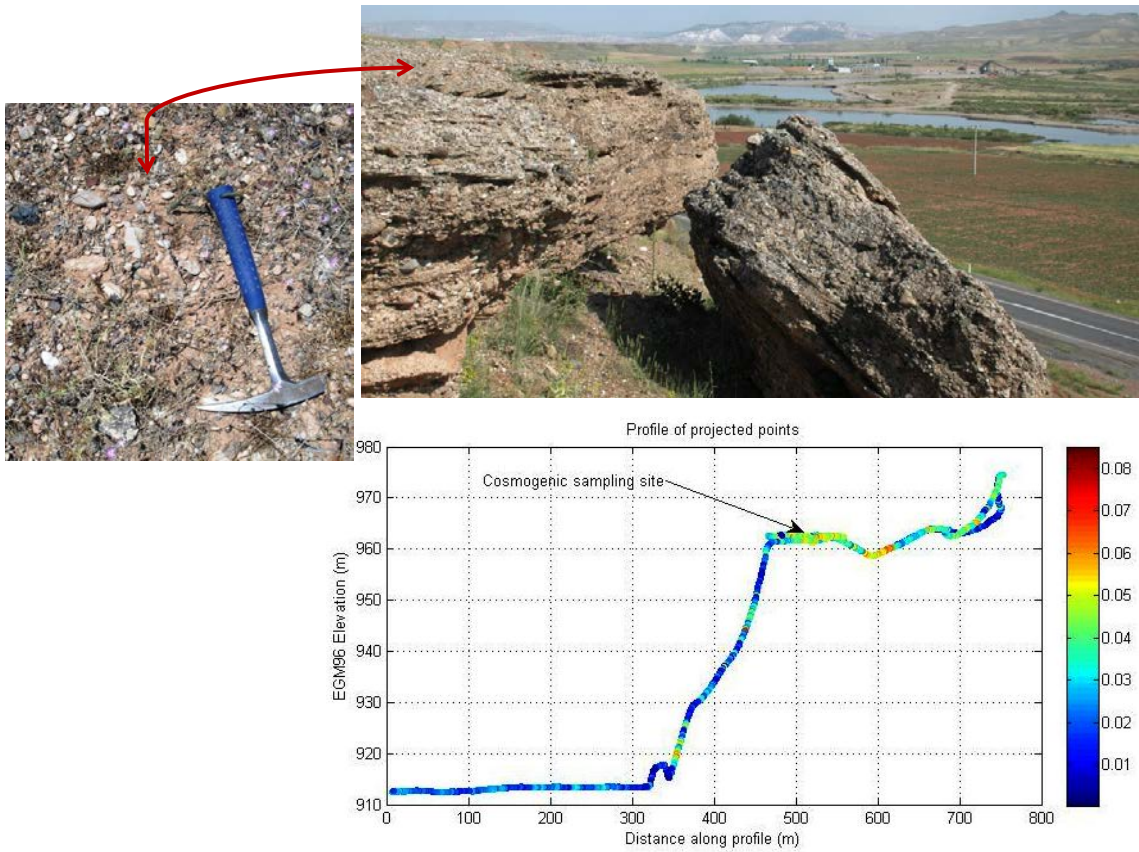
## 6. KOZMOJENİK YAŞ TAYİNİ

Çalışılan alanlarda güncel Kızılırmak Nehri'nin yüksekliği GPS ile ölçüldükten sonra (Şekil 20) seki taban ve tavanları da ölçülmüş ve seki yüzeylerinden kozmojenik yüzey yaş tayini amaçlı çakıl örnekleri alınmıştır (Şekil 21 ve 22).





Şekil 20: Kızılırmak Nehri'nin yüksekliğinin GPS ile ölçümü.



Şekil 21: Sekilerin profilinin çıkarılması için GPS'den yararlanılmıştır. Örnekte 912 m'den akan güncel Kızılırmak Nehri'nin 50 m üzerinde bulunan (962 m) sekinin profili ve arazi görünümü verilmektedir.



Şekil 22: 50 m sekisi kesitte konglomera olarak tanımlanmış, yüzeyde ise aşınmış çakıllardan kuvars taneleri ayıklanarak kozmojenik yüzey yaş tayini amaçlı toplanmıştır. Foto seki yüzeyinden uygun boyutta kuvars tanesi ayıklama çalışmasını göstermektedir.

Sekilerin birçoğunda aşınma önemli oranda olup bu kozmojenik yüzey yaş tayinleri için genelde istenmeyen bir durumdur. Yaş tayini sayısını arttırmak amacı ile uygun yerlerden kozmojenik gömülme yaşı (*burial age*) amacı ile örneklemeler yapılmıştır (Şekil 23 ve 24).



Şekil 23: Seki çakılları ile taşkın ovası çamurları dokanağından kozmojenik gömülme yaşını tespit amaçlı alınan kuvars çakıl örneğinin lokasyonu (yıldız ile işaretli).





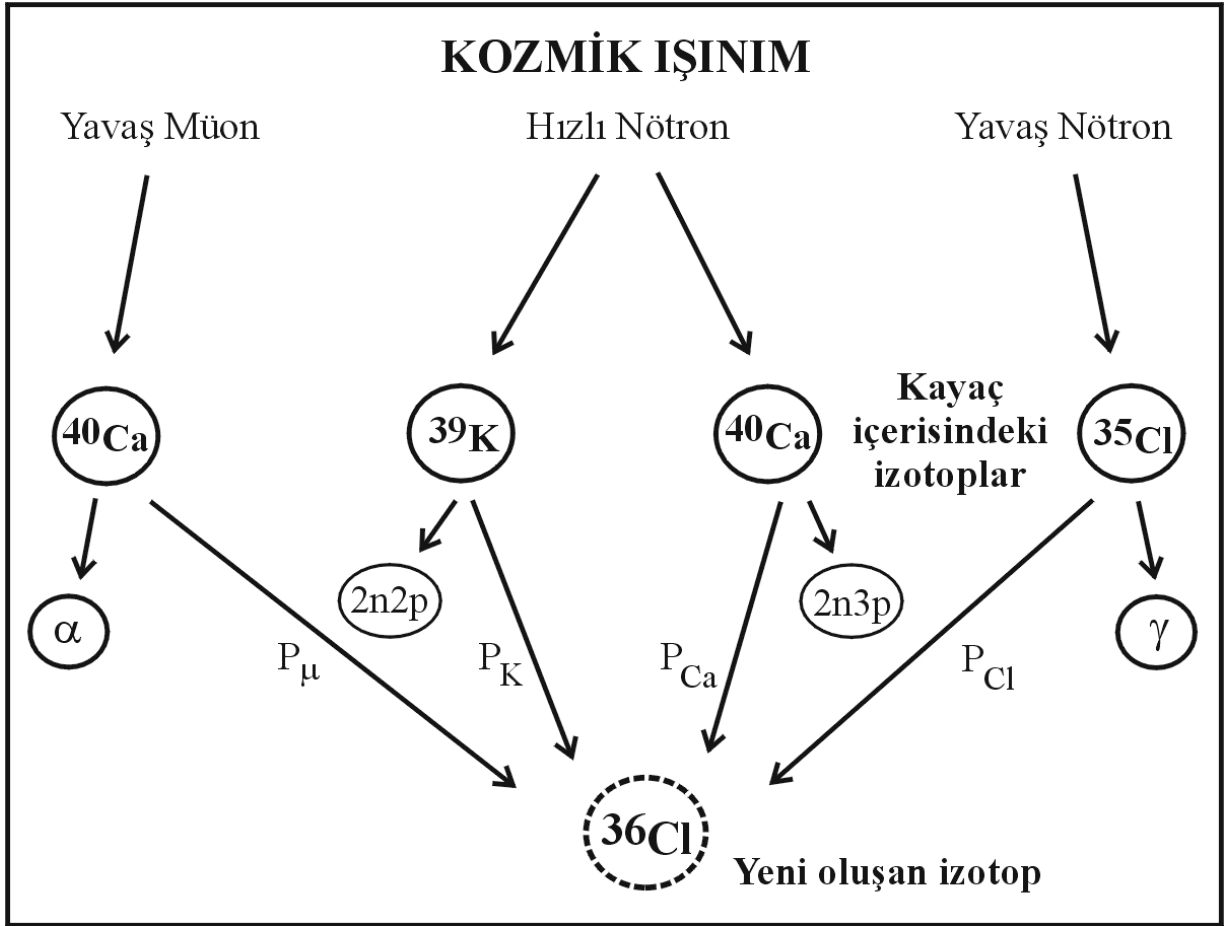
Şekil 24: İgnimbritler ile seki çakılları dokanağında kozmojenik gömülme yaşını tespit amaçlı alınan kuvars çakıl örneğinin lokasyonu (yıldız ile işaretli).

Kozmojenik yaş tayini dünyada kısıtlı sayıdaki laboratuvarlarda yapılabilmektedir. Arazi çalışmaları sonunda topladığımız ve ABD'ye yolladığımız örnekler ABD'deki AMS (Atomic Mass Spectrometry) laboratuvarının işleyişinden kaynaklanan önemli teknik arızalar nedeni yapılamamıştır. Bunun üzerine yürürlüğe koyduğumuz B planı ile İsviçre'nin Bern Üniversitesi'nden Dr. Naki Akçar, Dr. Susan Ivy-Osch ve Prof. Dr. Christian Schlüchter'den oluşan bir ekip ile ortak çalışma yoluna gidilerek analizler Zürih kentindeki ETH'daki laboratuvara gönderilmiştir.

### 6.1. Laboratuvar Yöntemi

Kozmojenik yüzey yaş tayini (*Cosmogenic surface exposure dating*) olarak adlandırılan ve kayaç yüzeylerinde kozmik radyasyona maruz kalarak biriken  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{26}\text{Al}$  veya  $^{10}\text{Be}$  miktarının ölçülmesine dayanan yöntem ile herhangi bir kayacın veya sedimanın ne kadar süredir yüzeylendiği veya ne zaman gömüldüğü belirlenebilmektedir.

Yerçekillerinin yaşlandırılmasına yönelik çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamıştır (Lal ve Peters, 1967; Lal, 1988; Cerling ve Craig, 1994; Zreda vd., 2000). Kullanılan yöntemler kozmojenik ışınlarla kayaçlarda ortaya çıkan izotopların ölçümüne dayanmaktadır. Uzaydan atmosfere giren kozmik ışınların büyük bir kısmı kaybolmakla beraber az da olsa bir kısmı yeryüzüne ulaşır ve kayaçlar içindeki elementlerle etkileşerek kozmojenik izotopları oluşturur (Şekil 25). Sonuçta kayaç içindeki ana elementlere de bağlı olarak birçok yeni radyoaktif izotop meydana gelir. Bunlardan bazıları;  $^{14}\text{C}$ ,  $^{41}\text{Ca}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{10}\text{Be}$  ile duraylı  $^3\text{He}$ ,  $^{21}\text{Ne}$ 'dur. Kayaç içerisindeki kozmojenik ışınla oluşmuş izotopların miktarı bilinirse, söz konusu yerçeklinin ne kadar süredir kozmik ışınlarla temas halinde bulunduğu ve dolayısıyla o yüzeyin yaşı hesaplanabilir. Bu sayede günümüzün gelişmiş kütle spektrometreleri yardımıyla söz konusu kozmojenik izotopların miktarı ölçülerek kayaçların litolojileri ve buldukları bölge (enlem, boylam ve yükseklik) ne olursa olsun yüzeylenme süreçleri ölçülebilmektedir. Yapılan çalışmalar bu analizlerin Pliyosen'den (>2.65 my) (Ivy-Ochs vd., 1995) Geç Holosen'e (Holosen <  $10^4$  y) (Ballanteyne, vd., 1998) kadar uzanan bir yaş aralığında yanılğı payı çok az ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir.



Şekil 25: Kozmojenik yaş tayini yönteminin ( $^{36}\text{Cl}$  izotopu örneği) şematik açıklaması.

Kozmojenik yaş tayini yöntemi, Kuvaterner jeolojisinde yepyeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bu yöntem sayesinde daha önce  $^{14}\text{C}$  yönteminin üst limiti olan 50 000 yıl ile sınırlı olan yaş tayinleri, Kuvaterner döneminin tümünü kapsayacak şekilde genişlemiş olmaktadır. Yöntemin en temel katkısı, belirli şartlarda korunabilmiş herhangi bir yüzeyin yaş tayininin yapılmasına olanak vermesidir. Klasik radyometrik yaş tayini yöntemleri, örneğin K-Ar veya  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$ , kayaçların yüzeyleme yaşını değil de oluşum yaşını verdikleri için Kuvaterner dönemi çalışmaları için her zaman uygun değildir. Buna karşın, örneğin Kuvaterner dönemine ait bir moreni veya çalışma konumuzu oluşturan Kızıllırmak sekilerini oluşturan sedimanlardan (genelde kuvarz çakılları) kozmojenik yöntem aracılığı ile yüzeyleme ve/veya gömülme yaşı ölçülebilmektedir.

Organik karbon gerektiren  $^{14}\text{C}$  yaş tayini yönteminin aksine, kozmojenik yöntemlerde değişik elementler kullanabilmektedir.  $^{26}\text{Al}$  ve  $^3\text{He}$  gibi izotoplar için belirli minerallerin kayaç içinde bulunması zorunluğu bulunmasına karşın,  $^{36}\text{Cl}$  izotopu hemen tüm kayaç türlerinde bulunmaktadır. Çalışma kapsamında kullandığımız  $^{26}\text{Al}$  ve  $^{10}\text{Be}$  izotopları ise genelde kuvarz



mineralinden üremektedirler. Yöntemin bir diğer avantajı da analitik ölçüm kalitesinin oldukça iyi düzeyde bulunmasıdır. Aynı kayaç üzerinde değişik laboratuvarlarca hazırlanmış örneklerin, değişik hızlandırıcılı kütle spektrometrelerinde yapılan analizleri birbirine çok yakın sonuçlar vermiş olup yöntemin güvenilirliği bugün kanıtlanmış olarak kabul edilmektedir.

## 6.2. Kızılırmak sekilerinde kozmojenik yaş tayini

Çeşitli seki yüzeylerinden ve sekilerden yapılan kesitlerden toplanan örnekler Zürih ETH'da bulunan laboratuvarında Dr. Susan Ivy-Osch önderliğinde analiz edilmiştir. Sadece yüzey örneklemesinin yeterli olmayabileceği düşünülerek kalın nehir sekilerinin dikine kesitte iyi gözlemlendiği yerlerden gömülme yaşı elde etmek amacı ile de çeşitli örnekler alınmıştır. Gömülme yaşının hesaplanabilmesi için sekilerin dikine şekilde kazılarak sekiyi oluşturan çakılların çökeldikten sonra kozmik radyasyona maruz kalmamış kısımlarından örnek alınması gerekmektedir. Bu nedenle çakıl ocağı olarak işletilen ve kalınlığı 10 m'yi geçen bir seki kepçe ile sıyrtılarak dikine kesit boyunca 5 adet örnek alınmıştır (Şekil 26 ve 27). Bu işlem sonucu sadece yüzey yaşları değil gömülme yaşları da elde edilebilmektedir.



Şekil 26: Çakıl ocağının örnek alımı amacı ile kepçe ile temizlenmesi.



Şekil 27: Seki dikine kesiti boyunca toplanan örnekler.

Kireçtaşı çakıllarından oluşan örnek setlerinde yaptığımız  $^{36}\text{Cl}$  ölçümleri başarılı sonuç vermiş ve elde edilen yaş sayesinde güncel Kızılırmak Nehri'nden 70 m kadar yukarıda bulunan bir sekinin (TCAP-6) minimum yüzey yaşı takriben  $39.2 \pm 1.1$  ka olarak hesaplanmıştır. Beklediğimiz değerin altında olmasına rağmen bu yaş minimum bir değer vermesi açısından önemlidir.

$^{10}\text{Be}$  ve  $^{26}\text{Al}$  ölçümleri de kuvars çakılları içeren sekilerden alınan örneklerde gerçekleştirilmiştir.  $^{10}\text{Be}$  ve  $^{26}\text{Al}$  ölçümleri AMS'de ayrı ayrı yapılmak durumunda oldukları için ilk önce  $^{10}\text{Be}$  ölçümleri başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3). Son olarak gerçekleştirilmesi planlanan  $^{26}\text{Al}$  ölçümleri sırasında AMS'de meydana gelen çok önemli bir arızadan dolayı ölçümler yapılamamıştır. Laboratuvar yetkilileri ile yaptığımız görüşme, meydana gelen arızanın çok büyük olduğu ve laboratuvarın önemli bir bakımdan geçmek zorunda olduğu gerçeğini ortaya koymuştur. Kozmojenik yaş tayini yapılan AMS dünyada toplam 6 adet bulunmakta olup yoğun talep nedeni ile bu aletler kesintisiz çalışmakta ve dolayısı ile bu tür arızaların oluşması da kaçınılmaz olmaktadır. Başka bir laboratuvarda bu ölçümleri yaptırma olanağımız (minimum 8 ay sıra verilmektedir) olmadığı için bu raporda  $^{26}\text{Al}$  ölçüm sonuçlarımızı ve  $^{10}\text{Be}$  ölçümleri ile birlikte elde etmeyi umduğumuz seki yaşlarının bir kısmını verememekteyiz (TR1 Ek-3). Bu sonuçların 2012 yılı içinde alınması



planlanmaktadır. Buna rağmen elimizde bulunan bazalt yaşları ve  $^{36}\text{Cl}$  kozmojenik yaşları kullanılarak OAP'nin Kuvaterner yükselimi, henüz istediğimiz detayda olmasa da, verilebilmiştir.

**$^{10}\text{Be}$  results of samples  
from Kızılırmak River terraces in Turkey**

Sample No.	Sample Weight (g)	Carrier Weight (mg)	$^{10}\text{Be}$ Concentration ( $10^4$ at/g)	Uncertainty ( $10^4$ at/g)	Uncertainty (%)
TCAP-1	100.8876	0.1480	38.73	1.16	3.00
TCAP-1A	62.8365	0.1424	79.29	2.38	3.00
TCAP-1B	76.5215	0.1423	20.34	0.61	3.01
TCAP-1C	47.7061	0.1487	10.77	0.37	3.42
TCAP-2	100.6466	0.1480	31.19	0.94	3.00
TCAP-3A	88.4244	0.1481	50.80	1.53	3.00
TCAP-3B	100.7492	0.1479	42.98	1.29	3.00
TCAP-3B2	99.1029	0.1485	80.11	2.40	3.00
TCAP-3C	109.1995	0.1484	35.54	1.07	3.00
TCAP-3D	101.6599	0.1482	51.39	1.54	3.00
TCAP-3E	72.3184	0.1477	55.81	1.68	3.00
TCAP-3F	101.1025	0.1476	38.66	1.16	3.00
TCAP-3G	100.3410	0.1474	181.27	5.44	3.00
TCAP-3H	61.4524	0.1485	76.74	2.30	3.00
TCAP-4A	47.7061	0.1473	136.77	4.11	3.00
TCAP-4B	24.7523	0.1481	15.47	0.66	4.23
TCAP-4C	61.4524	0.1482	30.47	0.92	3.01
TCAP-4D	81.4729	0.1488	73.98	2.22	3.00
TCAP-4E	24.7523	0.1474	620.56	18.62	3.00
TCAP-4F	30.1088	0.1485	37.29	1.12	3.01
TCAP-5A	42.4409	0.1491	585.60	17.57	3.00
TCAP-5B	29.8498	0.1480	36.77	1.11	3.01
TCAP-5C	41.6595	0.1451	21.17	0.66	3.11
TCAP-5D	81.4729	0.1482	27.23	0.82	3.00
TCAP-5E	35.2467	0.1487	39.96	1.20	3.01
TCAP-6	81.6487	0.1435	32.69	0.98	3.00

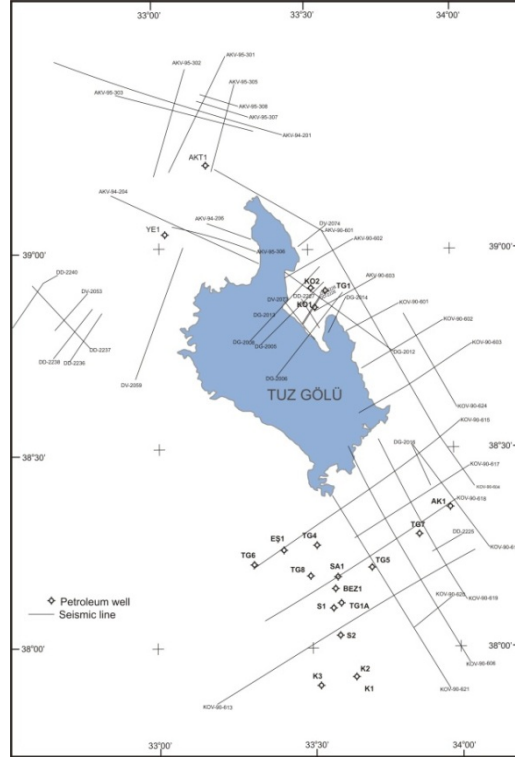
Çizelge 3: Kızılırmak Nehri paleo sekilerinden ölçülen  $^{10}\text{Be}$  değerleri.

## 7. KIZILIRMAK NEHRİ KESME HIZI VE OAP YÜKSELİMİ

Elimizdeki bazalt yaşları ve kozmojenik veriler son 2 milyon yıldaki evrim sürecinde vadisini 160 m kazmış olan Kızılırmak Nehri'nin Orta Anadolu Platosu'ndaki bölgesel yükselim oranının  $\sim 0.08$  mm/yıl olduğunu göstermektedir. Bu kesme hızı zaman içerisinde önemli değişimler göstermiştir. Bu süre içerisindeki en yüksek akarsu kazma oranı ( $\sim 0.12$  mm/yıl) orta Erken ve orta Orta Pleyistosen arasında gerçekleşmiştir. Bölgesel yükselimin tersine orta Erken Pleyistosen-Günümüz arasında, Salanda Fayı üzerindeki düşey atım oranı, Kızılırmak Nehri'ni denetleyen rejimin doğrultu-atımlı faylanma özelliğinin doğal yansıması olarak düşük ( $\sim 0.036$  mm/yıl) kalmıştır. Bölgesel yükselim oranlarındaki değişimler, sekiler arasındaki yükseklik farklarına da yansımıştır. Yükselme hızının düşük olduğu, Geç Pliyosen-orta Erken Pleyistosen ve kısmen geç Orta Pleyistosen-Geç Pleyistosen seki basamakları arasındaki seviye farkları düşük, bu dönemler arasında oluşan sekilerde ise bölgesel yükselim oranına uygun olarak seviye farkları da yüksektir.

# TR1.B

## TUZ GÖLÜ HAVZASI MİYOSEN SONRASI YAPISAL EVRİMİ



**TR1.B Ekibi:**

**Prof. Dr. Attila ÇİNER**

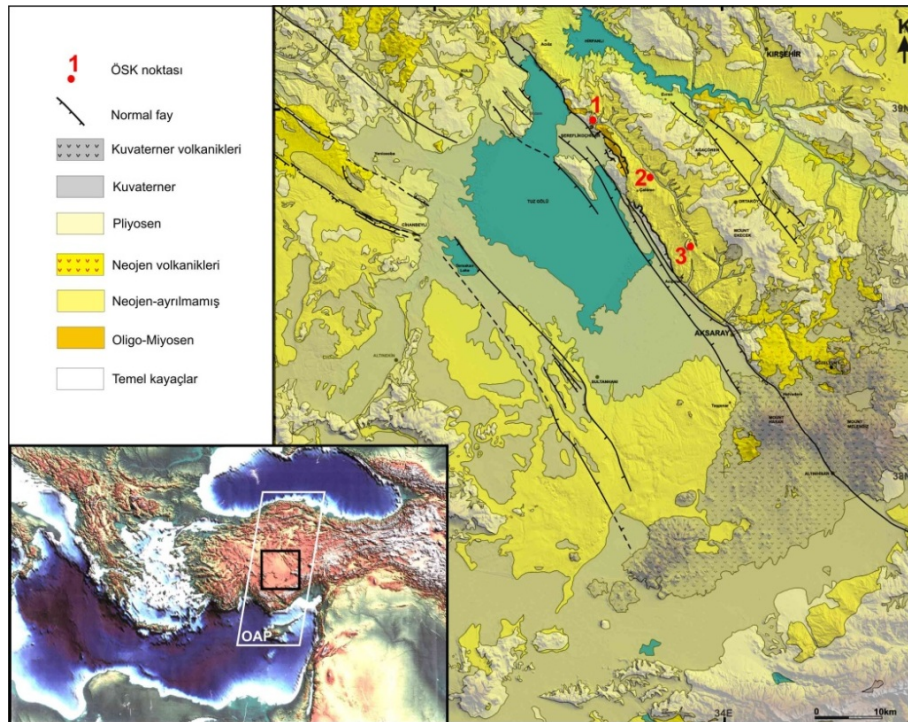
**Prof. Dr. Kadir DİRİK**

**Dr. Erman ÖZSAYIN**

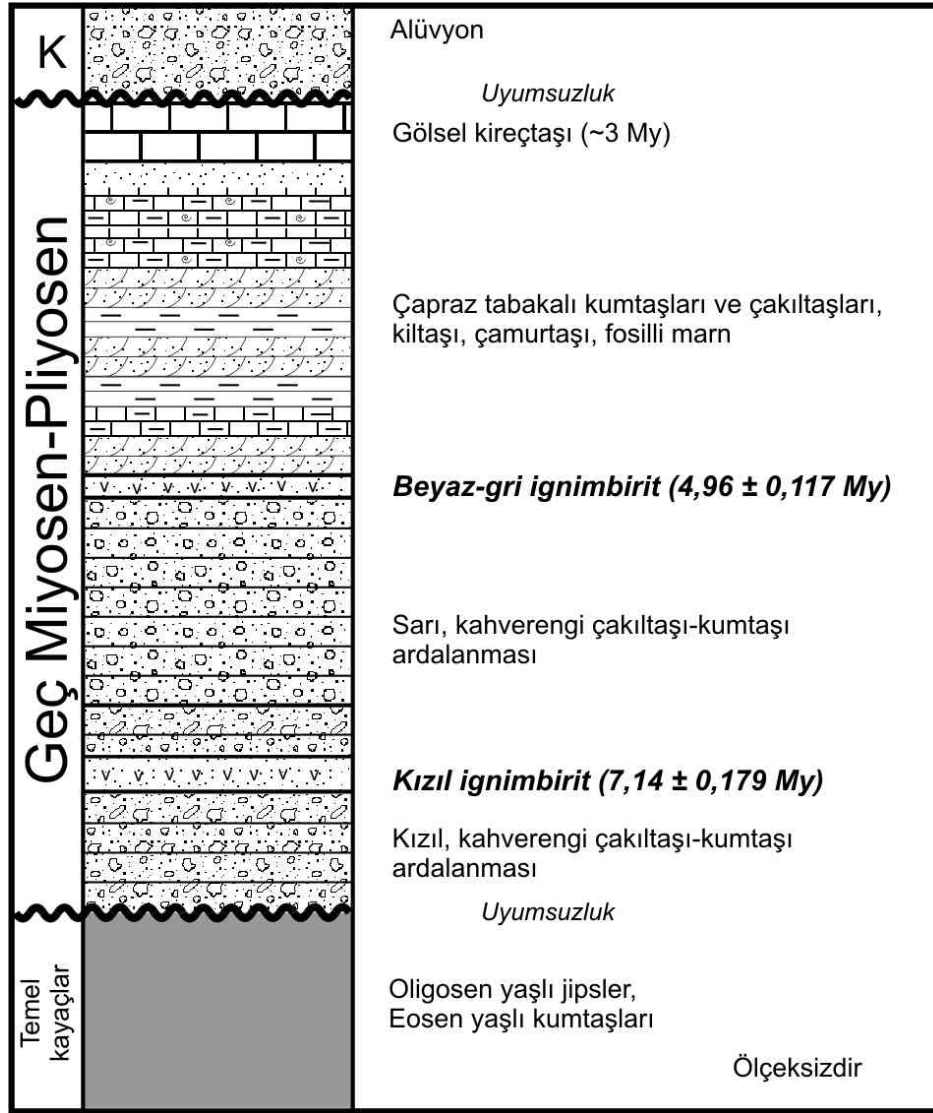
**Araş. Gör. Alkor KUTLUAY**

## 8. GİRİŞ (TR1.B)

TR1B Ekibi Tuz Gölü Havzası'nın Miyosen sonrası yapısal evrimini çalışmıştır. Proje kapsamında Alkor Kutluay aynı zamanda doktora çalışmasını da yürütmektedir. Tuz Gölü Havzası ilk olarak Geç Mestirhtiyen'de genişlemeli bir havza olarak meydana gelmiş, zaman içerisinde farklı tektonik rejimler altında deforme olmuş, Orta Anadolu Platosu'nun en büyük iç havzalarından biridir (Şekil 28 ve 29) (Görür vd., 1984; Dirik ve Göncüoğlu; 1996; Göncüoğlu vd., 1996; Gürsoy vd., 1998; Çemen vd., 1999; Dirik ve Erol, 2003; Özsayın ve Dirik, 2007). Havzayı dolduran çökeller ve tektonik gelişimi OAP'nin evrimini anlamak açısından önemli bir role sahiptir. OAP'nin ortasında yer alan ve günümüzde genişlemeli tektonik rejimin etkin olduğu TGH'nin zaman içindeki tektonik gelişimini ortaya koyarak plato evrimindeki rolünü anlamak amacıyla bölgede arazi çalışmaları yapılmış ve havza dolgusunun özellikleri ve yaşı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca arazide gözlenen fayların karakterleri belirlenmiş ve kayalarda meydana getirdikleri deformasyonlar çalışılmıştır. Bunların dışında tektonik evrimin daha iyi anlaşılması için Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nden elde edilen sismik yansıma profilleri yorumlanmıştır. Tuz Gölü ve Konya Havzası'nda yer alan göllere ait eski kıyı çizgilerinin detaylı profilleri çizilmiş, bölgedeki faylarla karşılaştırılmış, bunların deformasyonları ve aralarında yükseklik farkları kullanılarak güncel tektonik rejimin hızı saptanmıştır.



Şekil 28: Tuz Gölü Havzası'nın Orta Anadolu Platosu'ndaki yeri ve jeolojisi.



Şekil 29: Çalışma bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

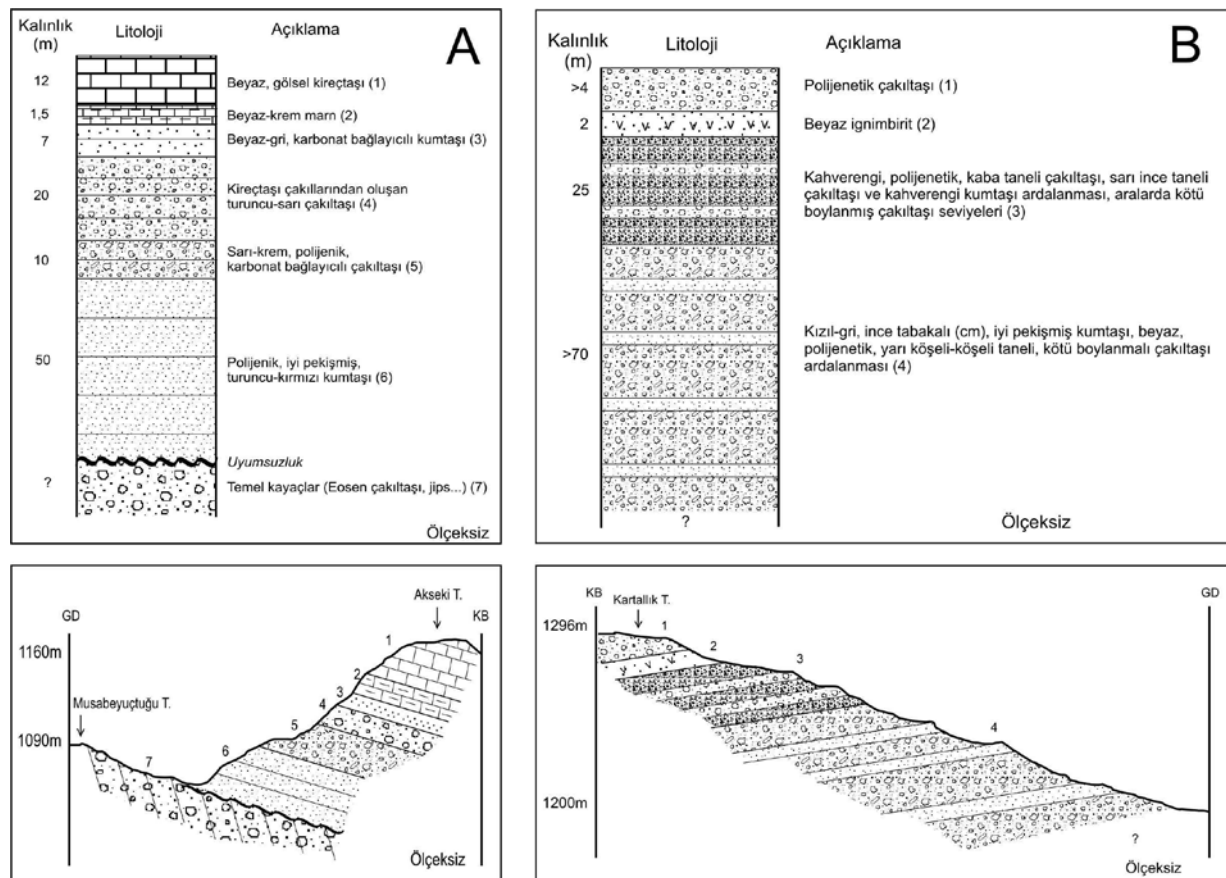
## 9. TUZ GÖLÜ HAVZA DOLGUSU VE YAŞI

TGH'daki kayaçlar örtü ve temel kayaçlar olarak iki gruba ayrılmışlardır. Çalışmanın amacı TGH'da etkin olan en son tektonik rejimin havza gelişimine katkısını ortaya koymak olduğu için önceki çalışmalarda Miyo-Pliyosen olarak yaşlandırılan ve sıkışmalı tektonizma deformasyonu gözlenen kayaçların üstünde uyumsuzlukla bulunan kayaçlar örtü birimleri, uyumsuzluğun altında kalanlar ise temel birimler olarak adlandırılmıştır. Bölgedeki temel birimler genel olarak Oligosen yaşlı evaporitler ve Eosen yaşlı kumtaşlarından oluşmaktadır (Görür vd., 1984).

Temel birimleri uyumsuzlukla örten birimlerin özelliklerini ve birbirleri ile olan stratigrafik ilişkilerini ortaya koymak amacı ile kayaçların yüzlek verdiği ve istifin rahatça izlenebildiği

noktalardan ölçülü stratigrafik kesitler (ÖSK) hazırlanmış ve bunlar önceki çalışmalarda yer alan formasyonlarla denştirilmiştir.

Birinci ÖSK Şereflikoçhisar'ın KD'sunda yer alan Akseki Tepe civarından alınmıştır (Şekil 30.A). Bu kesitin en üstünde beyaz gösel kireçtaşı yer alır. Bu kireçtaşı Leventoğlu (1994)'un Oymağaç formasyonu ile Özsayın ve Dirik (2007)'in Cihanbeyli formasyonu ile denştirilebilir. Alt seviyeler ise çakıltaşı, kumtaşı ve marn ile temsil edilmekte olup Leventoğlu (1994)'un Karkın veya Halva formasyonlarına karşılık gelebilir. İkinci bir ÖSK, Karandere Köyünün KD'sunda yer alan Kartallık Tepe civarından alınmıştır (Şekil 30.B).



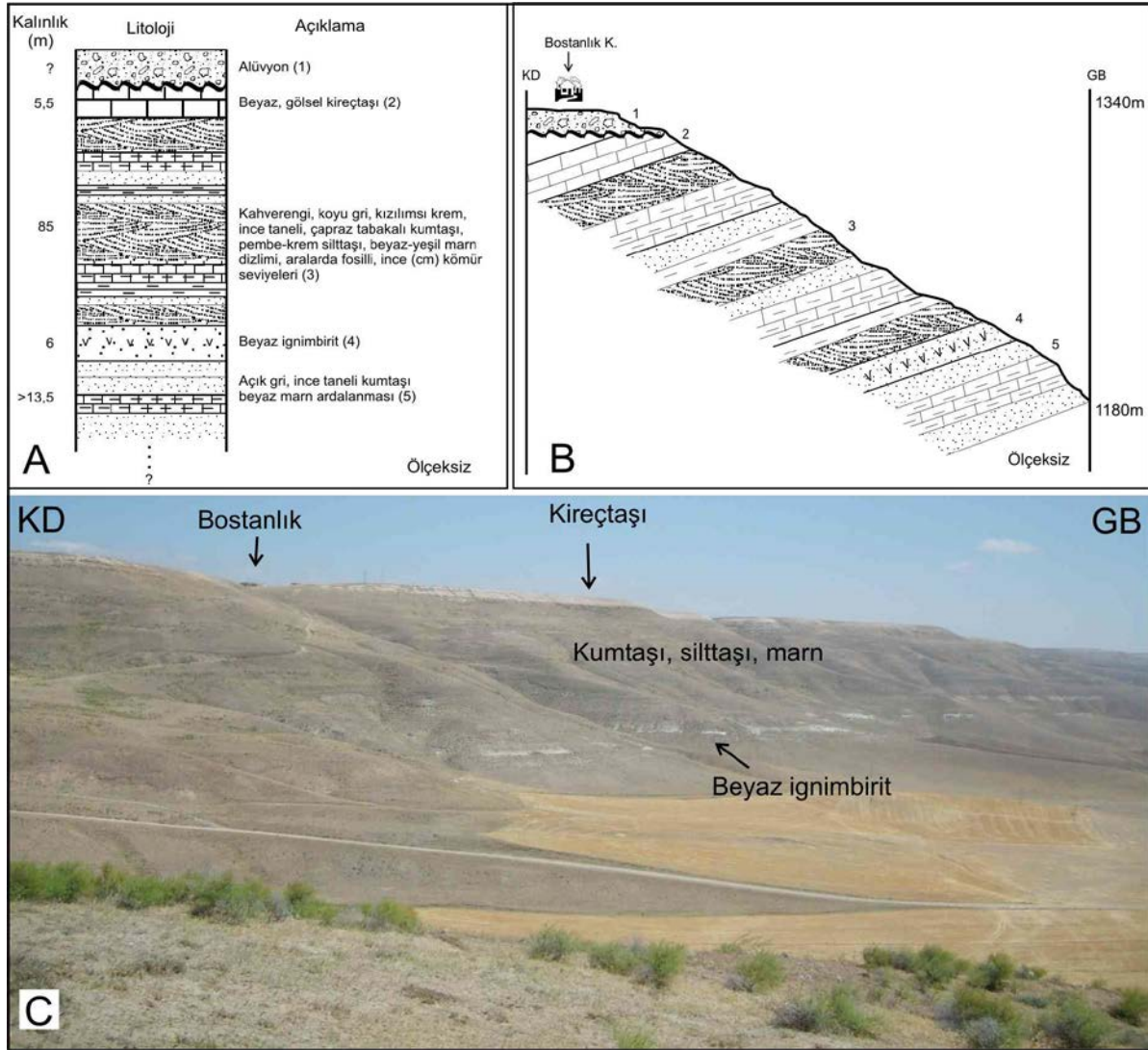
Şekil 30: A. Akseki Tepe'den alınan ve B. Kartallık Tepe'den alınan ÖSK'lar ve kayaçların ilişkilerini gösteren jeolojik kesitler, ölçüm noktası için bkz. Şekil 28.

Bu istifte yer alan beyaz ignimbirit seviyesi Leventoğlu (1994)'un Ahırlı formasyonu ile denştirilebilir ve bu durumda alttaki çakıltaşı arıdanmaları Halva formasyonuna karşılık gelir. İgnimbiritin üzerinde yer alan çöktür çakıltaşları ise Karkın formasyonuna ait olmalıdır.

Bir diğer ÖSK ise Bostanlık Köyü'nün güneyinde ölçülmüştür (Şekil 31). Beyaz ignimbirit seviyesi bu kesitte de görülmüş olup kumtaşı, siltaşı, marn arıdanmaların arasında yer alır.

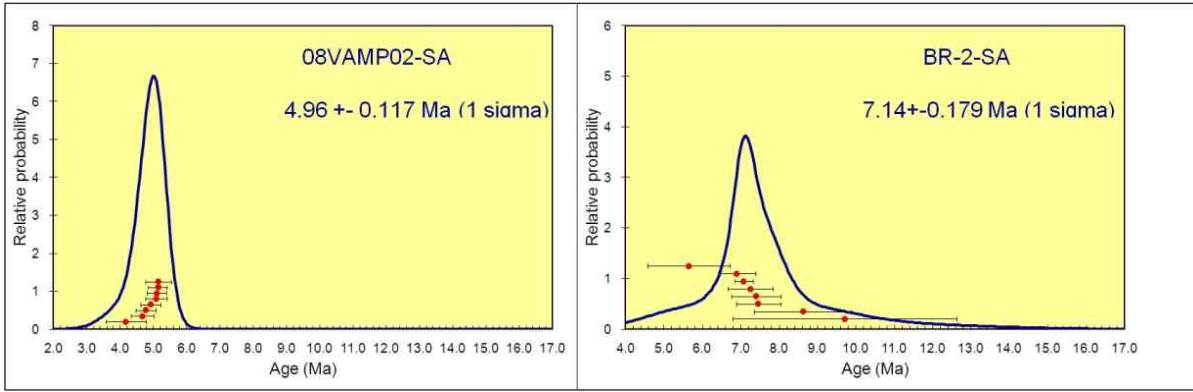


Almanya Potsdam Üniversitesi'nde Alkor Kutluay ve VAMP ekibinden Taylor Schidgen tarafından yapılan yaşlandırma sonucu bu seviyenin yaşı takriben 5 Ma olarak ölçülmüştür (Şekil 32). Üstteki ardalanma Ahırlı formasyonuna, alttaki ardalanma ise Halva formasyonuna karşılık gelir. Bostanlık istifinde en üst seviyedeki gösel kireçtaşları ise Oymaağaç veya Cihanbeyli formasyonu ile karşılaştırılabilir (Leventoğlu, 1994; Özsayın ve Dirik, 2007).



Şekil 31: A. Bostanlık Köyü civarından alınan ÖSK, B. kayaçların ilişkilerini gösteren jeolojik kesit, C. Bostanlık Köyü civarındaki gösel istifin genel görüntüsü, ölçüm noktası için bkz. Şekil 28.

Stratigrafik istifin daha altlarında bulunan pembe renkli bir diğer ignimbirit seviyesinin yaşı da yine tarafımızdan 7 Ma civarında ölçülmüştür (Şekil 32).



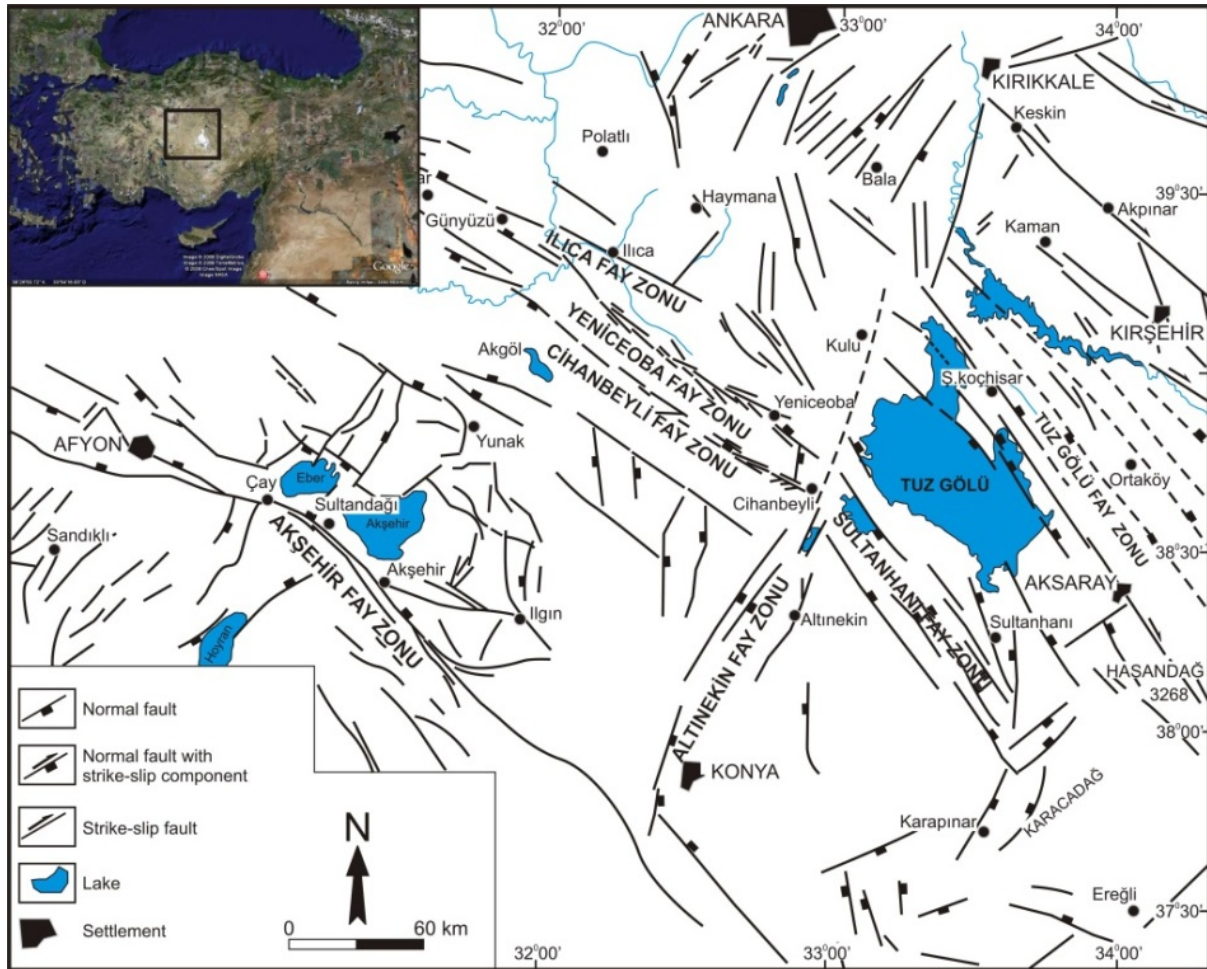
Şekil 32. Örtü kayaçlarda bulunan ignimbiritlerin  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  yaş sonuçları.

### 9.1. TGH Oluşumu ve Faylar

Tuz Gölü Havzası ilk olarak Geç Mestirhtiyen döneminde genişlemeli bir havza olarak meydana gelmiştir (Görür vd., 1984; Çemen vd., 1999; Dirik ve Erol, 2003). Havzanın oluşumunu kontrol eden normal faylar Eosen’de tektonik rejimin değişmesiyle doğrultu atımlı ve/veya ters fay olarak çalışmışlar ve havzayı dolduran kayaçları deforme etmişlerdir. Havzada yaygın bulunan evaporitik kayaçlar Eosen’de havzanın kurumuş olduğuna işaret etmektedir. Eosen’den sonra bölgede karasal koşullar egemen olmuş ve kalın bir göl ve akarsu istifi meydana gelmiştir (Görür vd., 1984; Çemen vd., 1999; Dirik ve Erol, 2003). Havza dolgusunun en üstünde bulunan ve sıkışma deformasyonu gösteren kayaçları uyumsuz olarak örten gölsel istif içerisinde yer alan ignimbirit seviyelerinin yaklaşık 5-7 My yaşında olması genişlemeli tektonik dönemin Geç Miyosen-Pliyosen’le beraber başladığını göstermektedir. Bu genişlemeli tektonizma günümüzde de devam etmektedir.

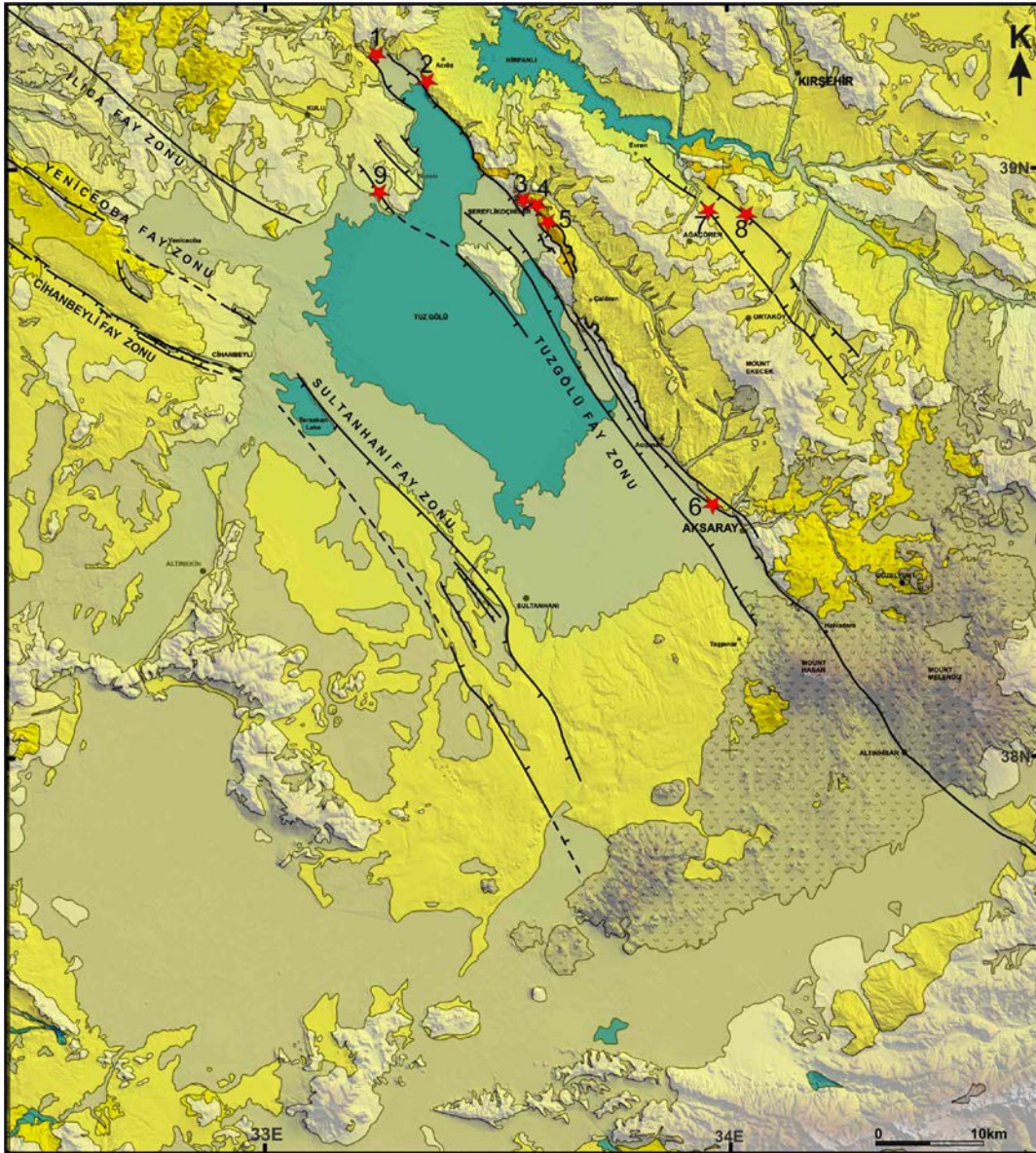
Orta Anadolu Platosu’nun ortasında yer alan TGH ve çevresinde birçok aktif normal fay olduğu bilinmektedir (Şekil 33). OAP gibi orojenik bölgelerdeki aktif normal faylar belli bir yüksekliğe ulaşan platonun duraylığını kaybederek çökmeye başlamasını, dolayısıyla sıkışma tektonizmasından genişleme rejimine geçişi temsil ediyor olabilirler. Bu sebeple bu fayların özellikleri, evrimleri ve zaman içerisindeki davranış biçimleri ve değişikliklerinin incelenmesi yükseklik ve normal faylanma arasındaki ilişkinin belirlenmesinde önemlidir (Dewey, 1988; Williams vd., 1989; Faccenna vd., 1995; Mahéo vd., 2007).

TGH'nin evrimini kontrol eden en önemli fay, havzayı doğudan sınırlayan Tuz Gölü Fay Zonu'dur. Bu zon Tuz Gölü'nin kuzeyinden başlar ve Aksaray'ın güneyine kadar yaklaşık 200 km devam eder. TGFZ, KB–GD doğrultulu normal faylardan meydana gelir (Şekil 34).



Şekil 33: Tuz Gölü Havzası ve çevresinin neotektonik haritası (Özsayın ve Dirik, 2007).





Şekil 34: TGH'yi denetleyen fay zonları. Kırmızı yıldızlar fay-kayma verilerinin alındığı noktaları göstermektedir.

Arazi çalışmalarında TGFZ'ye ait fayların hem örtü kayaçları hem de temel kayaçları kestiği gözlenmiştir. Fay çiziklerinin gözlenebildiği noktalardan fay düzlemlerinin kinematik analizleri için fay kayma verileri alınmıştır. Bazı noktalarda fay çizikleri gözlenememiştir ancak ötelenen tabakalar izlenerek faylanmanın düşey bileşeninin normal olduğu belirlenebilmiştir (Şekil 35). TGFZ tarafından kesildiği gözlenen örtü birimler genelde Geç Miyosen–Pliyosen gölsel istifin en üst seviyesindeki beyaz kireçtaşı ve bunun altında yer alan kumtaşı, silttaşı, marn ardalanmalı seviyedir (Şekil 36). Şereflikoçhisar yakınlarındaki bir ocak yarmasında TGFZ'nin güncel kayaçları kestiği görülmüştür (Şekil 37).

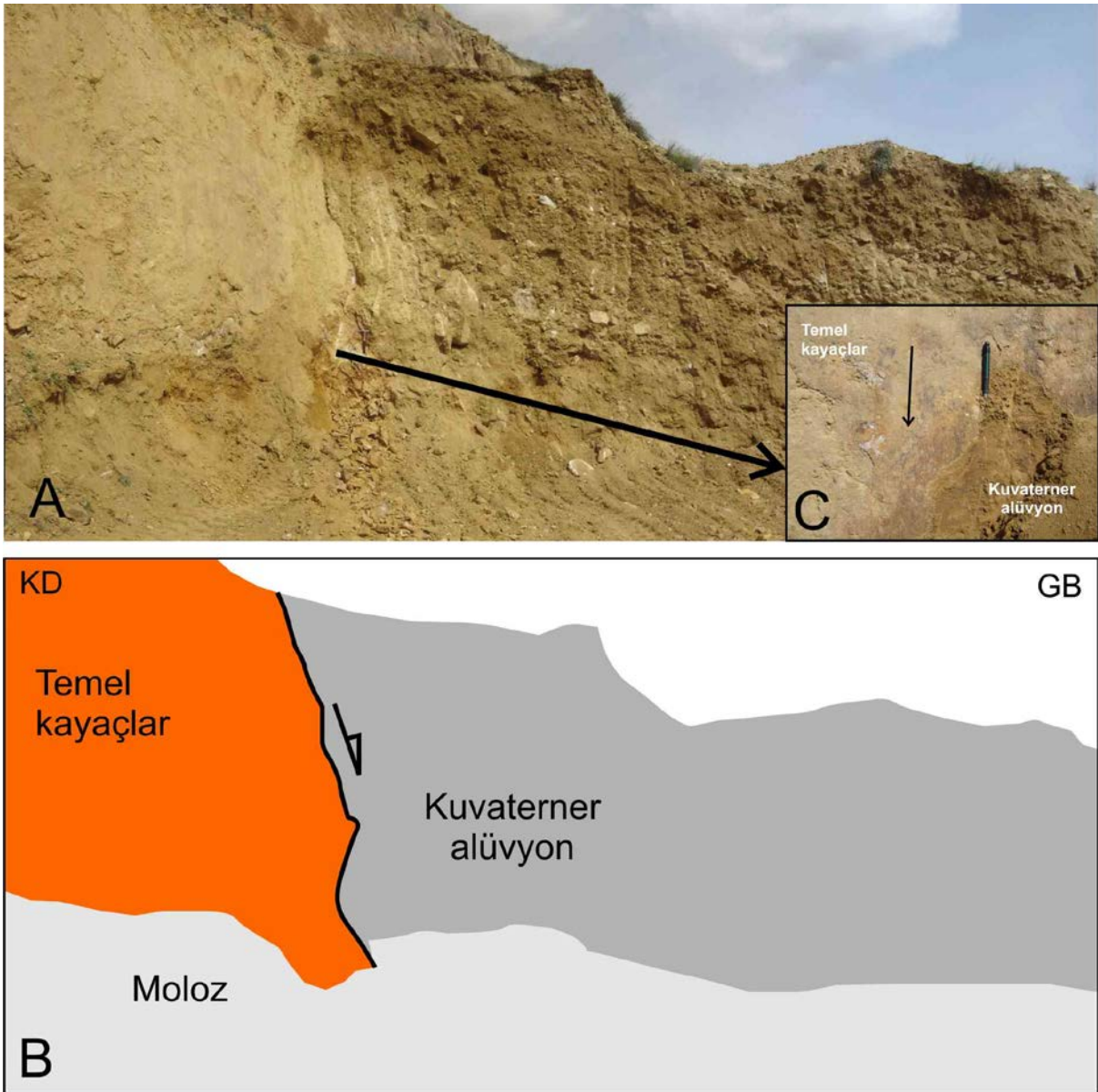


Şekil 35: TGH'nin kuzeyinde, TGFZ'nin sintetik fayı tarafından kesilmiş gölsel kireçtaşı.



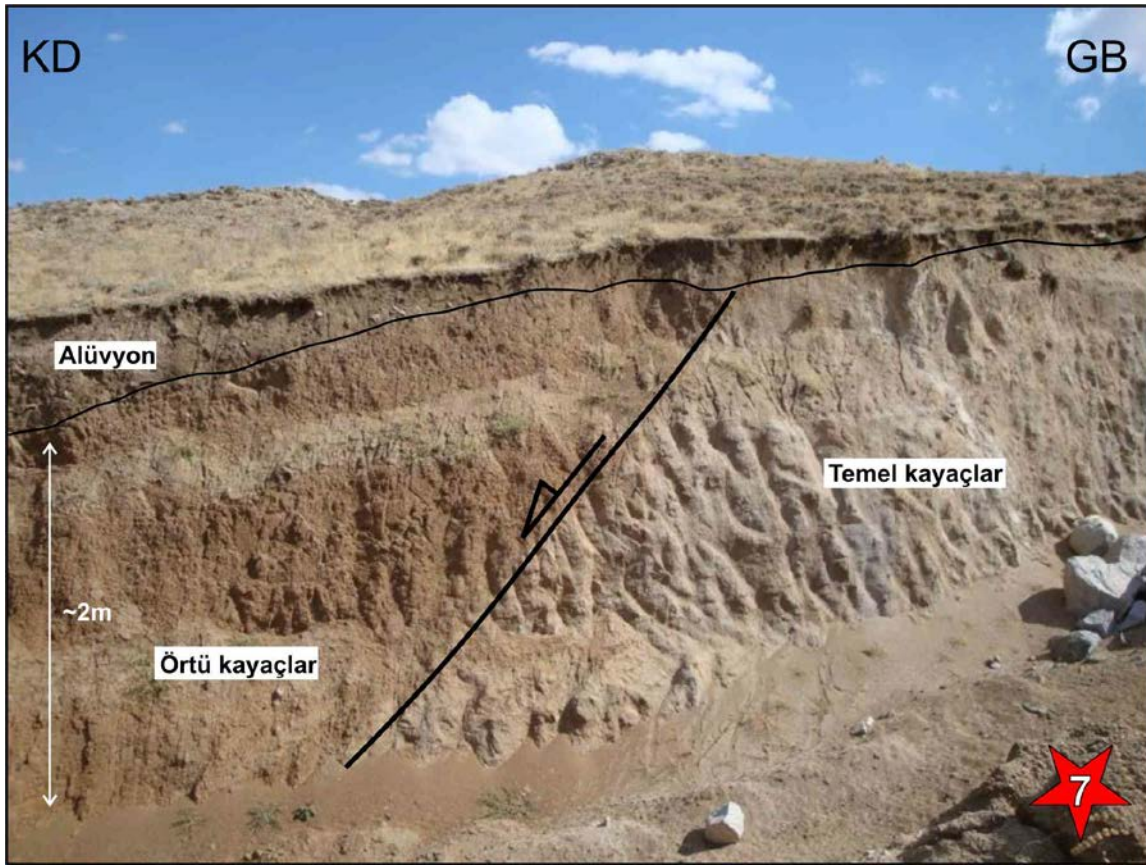
Şekil 36: TGH'nin K'de, TGFZ tarafından kesilmiş Pliyosen gölsel kayaçlar.



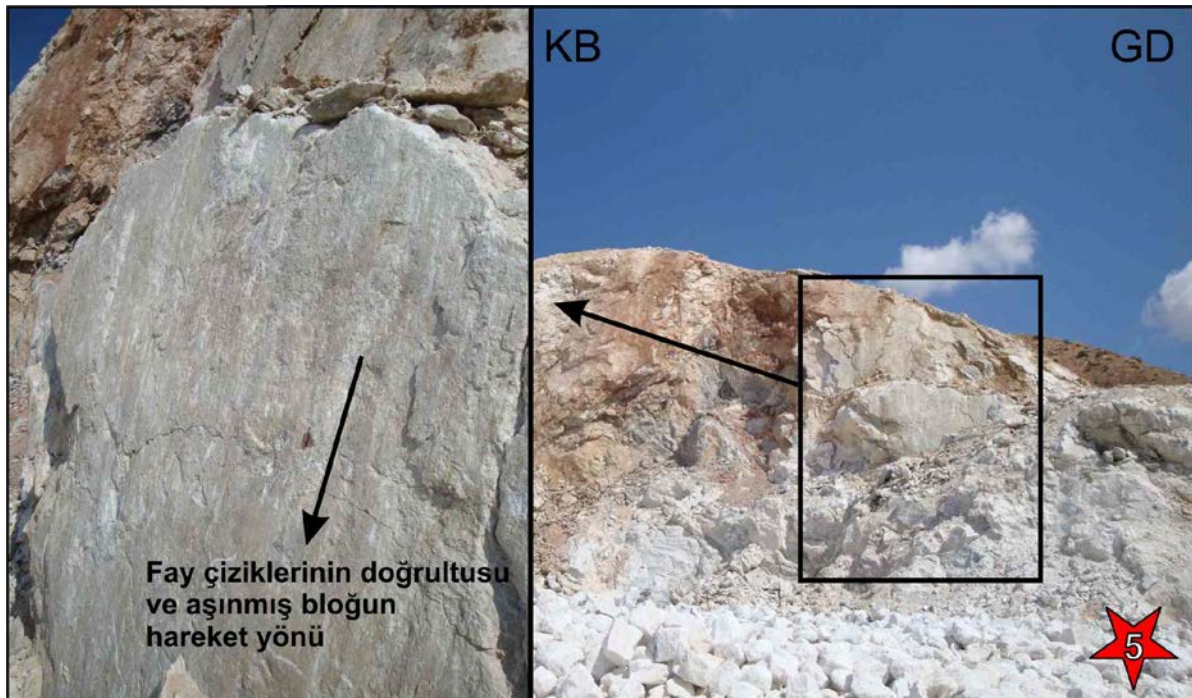


Şekil 37: A. TGFZ'nin güncel etkinliğinin gözlenebildiği bir ocak yarması, B. Temel Kayaçlar ile güncel çökelleri kesen normal faylanmayı gösteren şematik kesit C. Fay düzleminin yakından görüntüsü, ok fay çiziklerini ve aşınmış bloğun hareket yönünü göstermektedir.

Ayrıca bölgenin doğusunda da temel birimler ile örtü birimler arasında normal faylar gözlenmiştir (Şekil 38). Bu fayların en güncel alüvyonları kesmediği de tespit edilmiştir. Temel kayaçlar da TGFZ tarafından deforme edilmiştir. Özellikle Oligosen jipslerinde gözlenen normal fay düzlemleri vardır (Şekil 39).



Şekil 38: TGH'nin doğusunda yer alan grabenin GB'sını sınırlayan, temel kayaçlar ile bunları örten görsel kayaçlar arasında gözlenen normal fay.



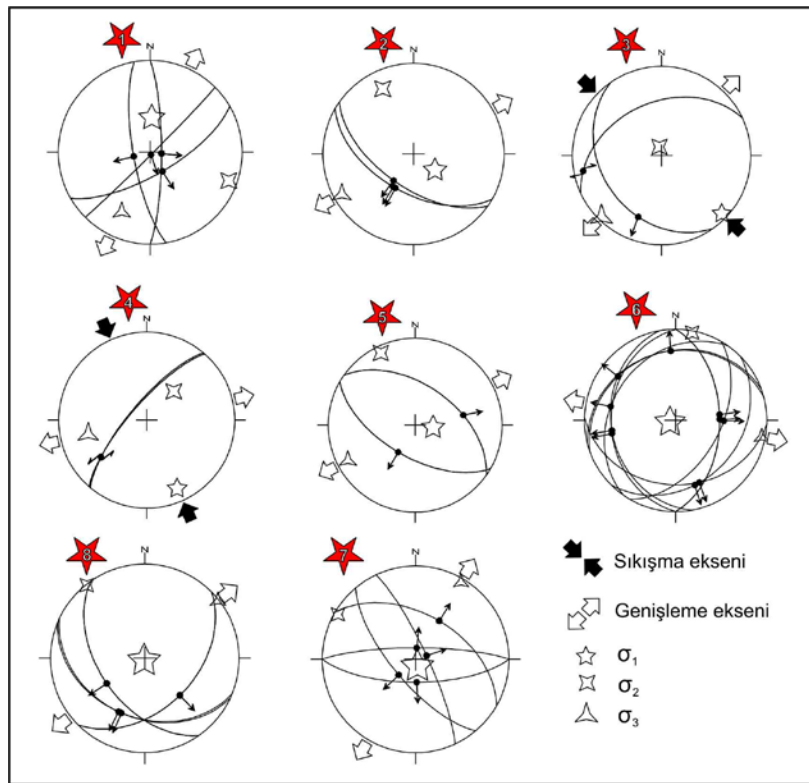
Şekil 39: Temel kayaçlar içindeki jipslerde bulunan normal fay düzlemleri.



Bir diğer önemli fay zonu ise Sultanhanı Fay Zonu'dur (Şekil 34). İlk olarak Özsayın ve Dirik (2005) tarafından tanımlanmış olan bu fay zonu KB–GD doğrultulu bir zondur. Tersakan Gölü'nden Sultanhanı ilçesinin güneyine kadar devam eden SFZ'ye ait bir arazi verisi bulunamamıştır. Sayısal arazi modelinde bir çizgisellik sunan bu zon ancak sismik yansıma profillerinde gözlenebilmektedir. SFZ, KB–GD doğrultulu normal faylarından oluşmaktadır.

## 9.2. Fay düzlemlerinin kinematik analizleri

Fay düzlemlerinden alınan fay-kayma verilerinden yola çıkılarak asal gerilim eksenlerinin yönelimlerinin hesaplamasına fay-kayma analizleri (*fault-slip analysis/paleostress inversion*) adı verilmektedir. Fayların özellikleri ve zaman içerisinde davranışlarındaki değişiklikleri anlamak için kullanılan bu kinematik analizler Angelier (1990)'in INVD (*inverse direction*) yöntemiyle yapılmıştır. TGH'nin doğusundaki faylar üzerinde 8 noktadan alınan fay-kayma verilerinin kinematik analiz sonuçları bölgedeki etkin tektonik rejimin; en büyük asal gerilim eksenini ( $\sigma_1$ )'nin yaklaşık düşeyde olduğu, KD–GB açılma rejimi olduğunu göstermektedir (Şekil 40) (Kutluay vd., 2010).



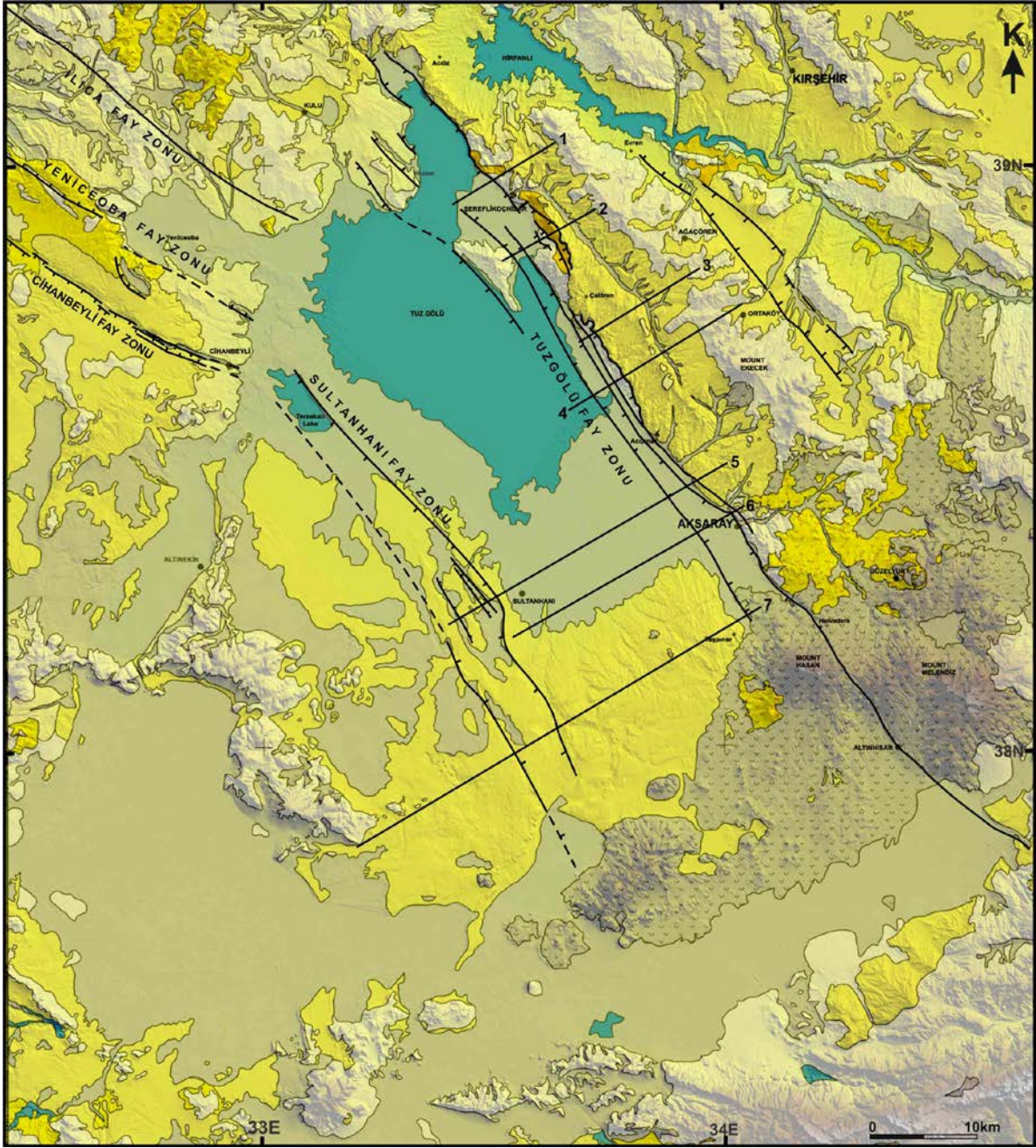
Şekil 40: TGFZ üzerinden alınan fay-kayma verilerinin kinematik analiz sonuçları.

TGFZ’de yer alan normal faylar tarafından kesilmiş olan Kışladağ kireçtaşı, bölgede farklı yüksekliklerde gözlenmiştir. TGFZ’nin taban bloğunda yer alan kireçtaşının bulunduğu en yüksek nokta Ekecek Dağı’nın batısında, Bostanlı Köyü civarında 1340 m’dir. Fayın tavan bloğunda, havzanın ortasında ise kireçtaşı seviyesinin en düşük yüksekliği 940 m’dir. Kışladağ kireçtaşı (~3 My) seviyeleri arasındaki en fazla yükseklik farkı 400 m’dir ve bu da Erken Pliyosen’den günümüze yaklaşık 0.13 mm/yıl’lık bir deformasyon hızını göstermektedir.

## 10. SİSMİK YANSIMA PROFİLLERİ

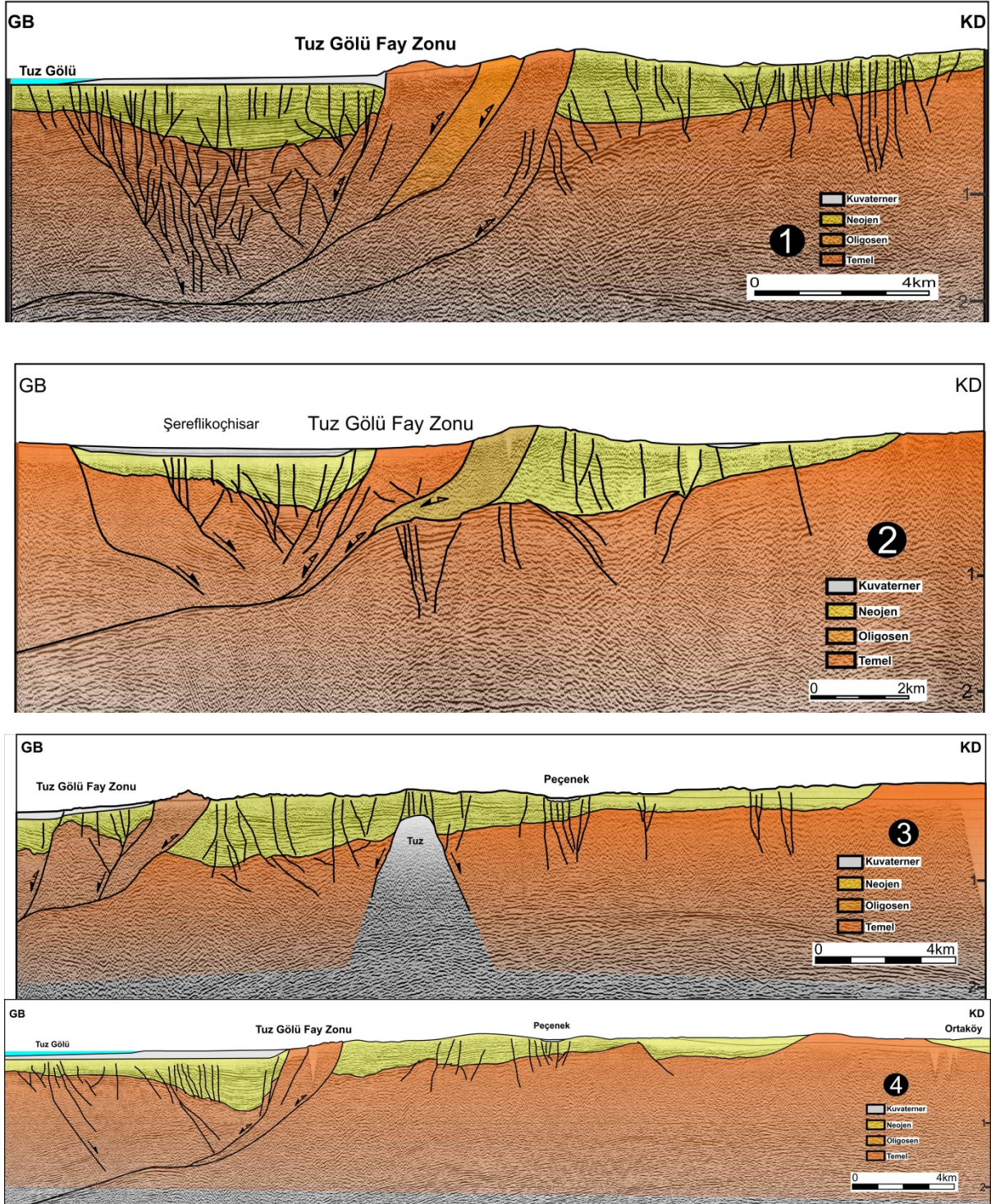
TGH’nın evrimini daha iyi anlamak için havzaya ait sismik yansımaya profilleri ve kuyu verileri Petrol İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır. Doktora öğrencisi Alkor Kutluay Kasım 2008-Şubat 2009 ve Kasım 2010-Şubat 2011 dönemlerinde Almanya Potsdam Üniversitesi’nde jeolojik yapıların üç boyutlu analizi konusunda çalışmalar yapmıştır. Bu kapsamda projenin Almanya ekibinden Prof. Dr. Manfred Strecker ve diğer araştırmacıların danışmanlığında, havzanın yeraltı yapısal özelliklerinin iyi izlenebildiği, büyük fay zonlarını kesen ve havzayı kuzeyden güneye temsil edebilecek profiller seçilerek (Şekil 41), kuyu verilerindeki litoloji ve yaş verileriyle karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.





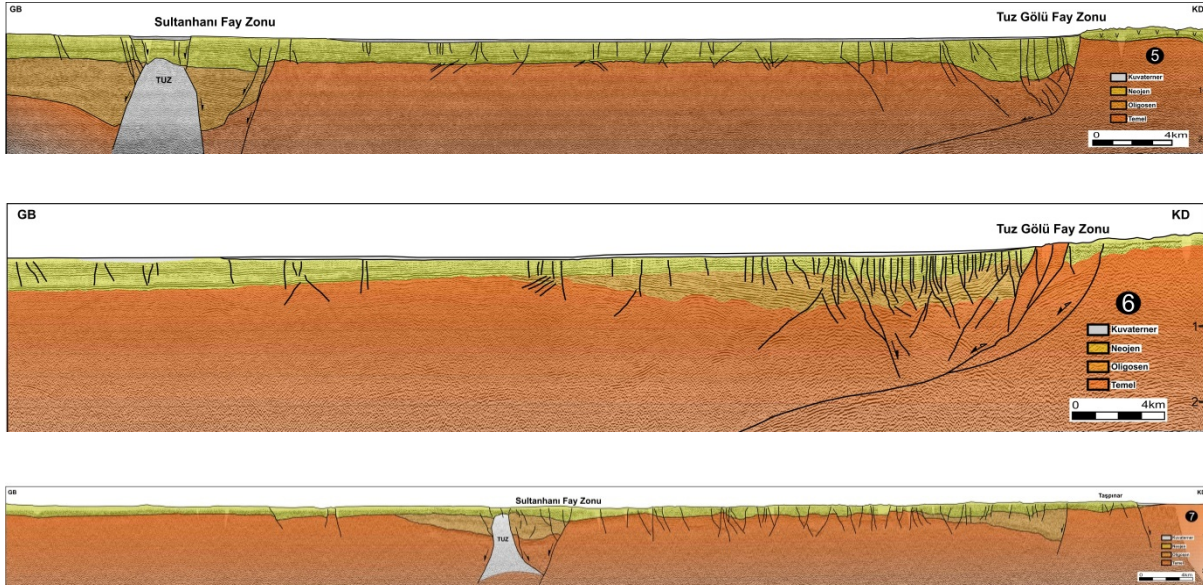
Şekil 41: Çalışma alanındaki sismik yansıma profilleri.





Şekil 42: TGH'ye ait sismik yansıma profilleri. İçi boş oklar fayın tavan bloğunun eski tektonik dönemdeki, içi dolu oklar ise genişlemeli tektonik dönemdeki hareket yönünü göstermektedir. Profillerin yeri için şekil 41'e bakınız.





Şekil 42'nin devamı.

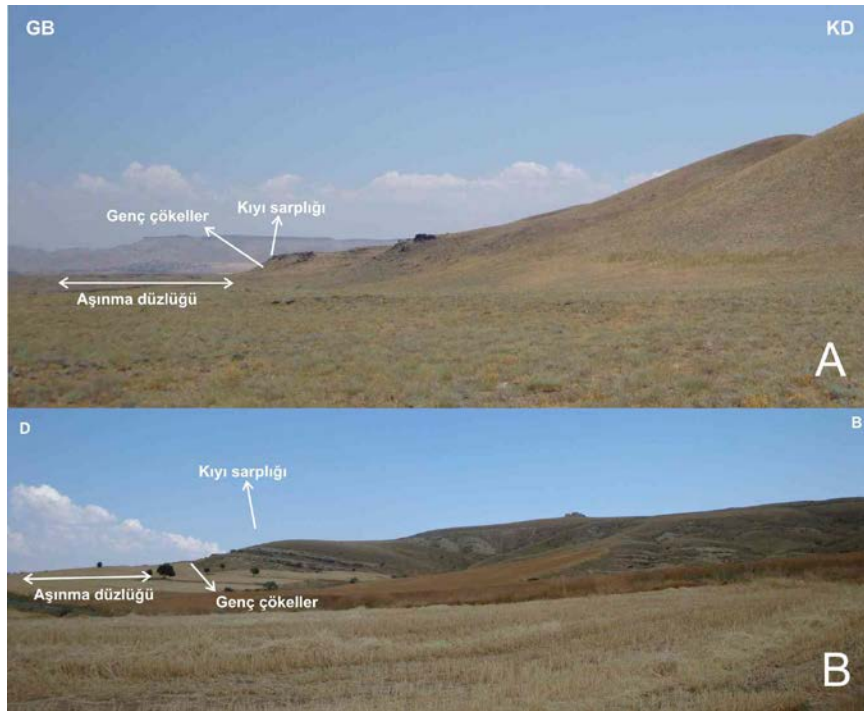
Sismik yansıma profillerinde TGH'sını sınırlayan iki fay zonu görülmektedir. Havzayı batıdan sınırlayan Tuz Gölü Fay Zonu'na ait GB'ya eğimli normal faylar ve bunların antitetik ve sintetik fayları bir yarı graben sistemi oluşturmakta ve bu fayların kontrolünde açılan havzada, faylara doğru kalınlaşan bir istifin çökeldiği gözlenmektedir. TGFZ'nin batısındaki havzadaki kayalarda gözlenen ters fay deformasyonları, sürüme kıvrımları ve yeniden aktive olan faylarda sıkça görülen zıpkın yapıları (*harpoon structures*), bu fayların eski tektonik dönemde ters fay olarak çalıştığını, bölgede açılmanın başlamasıyla yeniden hareketlendiği ve normal fay olarak çalıştığını göstermektedir. TGFZ'nin hemen doğusunda temel kayalarla örtü kayalar arasında gözlenen başka ters faylar da vardır ve bu fayların da aynı TGFZ gibi yeniden aktive olan faylar olduğu görülmektedir. Bu da Geç Miyosen-Pliyosen'de başlayan açılmayla beraber gelişen normal faylanmanın zaman içerisinde batıya, havza içine ilerlediğini göstermektedir.

Havzayı GB'dan sınırlayan Sultanhanı Fay Zonu da GB'ya eğimli normal faylar ve bunların eşlenik faylarından meydana gelmektedir. SFZ'ye bağlı açılan yarı graben geometrisindeki havzadaki çökeller, SFZ'de faylanmanın başladığı dönemin Oligosen olabileceğini göstermektedir. Ancak TGFZ'deki gibi yeniden aktifleşmeyi gösteren net yapılar gözlenmemektedir. SFZ'nin deformasyonuna bağlı olarak bu bölgede oluşmuş olan zayıflık zonlarından yükselmiş olabileceği düşünülen bir tuz kütlesi görülmektedir. Bu tuz kütesinin KB-GD doğrultusunda izlenmeye devam ediliyor olması, bunun KB-GD uzanımlı bir tuz sırtı olduğunu göstermektedir. Tuzun yükselmesiyle beraber çevre kayalarda bir genişleme

zonu oluşmuş ve sırtın üstünde normal faylar gelişmiştir. Sayısal arazi modelinde görülen KB–GD doğrultulu çizgisellikler bu deformasyonun sonucudur.

## 11. ESKİ KIYI DÜZLÜKLERİ

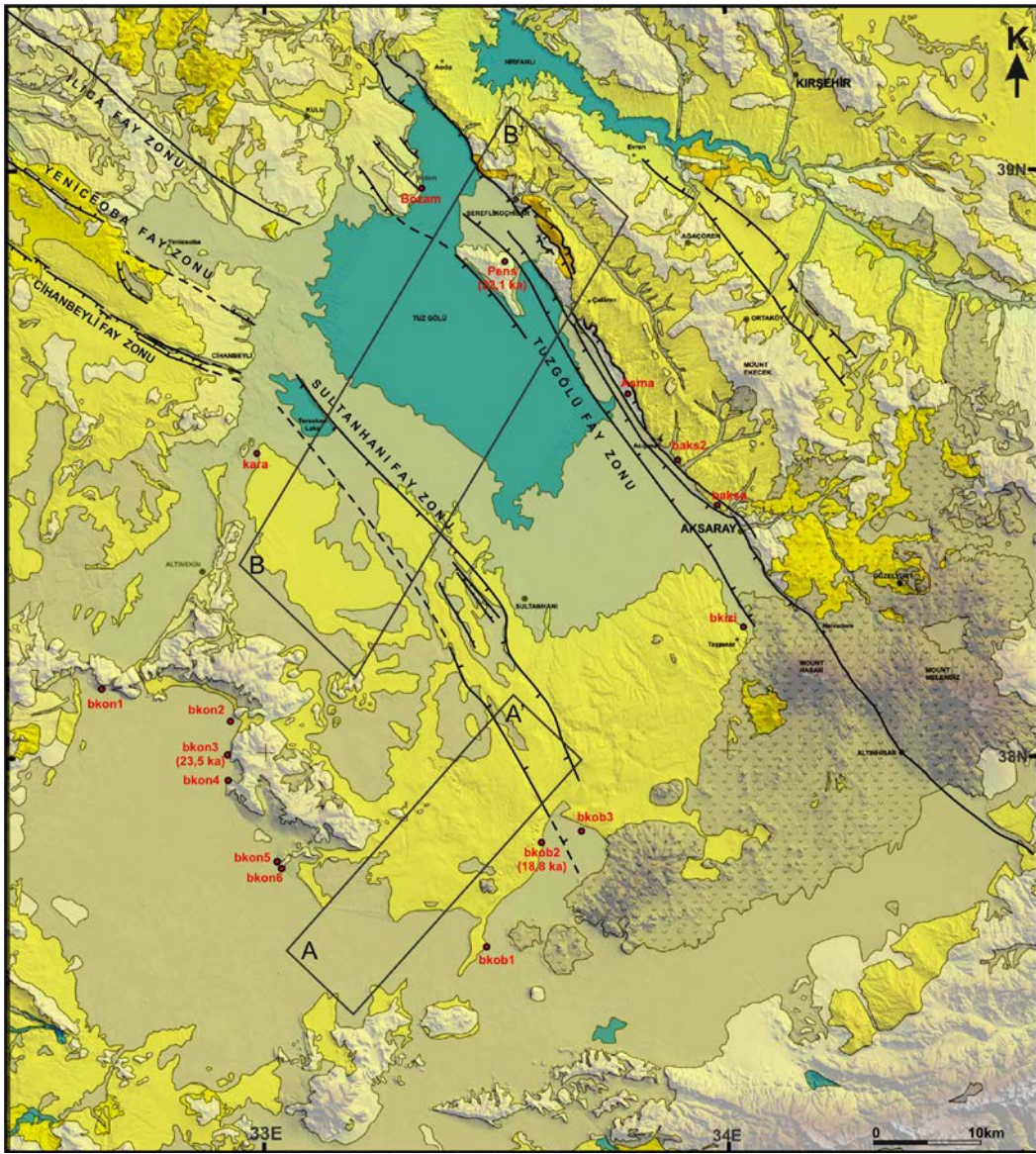
Yaklaşık 20.000 yıl önceki Son Buzul Çağı'nda (*Last Glacial Maximum*) yüksek nem oranı ve soğuk koşullar sebebiyle Orta Anadolu'da Tuz Gölü ve Konya havzalarında göl seviyeleri günümüzden daha yüksekti (Erol, 1978; Kashima, 2002; Roberts vd., 1999). Konya Gölü ~1006 m yüksekliğe ulaşmış ve Tuz Gölü'ne akmış olabilir. Su seviyesindeki düşüşler, uzun süreli yüksek göl seviyelerine sebep olmuş ve Kretase kireçtaşları üzerinde, sarplıkların geri çekilmesiyle ilişkili olarak çok belirgin aşınmış kıyı düzlükleri meydana gelmiştir (Şekil 43). Konya Havzası'nda bu eski kıyı düzlüklerinin kuzeyde daha iyi izlenebilmesi kuzey kıyılarda dalga aşındırmasının daha fazla olduğunu göstermektedir. Günümüzde gözlenen eski kıyı düzlükleri, yumuşak bir eğime sahip aşınma düzlüğü, dalgaların oluşturduğu gedikler ve 30 m'ye varan dik sarplıklardan meydana gelmektedir. Çoğu noktada genç alüvyon çökeller yüzünden kıyı çizgisinin tam yeri belirlenememektedir. Tuz Gölü'nde de ~935 ve 1030 m arasında kıyı düzlüğü meydana gelmiştir. Ancak havza LGM döneminde kapalı akaçlama sistemine sahip olduğu için, bu kıyı düzlükleri Konya Havzası'ndaki gibi belirgin değildir ve bunları birbirleriyle eşleştirmek zordur. Tuz Gölü'nün güncel su seviyesi ~905m'dir.



Şekil 43: A. Konya Havzası ve B. Tuz Gölü Havzası'ndan eski kıyı düzlükleri.



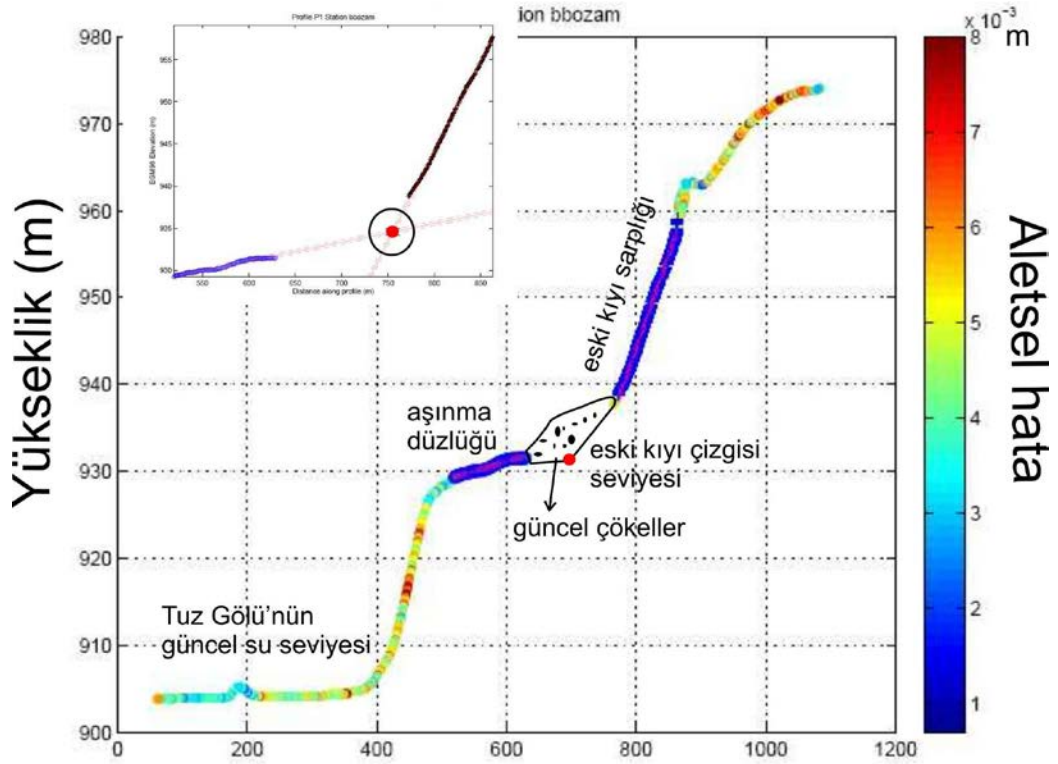
Gösel ve denizel ortamlarda eski kıyı düzlükleri, düşey kabuk hareketlerinin karakteri ve büyüklüğü hakkında bilgi sahibi olmak için ideal göstergelerden birisidir (Melnick vd., 2006; Garcin vd., 2009). Orta Anadolu'daki aktif normal faylarla ilişkili deformasyon hızlarını hesaplamak amacıyla, DGPS sistemi kullanılarak, Konya ve Tuz Gölü Havzaları'nda 20 noktada göllere ait eski kıyıların profilleri çıkarılmıştır (Şekil 44). Hareketli istasyon kullanarak düşey duyarlılık 1cm'nin altına indirilmiştir (Şekil 45). Topografik profillerde kıyı sarplığı ve aşınma düzlüğü seviyeleri kesiştirilerek kıyı çizgileri saptanmıştır (Şekil 46). Güvenilirliği arttırmak amacıyla her noktada birden fazla profil çıkartılmış ve bunlar karşılaştırılarak en doğru sonuçlara ulaşılmaya çalışılmıştır.



Şekil 44: Tuz Gölü ve Konya havzalarında profilleri çıkarılan eski kıyı çizgileri noktaları. A–A' ve B–B' swath profillerini göstermektedir.



Şekil 45: DGPS sistemi, sabit istasyon ve gezici GPS.

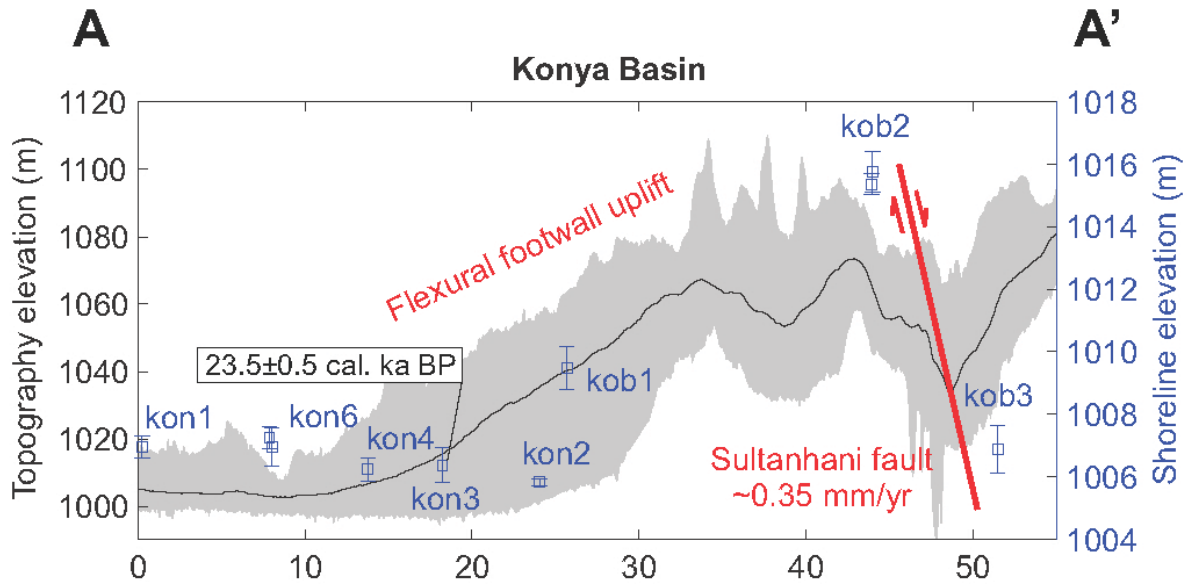


Şekil 46: Tuz Gölü Havzası'nda Bozam ölçüm noktasından DGPS ile elde edilmiş topografik profil ve aşınma düzlüğü ile kıyı sarplığı kesiştirilerek eski kıyı çizgisi seviyesinin belirlenmesi.



Radyokarbon yaşlandırması için gastropodlar ve stratomalitik kabuk örneklerinden Almanya Potsdam Üniversitesi'nde yaptırdığımız radyokarbon sonuçları 23.5 ka ve 22.1 ka yaş vermiştir. Önceki çalışmalarla (Kashima, 2002; Roberts vd., 1999; Roberts vd., 1979) uyumlu olan bu Son Buzul Çağı (LGM) dönemi yaşları OAP'da o dönemdeki göl seviyelerinin yüksekliğini onaylamaktadır.

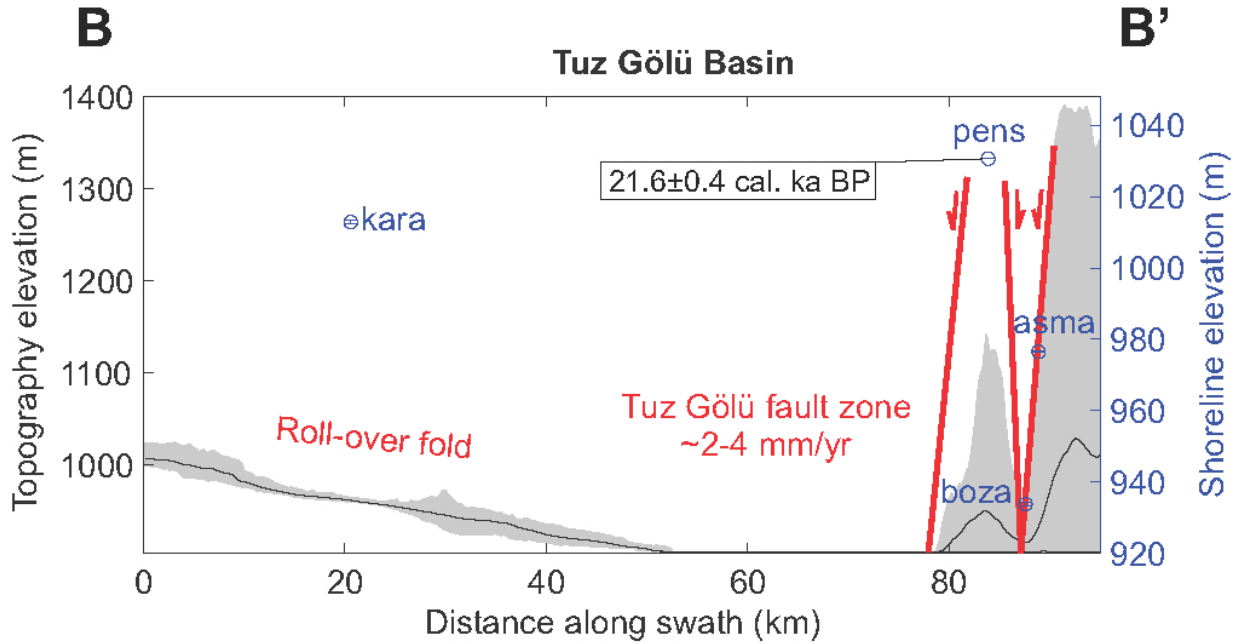
Konya Havzası'nda eski kıyı çizgisinin yüksekliği 1006-1007 m'dir. Ancak TGH'yi GB'dan sınırlayan SFZ'nin taban bloğunda bu seviyenin artarak 1015 m'ye yükseldiği saptanmıştır. Swath profilinde kıyı çizgisi seviyelerinin SFZ'ye yaklaştıkça yükseldiği görülmektedir (Şekil 47). Bunun sebebi taban bloğun yükselirken tiltlenmesi olabilir. Bu da sürekli bir deformasyonu gösterir. Yaklaşık 23.000 yıl içindeki bu 8 m'lik atım  $\sim 0.35$  mm/yıl'lık bir deformasyon hızına işaret etmektedir.



Şekil 47: Konya Havzası'nda, SFZ'nin taban ve tavan bloğunda bulunan kıyı çizgilerinin yükseklikleri ve normal faylanmaya bağlı deformasyon.

TGFZ'de ise deformasyon hızı bu kadar kolay hesaplanamamıştır. Şereflikoçhisar civarındaki yarımada da 23.5 ka dönemi kıyı çizgisinin 1030 m'de, gölün batısında Bozam yakınlarında ise 930 m'de olduğu saptanmıştır (Şekil 48). Bozam kıyı çizgisi daha genç bir seviye olabilir ancak  $\sim 200$  m genişliğinde ve  $\sim 30$  m yüksekliğindeki sarplıklar uzun süreli sabit bir göl seviyesini göstermektedir. GD'ya doğru gittikçe kıyı çizgisi yükseklikleri değişmekte ancak yarımada da seviyenin üstüne çıkmamaktadır. Bu da yarımada'nın  $\sim 2-4$  mm/yıl'lık bir hızla

yükselen bir horst olduğu anlamına gelmektedir. Ancak daha kesin sonuçlara ulaşmak için daha çok noktada ölçüm yapıp daha detaylı bir çalışma yapmak gerekmektedir.



Şekil 48: TGH’de, TGFZ’nin taban ve tavan bloğunda bulunan kıyı çizgilerinin yükseklikleri ve normal faylanmaya bağlı deformasyon.

## 12. SONUÇ

Arazi çalışmaları ve sismik yansıma profilleri, OAP’nin ortasında yer alan TGH’deki güncel tektonik rejimin açılma/genişleme olduğunu ve sıkışmadan genişleme rejimine geçişin Geç Miyosen-Pliyosen’de başladığını göstermektedir. Genişlemeli tektonik dönemin başlamasıyla, önceden var olan ters ve doğrultu atımlı faylar normal fay karakterinde yeniden harekete geçmiştir. Ekecek Dağı’nın eteklerinde başlayan normal faylanma, zaman içerisinde havza içlerine ilerlemiş ve horst-graben/yarı graben sistemleri meydana getirmiştir. Havza dolgusunda gözlenen deformasyon TGFZ’deki normal faylanmanın Geç Miyosen-Pliyosen’den beri etkin olduğunu göstermektedir. Kışladağ kireçtaşı’ndan elde edilen Pliyosen’deki  $\sim 0.13\text{mm/yıl}$ ’lık deformasyon, göllere ait eski kıyı çizgilerinde gözlenen deformasyona göre son 23.000 yıl içerisinde  $\sim 2-4\text{ mm/yıl}$ ’lık bir hıza ulaşmış olabilir.



**TR1 Değinilen Belgeler:**

- Angelier, J. 1990. Inversion of field data in fault tectonics to obtain regional stress. III. A new rapid direct inversion method by analytical means. *Geophysical Journal International* 103, 363-376.
- Ballantyne, C., Stone, J.O.H. and Fifield, L.K., 1998. Cosmogenic Cl-36 dating of postglacial landsliding at The Storr, Isle of Skye, Scotland. *The Holocene*, 8 (3), 347-351.
- Cerling, T.E. and Craig, H., 1994. Cosmogenic <sup>3</sup>He production rates from 39°N to 46°N latitude, western USA and France. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58, 249-255.
- Clark, M., & Robertson, A.H.F., 2005, Uppermost Cretaceous- Lower Tertiary Ulukışla Basin, south-central Turkey: sedimentary evolution of part of a unified basin complex within an evolving Neotethyan suture zone: *Sedimentary Geology*, 173, 1-4, 15-51.
- Cosentino, D., Schildgen, T., Cipollari, P., Faranza, C., Gliozzi, E., Hudackova, N., Lucifora, S. & Strecker, M., 2011. Late Miocene surface uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Central Taurides, Turkey. *Geological Society of America*, in press.
- Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C., Dirik, K. Structural evolution of the Tuz Gölü basin in Central Anatolia. Turkey. *Journal of Geology* 107, 6, 693-706, 1999.
- Çiner, A., Karabıyıkdoğlu, M., Monod, O., Deynoux, M. & Tuzcu, S. 2008. Late Cenozoic sedimentary evolution of the Antalya Basin, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 1-41.
- Çoban, H., 2007. Basalt magma genesis and fractionation in collision- and extension-related provinces: A comparison between eastern, central and western Anatolia: *Earth-Science Reviews*, 80, 219-238.
- Dewey, J.F., Extensional collapse of orogens. *Tectonics*, 7, 1123–1139, 1988.
- Dirik, K., Erol, O. Tectonomorphologic evolution of Tuzgölü and surrounding area, central Anatolia-Turkey. *Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication* 5, 27-46 (In Turkish with English abstract), 2003.
- Dirik, K., Göncüoğlu, M.C. Neotectonic characteristics of Central Anatolia. *International Geology Review*, 38, 807-817, 1996.
- Doğan, U., 2011. Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar–Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology*, 126, 1-2, 1 66-81.

- Eriş, K.K., Bassant, P., & Ülgen, U.B., 2005. Tectono-stratigraphic evolution of an Early Miocene incised valley-fill (Derinçay Formation) in the Mut Basin, Southern Turkey: *Sedimentary Geology*, 173, 151-185.
- Erol, O. The quaternary history of the lake basins of central and southern anatolia In : Brice, W.C.(Ed.) *The environmental history of the near and middle east since the last ice age*, 111-139. Academic Press, London, 1978.
- Faccenna, C., Nalpas, T., Brun, J.P., Davy, P., Bosi, V. The influence of pre-existing thrust faults on normal fault geometry in nature and experiments. *Journal of Structural Geology*, 17, 1139–1149, 1995.
- Garcin, Y., Junginger, A., Melnick, D., Olago, Daniel.O., Strecker, M.R., Trauth, M.H. Late Plesitocene–Holocene rise and collapse of Lake Suguta, northern Kenya, *Quaternary Science Reviews*, 28, 911–925, 2009.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Erler, A., Yalınız, K., Özgül, L., Çemen, İ. Tuzgölü Havzası batı kesiminin temel jeolojik sorunları. TPAO report no: 3753, 1996.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seyman, I. ve Şengör, A.M.C. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin complex, central Turkey: sedimentary record of a Neotethyan closure, *The Geological Evolution of the Eastern mediterranean*, Geol. Soc. London, Spec. Publ., 17, 467-482, 1984.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ., & Şengör, A.M.C., 1984. Palaeotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, central Turkey: sedimentary record of a Neotethyan closure, in: *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, edited by J. E. Dixon and A. H. F. Robertson, Geol. Soc. Spec. Publ., 17, 467-482.
- Gürsoy, H., Piper, J.D.A., Tatar, O., Mesci, L. Paleomagnetic study of the Karaman and Karapınar volcanic complexes, central Turkey: neotectonic rotation in the south-central sector of the Anatolian Block. *Tectonophysics*, 299, 191–211, 1998.
- Hempton, M.R., 1987. Constraints on Arabian Plate motion and extensional history of the Red Sea. *Tectonophysics*, 6, 687-705.
- Hüsing, S.K., Zachariasse, W.-J., van Hinsbergen, D.J.J., Krijgsman, W., Inceöz, M., Harzhauser, M., Mandic, O., & Kroh, A., 2009. Oligocene Miocene basin evolution in SE Anatolia, Turkey: constraints on the closure of the eastern Tethys gateway: *Geological Society, London, Special Publications*, 311, 107-132.
- Ivy-Ochs, S., Schlüchter, C., Kubik, P.W., Dittrich-Hannen, B. and Beer, J., 1995. Minimum <sup>10</sup>Be exposure ages of early Pliocene for the Table Mountain Plateau and the Sirius Group at Mount Fleming, Dry Valleys, Antarctica. *Geology*, 23, 1007-1010.

- Kadıoğlu, Y.K., Dilek, Y., & Foland, K.A., 2006. Slab breakoff and syncollisional origin of the Late Cretaceous magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: Geological Society of America Special Paper, 409, 381-415.
- Kashima, K. Environmental and climatic changes during the last 20,000 years at Lake Tuz, central Turkey. *Catena* 48, 3-20, 2002.
- Kutluay, A., Dirik, K., Çiner, A., Bertotti, G. 3D architecture and Miocene evolution of the Tuz Gölü Basin in Central Anatolian Plateau, Turkey. EGU General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-15027.
- Lal, D. and Peters, B., 1967. Cosmic ray produced radioactivity on the earth. In: *Handbuch der Physik*. K. Sitte (ed.), Springer, Berlin, 551-612.
- Lal, D., 1988. In situ produced cosmogenic isotopes in terrestrial rocks. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 16, 355-388.
- Leventoglu, H. Neotectonic Characteristics of the Central Part of the Tuzgölü Fault Zone Around Mezgit (Aksaray), (Master Tezi), Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara (1994).
- Mahéo, G., Leloup, P.H., Valli, F., Lacassin, R., Arnaud, N., Paquette, J.L., Fernandez, A., Haibing, L., Farley, K.A., Tapponnier, P. Post 4 Ma initiation of normal faulting in southern Tibet. Constraints from the Kung Co half graben. *Earth and Planetary Science Letters*, 256, 233–243, 2007.
- Melnick, D., Bookhagen, B., Echtler, H.P., Streceker, M.R. Coastal deformation and great subduction earthquakes, Isla Santa Maria, Chile (37S), *GSA Bulletin*, 118, 11–12, 1463-1480, 2006.
- Olanca, K. (1994) *Géochimie des laves quaternaires de Cappadoce (Turquie)*. Les appareils monogéniques, These, Université Blaise Pascal, France.
- Özsayın, E. & Dirik, K. 2007. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yiniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir fault system, Central Anatolia: *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16, 471-492.
- Özsayın, E., Dirik, K. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir Fault System, central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 471-492, 2007.
- Özsayın, E., Dirik, K., Cihanbeyli Fay Zonu'nun (Eskişehir-Sultanhanı Fay Sistemi'nin güney segmenti) Kuvaterner aktivitesi. ATAG-9 Aktif Tektonik Araştırma Grubu 2005, Bildiri Özetleri Kitabı, 41.

- Pourteau, A., Candan, O., & Oberhänsli, R., 2010. High-pressure metasediments in central Turkey: constraints on the Neotethyan closure history: *Tectonics*, v. 29, TC5004, doi:10.1029/2009TC002650.
- Roberts, N., Erol, O., de Meester, T., Uerpmann, H.-P. Radiocarbon chronology of late Pleistocene Konya lake, Turkey. *Nature* 281, 662-664, 1979.
- Robertson, A.H.F., 2000. Mesozoic–Tertiary tectonic–sedimentary evolution of a south Tethyan basin and its margins in southern Turkey: Special Publications of the Geological Society of London, 173, 97-138.
- Rojay, B., Heimann, A. and Toprak, V., 2001. “Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault segment (Anatolia, Turkey): The transition zone between the Dead Sea Transform and the East Anatolian Fault Zone”. *Geodinamica Acta*, 14, 197-212.
- Rotstein, Y., 1984. Counterclockwise rotation of the Anatolian Block. *Tectonophysics*, **108**, 71-91.
- Robertson, A.H.F., 2000. Mesozoic–Tertiary tectonic–sedimentary evolution of a south Tethyan basin and its margins in southern Turkey: Special Publications of the Geological Society of London, 173, 97-138.
- Şafak, Ü., Kelling, G., Gökçen, N.S., & Gürbüz, K., 2005, The mid-Cenozoic succession and evolution of the Mut basin, southern Turkey, and its regional significance: *Sedimentary Geology*, 173, 121-150.
- Şengör, A.M.C., & Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, v. 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., & Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and basin related formation in zones of tectonic escape: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 37, 227-440.
- Teixell, A., Bertotti, G., Frizon de Lamotte, D. & Charroud, M. 2009. The geology of vertical movements of the lithosphere: An overview. *Tectonophysics* 475, 1–8.
- Whitney, D.L., & Dilek, Y., 1997. Core complex development in central Anatolia, Turkey: *Geology*, 25, 1023-1026.
- Williams, G.D., Powell, C.M., Cooper, M.A. Geometry and kinematics of inversion tectonics. In: *Inversion Tectonics* (Cooper, M.A. and Williams, G.D., eds). Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 44, 3–15, 1989.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, S.C., & Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. in Robinson, A.G., ed., *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region: American Association of Petroleum Geologists Memoir*, Tulsa, OK, 68, 183-266.



- Yin, A., 2010. Cenozoic tectonic evolution of Asia: a preliminary synthesis: *Tectonophysics*, 488, 293-325.
- Zreda, M. and Phillips, F.M. 2000. Cosmogenic Nuclide buildup in surficial materials. In: *Quaternary Geochronology: Methods and Applications*, Noller, J.S., Sowers, J M., Lettis, W.R. (Eds.), AGU Reference Shelf 4. 61-76.

## TR2

### KARADENİZ'DEN KIBRIS'A UZANAN BÖLGESEL BİR HAT BOYUNCA MİYOSEN'DEN GÜNÜMÜZ'E DEFORMASYONUN TİPİ, ŞİDDETİ VE MİKTARI



**TR2 Ekibi:**

**Doç. Dr. Bora ROJAY**

**Dr. Erman ÖZSAYIN**

## 1. GİRİŞ (TR2)

Orta Anadolu Platosu'nun Miyosen'den itibaren geçirmiş olduğu deformasyonun dönemsel niteliğini, yoğunluğunu ve dağılımını anlayabilmek maksadı ile kuzeyden güneye Sinop, Boyabat, Çankırı, Ankara, Tuz Gölü, Mut ve kuzey Kıbrıs olmak üzere toplamda yedi bölge çalışılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Orta Anadolu Platosu (OAP) üzerinde seçilen çalışma bölgeleri.

### 1.1. Çalışma Yöntemleri

Ön çalışmalardan sonra proje çerçevesinde seçilen tip alanların jeolojik bilgileri derlenmiş, arazi dönemlerinde jeolojik haritaları yapılmış, stratigrafleri kurulmuş, faylar bulunmuş ve fay düzlemi kayma verileri toplanmıştır. Bu çalışmalar jeolojik kesitlerin hazırlanması ve fay düzlemi kayma verilerinin analizlerinin yapılması ile tamamlanmıştır. Fay düzlemi kayma analizlerinde Angelier'in "Tensor" programında "*direct inversion method*"u kullanılmıştır (Angelier 1979; 1984; 1991; 1994). Bu analizlerde  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  ilişkileri ve ana eksenler arasındaki oran ( $\phi$ ) kullanılmıştır. Bu oranın 0.4 ile 0.2 arasında  $\sigma_1$  yönelimi, eğer bu oran 0.7 dan büyük olur ise de  $\sigma_3$  yönelimi sağlıklı kabul edilmiştir. Çalışmalarda Miyosen öncesi dönem üzerine herhangi bir deformasyon çalışması yapılmamış, mümkün merteye Miyosen ve sonrası çalışılmıştır.



Kritik öneme sahip yaşlandırma çalışmalarında TOPOEUROPE şemsiyesi altında yürütülen VAMP projesi kapsamında Potsdam Üniversitesi'nden (Almanya) Dr. Taylor Schildgen, Bratislava Comenius Üniversitesi'nden (Slovakya) Drs. Marianna Kovacova ve Peter Joniak, Roma III Üniversitesi'nden Dr. Ilaria Mazzini zaman zaman destek vermişlerdir.

## 1.2. Kaynakçalar

Proje alanının jeolojik anlamda devesa bir alan kapladığından erişilebilen öncelikli kaynakçalar gözden geçirilmiştir. Kuzey'den güneye Sinop, Boyabat, Ankara, Çankırı, Tuz Gölü, Mut ve Kıbrıs bölgeleri için faydalanılan kaynakçalar şöyledir:

- Sinop bölgesi için Gedik ve Korkmaz 1984; Ketin 1966; Sütçü vd., 1982; Akkan 1975.
- Boyabat bölgesi için; Ortynski ve Tromp 1942; Akarsu ve Aydın 1977.
- Ankara bölgesi için; Demirci 2000; Gökten vd., 1988; Erol 1954; 1961; Koçyiğit 1987; Karaca, 2004.
- Çankırı bölgesi; Birgili vd., 1975; Hakyemez vd., 1986; Kaymakçı 2000; Kaymakçı vd., 2000.
- Tuz Gölü bölgesi için; Özsayın 2007, Özsayın ve Dirik 2007; Arıkan 1975, Dellaloğlu ve Aksu 1984; Dellaloğlu vd., 1992; Göncüoğlu vd., 1992; Dirik ve Göncüoğlu 1996; Dirik ve Erol 2000.
- Mut bölgesi için; Gedik vd., 1979. Akarsu 1960; Gökten 1976; Özgül 1975; Tanar ve Gökçen 1990; Bilgin vd., 1994; Özdoğan 1999; Aksu vd., 2005; Bassant vd., 2005.
- Kıbrıs için; Dreghorn 1978; Hakyemez vd., 2002; Ketin 1988; Robertson 1977; Robertson and Woodcock 1986.
- Bu kaynakçaların yanı sıra yaşlandırma çalışmalarında faydalanan yayınlar; Agusti vd., 2001; Gürbüz 1981; Ozansoy 1961; Sickenberg ve Tobien 1971; Şen and Rage 1979; Tatlı 1981; Tekkaya 1973; 1974a; 1974b; Türkecan vd., 1991; Şen vd., 1998; Sütçü vd., 1982; olmuştur.

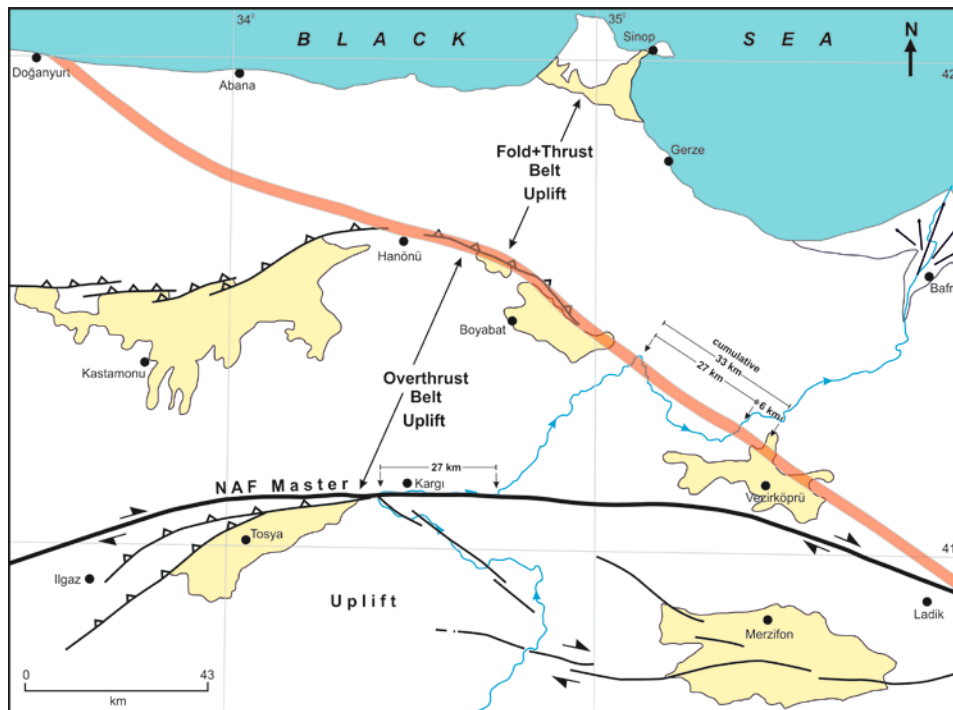
## 2. ÇALIŞILAN BÖLGELER

### 2.1. Sinop Bölgesi

Çalışma alanı Küre dağları ile Karadeniz arasında yer alır. Jeolojik anlamda ise Orta Pontidlerin kuzey kenarında, Pontid bindirme-kıvrım kuşağına ait Balıfakı bindirmesi kuzeyinde yer alır (Şekil 1, 2, 3).

#### 2.1.1. Stratigrafi

Çalışma alanında Neotetis'in kuzey kolunun ürünleri olan Pontid Üst Kretase-Paleojen magmatik yay ürünü istifler Miyosen birimleri tarafından açılı uyumsuzluk ile üzerlenir (Şekil 4). Miyosen birimler Langiyen'den Mesinyen'e (Tarkaniyen-Pontiyen) (en üst MN5 - MN9 ve MN12 - 13; 14.7My – 5.2My) (Sütçü vd., 1982; Gedik ve Korkmaz 1984) uzanan tamamen Paratetis'in ürünü olan denizel istiflerden meydana gelir (Şekil 4). Bu istif, sığ denizel, lagün ve plaj çökeltilerinden oluşur. Erken Miyosen (MN1-MN4) eksiktir.



Şekil 2. Kuzey Orta Pontidler'deki Neojen havzalar ve yapısal unsurlar. NAF: Sismojenik Kuzey Anadolu Fayı. MTA 1: 500 000'lik jeoloji haritasından yorumlanmıştır. Kırmızı hat proto-NAF olarak tanımlanan ve NAF'tan daha eski olduğu önerilen hattır.

Miyosen ise Pliyosen-Erken Kuvaterner (Geç Pliyosen-Erken Pleistosen) akarsu ve plaj çökelleri tarafından uyumsuzluk ile üzerlenir (Şekil 4). Bu ilişki ani fasiyes değişimi (denizelden karasala atlama) ve su üstü olma verileri ile açıklanmaktadır. Holosen ise akarsu, denizel taraça, denizel kumullar ve lagün çökellerinden oluşur.

Çalışma alanında Miyosen'den Kuvaterner'e değin bir volkanizma etkisi gözlenmemiştir.

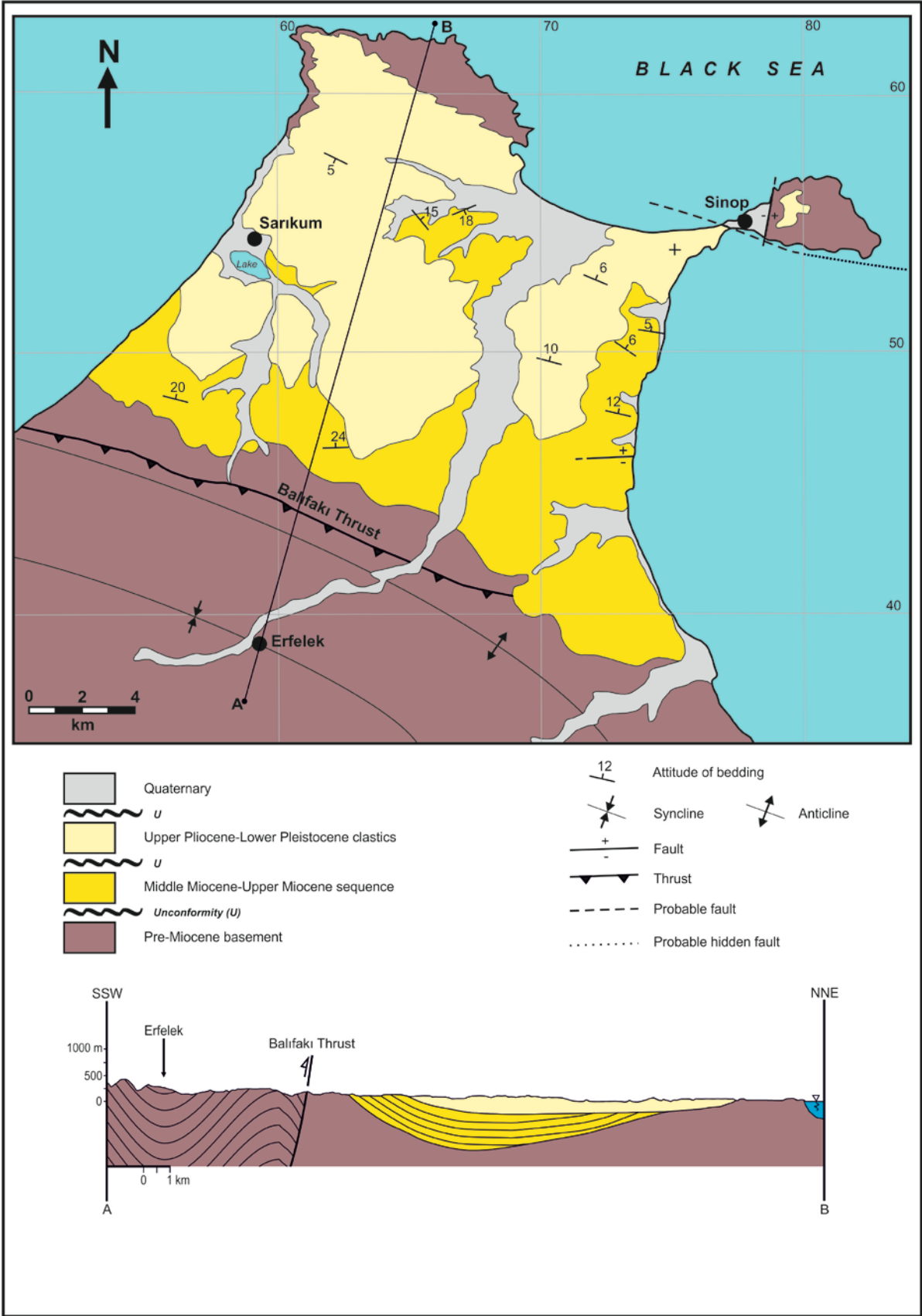
### 2.1.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Miyosen öncesi dönem, Eosen sonuna değin süregelen yaklaşık BKB-DGD gidişli bindirmeli-kıvrımlı bir sistem ile tanımlanır (Şekil 2, 3). Miyosen kapanan Neotetis'in ürünü olan bindirme-kıvrım kuşağına paralel gelişen bir havza niteliğindedir. Bu havza yaklaşık 600 m kalınlığa sahiptir. Post-Paleojen'de tamamlanan sıkı ve bindirmeli tektonizmanın yoğunluğu Miyosen'de gözlenmez. Miyosen açık bir senklinalle tanımlanır (Şekil 3). Pliyosen-Kuvaterner'de sıkışmalı deformasyon görülmez.

BKB-DGD gidişli yapısal unsurlar yaklaşık KKD-GBB sıkışmalı rejimde gelişmiş olmasına karşın muhtemelen aynı sıkışma eksenini doğrultusunda şekillenen Miyosen-Kuvaterner'de ise yoğun deformasyon etkileri görülmemektedir.

Çalışma alanında iki noktada düşey atım verileri gözlenmiştir. Sinop yarımadasında yaklaşık 180 m yüksekte kalan Miyosen kumlu kireçtaşları (Karagan kireçtaşı) ve Topdağ yarımadasında 60 m yüksekte kalan denizel taracalar düşey atım için yorumlanabilir. Dolayısı ile Pliyosen sonrası alanda ortalama 0.03 mm/yıl'dan (denizel taraça yükselimi) 0.09 mm/yıl'a (Sinop yarımadası kireçtaşı yükselimi) değişen yükselmeler olmuştur. Mesinyen kıyı platformu yükselmiş ve Pliyosen tarafından uyumsuzluk ile örtülmüştür. Kuvaterner'de ikisi de yükselmiş ve erozyona uğramıştır. Özetle, Pliyosen öncesi bir yükselme ardından Pliyosen kıyı platformunun yükselmesi ile ikinci bir yükselme olmuştur. Elde kinematik verilerin olmayışı bu yükselmeyi sağlayan deformasyon tipi hakkında net bilgi vermemektedir. Ancak çalışma alanında Miyosen sonrası Pliyo-Kuvaterner döneme ait sıkışmaya dönük verilerinin olmayışı sebebi ile bu yükselmenin bölgesel bir kıtasal yükselme ürünü olacağı öngörülebilir.





Şekil 3. Sinop bölgesi jeoloji haritası ve kesiti.

Ma. (Ogg et al., 2009)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene- Quaternary Magmatism
0.0117	Holo-				Marine terraces, beach sands, alluvial deposits, fan deltas, lagoonal units	No volcanism
2.588	Pleistocene	GELASIAN	VILLAFRA.	MN 17	Wind-blown clastics, flood-plain deposits, meandering river deposits	
		PIACENZIAN		MN 16		
5	Pliocene	ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15 MN 14	Shallow-marine clastics, lagoonal units and beach sandstones	
		MESSINIAN	PONTIAN	MN 13		
10	Late Miocene	TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 12	Unconformity (U)	
				MN 11		
		MN 10				
		MN 9				
15	Middle Miocene	SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 7+8		
				KONKIAN KARAGANIAN • TSHOKRAKIAN •	MN 6	
		LANGHIAN	TARKHANIAN •	MN 5		
20	Early Miocene	BURDIGALIAN	KOTSAKHURIAN	MN 4		
				SAKARAUAN	MN 3	
		AQUITANIAN	KARADZHALGAN- IAN	MN 2		
				MN 1		
Pre-Miocene					Upper Cretaceous-Eocene volcanic sequences	

Şekil 4. Sinop bölgesinin Neojen stratigrafisi.

## 2.2. Boyabat Bölgesi

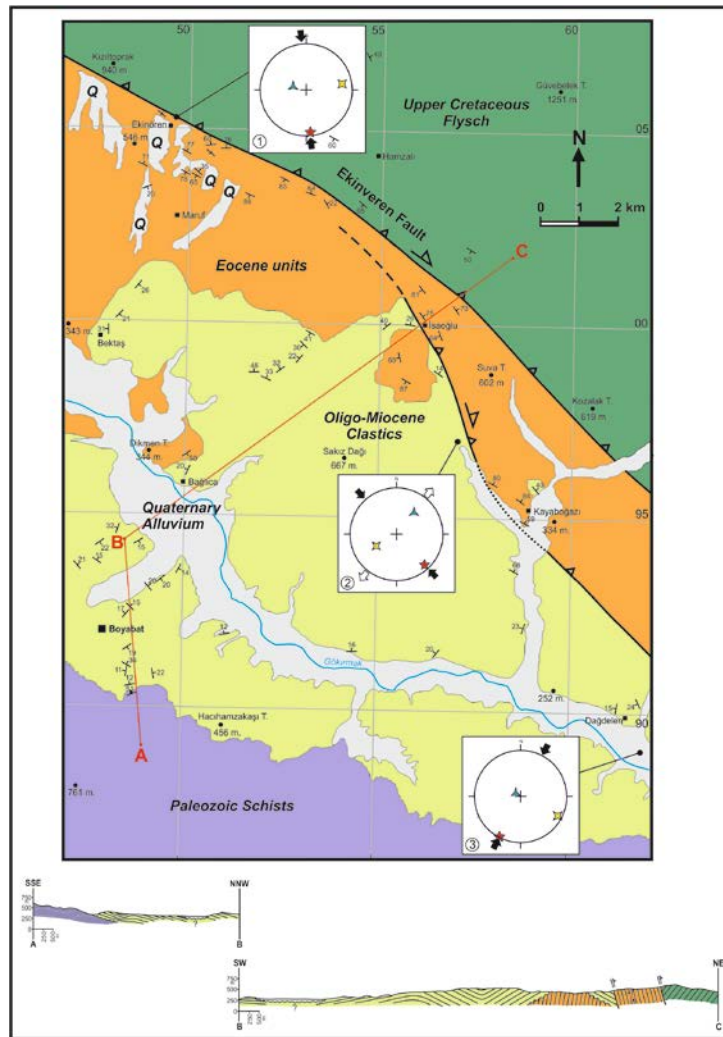
Çalışma alanı Karadeniz Dağları üzerinde Küre ile Ilgaz Dağları arasında yer alır. Jeolojik anlamda ise Orta Pontidler'in kuzey kenarında Neotetis okyanusuna ait Pontid bindirme-kıvrım kuşağı ile bindirme kuşağı arasında, bir diğer ifade ile Kuzey Anadolu Fay kuşağının kuzeyinde Ekinveren Fayı'nın güneyinde yer alır (Ketin 1966). (Şekil 2, 5).

### 2.2.1. Stratigrafi

İnceleme alanı, temelde iki ana kaya topluluğu tarafından oluşur. Bunlar, temel birimler ve Neojen örtü birimleri olarak tanımlanır. Temel Birimler, bindirmeli ilişkiler sunan Paleozoyik yaşlı metamorfikler, Mezozoyik yaşlı granitoyitler, Jura-Kretase yaşlı istifler, Üst Kretase

yaşlı ofiyolitik kayalar ve Turoniyen yaşlı çökellerle başlayan örtü birimler, Paleosen sonuna değin volkanizmanın eşlik ettiği derin denizel istifler, Alt Eosen yaşlı karasal tortullar, Orta Eosen denizel istif ve Geç Eosen’de de derin denizel istiflerden oluşur. Bu birimler, Orta Pontidler’de sınırlı dağılımı olan Neojen (Oligosen (?)- Alt-Orta Miyosen) yaşlı karasal (yer yer gösel) istifler tarafından uyumsuzluk ile üzerlenir.

Bu çalışma kapsamında yapısal verilerin derlendiği Neojen istifi (Oligosen (?)- Alt-Orta Miyosen) kalın çakıltaşı-kumtaşı ardalanması ile başlar ve çapraz tabakalı kumtaşı-çakıltaşı istifi ile devam eder. En üst düzeylerde ise krem beyaz renkli, gösel çamurtaşları-killi kireçtaşları ve yer yer kömür bantları içeren kumtaşları ile sonlanır (Ortynski ve Tromp, 1942). Toplam kalınlığı yaklaşık 300 m’dir. Ancak bu karasal istif çalışma alanında net olarak ölçülememiş, birleştirilmiş kesit ile tanımlanabilmiştir. Göreceli eski ve güncel alüvyon konileri ve yamaç moloz birikintileri güncel yerleşim alanlarını yayıldığı alanlardır.



Şekil 5. Boyabat bölgesi jeoloji haritası, kesit ve fay düzlemi kayma analizleri.





Şekil 6. Boyabat bölgesinde Oligo(?)-Miyosen birimlerinin Pliyo-Kuvaterner alüvyon konisi tarafından uyumsuzluk ile örtülmesi.

### 2.2.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Arazi çalışmasında gözlenen fay düzlemi kayma verilerine dayanılarak Oligosen (?) - Erken-Orta Miyosen birimlerini etkileyen deformasyon KB-GD'dan KKB-GGD'ya değişen yönelimlere sahip sıkışma rejimi olarak gözlenmiştir (Şekil 5). Kuvaterner birimlerinde gelişen ters fayın varlığı da Erken Kuvaterner döneminde alanın KKD-GGB sıkışmalı bir deformasyon evresi geçirdiğini göstermektedir (Şekil 5). KB-GD sıkışmalı rejimde ters bileşenli sağ yanal atımlı faylanma ve devamında yaklaşık K-G sıkışmalı rejim altında ters ve sağ yanal faylanma gelişmiştir (Şekil 5). Erken Kuvaterner dönemde ise KKD-GGB sıkışmalı rejimde gelişen ters faylama ile karakterize olmaktadır (Şekil 5).

Ekinveren Fayı'nın göreceli yükselen kuzey bloğuna karşılık alanda yükselme Kuvaterner'de de devam etmiş gibi gözükmektedir. Bu olgu Boyabat'ın kuzey-kuzeybatısında Gökırmak'ın kuzeyinde yeralan yaklaşık yatay konumda duran eski alüvyon konisi-alüvyon taracalarının (maksimum 410 m yükseklikte) Gökırmak'tan (yaklaşık 290 m) yaklaşık 120 m yukarıda kalmış olmaları ile desteklenir (Şekil 5, 8). Buradan elde edilen düşey atım hızı Kuvaterner için 0.06 mm/yıl olarak bulunmuştur.

Düsey atım için belirli bir yaklaşım yapılabilmesine karşın yanal atım için veri bulunamamıştır. Bölgesel anlamda Kuzey Anadolu Fayı boyunca elde edilen atımlar 27 km ile 33 km arasında değişmektedir (Barka ve Hancock, 1984). Bu atımlardan 27 km, 5.2 My'dan günümüze kadarki atım olduğu kabul edilirse kayma hızı 0.05 mm/yıl olarak bulunur. Yanal atım-düsey atım ilişkisi 3:1 oranı kabul edilirse düsey atım hızı 0.02 mm/yıl olur. Aynı yöntemle 2 My'dan günümüze kadar ki 27 km toplam atım alınırsa kayma hızı 0.13 mm/yıl olmakta ve düsey atım 0.04 mm/yıl olmaktadır. Bu yaklaşımlar çerçevesinde çalışmalarımızda bulunan atımlar ile uyumluluk vardır.



Şekil 7. Erken Kuvaterner sonrası bindirme.



Şekil 8. 120 m yüksekte kalmış alüvyon konisi ve taraçaları.

Özetle Kuzey Anadolu Fay kuşağının kuzeyinde yer alan çalışma alanında Miyosen sonrası-Kuvaterner öncesi için Boyabat Havzası'nda yaklaşık KB-GD'dan KKB-GGD'ya değin değışen bir sıkışmalı rejiminin varlığı söz konusudur. Erken Kuvaterner sonrası dönemde ise bu yönelim KKD-GGB sıkışmalı şeklindedir. Alansal yükselim 120 m civarında olup düşey atım hızı Kuvaterner için 0.06 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.

### **2.3. Ankara Bölgesi**

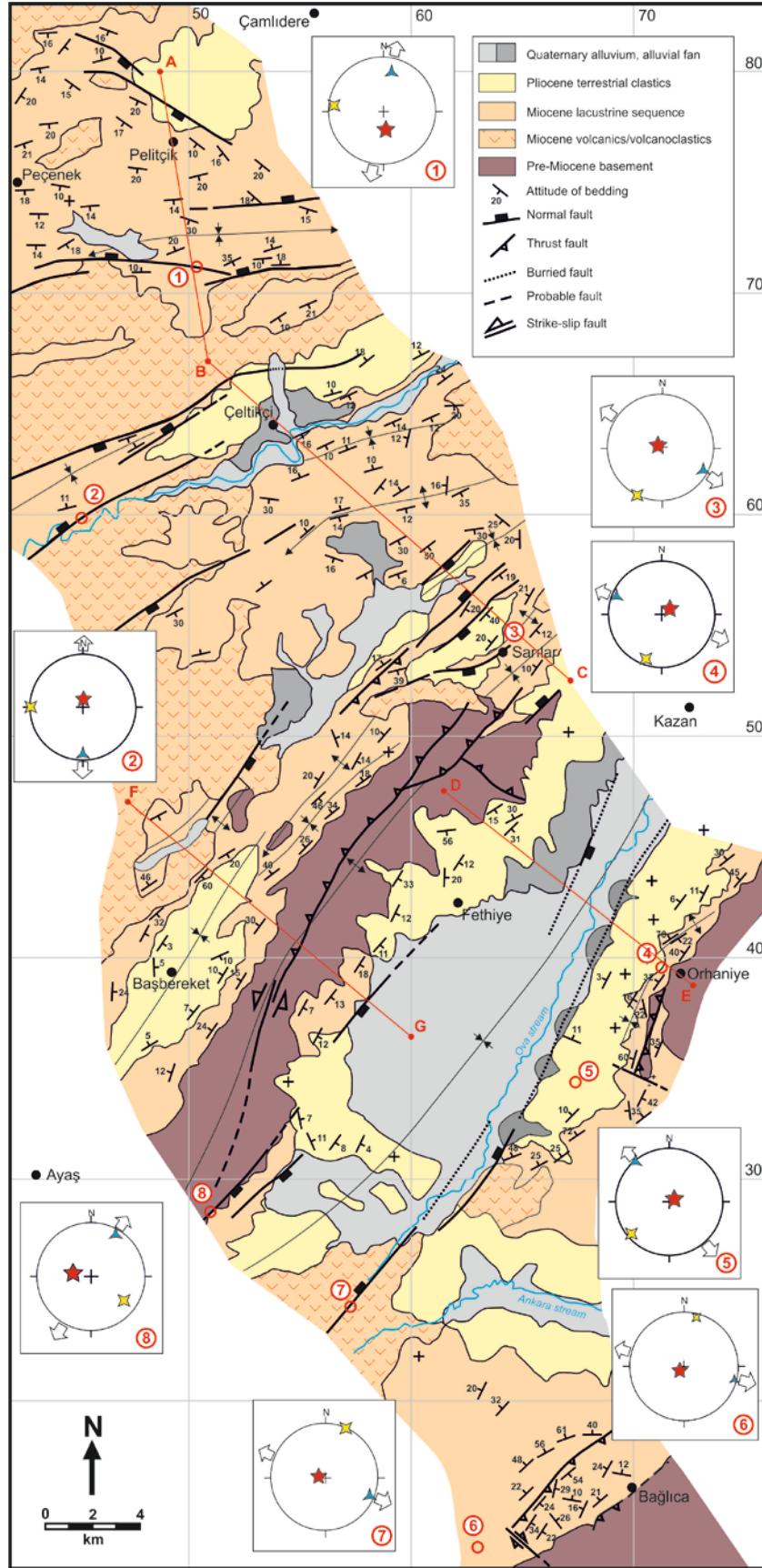
Çalışma alanı Ankara'yı içine alan bölgede bulunur (Şekil 1). Jeolojik olarak ise Orta Pontidler'in güney kuşağında kalan çalışma alanı kuzeyden Kuzey Anadolu Fay kuşağı ve Galatya volkanik bölgesi ve güneyden de Kuzey Anadolu ofiyolitli eklenir kaması (Kretase ofiyolitik melanjı ve tektonik dilimleri) tarafından sınırlanır. Ankara ve yakın dolay Miyosen havzaları Kuzey Anadolu ofiyolitli eklenir kaması üzerinde yer alır (Şekil 9).

#### **2.3.1. Stratigrafi**

İnceleme alanı, temelde iki ana kaya topluluğu tarafından oluşur. Bunlar, temel birimler ve Neojen örtü birimleri olarak tanımlanır (Karaca 2004). Temel Birimler, bindirmeli ilişkiler sunan Paleozoyik yaşlı metamorfikler, Triyas yaşlı birimler, Jura-Kretase yaşlı istifler, Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj ve Senomaniyen yaşlı çökellerle başlayan Kretase örtü birimler, Paleosen tortullar, Alt Eosen yaşlı karasal-gölsel tortullar, Orta Eosen sığ denizel istif ve Oligosen kırmızı klastiklerden oluşur (Koçyiğit 1987). Bu birimler, Alt Miyosen yaşlı akarsu-gölsel istiflerce uyumsuzluk ile üzerlenir.

Bu çalışma kapsamında yapısal verilerin derlendiği Miyosen istifi kırmızı çapraz tabakalanmalı akarsu kumtaşı-çakıltaşı istifi ile başlar ve gösellelerle devam eder (Şekil 10). En üst düzeylerde ise yaygın volkanizmanın etkisinde krem beyaz renkli, gölsel çamurtaşları-killi kireçtaşları, çört düzeyleri ve yer yer kömür bantları içeren kumtaşları ve jipsler ile sonlanır (Demirci 2000; Karaca, 2004; Rojay ve Karaca 2008). Yoğun deformasyon geçirmiş bu istif pek çok noktada az deformasyon geçirmiş kırmızı renkli Pliyosen-Erken Kuvaterner yaşlı karasal çökeller tarafından açılı uyumsuzluk ile üzerlenir. En üst Geç Miyosen (Mesinyen) eksiktir. Geç Kuvaterner (?Holosen) alüvyon ve alüvyon taraçaları Pliyo-Erken Kuvaterner'i uyumsuzluk ile üzerler.





Şekil 9. Ankara bölgesi çalışma alanı jeolojik haritası.



Ma. (Ogg et al., 2009)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene- Quaternary Magmatism
0.0117	Holo.				Alluvium, fluvial terraces, alluvial fans	
2.588	Pleistocene.	GELASIAN	VILLAFRA.	MN 17	Fluvial red clastics: Alternation of mudrocks and clastics with minor volcanic influx	
		PIACENZIAN		MN 16		
5	Pliocene	ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15 MN 14	Fluvial - Lacustrine units with intense volcanism	
		MESSINIAN	PONTIAN	MN 13 MN 12		
10	Late Miocene	TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 11 MN 10 MN 9	Alternation of clayey limestones with cherty layers / lenses and volcanics	
		SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 7+8		
		LANGHIAN	KONKIAN KARAGANIAN TSHOKRAKIAN	MN 6		
15	Middle Miocene	LANGHIAN	TARKHANIAN	MN 5	Alternation of mudrocks, conglomerates and sandstones with coal beds	
		BURDIGALIAN	KOTSAKHURIAN	MN 4		
		AQUITANIAN	SAKARAU LIAN	MN 3		
20	Early Miocene	AQUITANIAN	KARADZHALGAN- IAN	MN 2 MN 1	Fluvial red clastics	
Pre - Miocene					Unconformity (U) Metamorphics, Jurassic-Cretaceous sequences, Upper Cretaceous flysch, Cretaceous ophiolitic mélange, Eocene sequences, Oligocene red clastics	

Şekil 10. Ankara bölgesi çalışma alanı Neojen stratigrafisi.

Paleontolojik çalışmalar ile MN 9 - MN12 (11.1 My - 6.8 My; Agusti et al., 2001) yaş dönemlerinin varlıkları ortaya konmuştur (Akyol, 1968; Turgut, 1978; Ozansoy, 1961; Gürbüz, 1981). Yapılan paleontolojik yaşlandırmaların ötesinde Üst Miyosen'nin varlığı jipsli düzeyleri altında yer alan tuf düzeylerin içerdiği amfibollerin K-Ar yaşlandırması (Geochron Laboratories, Massachusetts, USA) ile bulunan  $7.7 \pm 0.4$  My yaşı (Tortonian) ile desteklenmiştir. Ancak bunun yanı sıra kömürlü düzeyler ile ardalanmış tuf birimlerinden yapılan analizleri ile 21 My - 25 My (Erken Miyosen) yaşı da alınmıştır (Türkecan vd., 1991).

Pliyosen-Erken Kuvaterner yaşı ise çökel ortamsal değerlendirmeler açısından önemlidir (Ozansoy 1961; Tekkaya 1973; 1974a, b; Şen ve Rage 1974; Tatlı 1975).

Kuvaterner ise net bir aşıl uyumsuzluk ile Pliyo-Erken Kuvaterner istiflerini örtmektedir.

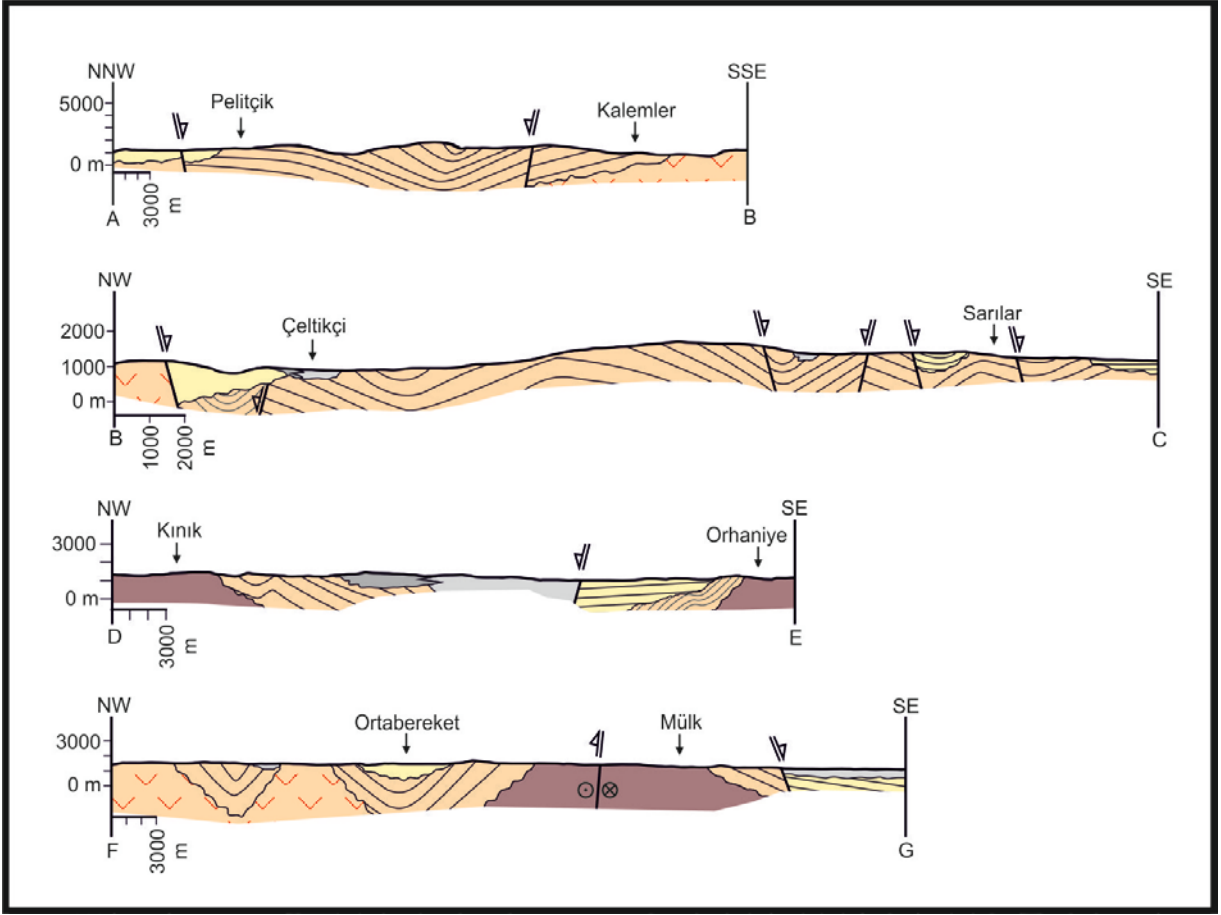
### 2.3.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Neojen, Ankara bölgesinde uyumsuzluk ile birlerinden ayrılan Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner istifleri olmak üzere iki Neojen paketine ayırtlanmıştır. Bu paketlerden Pliyo-Kuvaterner içinde de bir uyumsuzluk daha söz konusudur. Söz konusu uyumsuzluklar ile deformasyon tipi değişiklikleri arasında da çok net bir uyumluluk vardır. Geç Miyosen istifleri Miyosen sonrası-Pliyosen öncesi yaklaşık yoğun K-G sıkışmalı deformasyon geçirmiş kıvrımlanmış, bindirmeli-yanal atımlı faylanmıştır (Şekil 12, 6'nolu foto). Buna karşın Pliyosen-Kuvaterner istifi açık kıvrımlı, ilk dönemlerde Pliyo-Erken Kuvaterner dönemi- kısa süreli yanal atım faylanmalı, ve son dönemde -Erken Kuvaterner sonrası- ise KB-GD'dan BKB-DGD'ya değişen genişleme rejiminde normal faylanmalı gelişmiştir (Şekil 12, 1, 2, 3, 4 nolu fotolar).

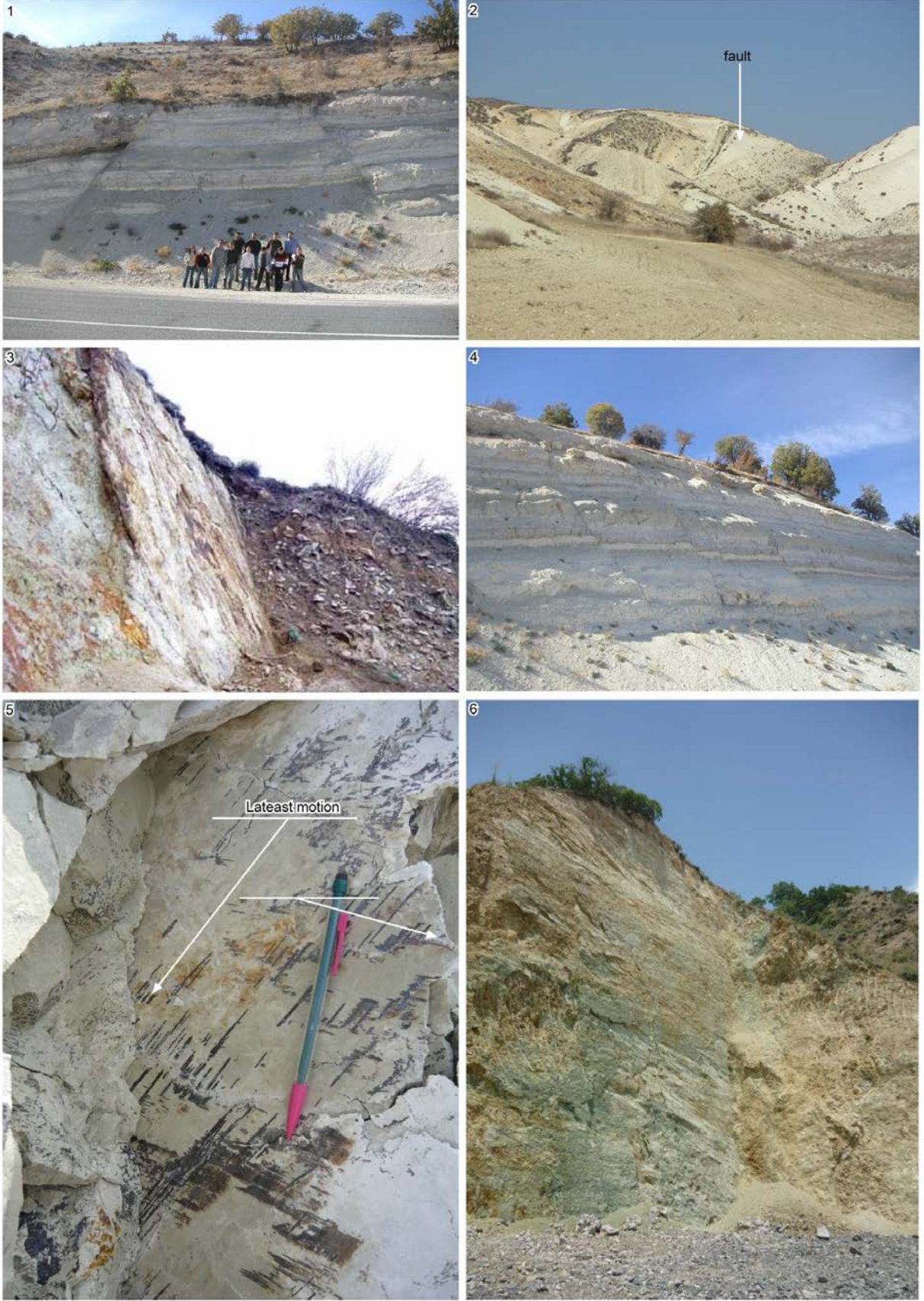
Üst üste gelen bindirmeli fay düzlemi verilerinden normal faylanma kesinlikle yanal faylanmalı-bindirmeli faylanmayı kesmektedir (Şekil 12, 5'nolu foto). Dolayısı ile kıvrımlanmalı-bindirmeli ve sonrasındaki yanal atımlı faylanma normal faylanma ile kesilmektedir. Pliyo-Kuvaterner dönemde kesinlikle ters faylanma gözlenmemiştir. Pliyo-Erken Kuvaterner dönemi çökel ortamı kontrol eden büyüme fayları normal faylardır. Normal faylanma güncel alüvyonu ve akarsu taracalarını kesmekte ve çökelimlerini kontrol etmektedir. Bu durum güncel deprem hareketliliği ile de uyumludur (Kandilli Observatory ve USGS web siteleri).

Ankara bölgesinde çeşitli noktalarda yapılan düşey atım çalışmalarında Kırmir çayı vadisi ve Ova çay vadisindeki çalışmalarda; Kırmir çayı vadisinde iki aşamalı toplam 110 m ve Ova çayı vadisinde iki aşamalı toplam 80 m'lik düşey atımlar ölçülmüştür. Bu veriler ışığında yapılan hesaplamalar neticesinde 0.05 mm/yıl ve 0.04 mm/yıl düşey atım hızı bulunmuştur. Bu da Pliyosen'den bu yana 0.05-0.04 mm/yıl düşey hıza karşılık gelmektedir.

Özetle Ankara bölgesi Miyosen sonrası yaklaşık K-G sıkışma D-B genişlemeli, Pliyosen-Erken Kuvaterner dönemi kısa süreli yanal atım faylanmalı ve ardından da Erken Kuvaterner sonrası KB-GD'dan BKB-DGD'ya değişen çok yönelimli genişleme rejiminde gelişmiştir. Kuvaterner dönemi düşey atım hızı maksimum 0.05 mm/yıl bulunmuştur.



Şekil 11. Ankara bölgesi jeolojik kesitler.

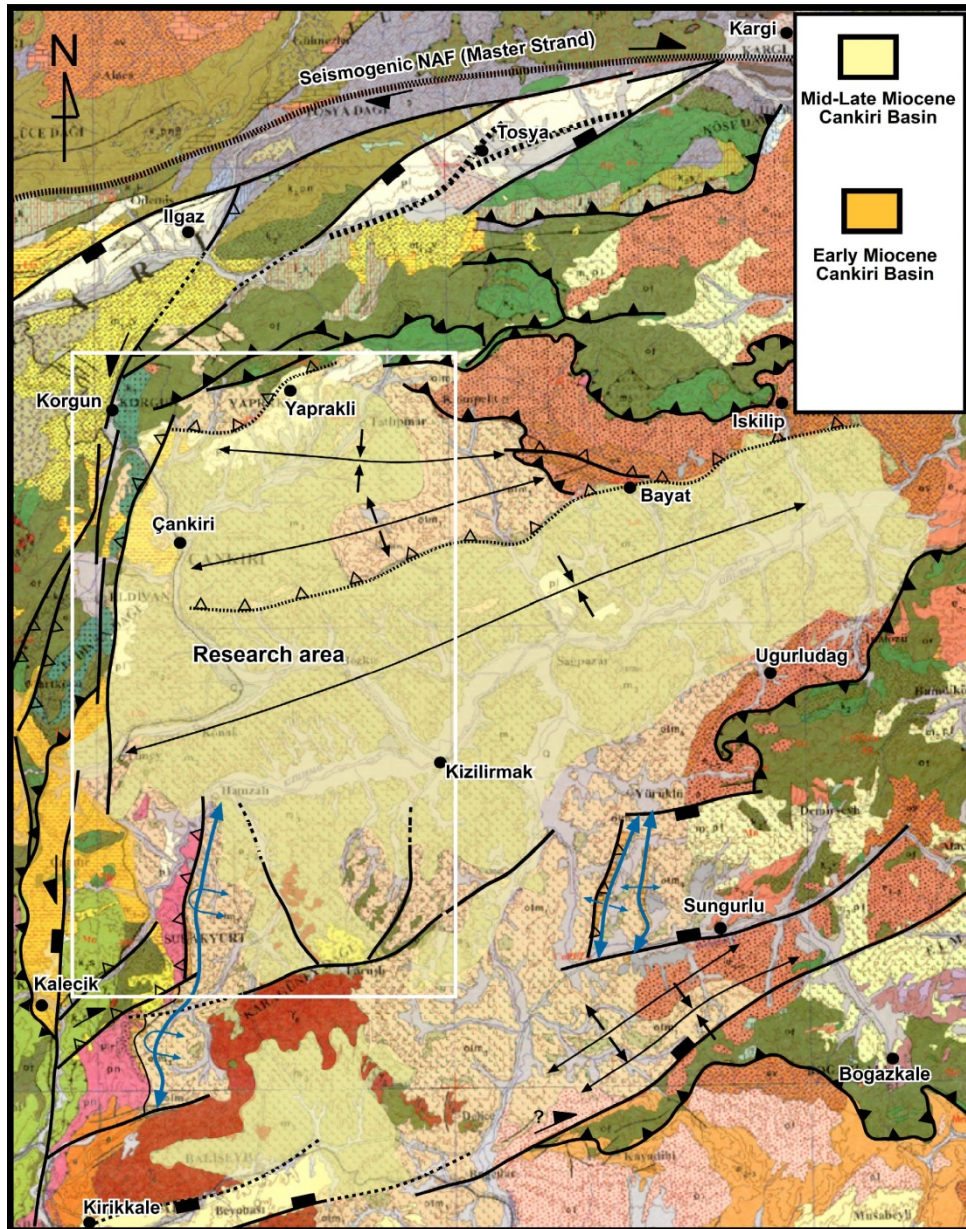


Şekil 12. Ankara bölgesi normal faylar ve üst üste gelişmiş bindirmeli fay düzlemi çizikleri.

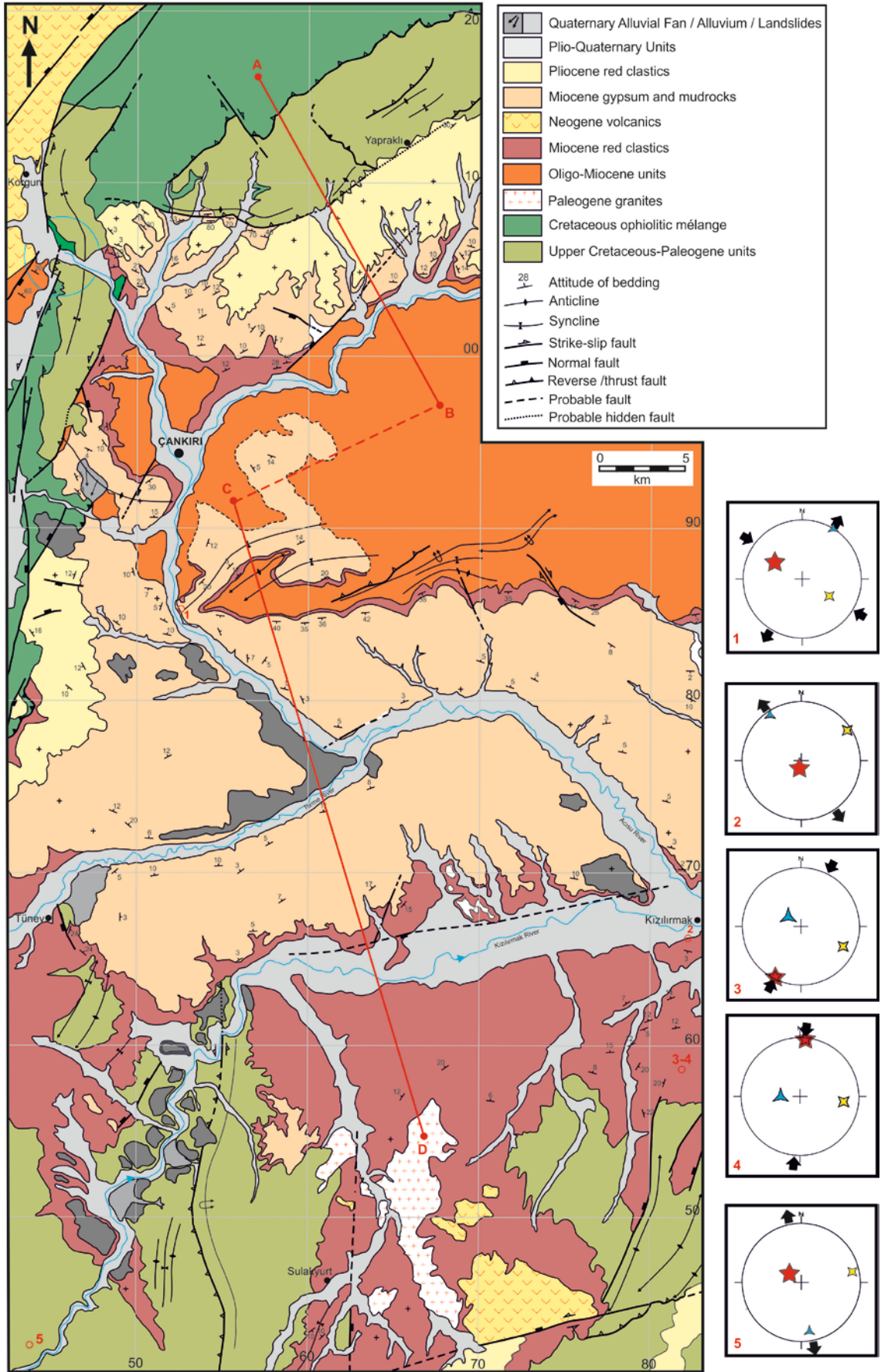


## 2.4. Çankırı Bölgesi

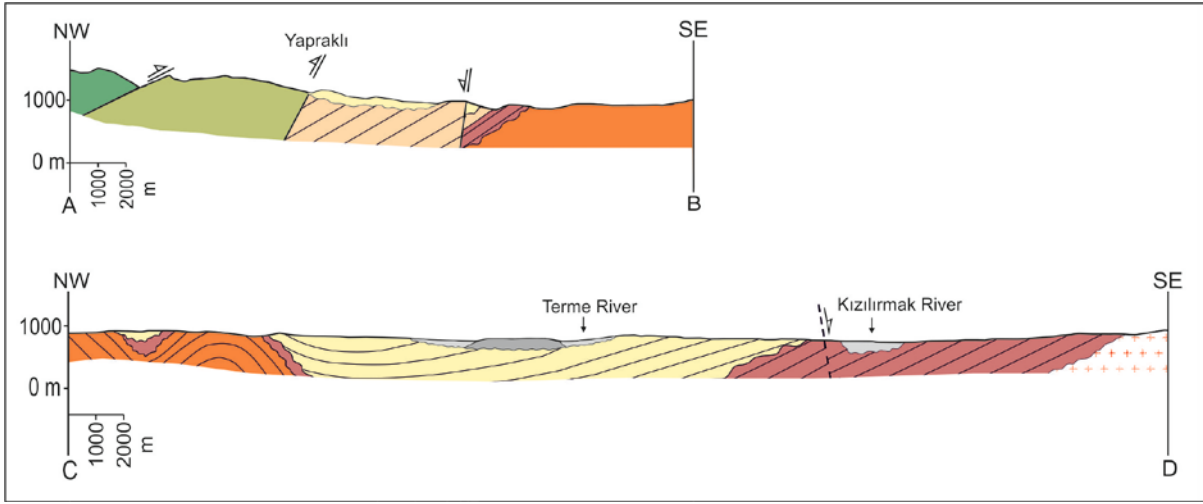
Çalışma alanı OAP'nin merkezinde Kızılırmak nehri tarafından orta yerinden yarılmış olarak bulunur (Şekil 1, 13). Jeolojik olarak ise Orta Pontidler'in güney kuşağında kuzeyden Kuzey Anadolu Fay kuşağı ve bindirmeli yapı sunan Kuzey Anadolu ofiyolitli eklenir kaması (Kretase ofiyolitik melanjı ve tektonik dilimler), batıdan 010°K gidişli Korgun-Kalecik hattı ve güneyden 058°K gidişli Ezinepazarı-Kırıkkale hattı yanal atımlı fay kuşakları ile sınırlanır (Şekil 13, 14).



Şekil 13. Çankırı bölgesi çalışma alanını gösterir bölgesel jeoloji haritası (yorumlanmış 1:500,000 MTA jeoloji haritası).



Şekil 14. Çankırı bölgesi çalışma alanı jeolojik haritası ve fay düzlemi kayma analizleri.



Şekil 15. Çankırı bölgesi jeolojik kesitler

#### 2.4.1. Stratigrafi

Çankırı havzası güneyde yükselmekte olan ve Kırşehir kristalin karmaşığı üzerinde gelişen Üste Kretase-Paleojen istifleri üzerine bindiren Anadolu ofiyolitli eklenir kaması (Kretase ofiyolitik mélanji ve tektonik dilimler; Akyürek vd., 1984; Kaymakçı 2000; Rojay vd., 2004) üzerinde gelişir. Aynı zaman da Anadolu ofiyolitli eklenir kaması ve tektonik dilimleri tarafından bindirmeli kuzeyden güneye üzerlenir (Şekil 13, 14, 15, 16).

Çankırı bölgesi Miyosen stratigrafisinin temelini Oligo-Miyosen kalın jipsli tortul istif oluşturur. Yoğun kıvrımlanmış, bindirmeli Oligo-Miyosen üzerine açılı uyumsuzluk ile en üst Alt Miyosen-Alt Pliyosen (MN4-MN14) istif üzerler (Kaymakçı, 2000). Bu istif, Alt-Orta Miyosen yaşlı (MN4-6(?)) açık kıvrımlı karasal bordo kırmızısı çakıltaşı-kumtaşı istif ile başlar (Şekil 16). Kırmızı klastikler üzerine uyumsuzlukla yer yer geçişli olan jipsli, kömür düzeyleri içerikli yeşil çamurtaşları gelir. Bu seri ince tabakalı jips, tabakalı çamurtaşları-kumtaşları-çakıltaşı aralanmalı istif ile devam eder ve jips tabakalarının egemenliğinde son bulur. Bu seri içinde kalın karasal kırmızı kırıntılı düzeyler de mevcuttur (Şekil 17, 18). Tamamen karasal birimlerle gölsellerin aralandığı Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı (MN9-MN15(?)) istif, Pliyo-Alt Kuvaterner yaşlı (MN17) karasal kırmızı renkli klastikler tarafından uyumsuzluk ile örtülür. Bu istifler içerisinde herhangi bir volkanik faaliyet verileri gözlenmemiştir.



Ma. (Ogg et al., 2009)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene- Quaternary Magmatism	
0.0117	Holo.				Alluvial fan, alluvium, fluvial terraces	No volcanism	
2.588	Pleistocene	GELASIAN	VILLAFRA		Fluvial red clastics		
				MN 17			
5	Pliocene	PIACENZIAN			Gypsum with alternation of mudrocks, clastics and thin bedded gypsum (MN 14-15(?))		
		ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15 MN 14	Red clastics (MN 13-14(?))		
10	Late Miocene	MESSINIAN	PONTIAN	MN 13			
		TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 12			
				MN 11 MN 10	Alternation of coal bearing green mudrocks, gypsum and red clastics (MN 9-12)		
15	Middle Miocene	SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 9			
			KONKIAN KARAGANIAN TSHOKRAKIAN	MN 7+8			
		LANGHIAN	TARKHANIAN	MN 6	Fluvial red clastics (MN 4-6(?))		
20	Early Miocene	BURDIGALIAN	KOTSAXHURIAN	MN 5			
			SAKARAUULIAN	MN 4	Unconformity (U)		
		AQUITANIAN	KARADZHALGANIAN	MN 3 MN 2 MN 1	Thick massive gypsum with interbedded clastics (Intense plastic deformation)		
O l i g o - M i o c e n e							

Şekil 16. Çankırı bölgesi çalışma alanı Neojen stratigrafisi.

#### 2.4.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Çankırı bölgesi uyumsuzluklarla birbirlerinden ayrılan pek çok Neojen istifleri ile tanımlanır. Bunlar Oligo-Miyosen, Erken Miyosen, Erken-Orta Miyosen, Geç Miyosen, Pliyo-Kuvaterner dönemler olmak üzere genelde beş Neojen paket ayrıtlanmıştır. Söz konusu çalışmada Erken-Orta Miyosen ve sonrası istifleri etkileyen deformasyon çalışılmıştır.

Çankırı Havzası kuzeye dalmakta olan levhanın çarpışma döneminde üzerinde gelişmiş bir havzadır. Yaklaşık K-G sıkışma altında gelişen havza da sıkışmalı yapılar-bindirmeler, kıvrımlanmalar havzanın kuzey kenarı boyunca yaygın iken yanal atımlı faylar havza batı kenarında ters bileşenli olarak yer alır (Kaymakçı 2000). Güney kenar boyunca gelişen - özellikle kırmızı klastiklerde- normal büyüme fayları yaygın gözlenmiştir. Bu dönemde havza büyüme normal faylarının analizleri neticesinde yaklaşık KB-GD yönünde genişlemekte, batı kenarı boyunca ters bileşenli sol yanal atımlı faylarla şekillenmektedir. Havza Geç Pliyosen



öncesi Çankırı güneyi ile Bayat hattı boyunca KB-GD sıkışmalı rejim altında kuzeyden güneye bindirmeli bir gömülü fay ile şekillenmiştir (Şekil 13, 14; 1 nolu alan). Bu hat boyunca jipsli serilerde yoğun deformasyon gözlenmiştir. Havza Geç Pliyosen döneminde KB-GD yönelimli genişlemeli bir sürece girmiştir (Şekil 19). Çalışma alanı Geç Miyosen sonrası-Geç Kuvaterner öncesi yaklaşık KKD-GGB sıkışma rejimi altında şekillenmiştir (Şekil 14; 3 ve 4 nolu alanlar). Normal faylanma ters ve yanal atımlı fayları kesmektedir. Dolayısı ile kıvrımlanmalı-bindirmeli-yanal atımlı faylanma normal faylanma ile kesilmektedir. Geç Kuvaterner'den beri ters faylanma gözlenmemiştir. Normal faylanma güncel alüvyonu kesmekte, yer yer Kızılırmak vadisini izlemekte ve çökelimlerini kontrol etmektedir.



Şekil 17. Kırmızı kırıntılı taban istifi (MN4-MN6) ile uyumsuzlukla üzerleyen ardalanmalı jipsli seri üstte (MN9-MN14).



Şekil 18. Tabakalı jipsli seri içindeki kırmızı kırıntılı düzeyler (MN13-MN14).



Şekil 19. Kızılırmak vadisi boyunca ölçülen normal faylanma.

Atım ile ilgili çalışmalarda düşey atım verileri toplanabilmiştir. Yapılan ölçümlerde Kızılırmak vadisi boyunca batıdan doğuya -Kalecik'ten Kızılırmak kasabasına- 30 ile 150 m arasında değişen yükseklikte üç akarsu taraçası ölçülmüştür. Bu da Pliosen sonrası yaklaşık 0.07 mm/yıllık bir düşey atıma karşılık gelmektedir.

## 2.5. Tuz Gölü Bölgesi

Çalışma alanı OAP'nin merkezinde Tuz Gölü bölgesinde bulunur (Şekil 1, 20). Jeolojik olarak ise doğudan Kırşehir kristalen karmaşığı ile Tuz Gölü (Şereflikoçhisar Fayı) Fayı ve batıdan da Eskişehir'den doğuya Cihanbeyli'ye kadar uzanan fay kuşağı ile sınırlanır.

### 2.5.1. Stratigrafi

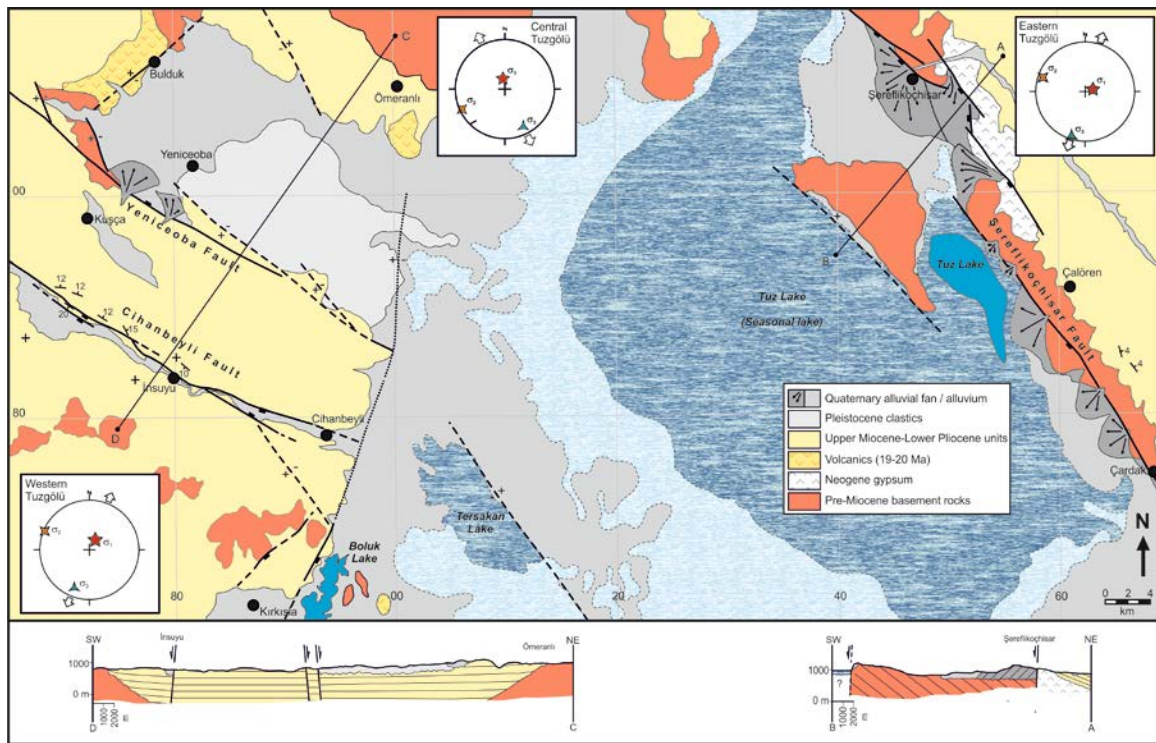
İnceleme alanı, temelde iki ana kaya topluluğu tarafından oluşur. Bunlar, Temel birimler ve Neojen örtü birimleri olarak tanımlanır.

Temel Birimler, Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj, Üst Kretase-Paleojen örtü birimler, Paleojen Granotoyidler, Neojen yaşlı devasa jips ve Oligo-Miyosen jipsli kömürlü kırmızı klastiklerden oluşur (Göncüoğlu vd., 1992). Bu birimler, volkanik tüf düzeyli Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı istif tarafından uyumsuzluk ile üzerlenir.

Geç Miyosen-Pliyosen istifi kırmızı tüf düzeyi içeren yaklaşık 180m kalınlıktaki kırmızı renkli akarsu siltaşı-kumtaşı-çakıltası istifi ile başlar, beyaz tüf düzeyi içeren yaklaşık 230m kalınlıktaki gri-beyaz çapraz tabakalı akarsu kumtaşı-çakıltası-yeşil çamurtaşı istifi ile devam eder ve yaklaşık 10m kalınlıktaki gastropodlu göl sel kireçtaşları ile sonlanır (Şekil 21, 22).

Geç Miyosen-Pliyosen istifinin yaşı varolan tüflerden alınan yaşlar ile üst Geç Miyosen (6.04 ile  $7.14 \pm 0.18$  My (Mesinyen), (Cemilköy tüfünün zamansal eşleniği olabilir)) ve Erken Pliyosen (4.96 ile  $5.23 \pm 0.18$  My (Villafranchinian öncesi veya Zanclean), (Kızılkaya tüfünün zamansal eşleniği olabilir) (University of Potsdam, Germany) bulunmuştur (Şekil 22). En üst göl sel killi kireçtaşlarının (Kışladağ zamansal eşleniği olabilir) yaşı ise Pleistosen (2.5-3 My) olarak bulunmuştur (Le Pennec vd., 1994) (Şekil 22). Geç Kuvaterner alüvyon, alüvyon konisi ve alüvyon taraçaları Pliyo-Erken Kuvaterneri uyumsuzluk ile örter (Şekil 21).



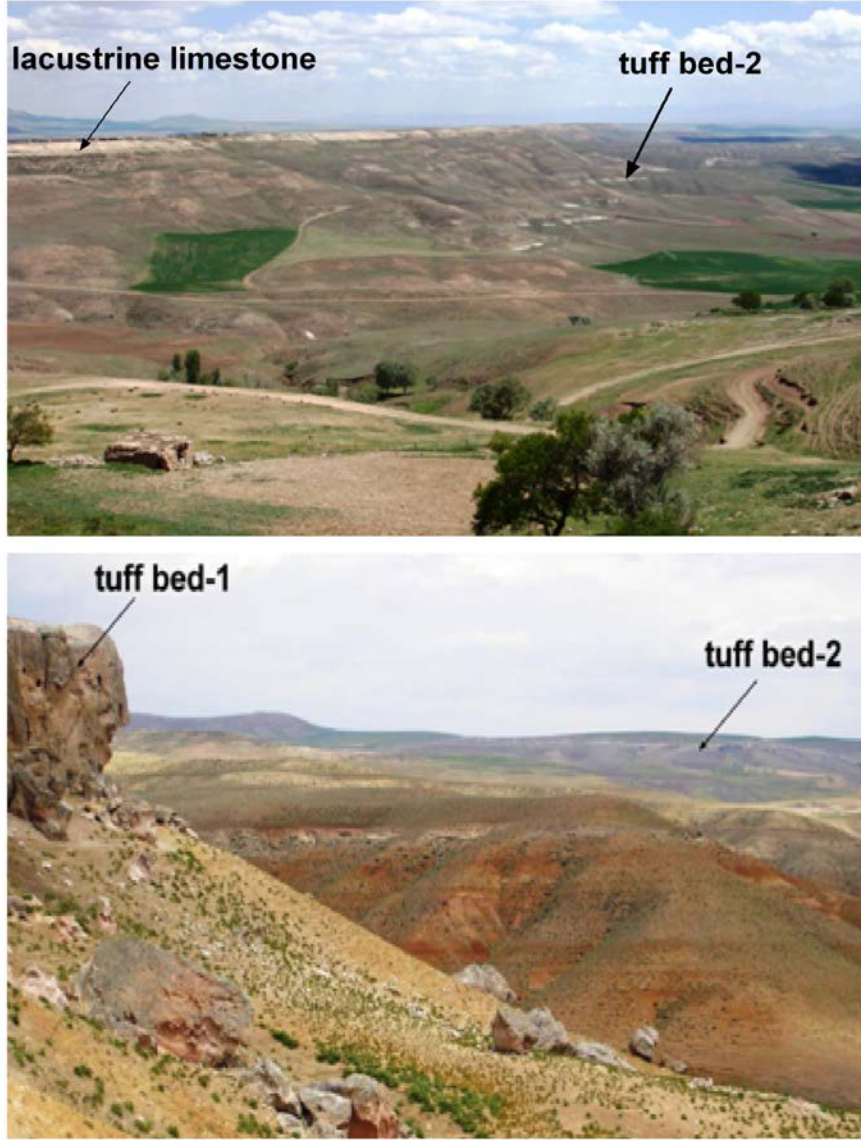


Şekil 20. Tuz Gölü alanının jeolojik haritası, kesiti ve fay düzlemi kayma analizleri.

Ma. (Ogg et al., 2008)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene- Quaternary Magmatism
0.0117	Holo.				Alluvium, terrace conglomerates, alluvial fans	
2.588	Pleistocene.	GELASIAN		MN Q1	?	
		PIACENZIAN	VILLAFRA	MN 17	Yellowish white, fossiliferous/clayey limestones, green mudrocks Green fossiliferous mudrocks	
5	Pliocene	ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15 MN 14	• White tuff layer (5-4 Ma.) White cross-bedded sandstones and green mudrock alternation • Pinkish-white tuff layer (7-6 Ma.) • Red fluvial clastics	
		MESSINIAN	PONTIAN	MN 13	<b>Unconformity (U)</b>	
7	Late Miocene	TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 11 MN 10		
				MN 9		
10	Middle Miocene	SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 7+8	Thick massive gypsum (Plastic deformation at the bottom)	
			KONKIAN KARAGANIAN TSHOKRAKIAN	MN 6		
15	Early Miocene	LANGHIAN	TARKHANIAN	MN 5		
		BURDIGALIAN	KOTSAKHURIAN	MN 4	<b>Unconformity (?)</b>	
20			SAKARAUlian	MN 3		
		AQUITANIAN	KARADZHALGANIAN	MN 2 MN 1		
Oligo - Miocene (?)					Coal bearing sandstone, conglomerate and mudrock sequence with evaporitic levels	

Şekil 21. Tuz Gölü bölgesi Neojen stratigrafisi.





Şekil 22. Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı tuf düzeyleri ve Pliyosen yaşlı killi kireçtaşı düzeyi.

### 2.5.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Tuz Gölü havzası temelde iki fay kuşağı ile tanımlanır (Özsayın ve Dirik 2007). Bu iki fay kuşağı, Eskişehir-Cihanbetli-Yeniceoba fay kuşağı ve Tuz Gölü fay kuşağıdır (Koçyiğit 2000; Özsayın ve Dirik 2007). Bu kuşaklarda Şereflikoçhisar Fayı ('Tuz Gölü Fayı') üzerinde farklı iki dönem deformasyon tipi gelişimi söz konusudur. Bu zon boyunca gözlenen iki hareket, ilki Eosen sonrası sol yanal atımlı faylanma dönemi (yaklaşık K-G sıkışmalı kıvrımlanmış, bindirmeli-yanal atımlı faylanma; Derman vd., 2000) ve ikincisi ise Pliyosen sonrası normal faylanmadır. Neotektonik dönemde Eskişehir-Cihanbeyli fay kuşağı ile birlikte sağ yanal

olduğu savulan Tuz Gölü Fay'ının fay düzlemi kayma verilerinin analizi neticesinde neotektonik dönemde normal atımlı fay olarak çalıştığı görülmüştür (Şekil 20). Cihanbeyli Fay'ının da normal fay olduğu kinematik veriler ile ortaya konmuştur (Özsayın 2007).

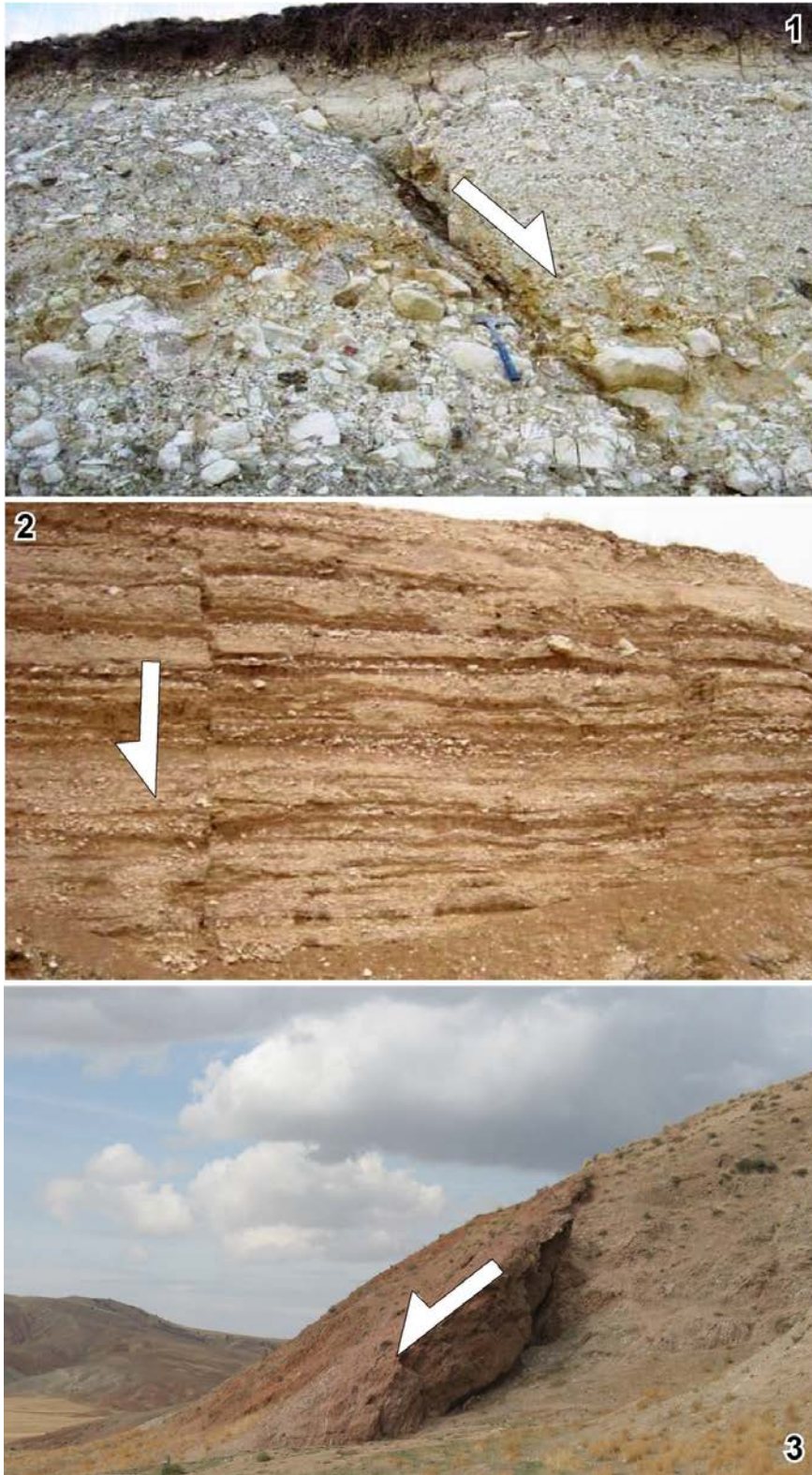
Tuz Gölü havzası Kuvaterner dönem ve sonrasında KKD-GGB genişleme rejiminde normal faylanmalı gelişmiştir. Bu hatta verev gelen bir diğer hat ise KB-GD genişleme rejiminde geliştiği kinematik veriler ile ortaya konmuştur (Şekil 20). Bunun yanı sıra Bollukgölü (Cihanbeyli GD'su) yönelimi yaklaşık D-B açılımı genişlemeyi göstermektedir. Ana sıkışma eksenini ile en küçük bileşen ilişkileri alanda çok yönlü bir genişlemeyi göstermektedir.

Üst üste gelen bindirmeli fay düzlemi verilerinden normal faylanma kesinlikle yanal faylanmalı-bindirmeli faylanmayı kesmektedir. Dolayısı ile kıvrımlanmalı-bindirmeli yapılar normal faylanma ile kesilmektedir. Pliyo-Kuvaterner dönemde kesinlikle ters faylanma gözlenmemiştir. Pliyo-Erken Kuvaterner dönemi büyüme fayları normal faylardır. Normal faylanma güncel alüvyonu kesmekte (Şekil 23, 1 nolu foto), alüvyon konilerini geliştirmekte ve alüvyon çökelimlerini kontrol etmektedir.

Çalışma döneminde atım üzerine yapılan gözlemler çerçevesinde Tuz Gölü su seviyesinin maksimum 1050 m'yi bulduğu, bugünkü göl seviyesi platformunun ise 909 m olduğu hesaba katıldığında toplam atım 141m olmaktadır. Bu da Kuvaterner'den bu yana 0.07 mm/yıl düşey hıza karşılık gelmektedir. Bunun yanı sıra dağ önü kırılma noktası hesaplandığında (950 m) 100 m'lik düşey atım bulunmakta, bu da 0.05 mm/yıl düşey atım hızına karşılık gelmektedir.

Aynı amaç için yapılan Tuz Gölü batısında ve doğusunda yüzeyleyen kırmızı renkli tuf düzeyi denestirmesi neticesinde elde edilen atım değerleri ve bu değerlerden hesaplanan düşey atım hızı yüksek çıkmaktadır (0.2 mm/yıl gibi). Doğu kenarındaki kırmızı tuf düzeyinin yaşlandırıldığı gibi batı kenarı kırmızı tuf düzeyinde yaşlandırılması gerekmektedir. Hesaplamalarda tek fay -Şereflikoçhisar Fayı- kullanılmıştır. Yüzeyde kıvrımlanma görülmediğinden yeraltı kodlarında kıvrımlanmanın olmadığı varsayılmıştır. Dolayısı ile gömülü fayların ve kıvrımlı yapıların varlığı ve/veya batı kenarda yüzeyleyen tufün de yaşlandırılması bu hesaplarda önemli bir yer tutacağını göstermiştir.

Özetle, Tuz Gölü Havzası Kuvaterner dönemde yaklaşık KKD-GGB ve KB-GD çok yönelimli genişleme rejiminde maksimum yaklaşık 0.07 mm/yıllık düşey atım hızında gelişmiştir. Cihanbeyli Fayı, doğu kenarı faylara -Tuz Gölü fay hattı- karşın çok daha gençtir.

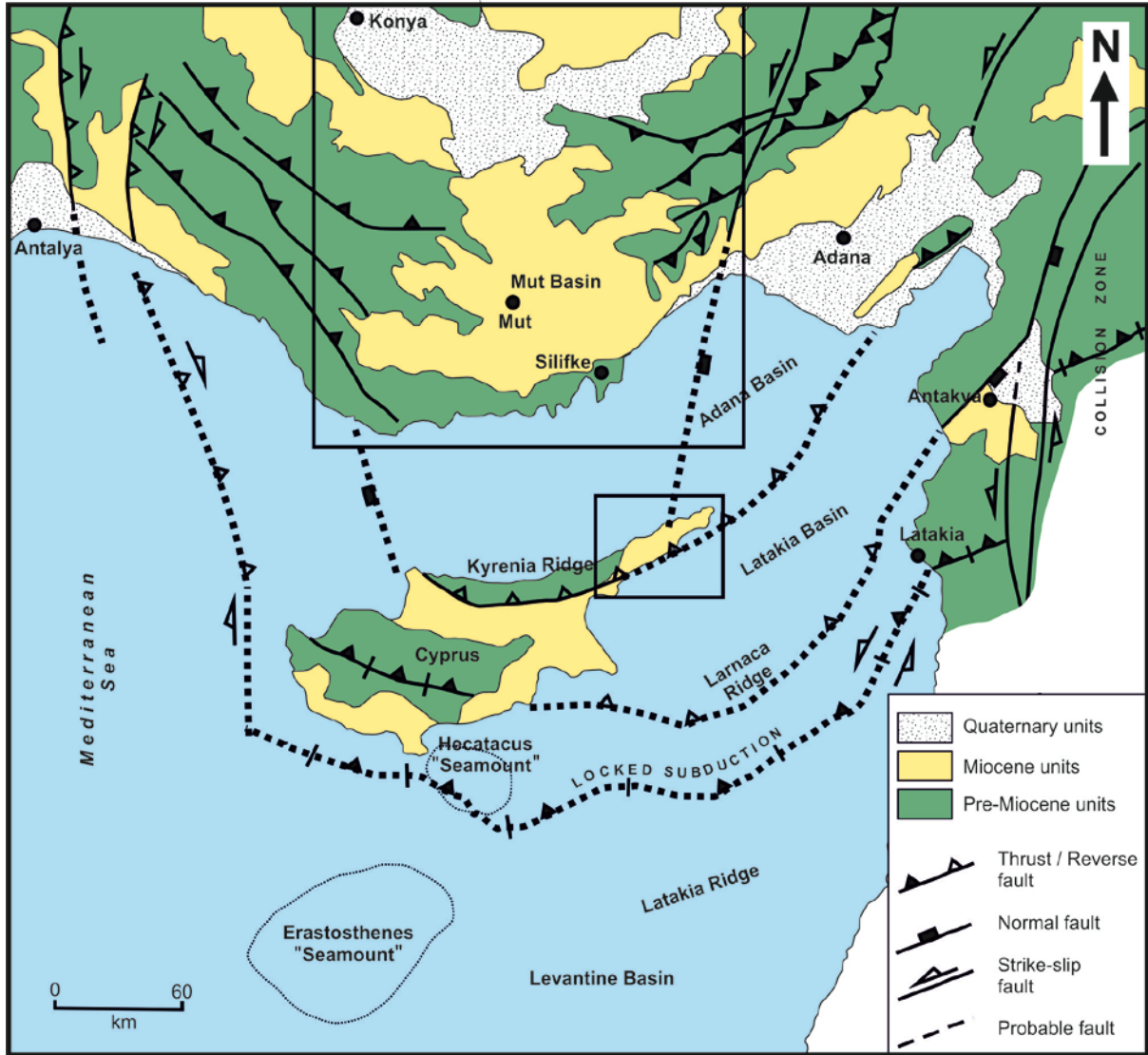


Şekil 23. Tuz Gölü bölgesi Neotektonik dönemini etkileyen normal faylar. 1. Kuvaterner’i kesen normal fay, 2. Havzanın batısından Cihenbeyli fay kuşağından Pliyosen’i ve Kuvaterner’i kesen normal fay, 3. Havzanın doğusundan Tuz Gölü fay kuşağından Pliyosen’i ve Kuvaterner’i kesen normal fay.



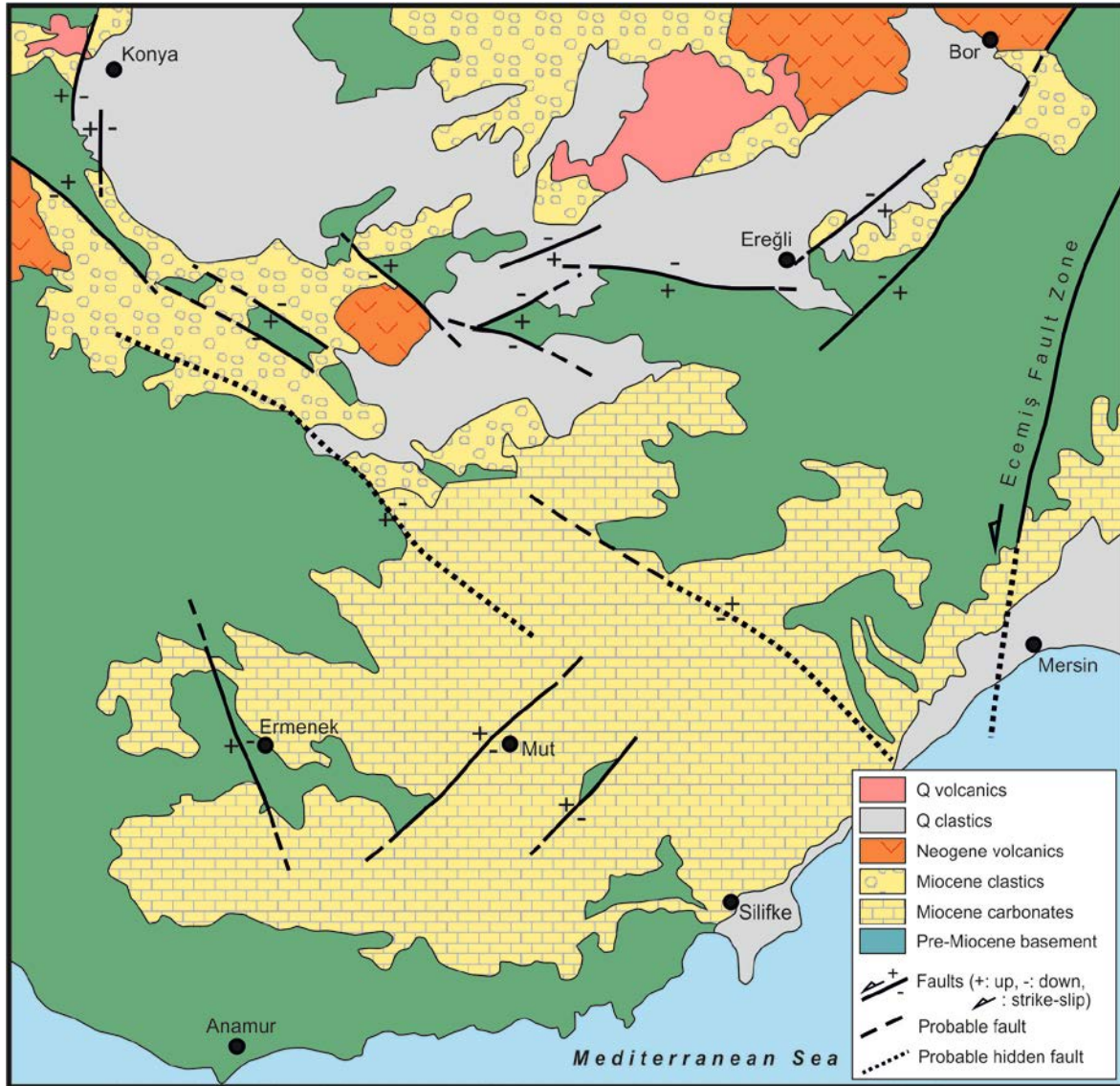
## 2.6. Mut Bölgesi

Çalışma alanı Toros Dağları üzerinde Doğu Akdeniz'in kuzeyinde yer alır. Jeolojik olarak ise Kıbrıs bindirme kuşağının (Kıbrıs yayı) kuzeyinde Orta Toridler'in bindirme-kıvrım kuşağı üzerinde yer alır (Şekil 24, 25). Kuzeyden Pliyo-Kuvaterner İç Anadolu çöküntüsü ve volkanik alanı, doğudan Ecemiş Fayı- ve batıdan bindirmeli yanal atımlı faylar -Aksu bindirmesi ve Kırıkkavak Fayı gibi- ile sınırlanır (Şekil 24, 25)



Şekil 24. Kuzeydoğu Akdeniz bölgesinin yapısal elemanları. DST- Ölüdeniz Fayı, AT- Aksu bindirmesi, KF- Kırıkkavak Fayı, EF- Ecemiş Fayı.

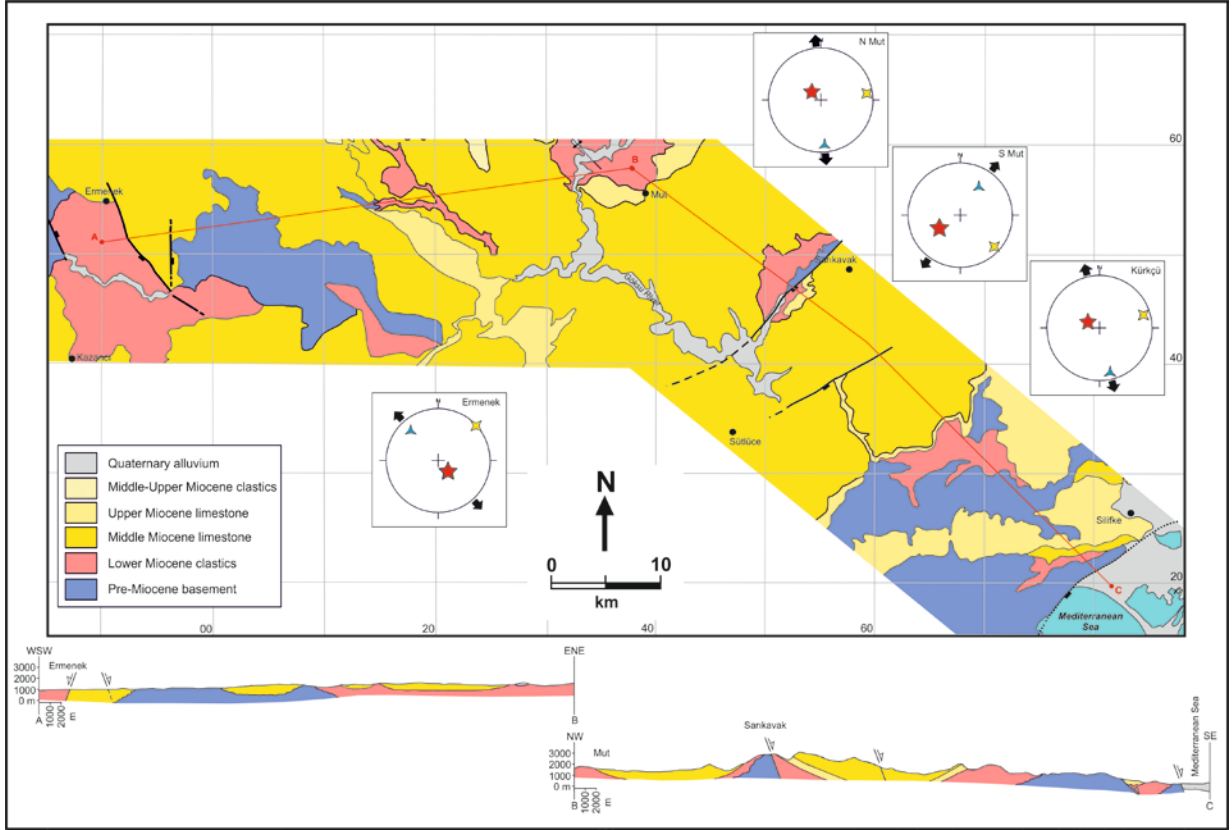




Şekil 25. Mut havzasının durumunu gösterir jeolojik harita.

### 2.6.1. Stratigrafi

Mut bölgesi Neojen stratigrafisi Toros otoktonu olarak tanımlanan Mezozoyik platformu, Üst Kretase ofiyolitik melanji ve ofiyolitleri, Üst Kretase-Paleojen birimlerinden oluşan temel üzerinde gelişir (Bilgin vd., 1994; Kelling vd., 2004; Bessang vd., 2005). Erken Miyosen akarsu çökelleri açılı uyumsuzluk ile temel birimleri üzerler (Şekil 26, 27). Akarsu klastiklerini ise fan delta, lagün ve denizel birimler-resifal oluşuklar örter. Bu resifal karbonatlar –ki iki dönemde (Burdigaliyen-Langiye ve Tortoniye- olmak üzere pek çok yerde temel üzerine aşmalı olarakta yerleşir (Şekil 28).



Şekil 26. Mut bölgesi jeolojik haritası, kesitleri ve fay düzlemi kayma verisi analizleri.

Çalışma alanında Pliyosen akarsu ve gölseller açılı uyumsuzluk ile Miyosen birimleri örter (Şekil 27). Mut havzasında jipsli Mesinyen eksiktir. Bu Mut havzasının Mesinyen döneminde su üstü olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra kuzeyde Miyosen'den Kuvaterner'e değin varolan volkanizma güneyde Mut, Ermenek ve Adana Havzaları'ndaki etkisi görülmemektedir. Bu Miyosen-Kuvaterner volkanizmasının olduğu dönemlerde etkin rüzgar yönünün kuzey yönlü olması -denizden karaya doğru olması- gerekliliğini göstermektedir.

Ma. (Ogg et al., 2008)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene- Quaternary Magmatism	
0.0117	Holo.				Fluvial clastics, alluvial fans, fluvial-marine terraces	No volcanism	
2.588	Pleistocene.	GELASIAN		MN 17	Fluvial - lacustrine units		
		PIACENZIAN		MN 16			
5	Pliocene	ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15 MN 14	Fan deltas, lagoonal and marine sequences		
		MESSINIAN	PONTIAN	MN 13 MN 12			
10	Late Miocene	TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 11 MN 10 MN 9	• Tortonian reefal buildup (II) (Sertavul limestone)		
		SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 7+8	• Burdigalian - Langhian reefal buildup (I) (Mut limestone)		
			KONKIAN KARAGANIAN TSHOKRAKIAN	MN 6			
15	Middle Miocene	LANGHIAN	TARKHANIAN	MN 5			
		BURDIGALIAN	KOTSAKHURIAN	MN 4			
20	Early Miocene		SAKARAUlian	MN 3			
		AQUITANIAN	KARADZHALGANIAN	MN 2 MN 1			
Pre - Miocene					Unconformity (U)		

Şekil 27. Mut bölgesi Neojen stratigrafisi.





Şekil 28. Temel üzerine gelen aşmalı Miyosen karbonatlarının genel görünüşleri.



### 2.6.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

Mut Havzası çalışmaları yoğun olarak Silifke'nin kuzeyinden başlayan Mut'tan Ermenek'e uzanan bir kuşak boyunca sürdürülmüştür. Kuşak boyunca faylanma verileri verev bileşenli normal faylardır (Şekil 29). Mut Havzası Pliyo-Kuvaterner dönem ve sonrasında KB-GD'dan KKD-GGB yöneliminde olan genişleme rejiminde normal faylanmalı gelişmiştir. Genişleme yönünün değişiyor olması çok yönlü açılmayı göstermektedir. Üst üste gelen bindirmeli fay düzlemi verilerinin olmayışı fayların normal faylanma döneminde oluştuğunu gösterir.

Çalışma döneminde atım üzerine yapılan gözlemler çerçevesinde 695 m'de asılı bulunan akarsu tabanı/taracası bugünkü akarsu seviyesinden 175 m yukarıda kalmıştır. Bu da Kuvaterner'den bu yana 0.08 mm/yıl düşey hıza karşılık gelmektedir.

Tortoniyen resifal karbonatları bugün 2339 m'de bulunmaktadır. Bu da en az bu kadarlık bir yükselmenin Mesinyen'den günümüze kadar gerçekleştiği hesaba katılırsa düşey atım hızı 0.3 mm/yıl olur. Bu oldukça yüksek bir sayı olduğundan en azından Mut Havzası'nda bulunan Kuvaterner'deki değerle (0.08 mm/yıl) karşılaştırıldığında jeolojik zaman içinde 0.3 mm/yıl değerinin bulunan diğer değerlerle uyumlu hale geldiği düşünülebilir.



Şekil 29. Burdigaliyen yaşlı karbonatları ve Kuvaterner'i kesen ve çökelişini sağlayan normal faylar (Ermenek Fayı kayma verileri).

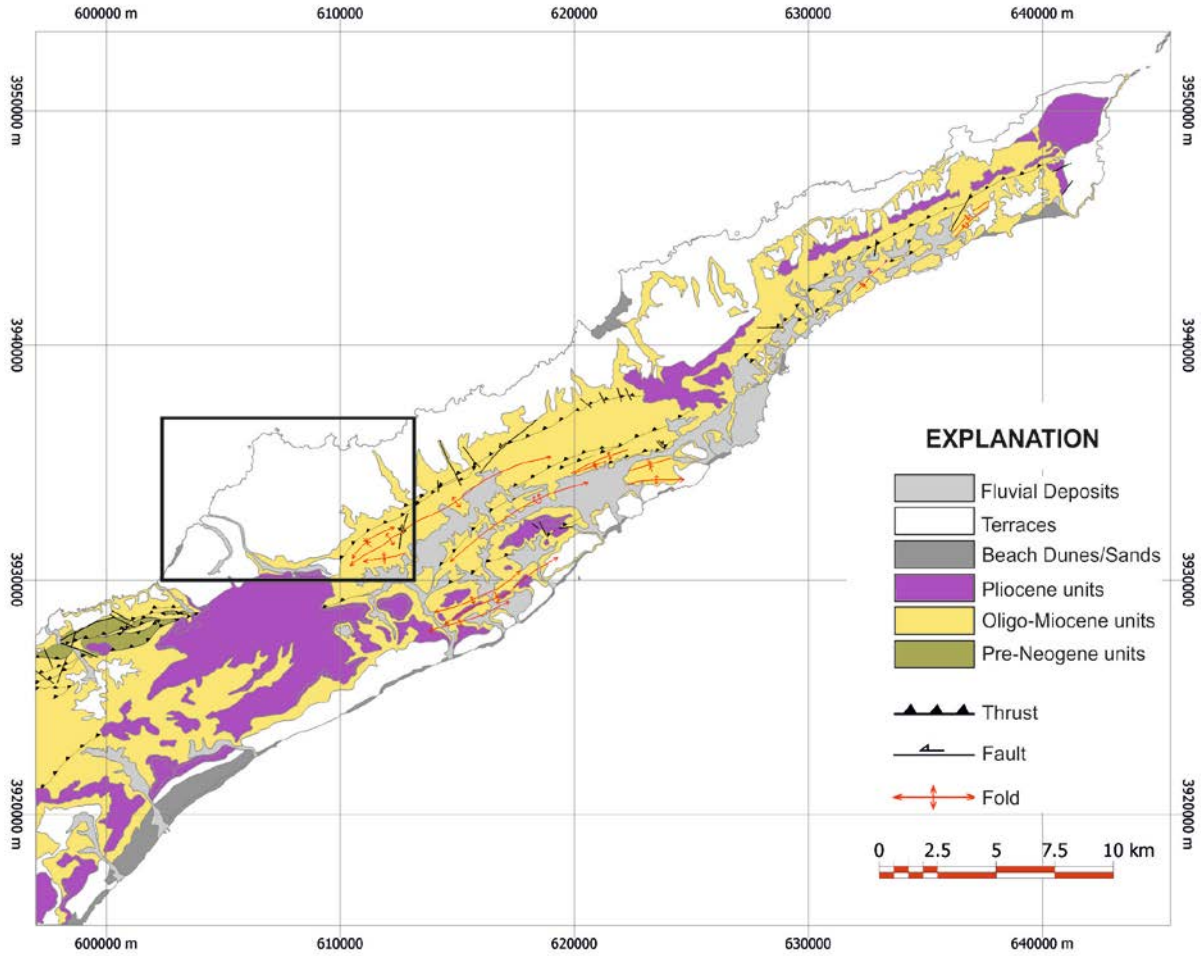


Şekil 30. Tortoniyen karbonat istiflerini ve Kuveterner’i kesen ve çökelimini sağlayan verev bileşenli normal faylar (Kuzey Mut Fayı kayma verileri).

## 2.7. Kuzey Kıbrıs Bölgesi

Çalışma alanı Kıbrıs Girne Dağları üzerinde Karpaz bölgesinde yer alır (Şekil 24, 31, 32). Jeolojik olarak ise Kıbrıs bindirme kuşağının (Troodos yayı) kuzeyinde Miyosen bindirme-kıvrım kuşağı üzerinde yer alır (Şekil 31, 32).

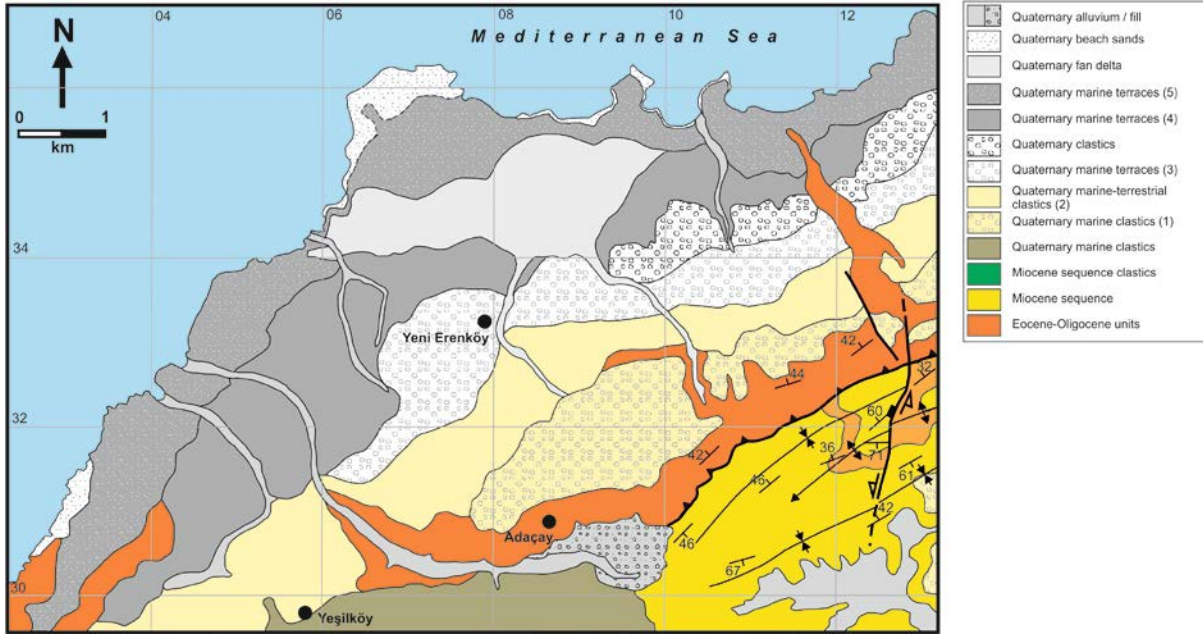




Şekil 31. Kuzey Kıbrıs Karpaz bölgesinin basitleştirilmiş jeoloji haritası (Hakyemez vd., 2002'den derlenmiştir).

### 2.7.1. Stratigrafi

Kıbrıs çalışma bölgesi Neojen öncesi temel, Miyosen çökelleri ve Pliyosen-Kuvaterner birimlerinden oluşur (Şekil 33). Miyosen yükselmekte olan dalma-batma kompleksi kamasi üzerinde gelişir (Hakyemez vd., 2002; Robertson ve Woodcock, 1986). Kıta yamacı klastikleri ile açık denizel istiflerle başlayan Miyosen, derinleşen kuzey Kıbrıs Havzası derin denizel istifleri ile gelişimini sürdürür (Hakyemez vd., 2002). Tortoniyen sonuna doğru sığlaşma ile birlikte Mesinyen krizi döneminde jipslerin çökelişi ile bölgedeki Miyosen çökelişi sonlanır.



Şekil 32. Karpaz bölgesi jeolojik haritası.

Pliyosen-Kuvaterner döneminde ise karasal ile denizel birimlerin çökelleri ile çalışma alanı şekillenir (Dreghorn, 1978; Hakyemez vd., 2002). Karasallar-fan delta, denizel oluşumlar-denizel taracalar-plaj çökelleri ile ardalanmalı olarak çökellerler.

Kıbrıs bölgesinde Tortoniyen karbonatları üzerinde Tortoniyen-Mesinyen jipsinin varlığı ve kuzeyde Tortoniyen karbonatları üzerinde jipsin eksikliği kuzey kenardaki Mut-Ermenek bölgesinin çok daha hızlı yükseldiğini ve karasallaştığını göstermektedir.

### 2.7.2. Yapısal Jeolojik Unsurlar ve Analizleri

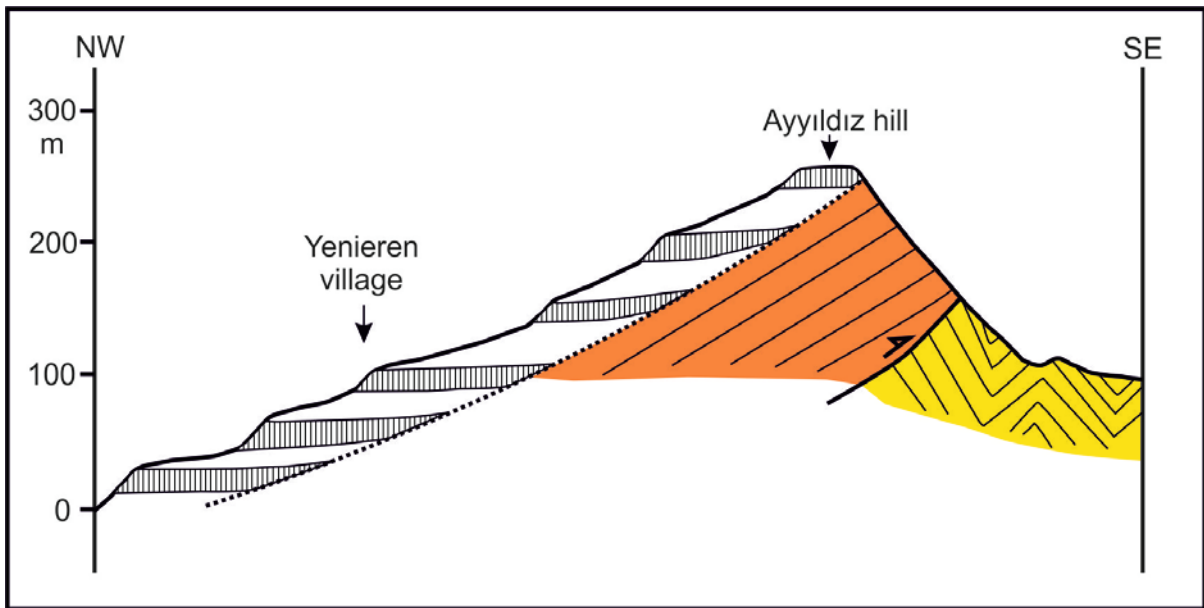
Çalışma bölgesinde fay düzlemi verisi derlenenemiş tamamen denizel taraçaların jeomorfolojik durumu üzerine çalışma yapılmıştır. Sıkışmalı bir sistemin varlığının netliği sebebi ile çalışma yükselmenin yaşlandırılması üzerine olmuştur. Pliyo-Kuvaterner'den günümüze maksimum 240 m yükseklikte kalmış denizel taraçalar haritalanmıştır (Şekil 34). Bu toplam yükselme döneminde beş denizel taraca-denizel plaj çökeli tanımlanmıştır.

Özetle Kuvaterner'den günümüze 240 m'lik yükselme, 0.12 mm/yıl yükselme (düşey atım) hızı ile gerçekleşmiştir.



Ma. (Ogg et al., 2008)	Epochs	Mediterranean Stages	Eastern Paratethys Stages	European Land Mammal Zones	Lithology	Neogene-Quaternary Magmatism
0.0117	Holo.				Alluvium, alluvial fan, fan delta, marine terraces	No volcanism
2.588	Pleistocene.	GELASIAN	VILLAFRA	MN 17	Beachrock, fluvial clastics	
		PIACENZIAN		MN 16	U	
5	Pliocene	ZANCLEAN	KIMMERIAN	MN 15	Sandstone-marl-conglomerate to marine mudrocks	
				MN 14	Basal conglomerate to marine clastics	
10	Late Miocene	MESSINIAN	PONTIAN	MN 13	U	
				MN 12	Massive to bedded gypsum	
		TORTONIAN	MAEOTIAN	MN 11	Chalk	
				MN 10		
15	Middle Miocene	SERRAVALIAN	SARMATIAN	MN 7+8	Deep sea carbonates / calciturbidites, clastics to open marine sequence	
			KONKIAN KARAGANIAN TSHOKRAKIAN	MN 6		
		LANGHIAN	TARKHANIAN	MN 5	U (?)	
20	Early Miocene	BURDIGALIAN	KOTSAKHURIAN	MN 4		
			SAKARAUULIAN	MN 3	Open marine to continental slope clastics	
		AQUITANIAN	KARADZHALGANIAN	MN 2	(Turbidites, calcareous sandstones, channel fill conglomerates)	
				MN 1	U	
Oligo - Miocene					Unconformity (U) (?)	
					Cretaceous ophiolitic mélangé, Eocene clastics, Oligocene units	

Şekil 33. Karpaz bölgesi Neojen stratigrafisi.



Şekil 34. Denizel taraçaların dizilimi.

### 3. SONUÇLAR

Neotetis Okyanusları'nın ardı sıra kapanması neticesinde kuzeyde Karadeniz Dağları ve güneyde Toros-Zagros Dağları oluşmuştur. Bu iki dağ silsilesi arasında ise yükselen platonun çökmesi neticesinde bugünkü Orta Anadolu ve Doğu Anadolu Platoları oluşmuştur.

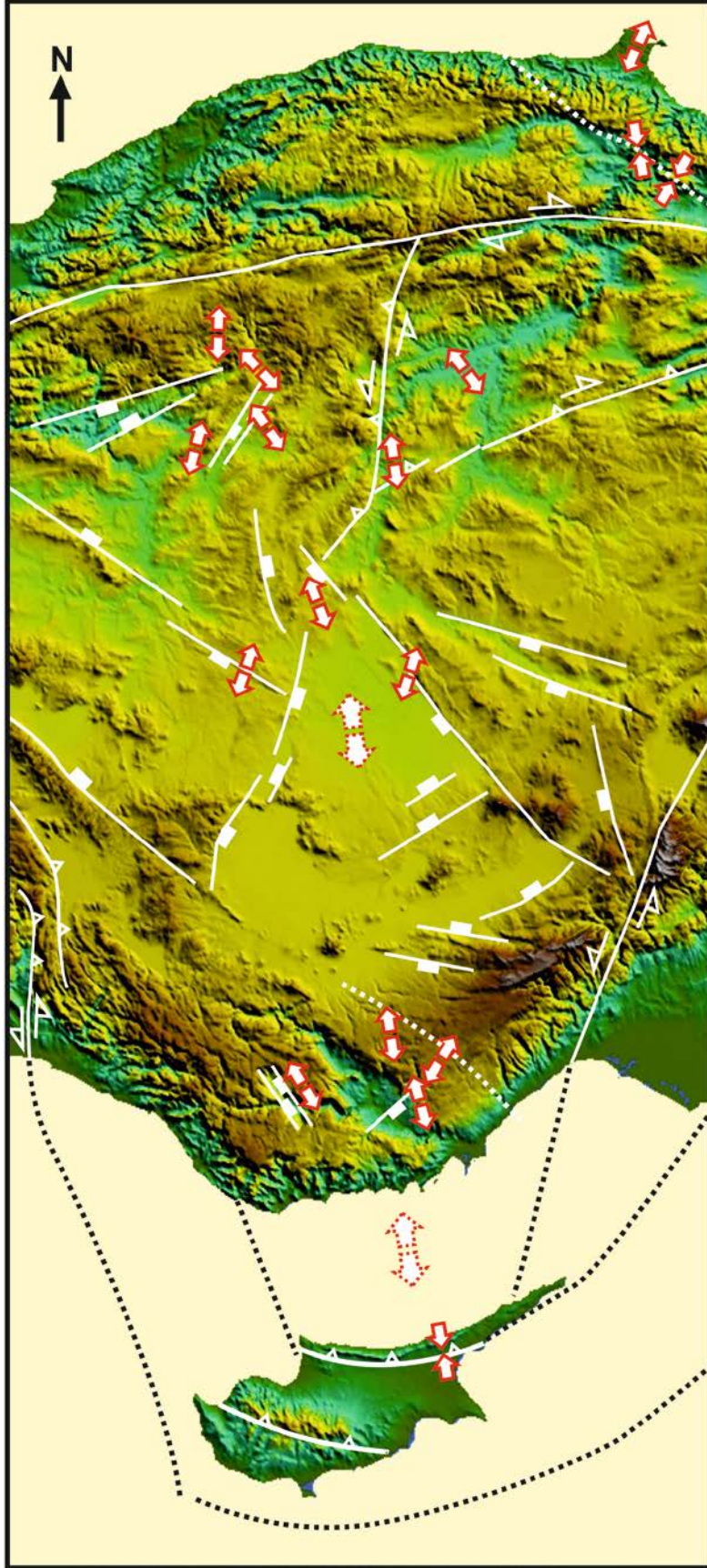
Neotetis'in kuzey kolu Geç Eosen sonrası Miyosen öncesi kuzeyde kapanmış ve kıta kıtaya çarpışma gerçekleşmiş, eklenir kama yükselmeye devam etmiştir. Bu süreç devamında Karadeniz Dağları'nın yükselmeye başlaması neticesinde İç Anadolu'nun denizle olan ilişkisi kesilmiştir. Ancak bu esnada Neotetis'in güney kolunda dalma batma devam etmiş, Güney Doğu Anadolu kuşağı boyunca yükselen eklenir kamanın etkisinde Miyosen denizi Basra körfezine doğru çekilmeye başlamış ve Doğu Akdeniz'de denizel çökelim devam etmiştir. Kızıldeniz'in yayılımı, Ölü Deniz Fayı'nın kuzeye doğru gelişimi ve Neotetis'in güney kolunda kapanmanın verev olması (Hempton, 1985) Miyosen'den Günümüz'e farklı jeolojik dönemlerde farklı levha tektoniği mekanizmalarının çalışmış olabileceğini göstermektedir. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeyinde ve Doğu Akdeniz'de Miyosen denizel özellikler taşıırken Karadeniz Dağları ile Toros Dağları arasındaki bölgede Miyosen yaşlı denizel oluşumlar söz konusu değildir. Dolayısı ile Miyosen'den günümüze yükselmiş olan İç Anadolu göller bölgesi kapalı havza niteliğini korumuştur. Ardı sıra kapanan Neotetis okyanusları İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde plato oluşumlarını sağlamış (Şengör ve Yılmaz 1981; Bergougnan, 1976), Kuzey Anadolu ile Doğu Anadolu fayları makaslama zonlarının oluşması ve birlikte hareket etmeleri neticesinde Anadolu levhasının batıya kaçışı (Rotstein, 1984; Barka, 1992; Piper vd., 1997; Kissel vd., 2003) İç Anadolu Plato'sunda Pliyosen ve sonrası çökmeye sebep olmuştur. Bu çökme dalan levhanın geri çekilmesi, levha penceresinin oluşması veya KAF ve DAF arasında yer alan Anadolu Blok'unun batıya kaçması, veya tümü gibi mekanizmalar vasıtası ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Kuzeyde ve güneyde ardı sıra gerçekleşen çarpışma neticesinde izostatik yükselen Orta Anadolu bölgesinde çökme mekanizması ile karşılanmaya başlanmıştır (Şekil 35). Analizlerimiz neticesinde;

- Sinop bölgesinde Pliyosen sonrası genişlemenin olduğu bu alandaki düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.03-0.09 mm/yıl olduğu,

- Boyabat bölgesinin ise Kuzey Anadolu fayının hareketliliği neticesinde Pliyosen'den beri halen sıkışmalı rejim altında ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.06 mm/yıl olduğu,
- Ankara bölgesinin kinematik analizler neticesinde Kuvaterner'den bu yana KB-GD'dan BKB-DGD'ya değişen genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.04-0.05 mm/yıl olduğu,
- Çankırı bölgesinin kinematik analizler neticesinde Kuvaterner'den bu yana çok yönlü yaklaşık KB-GD ile KKB-GGD genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.08 mm/yıl olduğu,
- Tuz Gölü bölgesinin kinematik analizler neticesinde Kuvaterner'den bu yana çok yönlü KKD-GGB ile KKB-GGD yönelimli genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.05-0.07 mm/yıl olduğu,
- Mut bölgesinin kinematik analizler neticesinde Kuvaterner'den bu yana çok yönlü KB-GD ile KD-GB yönelimli genişleme rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.08 mm/yıl olduğu,
- Kıbrıs bölgesinde ise Kuvaterner'den bu yana sıkışmalı rejimi altında olduğu ve düşey atım hızının Kuvaterner'den itibaren 0.12 mm/yıl olduğu hesaplanmıştır.
- Mut ve Karpaz (K Kıbrıs)'ta ki genişleme tamamen sıkışmalı rejimde eklenir kamanın yükselmesi neticesinde üzerleyen levha üzerinde gelişen çökmeler olarak yorumlanabilir.

Özetle OAP'su kuzeyde sismojenik Kuzey Anadolu Fayı ve güneyde Kıbrıs Yayı arasında Kuvaterner'den itibaren genişleme rejimi altında gelişmekte ve düşey atım hızı 0.04 ile 0.12 mm/yıl arasında değişmektedir.



Şekil 35. OAP'su üzerinde Geç Kuvaterner'i etkileyen faylar üzerinde yapılan kinematik çalışmaların sonucu.



## TR2 Değinilen Belgeler

- Agusti, J., Cabrera, L., Garces, M., Krijgsman, W., Oms, O. and Pares, J. M., 2001. A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art, Earth-Science Reviews, 52, 247-260.
- Akarsu, I. ve Aydın., M., 1977. Durađan, Boyabat, Tařkoprü ve Çatalzeytin dolaylarının jeoloji raporu: T.P.A.O. Report no: 1183.
- Akarsu, I., 1960. Mut Bölgesinin jeolojisi. MTA Derg. 54, 36-45
- Akkan, E., 1975. Sinop yarımadasının jeomorfolojisi: AÜ Dil ve Tarih Cođ. Fak. Yayınları, 261.
- Aksu, A.E., Calon, T.J., Hall, J., Mansfield, S., Yařar, D., 2005. The Cilicia-Adana basin complex, Eastern Mediterranean: Neogene evolution of an active fore-arc basin in an obliquely convergent margin, Marine Geology, 221, 121-159.
- Angelier, J. 1991. Inversion of field data in fault tectonics to obtain regional stress. III: A new rapid direct inversion method by analytical means. Geophys. Jour. Int. 103, 63–76.
- Angelier, J., 1979. Determination of the mean principal directions of stresses for a given fault population. Tectonophysics, 56, T17-T26.
- Angelier, J., 1984. Tectonic analysis of fault slip data sets. Journal of Geophysical Research, 80, 5835–48.
- Angelier, J., 1994. Fault slip analysis and paleostress reconstruction. In: Hancock, P.L. (Ed.) Continental Deformation. Pergamon, Oxford, 101-120.
- Arıkan, Y., 1975. Tuz gölü havzasının jeolojisi ve petrol imkanları, M.T.A. Bull., 85, 17-38.
- Barka, A., 1992. The North Anatolian fault. Anneles Tectonicae, 6, 164-195.
- Barka, A.A. and Hancock, P.L., 1984. Neotectonic deformation patterns in the convex-northwards arc of the North Anatolian fault zone, in: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F., eds., The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Geological Society of London Special Publication No: 17, 763-774.
- Bassant, P., Van Buchem, F.S.P., and Görür, N., 2005. The stratigraphic architecture and evolution of the Burdigalian carbonate-siliciclastic sedimentary systems of the Mut Basin, Turkey: Sedimentary Geology, v. 173, p. 187-232.
- Bergougnan, H., 1976. "Doğu Anadolu'da Avrupa ve Arabistan Bloklarının çarpışması". H.Ü. Yerbilimleri Bull., 1, 31-41.
- Bilgin. A.Z., Uđuz, M.F., Elibol, E., Güner, E. Ve Gedik İ., 1994. Mut-Silifke-Gülnar yöresinin (İçel ili) Jeolojisi. MTA Report 9715.
- Birgili, ř., Yoldaş, R. and Ünalın, G., 1975. Çankırı-Çorum Havzası'nın Petrol Olanakları. MTA Rapor No: 5621.
- Dellaloğlu, A. A., Aksu, R., 1984. Kulu, şereflikoçhisar, Aksaray dolayının jeolojisi ve petrol olanakları, yayınlanmamış, TPAO Report no: 2020

- Dellaloğlu, A.A., Tüysüz, O., Kaya, O.H. and Harput, B., 1992. Kalecik (Ankara)-Eldivan-Yapraklı (Çankırı)- İskilip (Çorum) ve Devrez Çayı arasındaki alanın jeolojisi ve petrol olanakları, TPAO Rap. No. 3194.
- Demirci, C. Y., 2000. Structural Analysis in Beypazarı-Ayaş-Kazan-Peçenek Area, NW of Ankara (Turkey). PhD Thesis, METU.
- Derman, A. S., Rojay, B., Güney, H., Yıldız, M. 2000. Koçhisar-Aksaray fay zonu'nun evrimi hakkında yeni veriler. Haymana-Tuz Gölü-Ulukışla basenlerinin uygulamalı çalışması. TPJD Özel Sayı, 5, 46.
- Dirik, K. and Göncüoğlu M.C., 1996. Neotectonic characteristics of Central Anatolia, Int. Geol. Review, 38, 807-817.
- Dirik, K. ve Erol, O., 2000. Tuz Gölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi; Orta Anadolu-Türkiye. Haymana-Tuz Gölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma (Workshop), TPJD Özel Sayı, 5, 27-46.
- Dreghorn, W. 1978. Landforms in Girne Range, Northern Cyprus. MTA Yayını, 172.
- Erol, O., 1954. Ankara ve Civarının Jeolojisi Hakkında rapor. MTA Report no. 2491.
- Erol, O, 1961. Ankara bölgesinin tektonik gelişmesi. TJK Bull., VII/1, 57-85. 7-2, 57-58.
- Gedik, A., Birgili, Ş., Yılmaz, H.ve Yoldaş, R. 1979. Mut-Ermenek-Silifke yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları. TJK Bülteni, 22, 7-26.
- Gedik, A. ve Korkmaz, S., 1984. Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları, Jeoloji Mühendisliği, 19, 53-79.
- Gökten, E., 1976. Silifke yöresinin temel kaya birimleri ve Miyosen stratigrafisi TJK Bült, 19, 2, s. 117-126.
- Gökten, E., Kazancı, N., and Acar, Ş., 1988. Ankara Kuzeybatısında (Bağlum-Kazan arası) Geç Kretase-Pliyosen serilerinin stratigrafisi ve tektoniği, MTA Bulletin, 108, 69-81.
- Göncüoğlu, M. C., Erler, A., Toprak, V., Yalınız, K., Olgun, E. and Rojay, B., 1992. Orta Anadolu Masifinin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm II: Orta kesim. TPAO Rap. No: 3155.
- Gürbüz, M., 1981. İnönü (KB Ankara) Orta Miosendeki Hemicyon sansaniensis (Ursidae) türünün tanımlanması ve stratigrafik yayılımı. TJK Bulletin, 24, 2, 85-90.
- Hakyemez, Y. Turhan, N. ve Sönmez, İ., 2002. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin Jeolojisi. MTA Report.
- Hakyemez, Y., Barut, M. Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağar, Z. ve Sözeri, B., 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi. MTA. Rap. 7966.
- İşseven, T., Tüysüz, O. 2006. Palaeomagnetically defined rotations of fault-bounded continental blocks in the North Anatolian Shear Zone, North Central Anatolia. Jour. Asian Earth Sci. 28, 469-479.

- Karaca, A., 2004. Post-Miocene deformation of the area between Alibet(Kızılcahamam) and Karalar (Kazan) villages, NW Ankara (Turkey). MSc Thesis. METU, Ankara, Turkey.
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-stratigraphical Evolution of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey). PhD Thesis, Universiteit Utrecht, Utrecht.
- Kaymakçı, N., White, S.H. and van Dijk, P.M., 2000. Paleostress inversion in a multiphase deformed area: kinematic and structural evolution of the Çankırı basin (central Turkey), Part 1 – northern area. In: Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area. Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D.A. (eds.). Geo. Soc., London, Spec. Publ. 173, 295-323.
- Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun tektonik birlikleri. MTA Bülteni, 66, 23-34.
- Ketin, I., 1988. A comparison between the tectonic units of Cyprus and the southern Taurus-Amanos Mountains. M.E.T.U. Journal Pure and Applied Science, 21/1-3, 169- 182.
- Kissel, C., Laj, C., Poisson, A., and Görür, N., 2003. Paleomagnetic reconstruction of the Cenozoic evolution of the Eastern Mediterranean. Tectonophysics, 362, 199-217.
- Koçyiğit, A., 1987. Hasanoğlan (Ankara) yöresinin tectono-stratigrafisi: Karakaya Orojenik kuşağının evrimi. H. U. Yerbilimleri Bull., 14, 269-293.
- Koçyiğit, A. 2000. Orta Anadolu'nun genel Neotektonik özellikleri ve depremselliği. Haymana-Tuz Gölü-Ulukışla Basenleri Uygulamalı Çalışma (Workshop), TPJD Özel Sayı, 5, 1-26.
- Ortynski, İ. ve Tromp, S.W., 1942. Boyabat-Ekinveren Bölgesinin jeolojisi. MTA Mecmuası, No.3/28, 399-424.
- Ozansoy, F., 1961. Ankara Bölgesi Fauna Teakubu Etüdünün Esaslı Sonuçları, MTA Bulletin, 56, 86-95.
- Özgül, N., 1975. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. TJK Bült., 19, 1, 65-78.
- Özsayın, E. 2007. Neogene–Quaternary Structural Evolution of İnönü–Eskişehir Fault System between Yeniceoba–Cihanbeyli (Konya–Turkey). Ph.D. thesis, Hacettepe University, Ankara-Turkey.
- Özsayın, E. ve Dirik, K. 2007. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir Fault System, Central Anatolia. T. Jour. of Earth Sci 16, 471-492.
- Piper, J. D. A., Tatar, O. and Gürsoy, H., 1997. Deformational Behaviour Of Continental Lithosphere Deduced From Block Rotations Across The North Anatolian Fault Zone In Turkey. Earth and Planetary Sci. Letters 150, 191-203.
- Robertson, A.H.F. and Woodcock, N.H., 1986. The role of the Kyrenia Range Lineament, Cyprus, in the geological evolution of the eastern Mediterranean area. Phil. Trans. R. Soc. London, A317, 141-177.
- Robertson, A.H.F., 1977. Tertiary uplift history of the Troodos massif, Cyprus. Geol. Soc. Am. Bull., 88, 1763-1772.

- Rojay, B. and Karaca A., 2008. Post-Miocene deformation in south of the Galatian volcanic province, NW of Central Anatolia (Turkey). *T. Jour. of Earth Sci.* 17, 4, 653-672.
- Rojay, B., Altiner, D., Altiner, S. Ö., Önen, A. P., James, S. and Thirlwall, M. F., 2004. Geodynamic significance of the Cretaceous pillow basalts from North Anatolian Ophiolitic Mélange Belt (Central Anatolia, Turkey): geochemical and paleontological constraints. *Geodinamica Acta*, 17/5, 349-361.
- Rotstein, Y., 1984. Counterclockwise rotation of the Anatolian Block. *Tectonophysics*, 108, 71-91.
- Şen, Ş., and Rage, J. C., 1979. Çalta (Ankara) Pliyosen Omurgalı Faunası, *TJK Bulletin*, 22, 1, 155-160.
- Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., Varol, B. And Araz, H., 1998. Mammalian biochronology of Neogene deposits and its correlation with the lithostratigraphy in the Çankırı-Çorum Basin, central Anatolia, Turkey. *Eclogae geol. Helv.* 91, 307-320.
- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, v. 75, p. 181-241. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Sickenberg, O., and Tobien, H., 1971. New and lower Quaternary vertebrate faunas in Turkey, *Newsl. Stratigr.*, 1, 3, 51-61.
- Tanar, Ü. ve Gökçen, N., 1990. Mut-Ermenek Tersier İstifinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojisi. *MTA Bulletin*. 110, 175-180,
- Tatlı, S., 1981. Kızılcahamam Doğu Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları, *MTA Report no. 5749*, 42 p.
- Tekkaya, İ., 1973. Orta Sinaptaki Yeni Bir Gazella Türü, *MTA Bulletin*, 80, 113-136.
- Tekkaya, İ., 1974a. The Bovidae fauna of middle Sinap of Turkey, *TJK Bulletin*, 17, 1, 173-186.
- Tekkaya, İ., 1974b. A new species of Tortonian Anthropoid (primate, mammalia) from Anatolia, *MTA Bulletin*, 83, 148-165.
- Türkecan, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Dinçel, A., Karataş, S., Özgür, İ.B., Akay, E., Bedi, Y., Sevin, M., Mutlu, G., Sevin, D., Ünay, E., ve Saraç, G., 1991. Seben-Gerede (Bolu)- Güdül- Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş- Orta-Kurşunlu (Çankırı) yörelerinin (Koroğlu Dağları) jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi, *MTA Report no. 9193*.



# TR3

## ORTA MİYOSEN - GEÇ KUVATERNER YAŞLI KAPADOKYA VOLKANİZMASININ ZAMAN VE MEKAN İÇİNDE GELİŞİMİNİN İNCELENMESİ



**TR3 Ekibi:**

**Prof. Dr. Erkan AYDAR**

**Yrd. Doç. Dr. H. Evren ÇUBUKÇU**

**Dr. Orkun ERSOY**

## 1. GİRİŞ (TR3)

Proje bölgesi Orta Anadolu Nevşehir, Kayseri, Niğde ve Aksaray illerinde K32, K33, L32 ve L33 paftalarının kapsadığı alandır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Bölgenin yerbulduru haritası.

Hasan Dağı ile Erciyes Dağı arasında kalan bölgenin en yüksek noktası 1982 m ile Erdaş Dağı'dır. Bölgenin kuzeyinde yer alan Kızılırmak, Kırşehir fay sisteminin doğrultu atımlı önemli bir unsuru olan Salanda fay zonunda bulunur (Doğan, 2011). Bölge topoğrafyası mostra veren volkanik birimlere ve yapılara bağlı olarak ani değişimler gösterir. Nevşehir Bölgesi, etkin Kuvaterner volkanizma ve ilişkili bazaltik lav akıntıları nedeniyle Acıgöl – Kızılırmak arasında az engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Acıgöl güneyinde Kuvaterner volkanizma münferit domlar ve kaldera yapıları oluşturmuştur. Erdaş Dağı Üst Miyosen yaşlı andezitik bir masiftir. Erdaş güneyi ve güneydoğusunda Kuvaterner monojenetik bazaltik çıkış noktaları, Pliyosen yaşlı adakitik domlar gözlenir. Derinkuyu güney-güneybatısında Pliyo-Kuvaterner Göllüdağ Riyolitik kompleksi yer alır. Nevşehir – Ürgüp – Soğanlı bölgesinde Miyosen piroklastik akıntı çökellerinin derin vadiler ile kesildiği gözlenir. Orta Anadolu Volkanizması çok sayıda çalışmaya konu olmuştur. Bölge ile ilgili olarak literatürde rastlanılan çalışmalar başlıca üç ana konu üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bunlar;

(i) Volkanizma-tektonik ilişkilerinin irdelendiği çalışmalar (Pasquare vd., 1988; Toprak ve Göncüoğlu, 1993; Toprak, 1998, Dhont vd., 1998; Froger vd., 1998),

(ii) Bölgedeki strato-volkanların, monojenetik yapıların ve Kapadokya ignimbritlerinin dinamik gelişimi, stratigrafisi, patlama özellikleri, yayılımları, volkanitlerin petrolojik

özellikleri, magmaların zaman-mekan içindeki özelliklerinin belirlenmesi gibi volkanolojik ve jeokimyasal çalışmalar (Batum, 1978; Ercan, 1985; Aydar, 1992; Aydar ve Gourgaud, 1993; Aydar vd., 1994; Aydar vd., 1995; Le Pennec vd., 1994; Druitt vd., 1995; Aydar ve Gourgaud, 1998; Deniel vd., 1998, Temel, 1998; Kuzucuoğlu vd., 1998; Mouralis vd., 2002; Şen vd., 2003) gibi konuları ele alan volkanolojik çalışmalar,

(iii) Özellikle üstü örtülü olan volkanik yapıların belirlenmesi amacı ile jeofizik çalışmalar (Öngür, 1978; Ekingen, 1982; Froger vd., 1998) olarak sıralanabilirler.

Sassano (1964), dönemin kısıtlı volkanolojik bilgileri ile tanımlamalar yaparak, bölgenin Kuvaterner yaşlı volkanizması üzerine volkano-stratigrafik önerilerde bulunmuştur. Nevşehir civarında mostra veren iki silisik merkez ile 100 civarında bazaltik cüruf konisinin varlığı Pasquare, (1968), Batum, (1978) çalışmalarında da belirtilmiştir. Orta Anadolu Volkanizması Aydar vd., (1994 ve 1995) tarafından, volkanizmanın farklı özellik göstermesi nedeniyle, bölge sektörlerine ayrılarak incelenmiş ve Nevşehir-Acıgöl arasındaki riyolitik domlar, maarlar ile bazaltik cüruf konilerinin özellikleri incelenmiştir. Riyolitik volkanizma üzerine Bigazzi vd., (1993) iki adet obsidyen örneğinin fission-track yöntemi ile yaş tayinlerini yapmış ve 180.000 ile 20.000 yıl yaşlarını elde etmişlerdir.

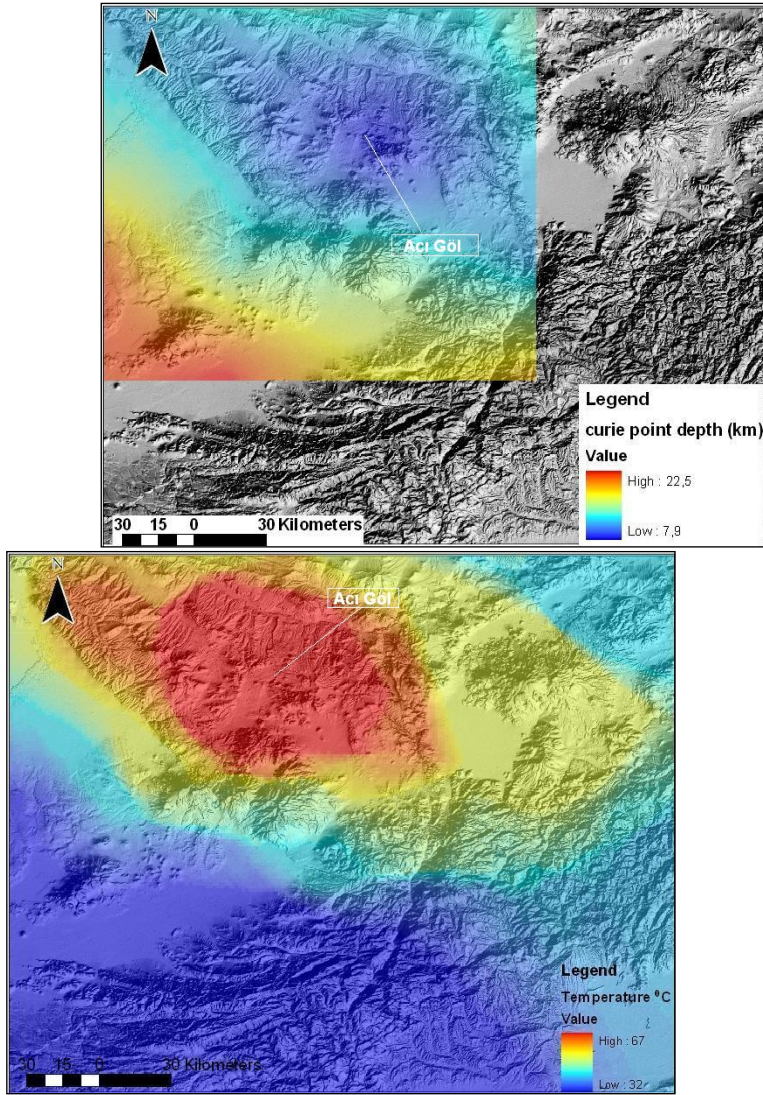
Kapadokya bölgesi ignimbiritleri üzerine, yapılan çalışmalarda gerek stratigrafik istif, gerekse yaş özellikleri literatürde tartışılmış ve farklı araştırmacılar gerek arazi gözlemleri, gerekse yaş tayinlerine dayanarak farklılıklar sunan stratigrafik istifler önermişlerdir. Pasquare, 1968; Innocenti vd., (1975); Besang vd., (1978), Temel (1992); Notsu vd., (1995); Schumacher ve Schumacher (1996) çalışmalarının hiç birinde ignimbiritler için kaynak bölge ve özellikleri belirtilmemiştir. Ayrıca ignimbiritler üzerinde sedimantolojik çalışmalara pek yer verilmemiştir. Bunun yanı sıra Le Pennec vd., (1994) ve Le Pennec vd., (2005) sedimantolojik ve manyetik hassasiyet anomalilerine dayanarak ignimbiritlerin ayırtılmasını yapmış ve ignimbirit bireylerinin muhtemel kaynak bölgelerini işaret etmişlerdir. Ancak kaynak bölgenin özellikleri, sınırları, büyüklükleri, çökme oranları, yapısal unsurların durumu hakkında herhangi bir bilgi ve çalışmaya rastlanmamaktadır. Diğer taraftan Viereck-Götte vd., (2010), küçük değişiklikler ile farklı bir ignimbirit stratigrafisi önermiştir.

Ayrıca bölgede, riyolitik maarlar, domlar ile bazaltik cüruf konilerine de rastlanılmaktadır. Özellikle Riyolitik domlar üzerine yapılan "Fission Track" yaş tayinleri bu obsidiyenik domların Geç Pleyistosen yaşında olduğunu ve 15.000 yıl kadar genç olduklarını göstermektedir.

Kapadokya Kuvaterner volkanizması başlıca andezitik-dasitik stratovolkanlar ile bimodal karakter sunan monojenetik yapılardan oluşmaktadır (Aydar, 1995). Genç volkanizmanın kökeninde çarpışma kökenli alkali-kalkalkali kayaç birlikteliği önerilirken (Aydar, 1992, Deniel vd., 1998), volkanizmanın dalma-batma ile ilintili olduğu da önerilmektedir (Olanca, 1994). Ayrıca bölgenin Kuvaterner bazaltlarının OIB tarzında bir kaynaktan türediğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Şen, 2004).

Diğer taraftan Kapadokya İgnimbiritlerinin jeokimyasal incelemelerini yapan Temel vd., (1998) son 10 My içinde yaşlıdan gence doğru, volkanitlerin kökeninde magmalara kabuk bileşeninin azalan oranlarda katıldığını yani kabuksal kirlenmenin giderek azaldığını belirtmişler ve Miyosen-Pliyosen yaşlı Kapadokya İgnimbiritleri'nin oluşumunda tektonik rejim olarak, sıkıştırma (*compressive*) rejiminden, genleşme (*extensive*) rejimine geçiş olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Aydar vd., (1995), Deniel vd., (1998) de Kapadokya Bölgesinin Kuvaterner yaşlı volkanizmasında Alkali-Kalkalkali kayaç birlikteliğini tespit ederek, geçişli bazaltların varlığından söz ederek, bölgenin genleşme rejimi etkisi altına girdiğini belirtmişlerdir. Yapısal incelemelerde de, Toprak ve Göncüoğlu, (1993), Toprak (1998), Miyosende KB-GD yönelimli normal fayların bölgede mevcut olduğunu, ancak bu fayların günümüzde aktif olmadığını ve bu yönlerin KD-GB yönlü çizgisellikler ile kesilerek bölgede açılmanın olduğunu söylerken, Dhont vd., (1998), Froger vd., (1998) bölgede bir grabenin varlığından söz ederek, grabenin Gümüşkent Fayı'nın uzantısı ile sınırlandığını ve buna paralel olarak Ecemiş ve Tuzgölü faylarının yan bileşenlerinin de aktif olması ile "Pull apart graben" oluştuğunu ileri sürmüş ve volkanitlerin bu graben ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Ateş vd., (2005), Orta Anadolu Bölgesinde "Curie Sıcaklığı Derinliği" ve "Jeotermal Gradyan" ile ilgili çalışmalar yapmış ve önerilen proje alanında CSD değerinin 7.9 km derinlikte olduğunu belirtmişlerdir. Yani doğal manyetik olan manyetit minerallerinin demanyetizasyon sıcaklığı olan yaklaşık 580 °C sıcaklığa çok sığ derinliklerde ulaşıldığı ve bölgede jeotermal gradyanın çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ateş vd., (2005) tarafından verilen CSD ve jeotermal Gradyan haritaları tarafımızdan sayısallaştırılarak, proje alanı, Coğrafi Bilgi Sistemi ile Sayısal Arazi Modeli üzerinde verilmektedir. Bu anomaliler KB-GD yönlü bir uzanım sunarken, bir graben varlığını da düşündürmektedir.





Şekil.1.2. Orta Anadolu Bölgesinin Curie Sıcaklığı Derinlikleri ile Termal gradyan gösterimleri (veriler Ateş vd., 2005'den alınarak, 3D Sayısal Arazi Modeli üzerine yerleştirilmiştir).

## 2. GERÇEKLEŞTİRİLEN ÇALIŞMALAR

Proje kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar saha ve laboratuvar çalışmaları olarak başlıca iki ana grup altında toplanabilir.

### 2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları 2008, 2009 ve 2010 yaz aylarında tamamlanmıştır. 2008 yılı yaz dönemi boyunca gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile Nevşehir ili, Acıgöl, Gülşehir ilçelerini kapsayan bölgede yüzlek veren volkanik kayaların tanımlamaları yapılmış ve birimleri

temsil eden örnekler alınmıştır. Arazi çalışmalarının bu ilk etabında jeolojik unsurlar kaydedilmeye başlanmıştır. Yine 2008 yılının güz aylarında gerçekleştirilen çalışmalar ile bölgede yüzlek veren piroklastik akıntı birimlerinden radyometrik yaş tayini yapılabilmesine imkan verecek nitelikte örnekler alınmıştır.

2009 yılı arazi çalışmaları üç etapta gerçekleştirilmiştir. 2009 yılı yaz ayları boyunca, önceki çalışmalarda tamamlanamamış bölgelere ağırlık verilmiştir. Arazi çalışmaları doğuda Sultansazlığı havzası, kuzeyde Kızılırmak ve kuzeyi, batıda Güzelyurt, güneyde Çiftlik bölgelerine kadar genişletilmiştir. Çalışma bölgesinde gözlemlenen ignimbiritik akıntılar, proje önerisinde de daha önceden belirtildiği üzere, literatür temel alınarak, incelenmiştir. 2009 yılının üçüncü etap çalışmalarında Nevşehir Platosu'nun paleoaltimetre verilerinin edinilmesi için yaşı bilinen, alt ve üst sınırı belirgin bazaltik/bazaltik andezitik lav akıntılarının taban ve tavan zonlarından örnekleme yapılmıştır. 2010 yılı arazi çalışmaları yaz ayları boyunca gerçekleştirilmiştir. Önceki çalışmalardan eksik kalan ve laboratuvar çalışmaları ile yeniden gözden geçirilmesi gereken bölgeler üzerinde yoğunlaşmıştır.

## **2.2. Laboratuvar Çalışmaları**

Proje kapsamında gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları, mineralojik ve petrografik analizler, jeokimyasal analizler, radyometrik analizler ve veritabanı oluşturulması şeklinde 4 ana başlık altında toplanabilir. Gerçekleştirilen laboratuvar analizlerinin nitelikleri, kullanılan ekipman ve uygulanan yöntemler aşağıda verilmiştir.

### **2.2.1. Petrografik - Mineralojik Analizler**

Proje kapsamında alınan örneklerin ince kesitleri Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce kesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda hem alttan aydınlatmalı polarizan hem de elektron mikroskopi çalışmalarına uygun olacak şekilde üzeri açık olarak hazırlanmıştır. Polarizan mikroskopi tekniklerine de uygun şekilde lam üzerine Araldit epoksi kullanılarak hazırlanan ince kesitlerin üzeri lamel ile kapatılmamaktadır. Bunun yerine giderek incelen tane boyuna sahip (9 $\mu$ , 6 $\mu$ , 3 $\mu$ , 1 $\mu$  ve 0.05 $\mu$ ) elmas süspansiyonlar kullanılarak her tane boyu için farklı bir aşındırma/parlatma diskinde parlatılmıştır. İnce kesitler Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ndeki LEICA-DM 6000 E model polarizan mikroskoplar kullanılarak incelenmiş, dijital görüntüleme için LEICA DFC-320 model mikroskop kamerası kullanılmıştır.

Elektron mikroskopi çalışmaları Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskopi Laboratuvarında bulunan Carl Zeiss EVO-50 EP model taramalı elektron mikroskop kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz gerçekleştirilecek çalışmanın amacına yönelik muhtelif dedektörler içermektedir. Elektron mikroskop altında incelenecek örneklerin yüzeyinin iletken bir malzeme (altın ya da karbon) ile kaplanması gerektiğinde EMS 5000 SC (Sputter Coater) kullanılmaktadır. Bazı örneklerin kaplamaya elverişli olmaması, ya da kaplandığında inceleme amacına uymaması halinde Elektron Mikroskop düşük vakum altında da çalışabilmektedir. Düşük vakum koşullarında ikincil elektron (Secondary Electron) sinyalleri VPSE (Variable Pressure SE) dedektörü ile sağlanmaktadır. Elektron Mikroskop üzerinde entegre Everhart-Thornley SE dedektörü elektron bombardımanı ile oluşan ikinci elektronların topoğrafik görüntü şeklinde elde edilmesini sağlar. BSE (Back Scatter Electron) dedektörü ise incelenen numune üzerinde ortalama kimyasal bileşime göre gri tonlarında farklılık gözlenir. Bu dedektör, özellikle incekesitlerin incelenmesi sırasında minerallerin saptanması, hatta minerallerin zonlanmasının gözlenmesine izin vermektedir. Elektron bombardımanı ile katot ışınması yapan mineraller üzerinde, kristal büyümeleri ve zonlanmaların detaylı görüntülenmesi ise CL (Cathodoluminescence) dedektörü ile sağlanmaktadır. Görüntüleme çalışmaları sırasında cihaz 10-25 kV ivmelendirici gerilim, 100 pA (SE) – 10nA demet akımı, 1 -5 µ demet çapı ve 15 -150 sn tarama zamanı koşullarında kullanılmıştır.

Mineral mikroanalizleri seçilen 45 örnek üzerinde taramalı elektron mikroskopla entegre çalışan Bruker-Axs Xflash 3001 SDD-EDS (Silicon Drift Detector – Energy Dispersive Spectrometer) ile gerçekleştirilmiştir. Yeni nesil Silicon Drift dedektör, verilen ivmelendirici gerilim altında eski nesil EDS dedektörleriyle karşılaştırıldığında çok daha yüksek X-Işını sinyali saptayabilmekte, enerji spektrumunda 127 eV çözünürlüğünde sinyal işleme yapabilmektedir. Mineral mikroanalizleri için cihaz 15 kV ivmelendirici gerilim, 15 nA demet akımı ve 120 sn sayma zamanı koşullarında kullanılmıştır. Analizler TR3 Ek-1'de sunulmaktadır.

### **2.2.2. Jeokimyasal Analizler**

Çalışma bölgesinden alınan örneklerden seçilen 279 örnek üzerinde ana ve iz element bileşimleri saptanmıştır. Bununla beraber, belirlenen örnekler üzerinde Sr, Nd ve Pb izotop çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.2.1. Ana ve İz Element Bileşimleri

Çalışma bölgesinden alınan kayaç numunelerinin tüm kayaç ana ve iz element bileşimleri ACME laboratuvarlarında (Kanada) saptanmıştır. Analizler TR3 Ek-2’de sunulmaktadır. Ana element analizleri ICP-ES (Emission Spectrometry) yöntemi ile, iz element içerikleri ICP-MS (Mass Spectrometry) yöntemi ile elde edilmiştir. Ana element çözümlenmelerinde hassasiyet  $\pm$  %0.01 civarındadır. İz element çözümlenmelerinde ise hassasiyet element gruplarına göre farklılık göstermektedir. Nadir Toprak Elementlerinde  $\pm$  0.02 ppm – 0.1 ppm; Ba’da 1, V’da 8 ve Zn’da 5 ppm, diğer tüm iz element içeriklerinde ise 0.1 ppm’dir.

### 2.2.2.2. Sr – Nd ve Pb İzotop Sistematiği

Seçilen 41 örnek üzerinde Sr – Nd izotop sistematiği Ortadoğu Teknik Üniversitesi Merkezi Laboratuvarında TRITON (Thermo Fisher Scientific) model Termal İyonizasyon Kütle Spektrometresi (TIMS) kullanılarak elde edilmiştir. Ölçüm periyodunda SRM987 standardı  $0,710251 \pm 5$  (n=3) ölçülmüş olup veriler 0,710240'a göre normalize edilmiştir. Nd LaJolla standardı ise  $0.511850 \pm 5$  (n=2) ölçülmüştür.

### 2.2.2.3. Pb İzotop Sistematiği

Seçilen 41 örnek üzerinde Pb izotopik analizleri Université Libre de Bruxelles (Brüksel, Belçika)’da gerçekleştirilmiştir. Pb’un kimyasal zenginleştirilmesi ve alterasyon fazlarının ayrımı için numune pudraları 3-6 kere 6N HCl çözeltisi ile liçlenmiştir. Bu etaplar sonunda kütle kaybı yaklaşık % 30-60 arasındadır.

Pb izotopik analizleri için Multi Collector - Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer (MC-ICP-MS) kullanılmıştır. Fraksiyonlanma düzeltmesi için Tl piki ( $^{205}\text{Tl}/^{203}\text{Tl} = 2.3885$ ) kullanılmıştır. Çalışma sırasında Nu Plazma MC-ICP-MS üzerinde NBS 981 Pb standardı  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 16.9402 \pm 32$  (189 ppm, 2s ortalama),  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 5.4965 \pm 29$  (186 ppm),  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 36.7140 \pm 71$  (193 ppm) değerlerini vermiştir. Bu değerler NBS 981 standardı için üçlü pik analizi ile elde edilen  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 16.9403 \pm 22$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.4974 \pm 20$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 36.7246 \pm 58$  değerleri ile analitik belirsizlikler dahilinde uyumludur.



### 2.2.3. Radyometrik Yaş Tayinleri

Volkanostratigrafik istifte anahtar seviyelerden alınan örnekler üzerinde  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle radyometrik yaş çözümlenmeleri The College of Oceanic and Atmospheric Sciences - Oregon State University (ABD)'de gerçekleştirilmiştir. Analizler TR3 Ek-3'de sunulmaktadır.  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  yöntemiyle radyometrik tarihlendirme için kayaç numunelerinden plajiyoklaz kristalleri ayrılmıştır. Tüm kayaç numuneleri öğütülmüş ve 125, 250, 500 ve 1000 mikronluk eleklerde elenmiştir. Kayacın içerdiği ortalama feldispat kristal boyutunun yarısına karşılık gelen elek üzerinde kalan numunedeki kristaller önce binoküler mikroskop altında ince cımbızlar ile ayrılmıştır. Kristal boyutunun el ile ayrılmasının mümkün olmadığı durumlarda FRANTZ manyetik ayırıcı ile feldispat kristalleri volkanik hamur ve ferromagnezyen minerallerden ayrılmıştır. Ayrılan kristallerin üzerindeki cam/hamur kalıntılarından ayrılması için asitle muamele yöntemleri uygulanmıştır. Asitle muamele edilmiş ve deiyonize su ile yıkanmış kristaller gerek binoküler mikroskop gerekse EDS destekli Taramalı Elektron Mikroskop altında kontrol edilmiştir.

### 2.2.4. Kapadokya Petrolojik Veritabanı




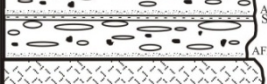
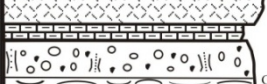
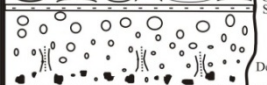
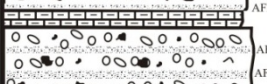

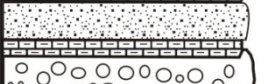
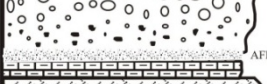
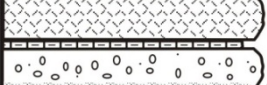
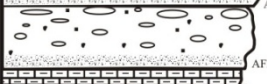
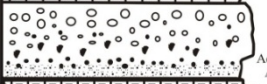
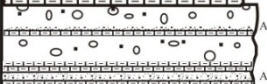
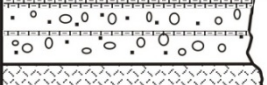


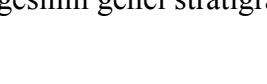



Proje kapsamında elde edilen tüm veriler (arazi ve laboratuvar) tümleşik bir veritabanı oluşturacak şekilde düzenlenmiştir. Bu proje kapsamında Kapadokya Petrolojik veritabanı (KPDB), güncel veritabanı uygulamalarında yaygın şekilde yer bulan ve veri parçalarının kayıtlar arasındaki ilişkilere göre düzenlendiği "ilişkisel model" (relational model) kullanılarak oluşturulmuştur. İlişkisel bir veritabanı, her bir satırın ayrı bir kayıt olduğu, her bir sütunun ise o kayıta ait saklanan veriyi içerdiği birçok çizelgeden oluşmaktadır.

Kapadokya Petrolojik Veritabanı'na, veri erişim standardı olarak SQL (Structured Query Language) kullanan ve proje kapsamında yoğun bir şekilde faydalanılan ArcMap ve MATLAB gibi yazılımlar ile kolaylıkla erişilebilmektedir. Bu sayede, her bir yazılım için ayrı veri setleri hazırlamaya gerek kalmamaktadır.

Oluşturulan bu veritabanının, ileride yapılacak çalışmalarda da kullanılması, civar bölgelerdeki verilerin entegrasyonu ile yıllar içinde daha da büyümesi ve kalıcı hale hale getirilmesi düşünülmektedir.

### 3. VOLKANOSTRATİGRAFI

Proje sahasında gözlenen birimler, Kretase temel, Miyosen-Pliyosen efüzif/erüptif volkanizma ürünleri ve Kuvaterner volkanizma ürünleri şeklinde 3 gruba ayrılabilir. Proje kapsamında oluşturulan genel stratigrafik istif Şekil 3.1’de verilmiştir. Proje kapsamında gerçekleştirilen Ar-Ar radyometrik yaşları stratigrafik dikme kesit kenarında verilmektedir.

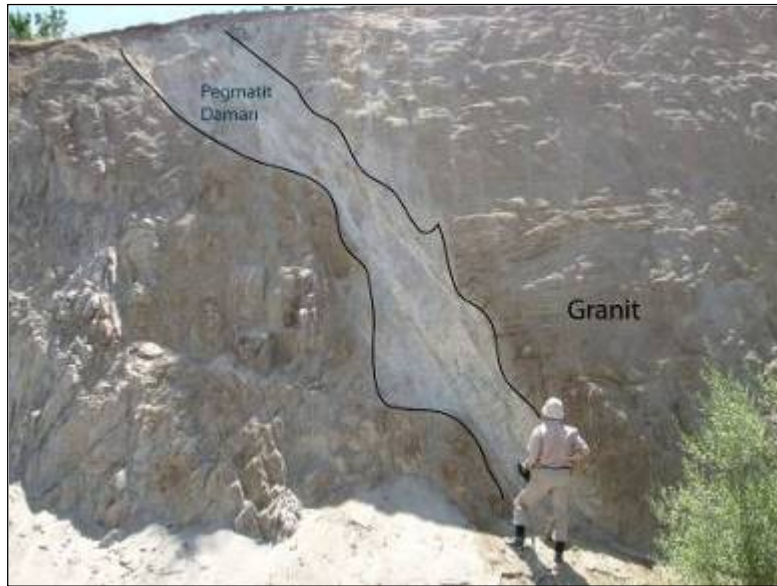
EPOCH		LITHOLOGY	DEFINITION	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (Ma)
Pleistocene	UPPER MIOCENE UNITS		Kumtepe Ign.	
			Valibabatepe Ign.	2.52±0.49
			Kışladağ Limestone (Derinkuyu Andesite)	(3.29±0.17) (3.84±0.08)
			Kizilkaya Ign.	5.19±0.07
			Hodul Lavas	5.35±0.11
			Fluvio-Lacustrine Sediments	5.85±0.06
			Gordeles Ign.	6.34±0.07
			Fluvio-Lacustrine Sediments	
			Tahar Ign.	6.14±0.22
			Fluvio-Lacustrine Sediments *Air fall Deposit	
			Fluvio-Lacustrine Sediments	
			Cemilkoy Ign.	7.20±0.09
			Fluvio-Lacustrine Sediments	
			Topuzdağ Lavas	8.26±0.16
			Fluvio-Lacustrine Sediments	
			Sofular Ign.	8.17±0.08
			Sarimadentepe Ign.	
			Fluvio-Lacustrine Sediments	
			Zelve Ign.	
			Kavak4 Ign.	
		Kavak3 Ign.	9.08±0.06	
		Kavak2 Ign.		
		Kavak1 Ign.		
		Damsa Lavas		
		Erdaş Andesite	11.07±0.06	
Upper Cretaceous	Basement		Acıgöl Granite	

Şekil 3.1. Kapadokya bölgesinin genel stratigrafik istifi ve Ar/Ar Radyometrik yaşları.

### 3.1. Temel Kayaçları

Çalışma bölgesi dahilinde gözlenmemesine rağmen bölgede, özellikle proje sahasının kuzeyinde yer alan Hacıbektaş ilçesinde gnays - şistlerle temsil edilen Tamadağ ve kalkşist ve mermer ile temsil edilen Bozçaldağ Formasyonlarının Paleozoyik yaşta olduğu bildirilmiştir (Seymen, 1981).

Bölgede gözlemlenen en yaşlı magmatik birimler Acıgöl ilçesi civarında yüzlek verir. Acıgöl ilçesinin girişinde şiddetli alterasyona uğramış, aplit damarlarıyla kesilmiş Üst Kretase yaşlı granitik kütleyle rastlanır (Şekil 3.2). Bunun yanı sıra, Acıgöl ilçesinin 2 km güneyinde Ortagüneytepe’de, batıda Kozluca köyünde, Yalman köyü güneydoğusu İğdeli Tepe’de ve doğuda Tilköy’de ofiyolitik kökenli gabro/diyorit kafalarına rastlanır. Bu kütlelerin şiddetli alterasyona maruz kaldığı görülür. Özellikle gabro ile temsil edilen kayaçlar Seymen (1981) tarafından Üst Kretase Karakaya Ultramafiti olarak adlandırılmıştır (Dönmez vd. 2003).



Şekil 3.2. Acıgöl ilçesi civarında gözlemlenen Üst Kretase yaşlı granit. Pegmatitik damarlar ile kesilmiştir.

Kızılırmak kuzeyi Ayahan köyü dolaylarında karasal çökellerden yer yer fişel ortam çökellerine ve karbonatlara geçiş gösteren sedimanter birimler Eosen (Lütesiyen) olarak belirtilmiştir (Atabey vd., 1988; Dönmez vd., 2003).

Taşınmış yuvarlak şekilli mm – 40 cm boyutunda diyoritik çakıllar içeren karasal flüvyal konglomeratik çökel formasyonu Oligosen – Miyosen sınırında olup Yeşilhisar konglomerası

olarak adlandırılır (Şekil 3.3) (Pasquare 1968). Dönmez vd., (2003), birim içinde jips seviyeleri gözlemiştir.



Şekil 3.3. Yeşilhisar konglomerası ve içerdiği diyoritik çakıllar

### 3.2. Miyosen Volkanizması

Bölgede gözlenen Miyosen yaşlı volkanik kayalar başlıca efüzif ve eksplozif volkanizma ürünleridir. Üst Miyosen yaşlı efüzif volkanizma Nevşehir bölgesinde Erdaş Andezitik Masifi ve Damsa andezitik/adakitik lav akıntıları, Hamurcu sektöründe bazaltik andezit - dasit arası bileşimlere sahip lav akıntıları ve dom yerleşimleri ile, Topuzdağ - Hoduldağ yöresinde bazaltikandezitik lav akıntıları ile, Derinkuyu - Göllüdağ civarında riyodasitik domlar ile Keşlik bölgesinde ise adakitik – bazaltik andezitik lav akıntıları ile temsil edilir. Üst Miyosen patlamalı volkanizma ürünleri Kapadokya bölgesinde yaygın şekilde gözlenen Kavak, Zelve, Sarımadentepe, Cemilköy, Gördeles, Tahar, Kızılkaya ignimbiritik akıntıları ile temsil edilir (Şekil 3.1).

#### 3.2.1. Efüzif Volkanizma

##### 3.2.1.1. Erdaş Andezitik Masifi

Erdaş Andezitik Masifi, Nevşehir ili Acıgöl ve Derinkuyu ilçeleri sınırında, Özyayla, İcik, Topaç, Kurugöl, Doğalar ve Çakıllı köyleri tarafından çevrili, 1982 m'ye varan yüksekliği ile



bölgenin en önemli andezitik yapısıdır (Şekil 3.4). Kuvaterner volkanizma ürünlerinin üzerlemesi nedeniyle Erdaş dom/lav akıntıları sadece Masif üzerinde ve yakın çevresinde gözlenmektedir. Kuvaterner bazaltik maar/cüruf konileri ve ilişkili lav akıntılarının masifi kestiği gözlenir.



Şekil 3.4. Erdaş Andezitik Masifi'nin kuzeyden (Boğazköy) görünümü.

Masif, adakitik ve andezitik lav/dom akıntılardan oluşur. Adakitik lav akıntıları masifin batısında gözlenir. Topaç ve Karapınar arasında mostra veren adakitik lav akıntılarında gerçekleştirilen radyometrik çözümleme  $11.07 \pm 0.06$  Ma (K-152) yaşını vermiştir. Andezitik akıntılar masifin orta ve doğu sektörlerinde görülür. Andezitik ve adakitik akıntılar, el örneğinde hipokristalin feldispat-firik doku sunar. Bununla beraber mika, amfibol ve piroksen fenokristalleri koyu kahverengi/gri – bordo matriks içinde gözle seçilebilmektedir. Andezitik akıntılarının yer yer plakalı görünümüne sahip olduğu gözlenir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Erdaş batısında gözlenen plakalı yapı sunan andezitik lav akıntıları.

Masifin batısında gözlenen adakitik akıntıların andezitik akıntılar ile hemen hemen aynı dokusal özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak Topaç köyü güney sırtlarında dom patlaması şeklinde gelişen ve Ağıllı köyüne kadar ulaşan blok ve kül akıntısı gözlenmiştir. Birim kül baskın olup özellikle radyal çatlaklı blokların varlığı ile tanınır.

### **3.2.1.2. Damsa Bölgesi**

Bölgede oldukça kısıtlı bir alanda, sadece Damsa Barajı çevresinde andezitik lav akıntıları ile temsil edilir. Dönmez vd., (2003) yakın civardan bir andezit için  $14.1 \pm 0.30$  My rapor etmektedir. Alterasyon'un çok yaygın olduğu Damsa lavlarında, yaş tayini için seçilen örnekte azami dikkat edilerek, temiz kesiminden analize gönderilmesi gerekmektedir. Arazi gözlemlerimizde, Damsa lavlarının Erdaş lavlarından daha genç olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca Temel, (1992) Damsa lavlarının yaşını K/Ar yaş tayinlerine dayanarak,  $8.2 \pm 0.2$  Ma olarak önermiştir. İncelenen tüm mostralarda kalınlığı 30-50m'yi bulan monolitolojik breş tarafından üzerlendiği görülür. Breşin içerdiği litik fragmanların baskın olarak blok – iri blok boyutunda, köşeli ve sıklıkla testere yapısı göstermesi, monomiktik fragman litolojisinin lav ile aynı olması ve lavdan breşe yer yer tedrici geçişin gözlenmesinden hareketle, lavın otobreşleşmiş üst kısmı olduğu sonucuna varılmıştır.

### **3.2.1.3. Hamurcu Kalderası**

Kayseri – İncesu ilçesi Hamurcu köyünde, en yüksek noktası Susuzdağ (1789m) olan topoğrafik yükseltelerin (yarı) dairesel bir hattı takip ettikleri, bu hat tarafından çevrelenen bölgenin, çevresine göre bir çöküntüyü temsil ettiği belirlenmiştir (Şekil-3.6). Özellikle bu hat üzerindeki Susuzdağ, Çıldır Tepe, Geriç Tepe ve Kandil Tepe'den itibaren gözlenen ışınsal lav akıntılarının iç çöküntü bölgesinde devamlılığının gözlenememesi, hat boyunca dik falezler ile temsil edilen faylanmalara bağlı şiddetli alterasyon ve breşleşmenin varlığı, breşlerin içerdiği litiklerin bahsi geçen lavlar ile benzerlik gösteriyor olması, bu hattın yapısal bir kaldera sınırı olduğunu düşündürmektedir (Şekil-3.7). Bu gözlemlerden hareketle, kaldera sınırı dışında kalan ışınsal yayımlı lavların pre-kaldera, sınır boyunca gözlenen breşlerin sin-kaldera olduğu önerilebilir. Dönmez vd., (2003) Susuzdağ kuzeyinden aldıkları pre-kaldera lavlar için  $13.3 \pm 0.3$ ,  $12.3 \pm 0.3$  ve  $9.0 \pm 0.2$  My; Susuzdağ doğusunda “aglomera” (breş?) içinden aldıkları örnek için  $7.4 \pm 1.3$  My yaş belirtmişlerdir. Buna göre Hamurcu

Kalderası'nın 7 My civarında olduğu önerilebilir. Hamurcu Kalderası civarı ve intrakaldera bölgeleri Valibabatepe ignimbiriti tarafından örtülmüş olup, Hamurcu Kalderası'ndan kaynaklanan herhangi bir ignimbiritik çökel ayrılmamıştır.

Hamurcu volkanizması 12-13 My önce müjearitik lav akıntıları ile başlar, 9 My civarında andezitik lavlar ile devam eder. Bölgede intra/perikaldera bölgede gözlemlenen dom/dom akıntılarının adakitik bileşimde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.6. Hamurcu Kalderası. Mavi kesikli hatlar yapısal kaldera sınırını belirtmektedir.



Şekil 3.7. Hamurcu köyü batısından Susuzdağ'a bakış. Breşleme ve dik falezler şeklinde kaldera sınır fayları



### 3.2.1.4. Topuzdağ

Nevşehir – Ürgüp, Aksalur ve Ulaşlı köyleri arasında kalan, yüksekliği 1597 m olan Topuzdağ'dan kaynaklanan ve en az 4 akış ünitesi ile temsil edilen bazaltik andezitik lavlardır. Ürgüp – Topuzdağ yolu boyunca Kavak ignimbriti, Zelve ignimbriti, flüviyolaküstrin sedimanlar ve Sofular? ignimbiritinden oluşan istif üzerlediği (Şekil 3.8), doğuda Aksalur'a kadar uzandıkları gözlenir. Bu akıntılardan en genci (C08-13) üzerinde gerçekleştirilen Ar/Ar radyometrik analizlere göre yaşı  $8.26 \pm 0.16$  My'dır.



Şekil 3.8. Topuzdağ lavlarının Sofular?, flüviyolaküstrin sedimanlar ve Zelve ignimbiritini üzerlediği gözlenir.

### 3.2.1.5. Tekkedağ

Demirtaş ve Başdere köyleri kuzeyinde yer alan Tekkedağ volkanizması, en yüksek noktası Tekkedağ (1797m) olan (Şekil- 3.9) ve KB-GD doğrultusunda dizilmiş çıkış merkezlerinden kaynaklanan andezitik lavlar ile temsil edilir. Dönmez vd. (2003), Büvelekkaya Tepe güneyinde gözlenen andezitik lav akıntıları için  $7.92 \pm 0.32$  My yaş belirtmektedirler.





Şekil 3.9. Tekkedağ andezitik lavları.

### **3.2.1.6. Kaymaklı Riyodasiti**

Kaymaklı ilçesi kuzeybatısında, yaklaşık 2.5 km çapında bir alanda yer alan, yüksekliği 1490 – 1590 m arasında değişen domlar (Göztepe, Ayaktaş Tepe, Kurupınar Tepe, Mekrebilimbüyük Tepe) ile temsil edilirler. Domların etekleri Kuvaterner Kumtepe ignimbiriti tarafından üzerlenir. Göztepe domu üzerinde K/Ar yöntemiyle gerçekleştirilen radyometrik analiz  $7.3 \pm 0.7$  My yaşını vermiştir (Dönmez vd., 2003).

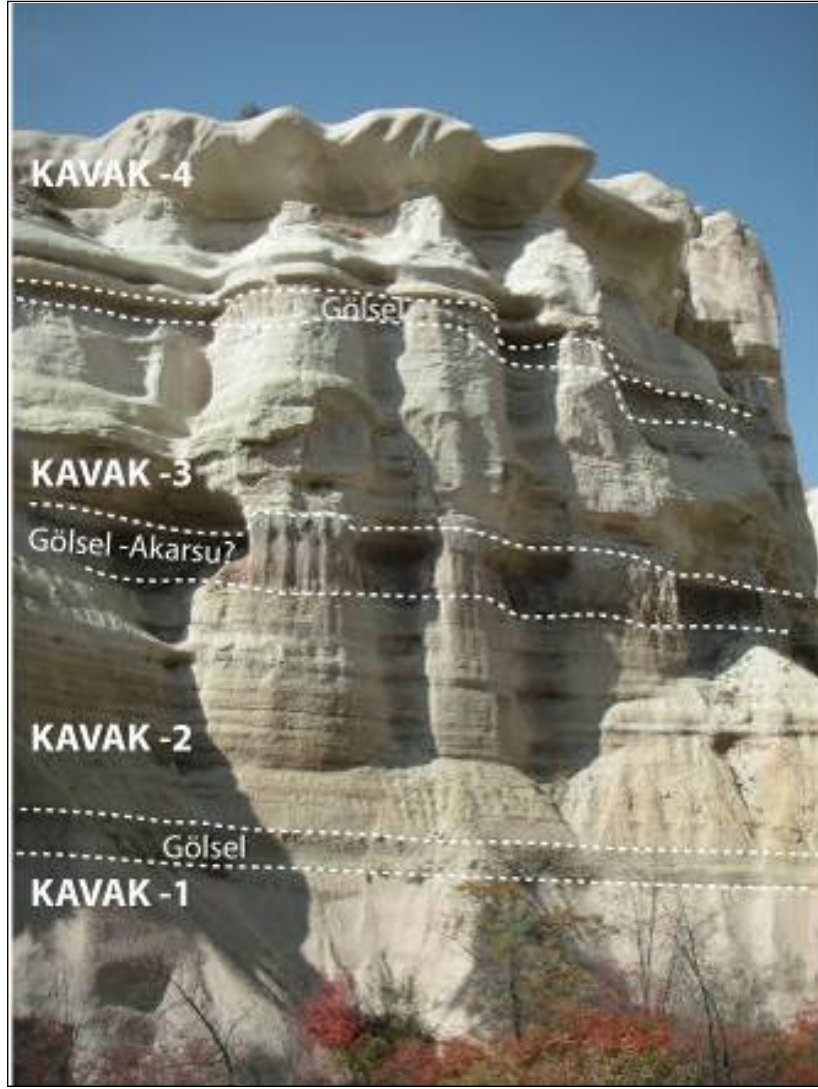
### **3.2.1.7. Keşlik**

Yeşilhisar ilçesi kuzeyinde gözlenen ve andezitik – hafif adakitik bileşimler ile izlenen volkanik merkezden kaynaklanan dom/akıntı ürünlerinin Yeşilhisar konglomerasını üzerlediği gözlenir. Kendinden daha genç Kızılkaya ignimbiriti tarafından üzerlenir.

## **3.2.2. Eksplozif Volkanizma**

### **3.2.2.1. Kavak İgnimbiritleri**

Bölgede yüzlek veren en yaşlı ignimbiritik patlama sekansıdır. Birimin kendi içinde ignimbiritik akıntı/soğuma üniteleri ve flüviyo-laküstrin çökellerin arakatkılı olarak izlendiği, bu nedenle birden fazla piroklastik patlama fazını barındırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle tip lokalitesi Kavak köyü olan birim, Kavak İgnimbiritleri olarak adlandırılmaktadır. Schumacher vd., (1990), Kavak ignimbiritlerini Alt ve Üst Göreme olarak iki ayrı ünite dahilinde incelemiş olmasına rağmen, proje bölgesinde izlenen mostralarında anahtar olabilecek seviyelerin devamlılığı gözlenememiştir. Yine de birimin tip lokalitelerinden biri olan Zemi vadisinde atılan tanımlayıcı stratigrafik kesite göre birbirinden ayrılan en az dört ignimbiritik akıntının varlığı saptanmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Kavak iginimbiritleri bünyesinde Zemi Vadisi'nde gözlenen piroklastik akıntı ve fluvio-laküstrin çökel seviyeleri.

### 3.2.2.2. Zelve İgnimbiriti

Proje bölgesinde Nevşehir – Karacaşar – Tatların hattı boyunca vadilerde Kavak iginimbiritini üzerler şekilde, Nevşehir – Ürgüp – Avanos üçgeninde gösel karbonatlar tarafından üzerlenir şekilde gözlenir. Birime ayrıca Kızılırmak kuzey kıyılarında da rastlanılır. Zelve iginimbiritinin en ayırtedici özelliği tabanında sıklıkla gözlenen pomza geridüşme ünitesidir. Yöre halkı tarafından “Esbelli taşı” olarak da adlandırılan bu birim boyu 5-6 cm’yi bulan, sık lifli, tüpsü gözenekli, inci parlaklığında ve az fenokristal içermesi ile ayırtlanır (Şekil 3.11). Bölgedeki taş evlerin dış cephe kaplamalarında kullanılan değerli bir yapı taşı olması ile de bilinir.



Şekil 3.11. Zelve ignimbiriti tabanında gözlenen pomza geridüşme seviyesi

Zelve ignimbirit akıntısının, kendisini oluşturan patlama sırasında bölgede mevcut olan Miyosen yaşlı gölün içinde yerleştiği yerlerde (örneğin Sarıhıdır, Tuzköy kuzeyi) birimin şiddetli alterasyona uğradığı ve bunun sonucunda ikincil zeolitlerin (erionit) kristalleştiği gözlenmektedir. Son derece kanserojen olduğu bilinen erionit tozlarının yaşayanlar tarafından bulunduğu Sarıhıdır köyünde akciğer zarı kanseri (mesotelyoma) vakalarında belirgin bir artış söz konusudur. Benzeri şekilde Tuzköy kasabasında eski evlerin büyük çoğunluğunun gölde çökelen ve alterasyona uğrayarak ikincil erionit barındıran malzemelerden yapılması nedeniyle bu kasabada da yüksek oranda mesotelyoma vakası rapor edilmiştir. Tuzköy halkının talepleri doğrultusunda kasaba boşaltılmış ve kasaba halkı istediği bir yere, eski Tuzköy doğusunda Evren burnu eteklerinde yine Zelve ignimbiritinin üzerine yapılan yeni konutlara taşınmıştır. Her ne kadar buradaki birimde alterasyon şiddetli gözlenmese de, yeni yerleşimin yeri tartışmaya açıktır.

### **3.2.2.3. Sarımadentepe İgnimbiriti**

Stratigrafik olarak Zelve ignimbiritini üzerleyen Sarımadentepe ignimbiriti bölgede nadiren rastlanılan bir piroklastik akıntı fazını temsil eder. Adını Ayvalı köyü batısındaki Sarımaden Tepe'den alan bu birim Çardak köyü güneydoğusunda ve Ayvalı köyü güneyinde Kurşunlu Tepe eteklerinde gözlenir. Kurşunlu Tepe eteklerinde Zelve ignimbiriti ile arasında paleosol saptanmıştır.

Birim tabanda kalınlığı 90 cm'yi bulan pekişmiş pomza geridüşme ile başlar. Pomza geridüşme üzerinde kahverengimsi renkli çok ince (1 cm) pomza ve litik içeren kül baskın seviyeyi takiben iyi-çok iyi pekişmiş, kıvılcaklı kahvemsiz az litik ve pomza içeren ana ignimbirit akıntı ünitesi gözlenir. Özellikle Sarımaden Tepe'de birimin tavan kısmının tabana göre daha az pekiştiği ve pomzaca daha zengin olduğu göze çarpar (Şekil 3.12).



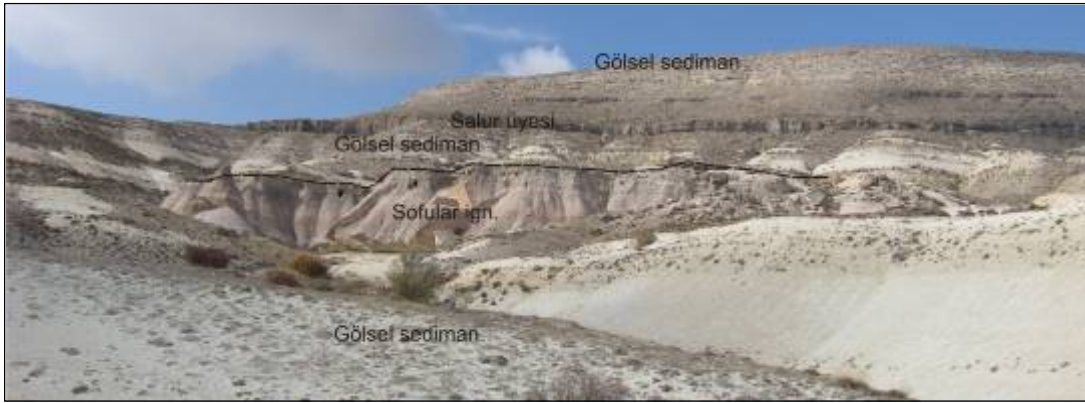
Şekil 3.12. Kurşunlu Tepe doğusunda gözlenen Sarımadentepe ignimbiriti. Tabanda paleosol, iyi pekişmiş pomza geridüşme ve ana akış ünitesi.

#### 3.2.2.4. Sofular İgnimbiriti

Sofular ignimbritinin tipik kesiti bölgenin kuzey doğusunda yer alan Sofular köyünde gözlenmektedir. Sofular ignimbriti bu lokasyonda ince taneli (~1.5 cm) ve yaklaşık 1 m kalınlığında bir geri düşme birimi içermektedir. Açık renkli sedimanları üzerlemekte, koyu renkli Salur üyesi ve açık renkli karbonatlı gölsel birimlerce üzerlenmektedir (Şekil 3.13). Pomzalardan ayrılan plajiyojlaz kristalleri üzerinde gerçekleştirilen Ar/Ar radyometrik analizlere göre birimin yaşı  $8,17 \pm 0,08$  My'dir. Le Pennec vd. (2005) tarafından Gördeles ignimbriti ile eşleştirilen Sofular ignimbritinin Ar/Ar yaşı bu eşleştirmeyi doğrulamamaktadır. Goette vd. (2010) Sofular ignimbritini SarıMaden Tepe ignimbriti ile



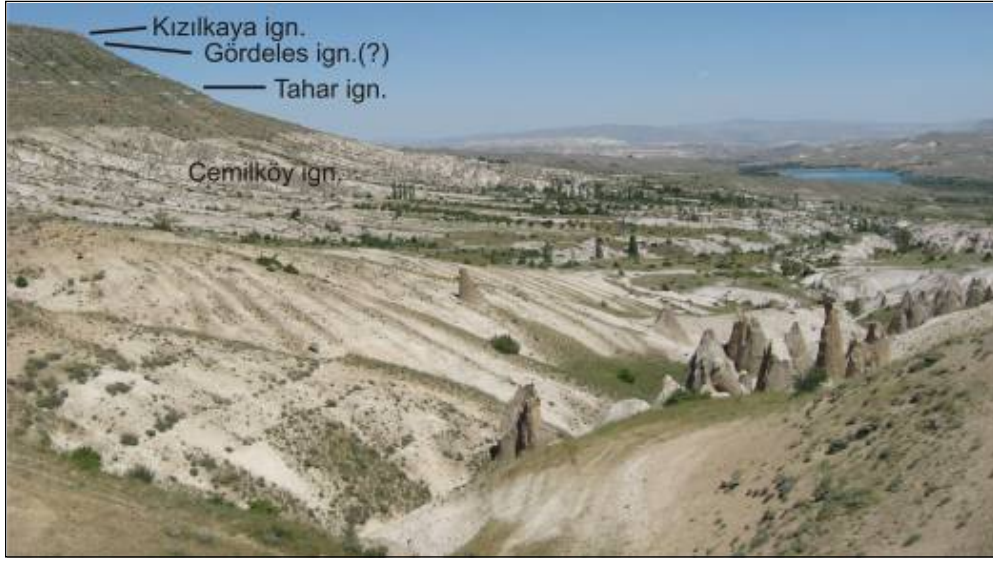
eşleştirmiştir. İgnimbritin litolojik özellikleri ve yaşı, stratigrafik konumu göz önüne alındığında SarıMaden Tepe ignimbritine benzerlik gösterdiği bir gerçektir. Ancak, farklı kökenlerden gelmektedirler. İleri bölümlerde bu konu üzerine dönecektir. Aynı bir ignimbrit olarak değerlendirildiğinde lokal bir yayılım gösteren Sofular ignimbriti Sofular köyü civarında ve Topuzdağ civarında görülmektedir. İnce kesit incelemelerinde ignimbritin başlıca plajiyoklaz ve biyotit minerallerini içerdiği görülmüştür.



Şekil 3.13. Sofular Köyü batısı Kışladağ fotosu.

### 3.2.2.5. Cemilköy İgnimbriti

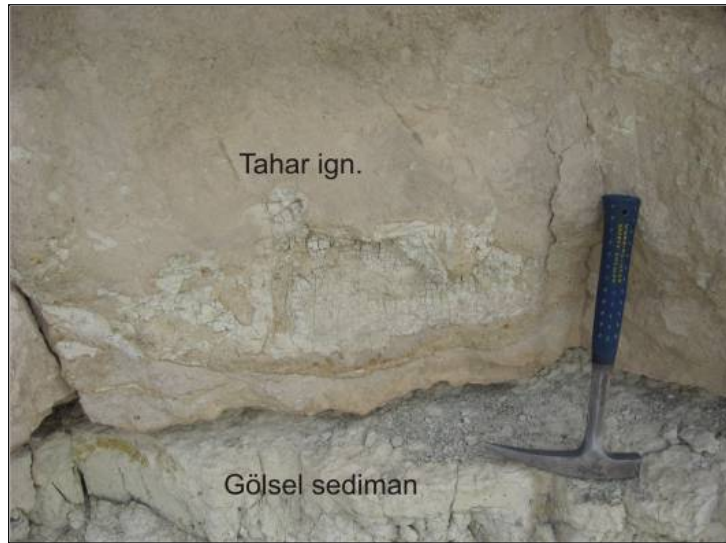
Cemilköy ignimbriti Kızılkaya ignimbritinden sonra bölgede yayılımı en geniş olan ignimbrittir (Şekil 3.14). İgnimbrit pekişmemiş ve pomzaca zengindir. Bazı lokasyonlarda geri düşme birimine rastlanmakta, bazı lokasyonlarda Cemilköy ignimbriti akış ünitesi doğrudan gösel sedimanları üzerlemektedir. Farklı seviyelerinde litik zenginleşmesi görülmektedir. İçermiş olduğu litiklerin farklı kimyalarda (bazalt, andezit, riyodasit) lav parçaları ve temele ait diyorit ve gabro parçaları olduğu görülmüştür. Cemilköy ignimbriti tipik olarak lifsi ve uzun gözeneklere sahip dikdörtgen şekilli pomzalar içermektedir. Uzun gözeneklere sahip pomzaları sayesinde arazide kolayca ayırt edilmektedir. Tipik dokusu ile Cemilköy ignimbritine ait pomzalar ignimbritit üzerleyen sedimanlar içerisinde de altere olmalarına rağmen kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Cemilköy ignimbriti genelde peribacası yapısı oluşturmaktadır ve birçok lokasyonda faylanmış olarak gözlenmektedir. Yayılımı kuzeyde Hacıbektaş, güneyde Araplı, batıda Aksaray, doğuda Kayseri ile sınırlanmıştır.



Şekil 3.14. Damsa vadisi görünümü. Cemil köyü üzerinden kuzeye bakış.

### 3.2.2.6. Tahar İgnimbiriti

Tahar ignimbriti, Sofular ignimbritinden sonra yayılımı en az olan ignimbrittir. Tahar köyü (Yeşilöz) civarında tip kesiti gözlenmekte olup yayılımı kuzeye Sofular köyü civarına uzanmaktadır. Sofular köyü civarında, yerleşimi sırasında üzerlediği ıslak sedimanlarla temas sonucu tabanında farklı yapılar gözlenmiştir (Şekil 3.15.a). Ayrıca Tahar ignimbiriti özellikle Sofular köyü civarında tipik (paleo)göl içine girme yapıları sunmaktadır. Bol miktarda gaz kaçış bacasına bu lokalitede rastlanmıştır (Şekil 3.15.b).



Şekil 3.15.a. Sofular köyü kuzeybatısında ıslak sedimanları üzerlemiş olan Tahar ignimbriti tabanında karışım.



Şekil 3.15.b. Tahar İgnimbiriti'nin göle girdiği bölgedeki gaz kaçış bacalarına **örnek**.

Pomzaca çok zengin olması ve pomzalarının çoğunlukla yuvarlaklaşmış ve küresel gözenekler içermesi ayırt edilmesinde yardımcı olmaktadır. Genelde sarımsı renkte gözlenen ignimbrit kolonsu eklemler içermektedir. Tabanında litik zenginleşmesi gözlenmiştir. İyi pekişmiş ancak kaynaklanmamıştır. Başlıca plajiyoklaz ve biyotit mineralleri içermektedir. Tahar (Yeşilöz) köyü ve Akçaören arasında ignimbriti lav akışı üzerlemektedir (Şekil 3.16).

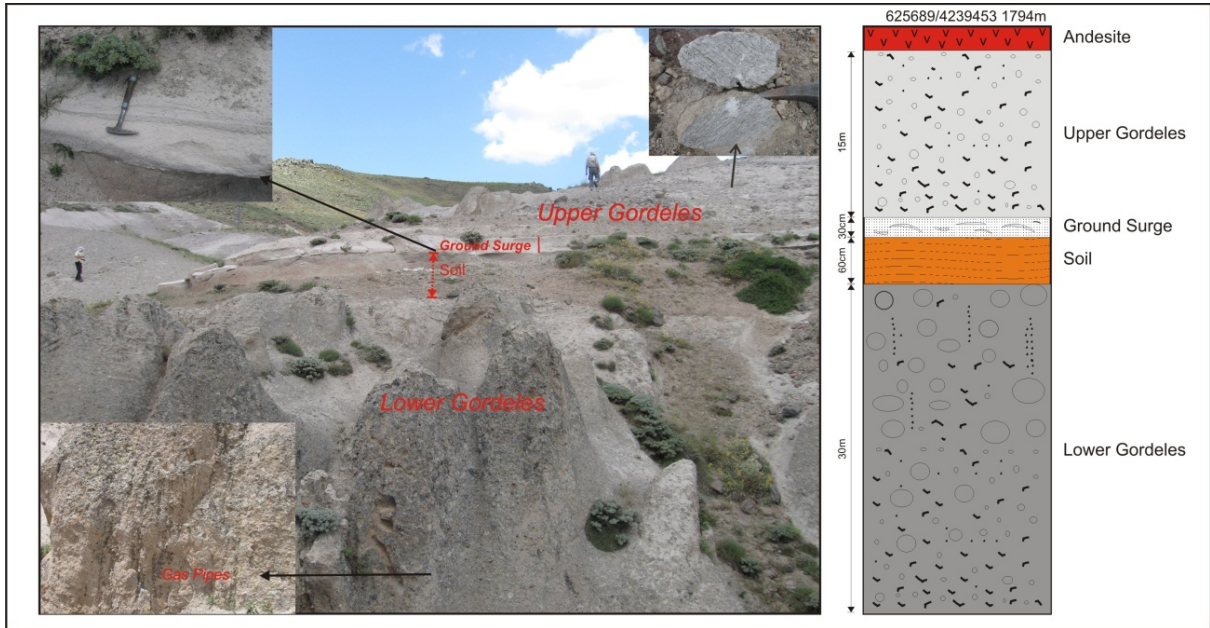


Şekil 3.16. Tahar ignimbriti ve üzerleyen lav akışı.



### 3.2.2.7. Gördeles İgnimbriti

Gördeles ignimbriti matriksçe zengin, pekişmiş ancak kaynaklanmamış, gri renklere gözlenen bir ignimbrittir. Pomzası başlıca plajiyoklaz, biyotit ve klinopiroksen içermektedir. İri plajiyoklaz minerallerini sarar biçimde lifsi gözeneklere sahip pomzalarla beraber, daha yoğun ve küçük yuvarlaklaşmış pomzalar da içermektedir. Birbilerinden toprak seviyesi ile ayrılan en az iki ayrı ünite olarak yayılmış ve yerleşmişlerdir (Şekil. 3.17). En altta kaotik ve çok noktadan patlamayı gösteren örtü breşi (=lag breccia) bulunmaktadır. Genelde, çok tipik olarak Alt Gördeles bol miktarda gaz kaçış bacaları içermektedir. Ayrıca üst Gördeles ise taban yayılması seviyesi ile başlamaktadır. Arazide genelde en yaygın bulunan Kızılkaya ignimbritinin altında ya da arada bir sedimanter çökel bulunacak şekilde ya da Kızılkaya ignimbriti ile doğrudan kontakt halindedir (Şekil 3.18). Kızılkaya ignimbritinin daha gevşek olan orta pekişmiş-kaynaklanmamış gri renkli alt ünitesi ile karıştırılabilmektedir.



Şekil.3.17.Gördeles ignimbritinin tipik kesiti ve arazi görünümü.





Şekil 3.18. Mazıköy içerisinde Kızılkaya ve Gördeles ignimbritleri.

### 3.3. Pliyosen Volkanizması

#### 3.3.1. Efüzif

##### 3.3.1.1. Hodul

Yeşilöz ve Akçaören kasabaları güneyinde yer alan Hodul domundan (Şekil 3.19) kaynaklanan adakitik – bazaltik andezit ve dasitik akıntılar ile temsil edilir. Bahsi geçen akıntılardan alınan iki örnek üzerinde gerçekleştirilen Ar/Ar radyometrik analizleri  $5.4 \pm 0.16$  (C08-12) ve  $5.85 \pm 0.06$  (C08-08) yaşlarını vermiştir. Akıntılar ve Hodul domunun önemli bir kısmı kendisinden daha genç Kızılkaya ignimbriti tarafından üzerlenir.



Şekil 3.19. Hodul Domu, kuzeyden bakış.

### 3.3.1.2. Derinkuyu Adakit Domları

Derinkuyu'nun 3 km KD'sunda yer alan Sivritepe (Şekil 3.20), üzerinde K/Ar yöntemiyle gerçekleştirilen radyometrik analize göre  $4.51 \pm 0.17$  My yaşındadır (Olanca, 1994).



Şekil 3.20. Derinkuyu kuzeybatısı, Sivritepe adakitik domu ( $4.51 \pm 0.17$  My).

Proje kapsamında Kiledere ilçesindeki Kilederehöyüğü Tepe adakitik domundan Ar/Ar yaş tayini ile  $3.84 \pm 0.08$  My; Suvermez güneyindeki Söğdele Tepe'den ise  $3.29 \pm 0.17$  My yaş elde edilmiştir. Nevşehir'in 4 km güneydoğusunda bulunan Oyludağ – Küçüksivri Tepe'den ise  $2.1 \pm 1.5$  My yaş rapor edilmiştir (Dönmez vd., 2003).

### 3.3.2. Eksplozif

#### 3.3.2.1. Kızılkaya İgnimbiriti

Kızılkaya ignimbiriti (Şekil 3.21) çalışma alanının büyük bir kısmını düzlükler şeklinde kaplayan ve yayılımı en geniş olan ignimbrittir. Kırmızı rengi ve üst akış ünitesinin kolonsu eklemleriyle tipiktir. Çalışma alanının doğu kısmında Kızılkaya ignimbritinin akış ünitelerinin hemen altında kendine ait geri düşme birimi gözlenirken, diğer lokasyonlarda bu birim gözlenmemektedir. Pomzaları başlıca kuvars, plajiyoklaz ve biyotit içermektedir. Çalışma alanının büyük kısmında kolonsu eklemlerle ve kaynaklanmış olarak gözlenen Kızılkaya ignimbiriti bazı lokasyonlarda (örn. Güzelöz köyünün kuzeydoğusunda) peri bacası yapısı oluşturmuştur.



Şekil 3.21. Güzelöz-Soğanlı arasında Kızılkaya-Gördeles-Cemilköy ignimbritleri.

### 3.3.2.2. Valibabatepe İgnimbriti

Valibabatepe ignimbritinin kaynağı olarak Erciyes volkanının hemen doğusunda yer alan Koçdağ öngörülmüştür (Şen vd., 2003). Kaynağa yakın lokasyonlarda yayılımı geniş olan Valibabatepe ignimbriti çalışma alanının sadece doğu kısmında gözlenmektedir. Kızılkaya ignimbriti ve Kışladağ formasyonunu üzerleyen Valibabatepe ignimbriti (Şekil 3.22) genelde koyu kahverengi pekişmiş-kaynaklanmış olarak gözlenmiştir. Bazı lokasyonlarda iki akış ünitesi olarak ayırt edilmiştir. Pomzaları başlıca plajiyoklaz ve klinopiroksen içermektedir. Biotit içermemesi bu ignimbritin diğerlerinden ayırt edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.22. Avanos-Kayseri yolu üzeri Sünnetli Tepe’de Kızılkaya ve Valibaba İgnimbritleri.

### 3.4. Kuvaterner Volkanizması

Proje sahasında Kuvaterner volkanizma bimodal bazik (s.l) ( $46 < \%SiO_2 < 62$ ) ve riyolitik ( $\%SiO_2 > 73$ ) bileşimde ürünler ile izlenir.  $\%62$  ve  $\%73$   $SiO_2$  aralığında Daly Gap söz konusu olup, bu aralıktaki bileşimde volkanik ürün gözlenmez. Kuvaterner volkanizma bölgede birçok farklı morfolojik yapı ile izlenir. Bazik volkanizma monojenetik cüruf konileri - ilişkili lav akıntıları, bazaltik maarlar ve çatlak erüpsiyonları – ilişkili lav akıntıları ile temsil edilir. Riyolitik volkanizma ise dom kompleksleri, maarlar ve Acıgöl güneydoğusunda bir kaldera oluşturmuştur.

#### 3.4.1. Bazaltik

Bazaltik volkanizma bölgede bazalt, hawaiiit, müjearit ve bazaltik trakiandezitler ile temsil edilir. Bazaltik ürünler Nevşehir – Acıgöl arasında Alt Pleyistosen’de çıkış noktası belli olmayan lav akıntıları ile gözlenirken Orta Pleyistosen’de monojenetik stromboliyen cüruf konileri ve ilişkili lav akıntıları şeklinde gözlenir.

#### 3.4.2. Ortaç

Proje sahasında Kuvaterner yaşlı ortaç volkanizma sadece Nevşehir Göre’de lav akıntıları ve Acıgöl-Özyayla’da N-S dizilimli, cüruf konileri ve ilişkili lav akıntıları ile bazaltik maarlar ile temsil edilir.

#### 3.4.3. Riyolitik

Proje sahasında iki temel riyolitik kompleks yer alır. Derinkuyu güneybatısında yer alan Göllüdağ Riyolitik Kompleksi afirik vitrik/kristalin riyolitik dom/akıntı ve piroklastik faaliyet ürünleri ile temsil edilir. Kompleks kuzeyinde bulunan Nenezi riyolitik domundan alınan bir örnek üzerinde gerçekleştirilen radyometrik analizler ile  $1.48 \pm 0.03$  My (K-159) yaş elde edilmiştir. Kompleks doğusunda yer alan Kömürcü köyü obsidiyenlerinin tarih öncesi çağlarda bölgede kurulmuş bir işleme ocağında işlendiği bilinmektedir.

Kuvaterner Acıgöl Volkanik Kompleksi, Nevşehir – Acıgöl arasında yer alır (Yıldırım ve Özgür, 1981; Le Pennec, 1991; Druitt vd., 1995). Kaldera, kaldera sınır faylarını takip eden riyolitik sokulumlar, dom/dom kompleksleri ve maarlar şeklinde morfolojiler barındırır.



Ürünleri riyolitik bileşimde olup kaldera oluşturan ignimbirit çökelleri (Kumtepe), domlar ve maar ürünleri şeklinde izlenir.

Kaldera kompleksiyle ilişkili iki ana piroklastik çökel dizisi mevcuttur. Bunlardan genç olanı Üst Acıgöl Tüfü olarak adlandırılır. Daha yaşlı olan ise Alt Acıgöl Tüfü olarak adlandırılmıştır. Ancak aralarında jeokimyasal ve/veya mineralojik bileşim farklılığı gözlenemediğinden bu iki ünitenin tamamı “Kumtepe İgnimbiriti” olarak tanımlanmıştır. Arazi çalışmalarında iki patlama dizisi Üst Acıgöl Tüfü’nün daha yoğun obsidyen litikler içermesiyle ayırt edilebilmektedir. Ayrıca Alt Acıgöl Tüfü patlama dizisi içerisinde yer alan kahverengi bir kül seviyesi anahtar seviye olarak arazide kolaylıkla takip edilebilmektedir. Bu kül seviyesi ile beraber bu kül seviyesini üzerleyen iki kül seviyesi yığışım lapillileri içermektedir (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Nevşehir’in Gülşehir çıkışında Alt Acıgöl Tüfü çökelleri.

Alt Acıgöl Tüfü güçlü bir pliniyen patlama ile başlamakta ve kül ve geri düşme ürünlerinin aralanması ile devam etmektedir. Farklı lokasyonlar Alt ve Acıgöl tüflerinin her ikisini de içermektedir. Bu lokasyonların bazılarında Alt ve Üst Acıgöl Tüfü arasında yeniden taşınarak depolanmış malzeme bulunmakta, bazılarında ise tamamen bazaltik farklı bir patlama ürünü

görülmektedir. Üst Acıgöl Tüfü bir pliniyen geri düşme çökeli ile başlamakta ve az pekişmiş-pekişmemiş bir ignimbrit çökeli içermektedir (Şekil 3.24). Acıgöl Tüf pomzaları içerisinde kristaller makroskobik olarak ayırt edilememektedir.



Şekil 3.24. Nevşehir'in Gülşehir çıkışında Üst Acıgöl Tüfü çökelleri.

#### 4. PETROGRAFI-MİNERALOJİ

Proje kapsamında alınan örnekler üzerinde gerçekleştirilen mineralojik ve petrografik gözlemler/analizler aşağıda sunulmuştur.

##### 4.1. Petrografi

Proje bölgesinde kayaçlar bazalttan riyolite kadar geniş bir bileşim aralığında izlenmektedir. Petrografik özellikler dikkate alındığında, kayaçlar 3 temel tip, bazaltik, ortaç ve riyolitik gruplar altında incelenmiştir.

##### 4.1.1. Bazaltik Kayaçlar

Kapadokya bölgesindeki en bazik kayaçlar (<%52 SiO<sub>2</sub>) Nevşehir – Acıgöl bölgesinde Kuvaterner volkanizma ürünü olarak stromboliyen faaliyet ve/veya lav akıntıları şeklinde gözlenir. Plajiyoklaz + Olivin ± Klinopiroksen ± Otopiroksen ± Amfibol + Fe-Ti oksit genel mineralojik içerik belirlenmiştir. Yaygın olarak hipokristalin – porfirik doku gözlenir.

Stromboliyen tipi faaliyet ile oluşan cüruf projeksiyonları yüksek derecede vesiküler (gözenekli) bir dokuya sahiptir. Gözeneklerin ikincil karbonat mineralleri ile doldurulmasıyla gelişen amigdaloidal doku, alterasyondan etkilenen ürünlerde tipiktir. Lav akıntıları belirgin şekilde taksitik (akma) dokusu sunar. Acıgöl batısında mostra veren kristal baskın Kuvaterner bazaltik lavların piroksen/plajiyoklaz intergranüler büyümesiyle oluşan ofitik dokuya sahip olduğu belirlenmiştir.

Plajiyoklazlar seri dokulu yarı özşekilli kristaller sunar. Bazı örneklerde eriyik ile dengesiz, cam kapanımlı, tozlu, hücresel süngersi (spongy cellular) görünümlü plajiyoklaz kristalleri belirlenmiştir. Piroksenler genelde yarı/özşekilli, plajiyoklaz/ olivin ile yer yer sinözis gösteren kristaller halindedir. Olivin, genelde özşekilli, bazı örneklerde kemirilmiş körfezli görünüm sunar.

#### **4.1.2. Ortaç Kayaçlar**

Andezitik ve/veya adakitik bileşimli kayaçlarda Plajiyoklaz + Piroksen  $\pm$  Olivin  $\pm$  Amfibol  $\pm$  Biyotit + Fe-Ti oksitlerden oluşan genel bir mineralojik birlik gözlenir. Kimyasal açıdan farklılık sunmalarına rağmen adakitik ve andezitik kayaçlar arasında belirgin bir mineralojik petrografik ayırım gözlenmemektedir. Hipokristalin-porifirik doku yaygındır. Plajiyoklazlar seri dokulu olup bazı örneklerde tozlu gövde, cam kapanımları, hücresel görünüm gibi dengesizlik dokuları sunar. Piroksenler yer yer münferit ortopiroksen ve klinopiroksen kristalleri halinde, yer yer ortopiroksene dönüşen klinopiroksen kristalleri halinde gözlenir. Olivin genelde yarı özşekilli anca eriyik ile dengesiz olduğu kayaçlarda kemirilmiş körfezlere sahip halde gözlenir. Biyotitler yarı/özşekilli kristaller halinde ve sıklıkla kenarlarından itibaren gelişen alterasyon sonucu opasit korona ile gözlenirler.

#### **4.1.3. Riyolitik**

Kapadokya bölgesi riyolitik bileşimli volkanik kayaçları, ignimbiritik akıntılar ve Acıgöl – Göllüdağ bölgesindeki riyolitik domlar ile ilişkili vitrik (obsidyen) ve kristalen lavlar ile temsil edilir.

Vitrik riyolitler, yaygın şekilde akma bantlı, plajiyoklaz-firik veya tamamen afirik fasiyes ile tipiktir. Düşük sıcaklık hidrotermal alterasyonun etkin olduğu Boğazköy civarında obsidyenlerin şiddetli sferülitleşme gösterdiği, feldispat  $\pm$  kuvars  $\pm$  epidot ikincil mineralizasyona sahip sferülitlerin boyutlarının yer yer dm mertebesine ulaştığı

belirlenmiştir. Kocadağ, Acıgöl ve Kömürcü riyolitlerinin neredeyse tamamen afirik olduğu gözlemlenmiş yer yer akma dokusu sundukları saptanmıştır. Göllüdağ riyolitleri sadece Nenezi domunun güneybatı kısmında obsidyen fasiyes, Küçük ve Büyüköllüdağ yörelerinde ise kristalen riyolitler ile temsil edilir. Kömürcü obsidyenleri, Mezopaleolitik çağda Kömürcü köyü kuzeyindeki arkeolojik kazılar ile ortaya çıkarılan işleme ocağında işlenmiş ve o dönemde önemli bir ticaret unsuru olarak göçmen kavimlerle Avrupa'ya kadar ulaşmıştır.

Kapadokya ignimbiritleri içerdikleri juvenil magmayı temsil eden pomzaları ile birbirilerinden ayrılmaktadır. Kavak ignimbiritlerine ait pomzalar, iri mika, feldispat ve kuvars kristalleri, yer yer 5-7 mm çapını bulan gözenekleri ve sakaroid görünüşleri ile tipiktir. Zelve ignimbiritlerine ait pomzalar, sedefsi görünüşleri, sık ve küçük gelişmiş gözenekleri ve seyrek kristal içeriği ile ayrılmaları. Sarımadentepe pomzaları ise hafif kıvılcımsı – kahverengimsi renkleri heterojen gözenek büyüklükleri ile tanınır. Sofular pomzaları ise, mostra verdiği tüm lokasyonlarda gözlenen en fazla 2-3 cm'e varan boyları ve seyrek kristalleri ile ayrılır. Cemilköy pomzaları son derece karakteristik özelliklere sahip 2 türden oluşur. Yaygın olarak istifin taban ve orta seviyelerinde, açık kahverengimsi, taze kırık yüzeylerinde sedefsi parlaklığa sahip genelde dörtgenimsi şekiller sunan pomzalara, istifte yukarıdan aşağı gidildikçe boyu küçülen, grimsi – inci beyazı renklerde, afirik pomzalar eşlik eder. Her iki tip Cemilköy pomzalarında, birbirine paralel ve çok sık gelişmiş lifsi gözenek yapıları son derece ayırt edicidir. Tahar ignimbiritine ait pomzalar, seyrek ancak iri feldispat ve mika kristallerinin varlığı, tipik krem – açık pembe renkleri ve tıkcık yapıları ile tanınır. Gördeles ignimbiriti dokusal olarak birbirine benzeyen ancak kahverengimsi ve süt beyaz renkli iki tip pomza içerir. Gördeles pomzalarının, yer yer cm boyutunda izlenen gözeneklerin iri plajiyoklaz ve mika minerallerini içerdiği, gözenekliliğin herhangi bir paralellik sunmadığı sakaroid yapılar sunduğu belirlenmiştir. Kızılkaya ignimbiriti, genelde iki tip pomza içerir. İlksel bir patlama fazı olarak düşünülen ve mostralarda ikincil bir patlama fazı çökellerinden belirgin bir kesiklik düzlemi ile ayrılan alt ünite, iri plajiyoklaz, mika ve/veya mafik mineraller ile doldurulmuş, belirgin bir paralellik sunmayan gözenekleri ile sakaroid dokulu pomzalara sahiptir. İkincil patlama fazını temsil ettiği düşünülen üst ünite ise buhar fazının etkili olduğuna işaret edebilecek şekilde, pomzaların tamamen ufalandığı ve ana gövdede boşluklar bırakacak şekilde kolaylıkla aşındığı tespit edilmiştir. Her ne kadar riyolitik bileşimde olmasa da Valibabatepe ignimbiritinden diğer ignimbiritler ile beraber bahsedilmesi doğru olacaktır. Valibabatepe ignimbiriti mika içermeyen, son derece sert ve az gözenekli, yer yer cürufsu şekilde gözlenen koyu kahverengimsi pomzalar ile



tipiktir. Kuvaterner Kumtepe ignimbiriti Alt ve Üst Acıgöl Tüfü şeklinde iki farklı patlamanın ürünlerini kapsar. Alt Acıgöl Tüfü, yaygın pomza geridüşme ürünlerinden ibaret olup tamamen afirik, süt beyazı renkli ve seyrek gözenekleri ile tipiktir. Üst Acıgöl Tüfü ise obsidyen kırıntıları içermesi ve pomzalarının açık bej – çok açık sarımsı beyaz renkte olmaları, seyrek ancak iri (~3 mm) plajiyoklaz ve daha küçük mika içerikleri, iyi gelişmiş gözenekli yapısı ile ayırtlanabilir.

## 4.2. Mineraloji

Proje kapsamında alınan örneklerin mineralojik bileşimleri Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Elektron Mikroskop ve Mikroanaliz laboratuvarlarında önceden anılan cihazlar ve çalışma koşulları altında gerçekleştirilmiştir.

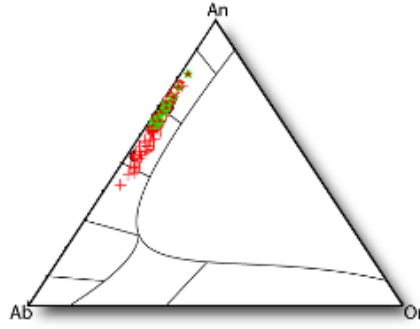
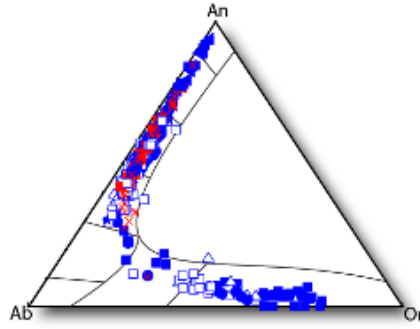
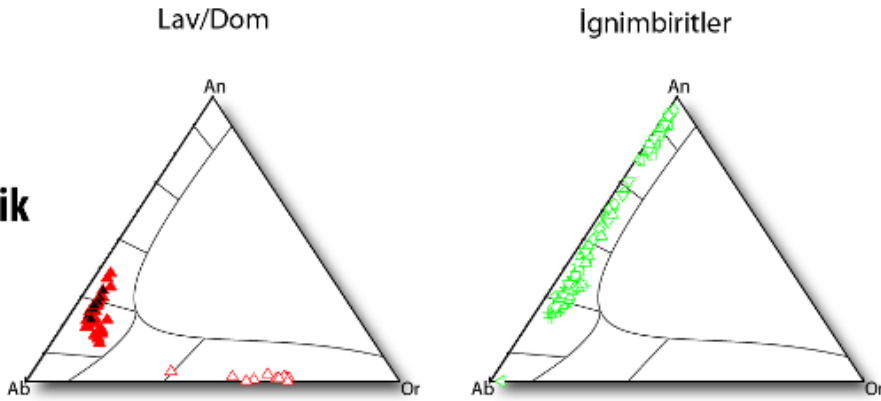
Kapadokya Volkanizmasına ait kayaçlar temelde Feldispat, Piroksen, Olivin, Mika, Amfibol ve Fe-Ti Oksit grubu minerallerini içermektedir.

### 4.2.1. Feldispat Grubu Mineraller

Feldispat grubu mineraller plajiyoklazlar ve alkali feldispatlar ile temsil edilir (Şekil 4.1). Bazaltik kayaçlar plajiyoklaz grubu minerallerden bitovnit ve labrador ( $An_{83-46}$ ) içerir. Ortaç kayaçlarda ise feldispat grubu minerallerin anortitten sanidine kadar bileşimsel değişim gösterdiği belirlenmiştir. Hodul ve Erdaş andezitik lavlarında %94'e ulaşan anortit içeren plajiyoklazlar gözlenir. Kapadokya adakitleri anortit bakımından daha fakir ( $An_{70-30}$ ) plajiyoklazlar ile anortoklaz – sanidin bileşiminde alkali feldispat içerir. Erdaş ve Bozca andezitlerinde seyrek anortoklaza ve sıklıkla sanidine rastlanır.

Riyolitik bileşimdeki ignimbirit çökelleri üzerinde gerçekleştirilen mineral kimyası analizlerinde özellikle Tahar ve Cemilköy ignimbiritlerinin anortitçe çok zengin ( $An_{96-79}$ ) plajiyoklaz içerdiği dikkat çekicidir. Plajiyoklaz grubu mineraller oligoklaza kadar bileşimler sunar. Kapadokya ignimbiritlerinde (Kumtepe hariç) alkali feldispata rastlanmaz (Şekil 4.1).

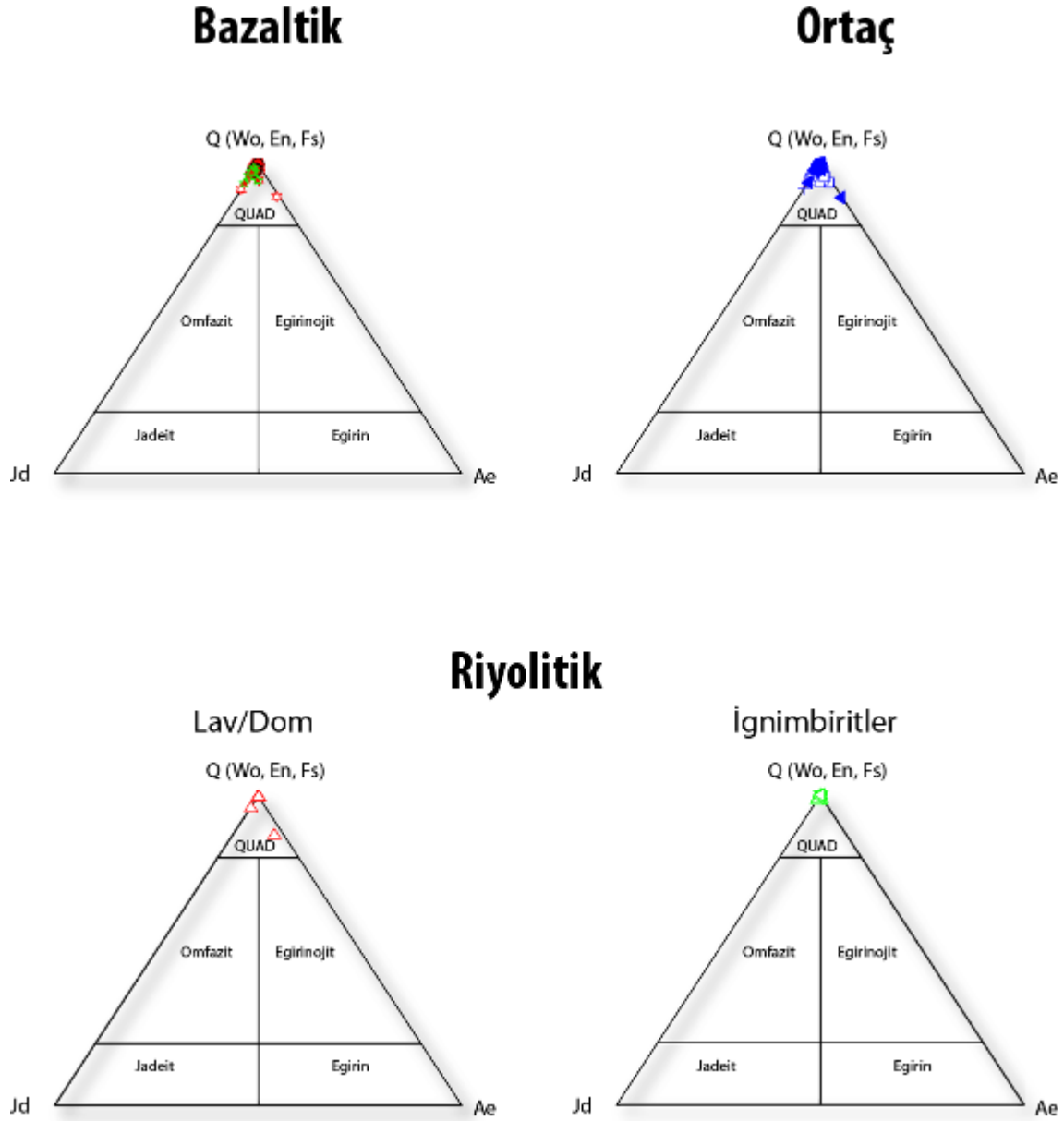
Riyolitik effüzif/intrüzif volkanizma Kocadağ ve Boğazköy riyolitlerinde oligoklaz – andezin ( $An_{40-22}$ ) bileşiminde sodik plajiyoklazlar, en genç Acıgöl riyolitlerinde ise sadece sanidin sunar (Şekil 4.1)

**Bazaltik****Ortaç****Riyolitik**

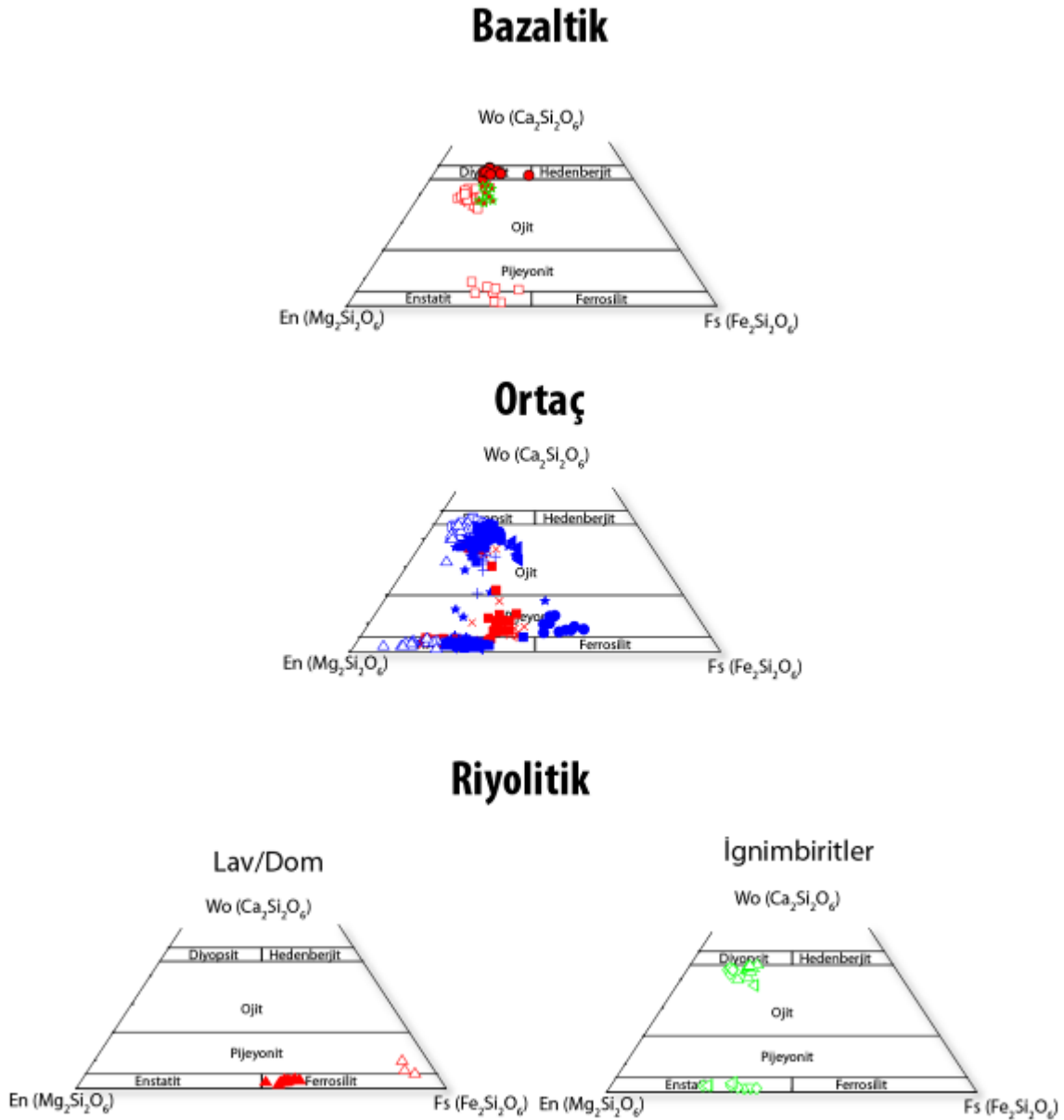
Şekil 4.1. Kapadokya volkanizmasına ait kayaçların içerdiği feldispat grubu minerallerin Ab-An-Or üçlü diyagramında gösterimi.

#### 4.2.2. Piroksen Grubu Mineraller

Kapadokya volkanik kayaçları piroksen grubu minerallerden orto- ve klinopirokseni sıklıkla içermektedir. Morimoto (1988)'e göre sınıflandırılan ve isimlendirilen piroksen grubu mineraller, tüm kayaçlarda Ca-Mg-Fe (QUAD) grubuna aittir (Şekil 4.2). Piroksen adlandırmaları Wo-En-Fs üçlü diyagramına (Morimoto, 1988) göre yapılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.2. Kapadokya piroksenlerinin Q-Jd-Ae (Morimoto, 1988) diyagramında gösterimi. Tüm piroksenler Ca-Mg-Fe grubuna aittir.



Şekil 4.3. Kapadokya volkanizmasına ait piroksenlerin Wo-En-Fs üçlü diyagramında (Morimoto, 1988) gösterimi ve adlandırılması

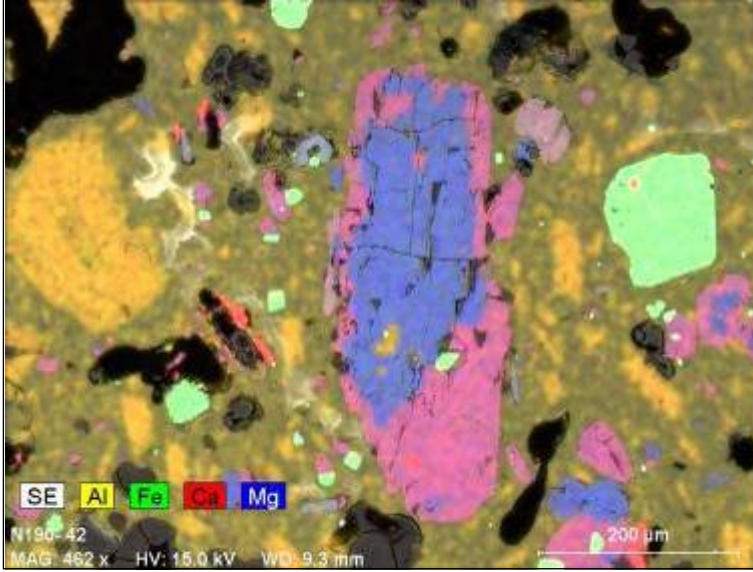
#### 4.2.2.1. Ortopiroksen

Kapadokya volkanik kayalarında ortopiroksen sıklıkla enstatit bileşimindedir. Sadece Kuvaterner Kocadağ, Boğazköy ve Acıgöl riyoilitlerinde ferrosilit bileşimi gözlenir.

Bazaltik kayalarda ortopiroksene seyrek rastlanır, sadece Basansarnıç civarında gözlenen bazik lav akıntılarının enstatit ve nadiren pijeyonitik piroksen içerdiği görülür. Andezitik ve adakitik kayalarda ise ortopiroksen sık rastlanan bir fazı temsil eder. Miyosen andezitik (ve adakitik) volkanizmaya ait efüzif ürünlerde baskın olarak klinopiroksen gözlenmektedir.



Ancak yer yer hem münferit kristaller halinde hem de kompleks kristaller dahilinde klinopiroksene dönüşmüş ortopiroksenlere de rastlanılır (Şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Miyosen andezitlerinde ortopiroksen (opx) – klinopiroksen (cpx) dönüşümünün gözlemlendiği kompleks bir kristalin Taramalı Elektron Mikroskop altında Geri Saçınan Elektron dedektörü (BSE) ve EDS kullanılarak elde edilmiş kimyasal bileşim haritası. (Mgn: Manyetit, Plg: plajiyoklaz).

Kapadokya ignimbiritlerinde ortopiroksen enstatit bileşimde olup sadece Kızılkaya, Sarımadentepe ve Tahar ignimbiritlerinde gözlemlenir.

#### 4.2.2.2. *Klinopiroksen*

Klinopiroksen, feldispat grubu minerallerinden sonra Kapadokya volkanik kayaçlarında en sık rastlanılan mineral fazıdır (Şekil 4.3).

Kuvaterner bazaltik kayaçlarda, ojit ve diyopsit bileşiminde izlenir. Diyopsit sadece Karakepez civarı bazalt akıntılarında gözlenmektedir. Ojit ise Basansarnıç, Yalçı ve Köytepe civarında gözlemlenen akıntılarda bulunur. Bunların dışında kalan olivin-bazaltların ise klinopiroksen içermediği, ya da sadece hamurda mikrolitler şeklinde ihtiva ettiği görülür.

Ortaç kayaçlarda klinopiroksen baskın şekilde ojit bileşimindedir. Ancak adakitik kayaçların tedricen diyopsit bileşiminde klinopiroksen de içerdiği görülür. Pijeyonit ortaç kayaçlarda rastlanan bir faz olup, Suvermez, Nevşehir, Coplan ve Nevşehir trakiandezitlerinin pijeyonit içerdiği dikkati çekmektedir (Şekil 4.3.).

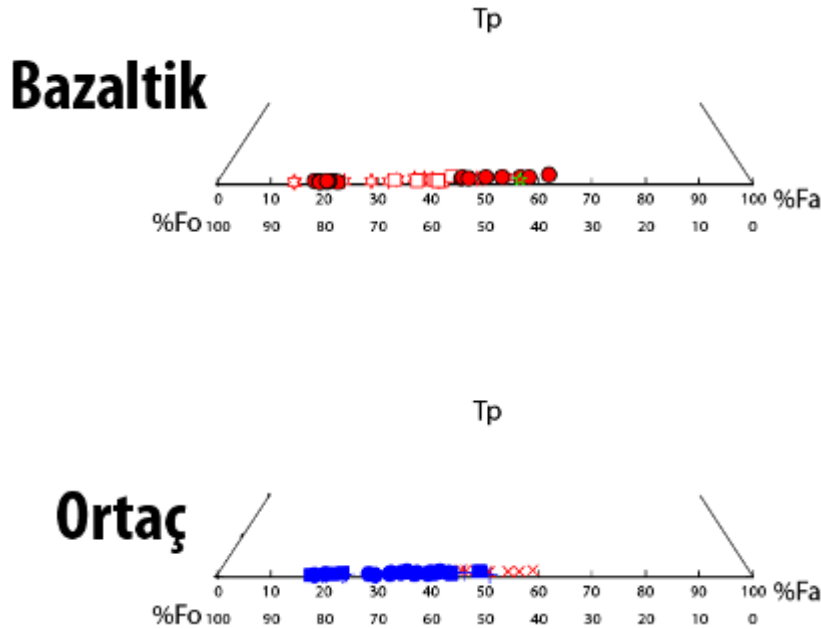
Kapadokya effüzif/intrüzif riyolitlerinde klinopiroksen görülmez. Kapadokya ignimbiritlerinde ise sık rastlanır ve ojit bileşimindedir (Şekil 4.3).

### 4.2.3. Olivin

Olivin, Kapadokya volkanizmasında sadece bazaltik ve ortaç kayaçlarda izlenmektedir. Riyolitik kayaçlara gözlenmez.

Bazaltik kayaçlarda olivin Fo<sub>85-35</sub> arasında geniş bir bileşim aralığında izlenir (Şekil 4.4). Olivin bazaltlarda olivinin normal zonlanmaya sahip olduğu ve kenar kısımlarının merkez bölgelerinden daha az Mg içerdiği gözlenir. Bağlı olarak daha evrilmiş kayaçlarda olivinin yer yer özşekilsiz eriyik tarafından kemirilmiş kristaller halinde gözlendiği ancak ters zonlanma göstermediği belirlenmiştir.

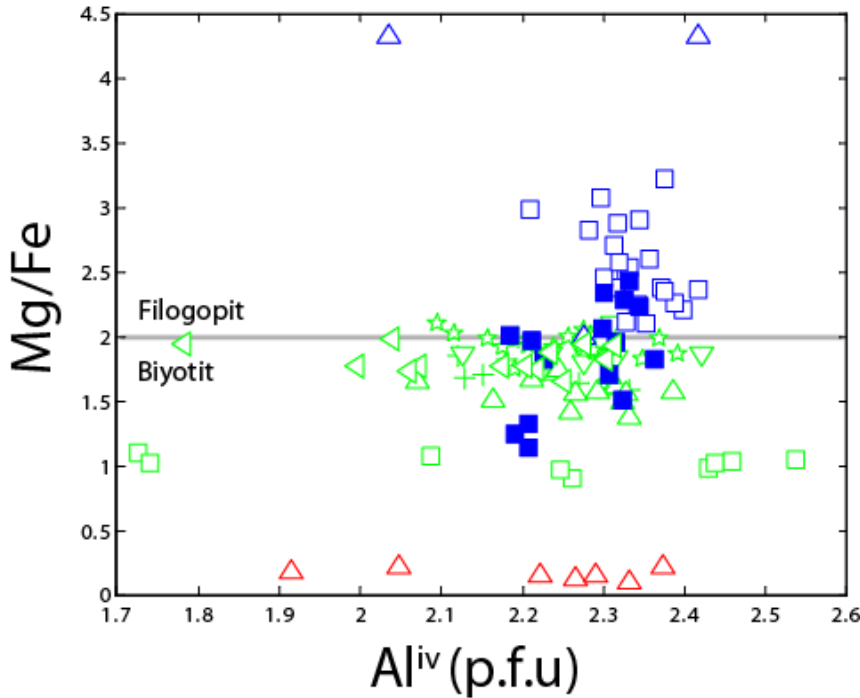
Andezitik ve adakitik kayaçlarda olivine seyrek rastlanır. Özşekilsiz yarı dengesiz kristaller halinde izlenir. Andezit ve adakitlerde olivin bileşimleri Fo<sub>80-50</sub> arasında değişmektedir. Buna karşılık trakiandezitler ve müjearitlerde daha duraylı ve genelde özşekilli feno/mikrofenokristaller şeklinde ve Fo<sub>65-40</sub> bileşim aralığında gözlenir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kapadokya volkanizmasında gözlenen olivinlerin Tp-Fo-Fa diyagramında gösterimi.

#### 4.2.4. Mika Grubu Mineraller

Kapadokya volkanik kayaçlarında mika grubu mineraller Mg/Fe oranı göz önünde bulundurulduğunda hem biyotit hem de filogopit olarak adlandırılır (Şekil 4.5). Mg/Fe oranının 2'den büyük olduğu mika grubu mineraller filogopit, küçük olanlar ise biyotit olarak adlandırılır. Buna göre Kapadokya volkanik kayaçları arasında Hamurcu ve Erdaş adakitleri sadece filogopit içermektedir. Erdaş andezitlerinde ise hem filgopit hem de biyotite rastlanır. Kapadokya ignimbiritlerinden Sarımadentepe, Sofular, Kavak, Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritlerinde Mg/Fe oranı 1.4 -2.1 arasında dar bir aralıkta izlenmektedir. Cemilköy ignimbiritinde ise Mg/Fe oranı ~1 olup, diğer ignimbiritlerden belirgin şekilde ayrılmaktadır. Acıgöl riyolitlerinde ise bu oran 0.3'ü geçmemektedir (Şekil 4.5).

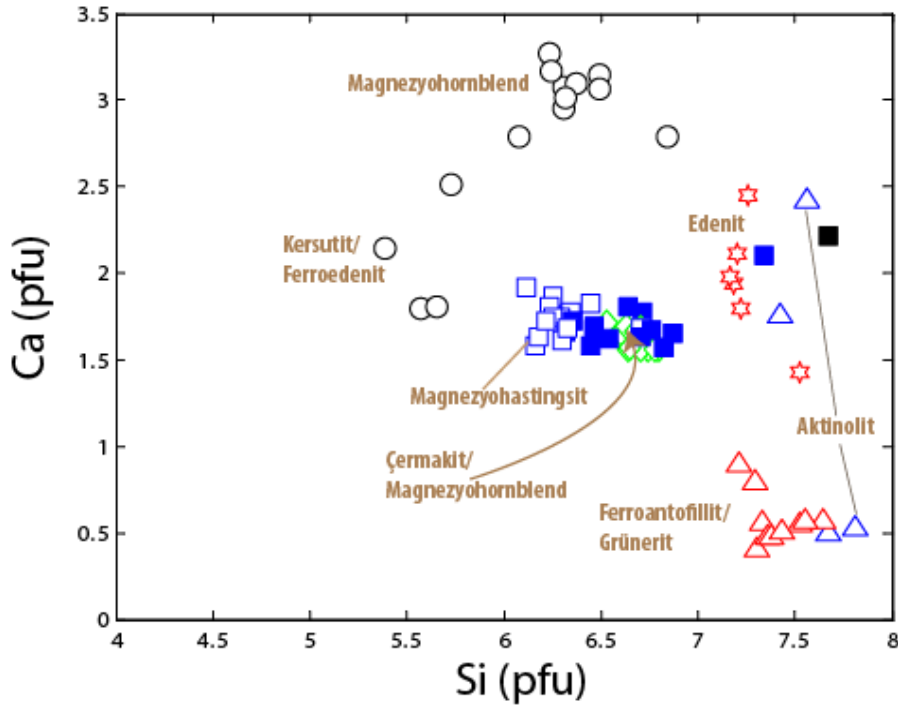


Şekil 4.5. Kapadokya volkanizmasına ait biyotitlerin  $Al^{iv}$ 'a karşılık çizilen Mg/Fe diyagramı.

#### 4.2.5. Amfibol

Amfibol grubu minerallere Kapadokya volkanik kayaçlarından bazı adakit, andezit, (bazaltik)trakiandezit ve riyolitlerde rastlanır. İsimlendirilmeleri Leake vd., 1997'e göre yapılan amfibol grubu minerallerin, Kapadokya volkanik kayaçlarının hemen herbirinde farklı isim aldığından gözlemlerle, bu kayaçlar için oldukça ayırdedici bir unsur olarak değerlendirilebilmeleri mümkündür (Şekil 4.6).

Amfibol grubu mineraller, fenokristal olarak izlendikleri Erdaş güneyi alkali bazaltlarda edenit, Acıgöl kuzeyi alkali bazaltik trakiandezitlerinde Kersutit/Ferroedenit ve Magnezyohornblend Erdaş adakitlerinde magnezyohastingsit, Erdaş andezitleri, Cemilköy ve Tahar ignimbiritlerinde çermakit/magnezyohornblend olarak isimlendirilirler. Kuvaterner Acıgöl riyolitleri hamurda mikrolitler halinde ferroantofillit/grünerit; Hamurcu adakitleri ise ikincil olduğu düşünülen aktinolit içermektedir.



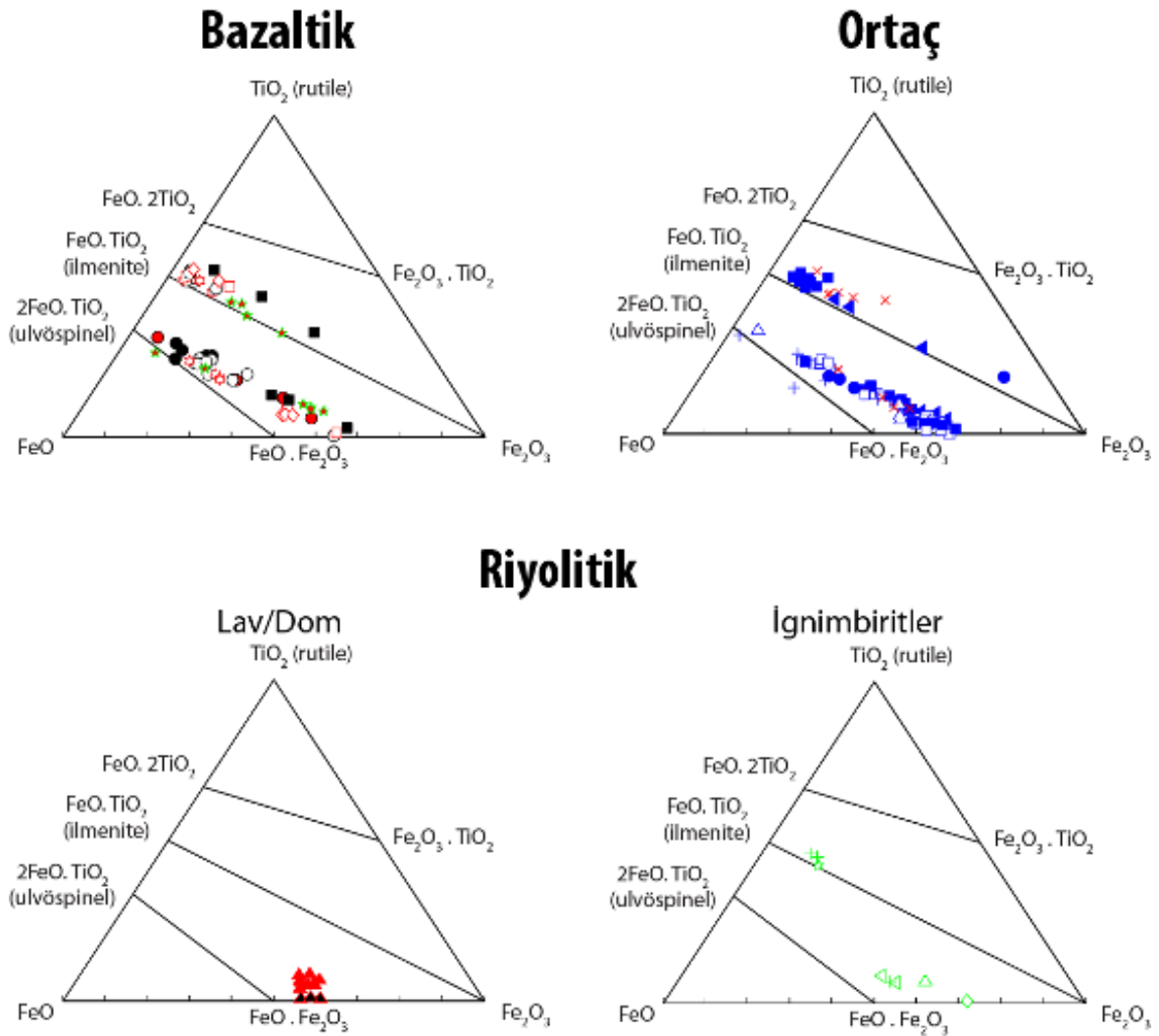
Şekil 4.6. Kapadokya volkanik kayaçlarında gözlemlenen amfibollerde Si (pfu)'a karşılık Ca (pfu)'nun değişimi. Amfibol minerallerinin isimleri şekilde gösterilmiştir.

#### 4.2.6. Fe-Ti Oksitler

Fe-Ti oksitlere Kapadokya volkanik kayaçlarında oldukça sık rastlanır (Şekil 4.7). Bölgenin en bazik kayaçları ilmenit içermezken manyetit – ulvöspinel bileşimlerinde Fe-Ti oksit mineralleri içerir. Aynı kayaçlarda, genelde olivin içibde kapanım olarak gözlenen Cr-Spinel minerallerine de rastlanılmıştır. Daha evrilmiş bazaltik kayaçlarda ise manyetit ve ulvöspinel ile trellis tipi eksolüsyon ile ayrılan ilmenit içerir. Ortaç kayaçlarda gözlenen Fe-Ti oksitlerin, bazaltik kayaçlardakinden daha az ulvöspinel bileşeni içerdiği, bileşimlerin manyetit alanına yaklaştığı ve hem münferit hem de trellis ayrışımı gösteren ilmenit ile beraber buldukları belirlenmiştir.



Efüzif/intrüzif riyolitik kayalarda ilmenit gözlenmez (Şekil 4.7). Kocadağ ve Boğazköy riyolitlerinin sadece manyetit içerdiği, Acıgöl riyolitlerinin ise Fe-Ti oksit minerali içermediği dikkat çekicidir. Kapadokya ignimbiritleri Fe-Ti oksit minerallerini nadiren barındırmaktadır. Kavak ve sofular ignimbiritleri dışında ilmenite rastlanmaz. Sarımadentepe, Tahar ve Gördeles ignimbiritleri sadece manyetit içermektedir. Riyolitik kayalarda Fe-Ti oksit minerallerinin seyrek gözlenmesi, kayaçları oluşturan magma kütlelerinde Fe-Ti oksitlerin fraksiyonlanan bir faz olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 4.7. Proje numunelerinin Fe-Ti oksitlerinin  $\text{TiO}_2$  –  $\text{FeO}$  –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  üçlü diyagramında gösterimi.

#### 4.2.7. Aksesuvar Fazlar

Kapadokya volkanik kayaçlarına apatit en sık rastlanılan aksesuvar fazdır. Hemen her kayaçta gerek kapanım, gerekse oksit mineralleri ile sinözis dokulu, özşekilli mikrokristaller şeklinde gözlenir.

Zirkon hemen her kayaçta oldukça sık gözlenir. Kapadokya ignimbiritlerinde özşekilli kristalleri gözlenmiş olup, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineral Ayırma laboratuvarında gerçekleştirilen çalışmalar ile her bir prioklastik birimden HF ile eritme suretiyle zirkon kristalleri ayrılmış, U-Th tarihlendirmesi için hazırlanmıştır.

Kuvarsa bazı ignimbiritlerde ve silisçe doymun riyolitlerde birincil olarak, alterasyon ve/veya hidrotermal getirim nedeniyle ana kayaç gözenekleri /çatlakları içinde ikincil kristaller şeklinde gözlenir.

Hidrotermal alterasyon ile sıcak su getiriminin olduğu düşünülen yerlerde fay çevrelerinde barit konkresyonlarına rastlanır. Benzer bölgelerde, özellikle piroklastik kayaçların alterasyonu ile pirolusit oluşumları da gözlenmiştir. Özellikle Zelve ignimbiritinin, patlaması sırasında bölgede mevcut Miyosen gölünde çökeldiği yerlerde şiddetli alterasyon sonucu erionit ve/veya krizotil mineralizasyonu gözlenmektedir.

### 5. JEOKİMYA

Proje bölgesinden alınan örneklerin ana ve iz element içerikleri ACME Labs (Kanada) laboratuvarlarında 1. bölümde anılan yöntemler ve koşullar altında gerçekleştirilmiştir.

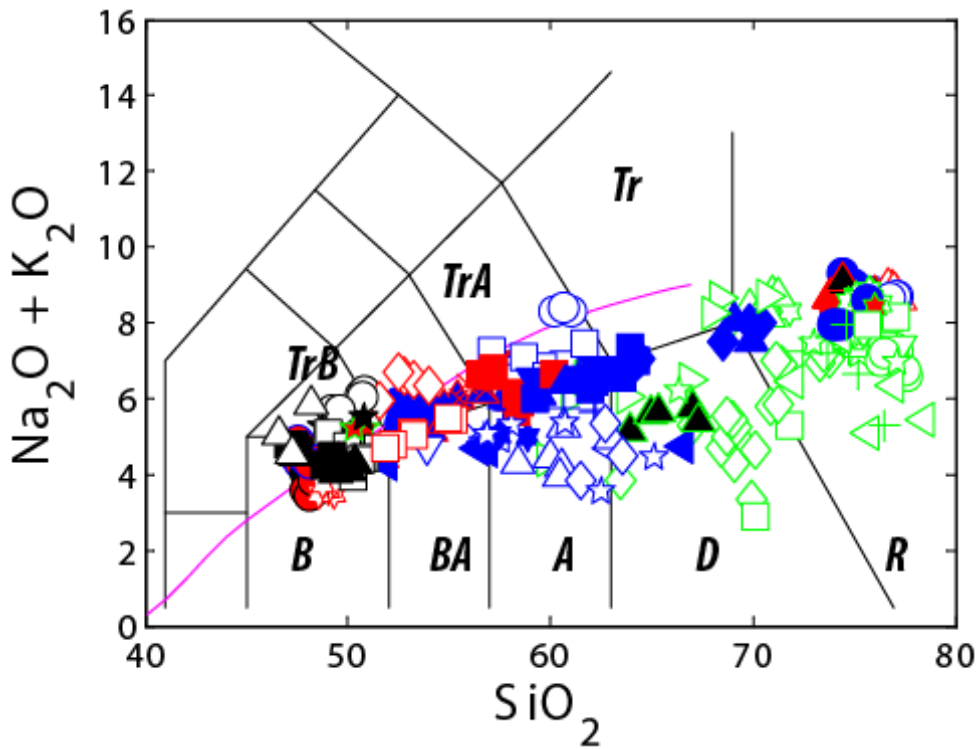
Ana element içeriklerine dayanarak kayaçlara ait CIPW normları hesaplanmıştır. Buna göre silisçe doymamış kayaçlar normatif nefelin içermekte ve alkali karakterdedir. Hipersten normatif kayaçlar ise toleyitik olarak tanımlanmakta, silisçe aşırı doymun olanları normatif kuvars, silisçe doymun olanlar ise normatif olivin içermektedir.

#### 5.1. İsimlendirme ve Ana Elementler

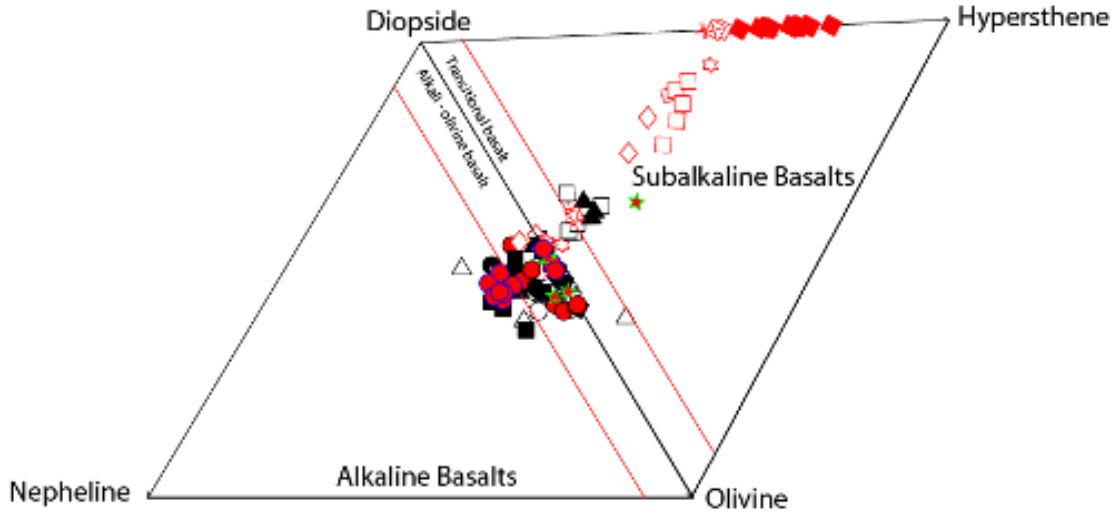
Toplam Alkali – Silis diyagramına göre (Şekil 5.1), Miyo-Pliyosen yaşlı efüzif ürünler bazalt, bazaltik andezit, andezit, trakiandezit riyolit alanlarına düşmektedir (LeBas vd., 1986). İz element içeriklerine göre adakit olarak isimlendirilen kayaçlar ise andezit, trakiandezit ve dasit bölgesinde yer almaktadır. Kapadokya ignimbiritleri genelde riyolit alanında görülür ancak Sofular ve Tahar ignimbiritleri dasit, Valibabatepe İgnimbiriti ise trakiandezit alanında

yer alır. Kuvaterner ürünler ise belirgin şekilde bimodal olup, %56-73  $\text{SiO}_2$  arasında Daly boşluğu gözlenmektedir. Kuvaterner asidik ürünler riyolit, bazik ürünler ise bazalt, trakibazalt, bazaltik andezit ve bazaltik trakiandezit alanlarında dağılmıştır. Özellikle kuvaterner bazaltların CIPW normları ve modal mineralojileri gözetilerek alkali, toleyit ve geçiş bazaltları bileşimlerinde gözlemlendiği belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Silise karşı  $\text{K}_2\text{O}$  diyagramında (Peccerillo ve Taylor, 1976), kayaçların düşük K serisinden yüksek K kalkalkali seriye devamlılık gösterdiği, riyolitlerin, bazı andezit ve bazaltların yüksek potasyumlu kalkalkali seri alanında bulunduğu görülmektedir (Şekil 5.3).

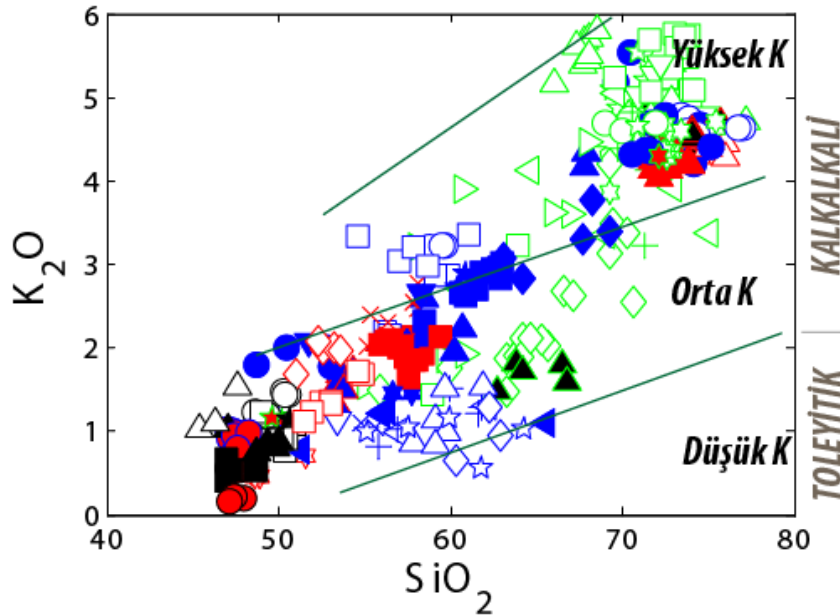


Şekil 5.1. Proje kapsamında alınan örneklerin Toplam Alkali – Silis diyagramında gösterimi (LeBas vd., 1986).



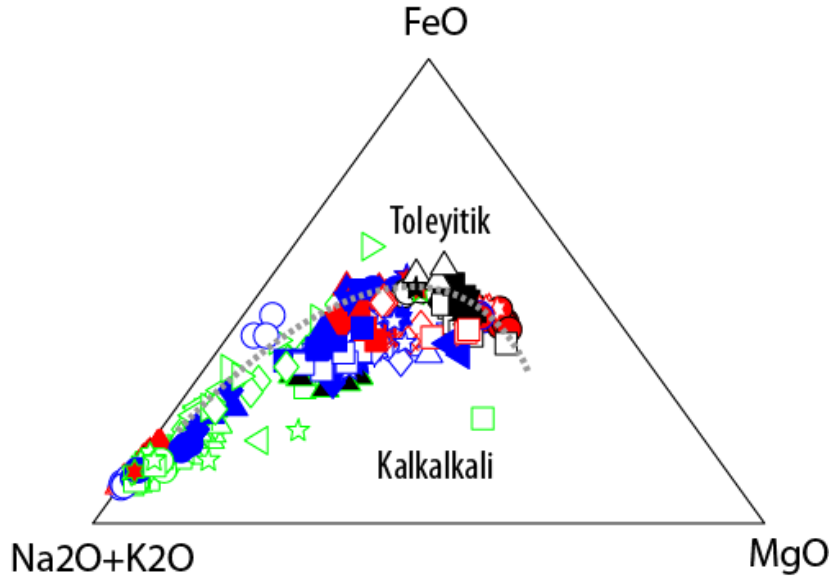
Şekil 5.2. Kuvaterner bazaltik kayaların normatif Ne-Di-Hy-Ol dörtü diyagramında gösterimi.

Ternary AFM ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO}_t - \text{MgO}$ ) diyagramında (Şekil 5.4) bazik kayaların genelde kalkali eğilimde ancak bazı örneklerin toleyitik trende sahip olduğu gözlenmiştir (Kuno, 1968). Ancak bu diyagramda daha önce hem mineralojik hem de norm içerikleri göz önünde bulundurularak ayrımlanan toleyitik ve alkali bazik kayalar arasında belirgin bir farklılık gözlenmemektedir.



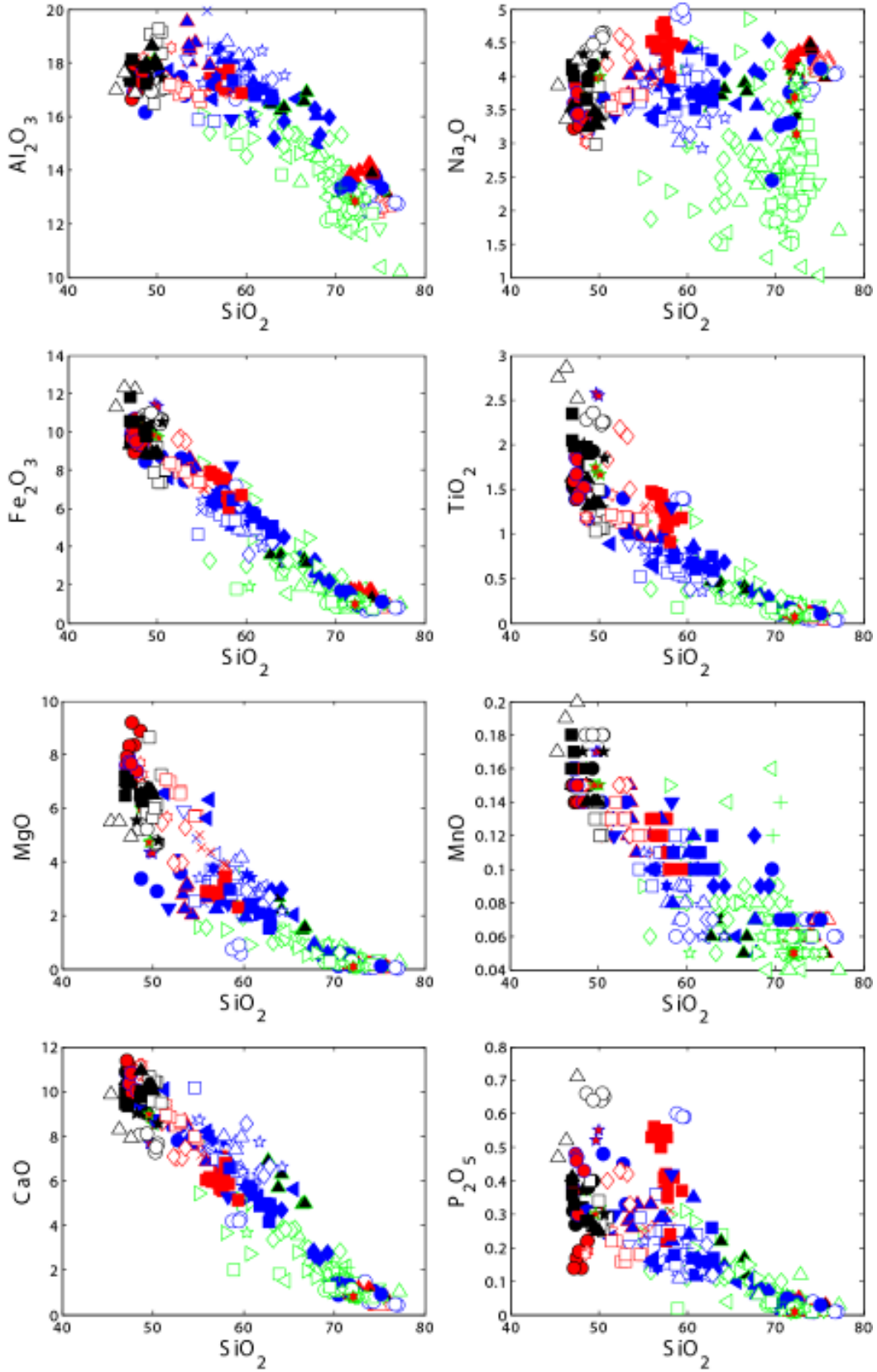
Şekil 5.3: Proje kapsamında alınan volkanik örneklerin  $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  diyagramında gösterimi (Peccerillo ve Taylor, 1976).





Şekil 5.4. Volkanik kayaçların AFM diyagramında gösterimi, kalkalkali – toleyitik ayrımı Kuno (1968)'den alınmıştır.

Silise karşı çizilen ana oksit içeriklerine bakıldığında (Şekil 5.5), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve MnO'in artan silis ile azaldığı, Na<sub>2</sub>O'un ise hafif bir zenginleşme göstermesine rağmen, özellikle Kapadokya ignimbiritlerinde belirgin bir azalma sunduğu belirlenmiştir.

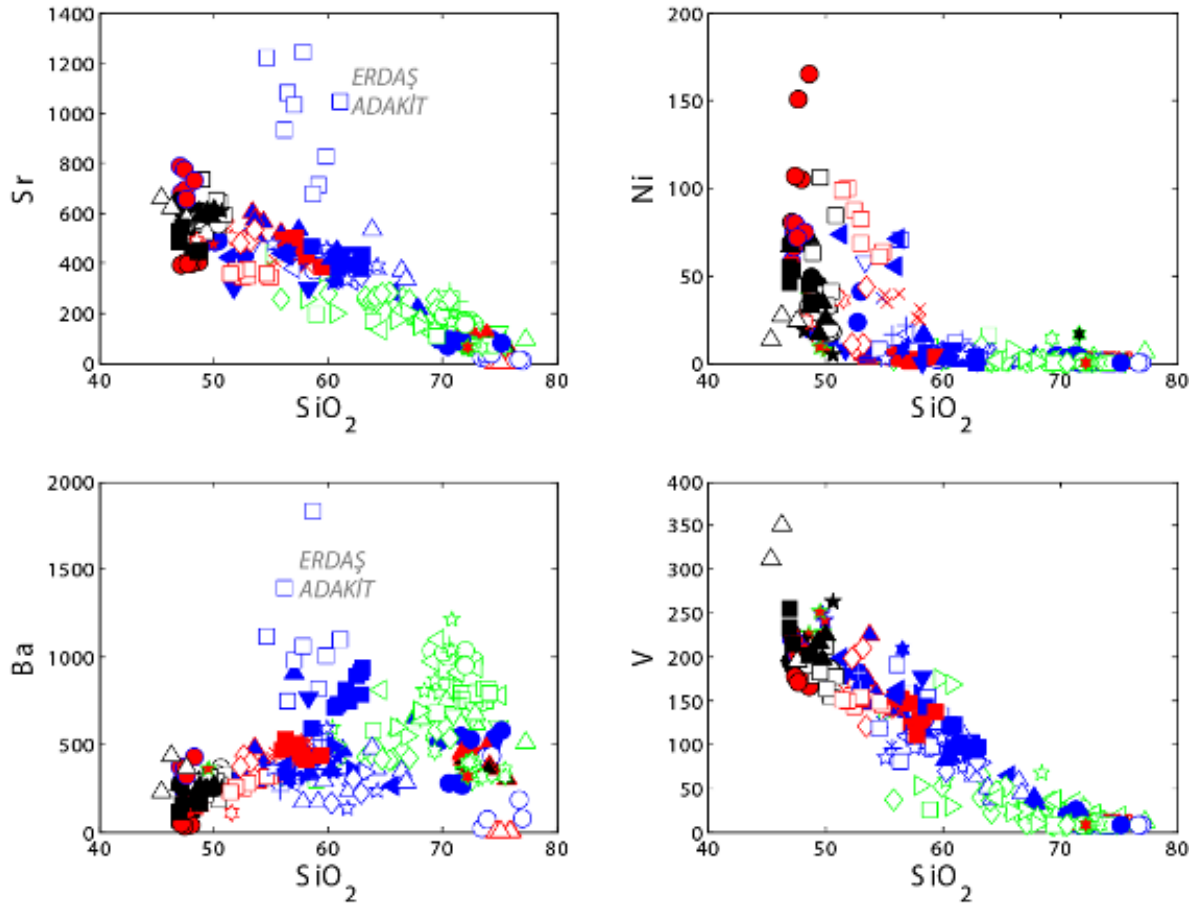


Şekil 5.5. Kapadokya volkanik kayaçlarının silise karşı çizilen ana oksit değişimleri.

## 5.2. İz Elementler

### 5.2.1. Uyumlu Elementler

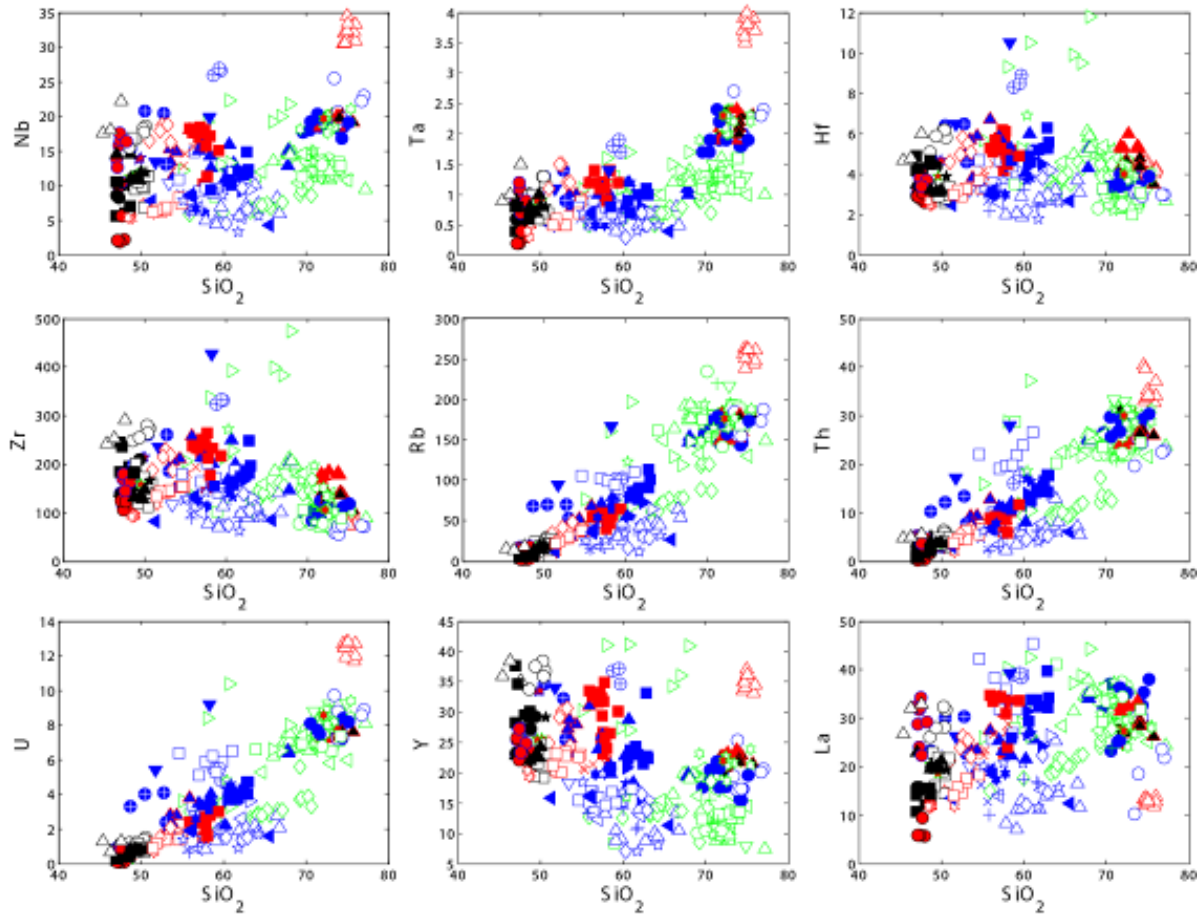
Kapadokya volkanik kayaçlarının silise karşı çizilen uyumlu iz element içerikleri Şekil 5.6’da verilmiştir. Buna göre artan silis içeriğine bağlı olarak Sr, Ni ve V miktarları azalma gösterirken, Ba %70 SiO<sub>2</sub> seviyesine kadar bir artış ve bu seviyeden sonra ani bir azalma göstermektedir. Ba ve Sr içerikleri özellikle kuvaterner riyolitlerde farklılık göstermektedir. Literatürde verilen yaşlara göre, 75 000 yıldan daha genç riyolitler daha yaşlı riyolitlerden Ba ve Sr’ca daha fakirdir. Ba’un bazaltik kayaçlardan itibaren tedirici artışı artan kıtasal kirlenme oranlarına işaret edebilir. Sr ve Ba özellikle adakitlerde, diğer tüm kayaçlara göre belirgin şekilde zenginleşmiştir. Sr’un 300 ppm’den yüksek olması adakitlerin ayırt edici özelliklerinden biridir (Castillo, 2006). Ni’in özellikle bazik kayaçlarda ani azalması, olivin; V manyetit ve Sr plajiyoklaz fraksiyonlanmasını düşündürmektedir.



Şekil 5.6. Kapadokya volkanik kayaçlarının silise karşı çizilen uyumlu iz element değişimleri.

### 5.2.2. Uyumsuz Elementler

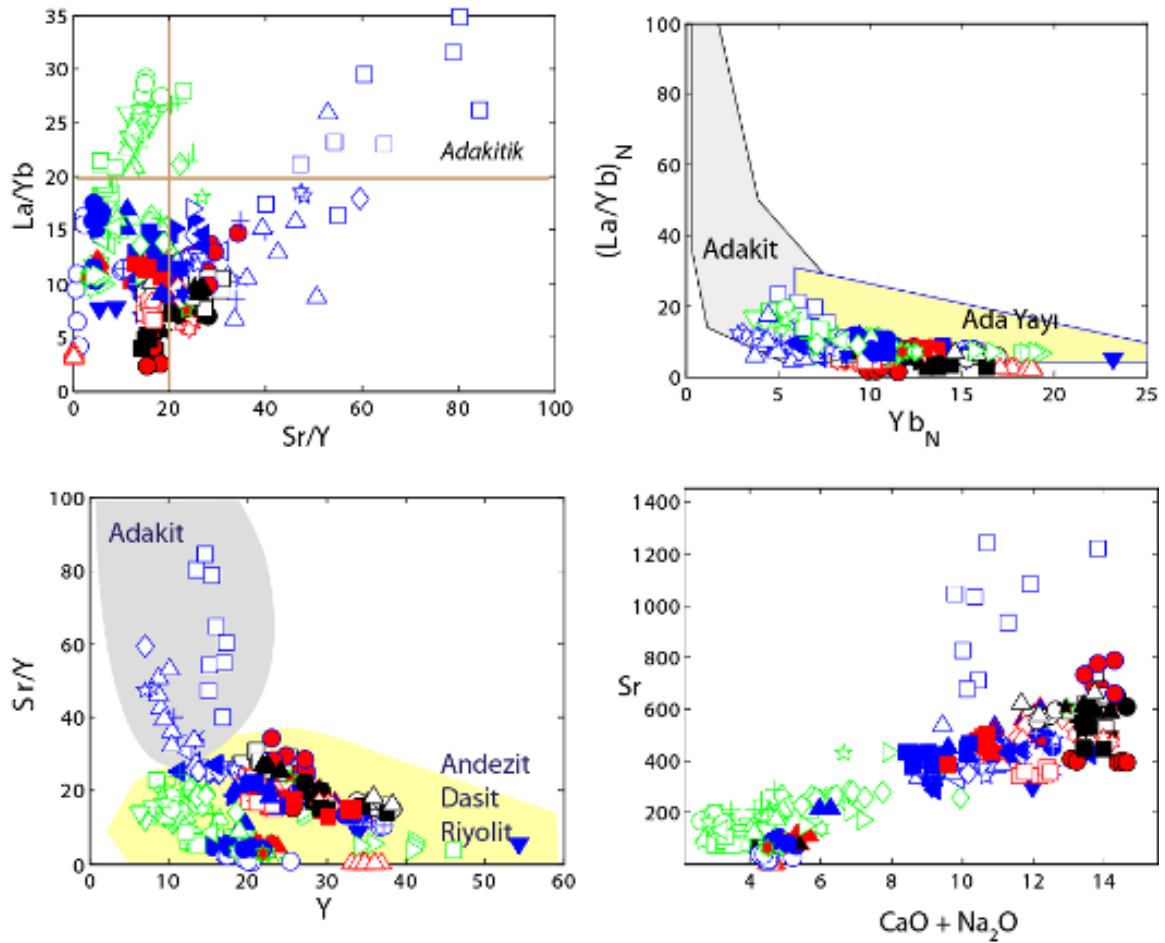
Kayaçların silise karşı çizilen uyumsuz iz element içerikleri Şekil 5.7’de verilmiştir. Artan silise bağlı olarak Rb, Th ve U belirgin şekilde artış göstermektedir. Nb ve Ta bazik ve ortaç kayaçlarda artan silise karşılık belirgin bir değişim göstermemekte ancak riyoitlerde zenginleşmektedir. Genç riyoitler (<75 ka) Nb, Ta, Rb, Th, U ve Y bakımından daha yaşlı riyoitlerden zenginken, La’ca daha fakirdir. Adakitler, U, Th, Rb ve kısmen La’ca andezitik karşılıklarından daha zenginleşmiş gözlenir. Hf, Zr ve Y silise karşı genel bir değişim eğilimi göstermemektedir. Dikkati çeken bir diğer nokta da, Miyosen ignimbritlerinin Kuvaterner riyoitlerden Nb, Ta, ve Y’ca fakir olarak gözlenmesidir. Bununla beraber, Bozca volkaniklerinin ev Valibabatepe ignimbritinin Nb, Ta, Hf, Zr’ca zenginleşmiş, Tahar ignimbritinin ise La, Th ve Rb’ca diğer ignimbritlerden daha fakir olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.7. Kapadokya volkanik kayaçlarının silise karşı çizilen uyumsuz iz element değişimleri.



Proje sahasının güneyinde yer alan Erdaş andezitik masifinde gözlenen bazı lav akıntıları, ana ve iz element içerikleri ile diğer andezitik ürünlerden ayrılmaktadır. Bu kayalar, genel hatları Castillo (2006)'da verilen ayırtlama kriterleri ( $\text{SiO}_2 > \%56$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 > 15\%$ ,  $\text{MgO} < 3\%$ ,  $\text{Sr} > 300$  ppm,  $\text{Sr}/\text{Y} > 20$ ,  $\text{La}/\text{Yb} > 20$ ) baz alındığında adakit olarak adlandırılmaktadır. Şekil 5.8'de adakitik kayaları ayırtlamada kullanılan diyagramlar verilmiştir. Acıgöl güneyinde yer alan adakitlerin  $\text{La}/\text{Yb}$  ve  $\text{Sr}/\text{Y}$  oranları 20'den büyüktür. Kondrite göre (Nakamura, 1974) normalize edilmiş Nadir Toprak Element oranlarına göre Yay Andezit Dasit ve Riyolitlerden Adakite geçiş tedrici olarak gözlemlenir. Ancak Sr içeriklerinde son derece belirgin farklılık göze çarpmaktadır. Düşük Y içeriklerine karşılık gelen yüksek  $\text{Sr}/\text{Y}$  oranları adakitlerin temel özelliklerinden biridir. Hamurcu bölgesinde gözlenen bazı lav akıntılarının, adakit benzeri bileşimler sunduğu gözlemlenir. Buna göre Erdaş tipik adakit lavlarını verirken, Derinkuyu ve Hamurcu civarında adakit-benzeri ürünler gözlenir.



Şekil 5.8. Adakit ayırtlama diyagramları (Castillo, 2006) üzerinde örneklerin gösterimi.

### 5.2.3. Nadir Toprak Elementleri ve Çoklu Element Diyagramları

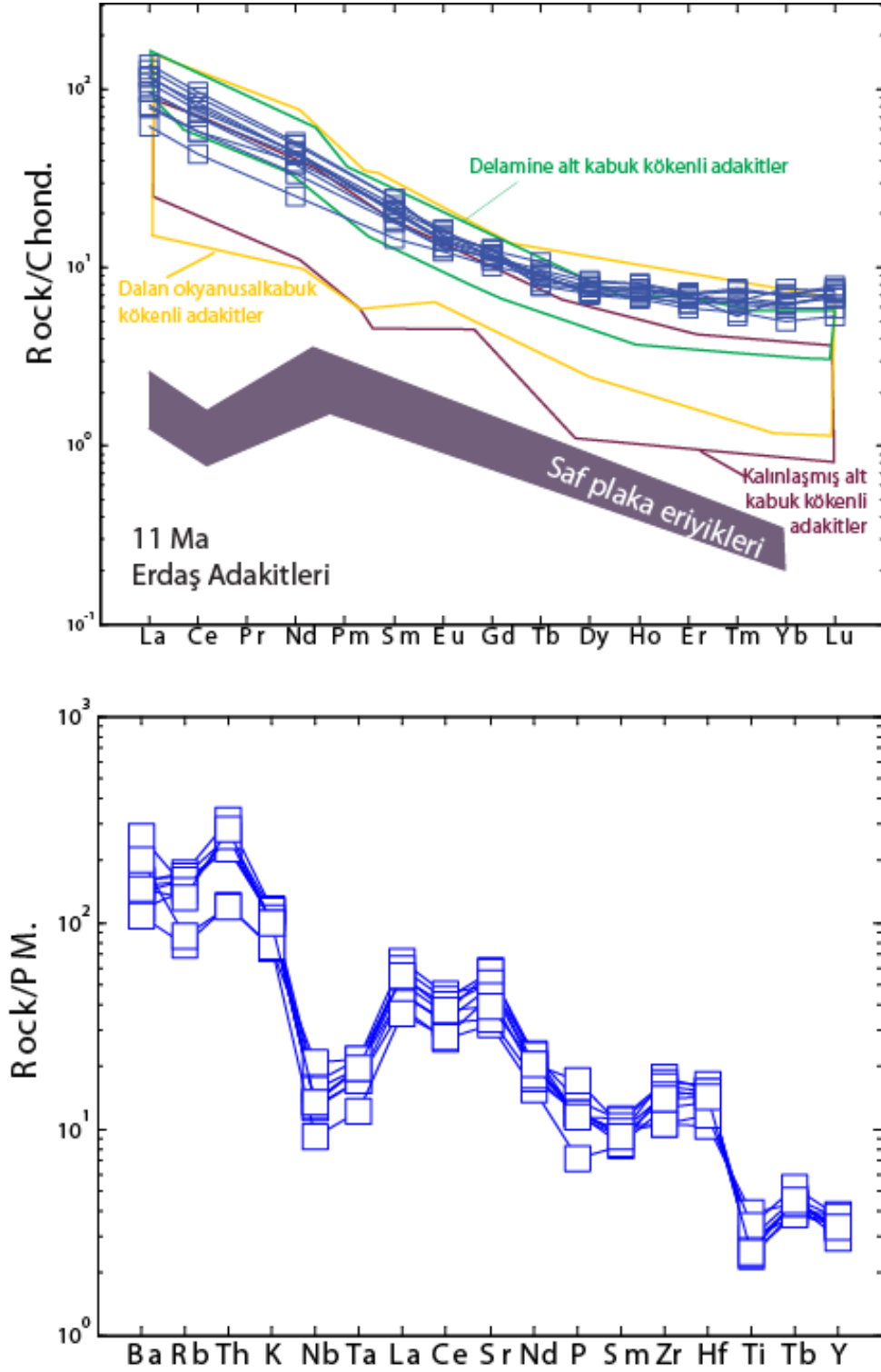
Ana oksit ve iz element içerikleri göz önünde bulundurulduğunda, Kapadokya volkanizmasının zaman içinde belirgin değişim gösterdiği, dolayısıyla farklı zaman aralıklarında farklı ürünler sunduğu belirlenmiştir. Kapadokya volkanizmasının zaman içinde değişiminin daha iyi anlaşılabilmesi için Nadir Toprak Elementleri (REE) ve ayrıca çoklu element değişim diyagramları jeolojik zamana göre alt başlıklar dahilinde incelenecektir.

#### 5.2.3.1. – 11 My

Bölgede Kretase temel üzerine gelen en yaşlı birimler Erdaş Andezitik Masifinin batı sektöründe yüzlek veren adakitik akıntılardır (~ 11 My). Erdaş adakitleri, önceki bölümlerde vurgulandığı üzere Kapadokya volkanikleri ile belirgin farklılıklar sunmaktadır. Erdaş adakitlerinin Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.9'da verilmiştir.

Erdaş adakitlerinde hafif REE (LREE), ağır REE (HREE)'ne göre oldukça zengindir. Bununla birlikte HREE düz bir desen vermektedir. Karslı vd., (2010)'dan çizilen adakit köken alanlarında, Erdaş adakitlerinin delamine alt kabuk ya da dalan okyanusal plaka kökenli adakitelere karşılık geldiği görülmektedir (Şekil 5.9a).

Çoklu element desenleri, dalma-batma ilişkili volkanizmanın temel işareti sayılan tipik Nb-Ta-Ti hendeklerini sunmakta, kökende rutilin tutulan bir faz olduğuna işaret etmektedir. Bunun yanısıra LILE (Ba,Rb) ve HFS (Th) elementlerince zenginleşme belirgindir (Şekil 5.9b).

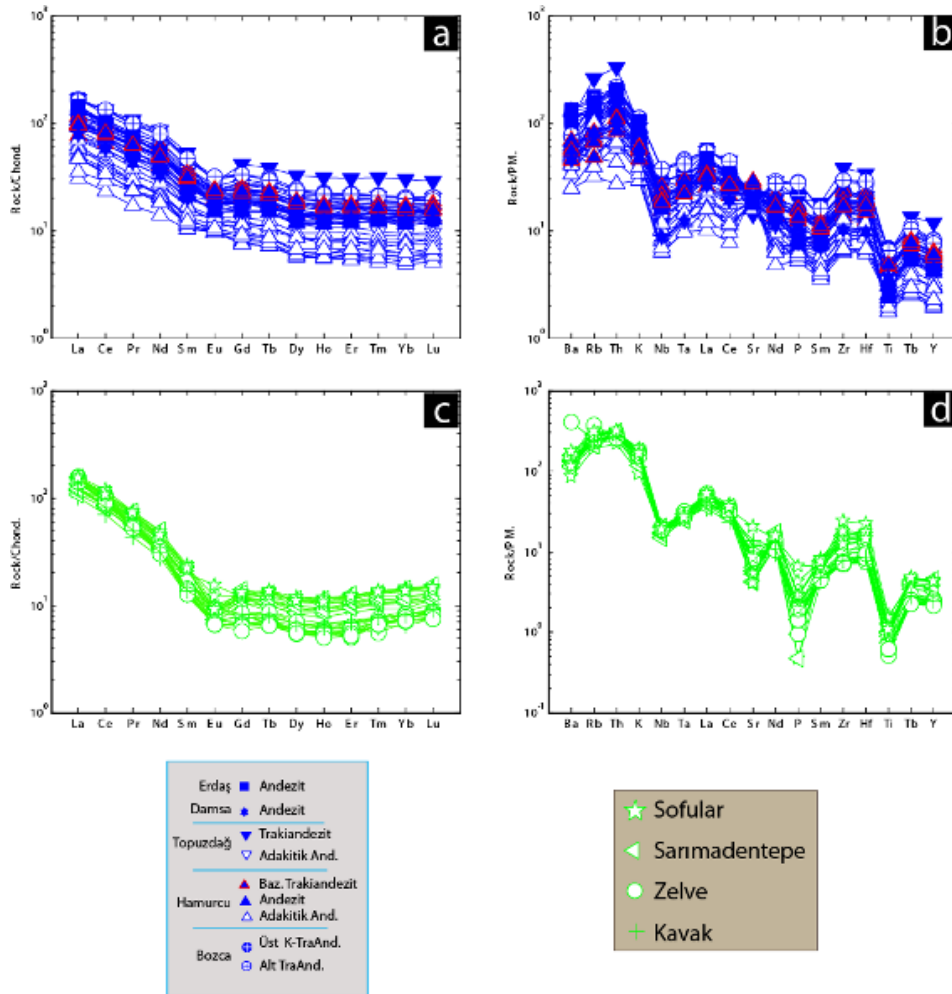


Şekil 5.9. a) Erdaş adakitlerine ait REE desenleri. Alanlar Karşlı et al., 2010'dan alınmıştır. b) Çoklu element desenleri.

### 5.2.3.2. 11-7 My

Kapadokya volkanizması 11 – 7 My arasında hem efüzif hem eksploziv ürünler sunmuştur. Efüzif ürünler başlıca Erdaş Andezitik masifinde andezitik lav akıntıları (~ 9 My), Damsa vadisinde andezitik Damsa lavları, Topuzdağ, Hamurcu ve Bozca (bazaltik) andezitleri ve adakit benzeri lavlar şeklindedir. Bununla beraber Kavak, Zelve, Sarımaden ve Sofular ignimbiritleri bu yaş aralığındaki eksploziv volkanizmayı temsil eder.

11 – 7 My arasındaki volkanik kayaların Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.10'da verilmiştir.



Şekil 5.10. Kapadokya volkanizmasında 11-7 My arası görülen ürünlere ait REE ve çoklu element spider grafikleri. A,b: Efüzif; c,d: eksploziv kayalar.

11-7 My arası efüzif kayalar birbirlerine paralel ancak düşük ölçekte ötelenmiş desenler sunar (Şekil 5.10a). LREE'nin HREE'ye göre zenginleştiği, HREE'in yatay bir görünüm sunduğu belirgindir. Toplam REE içeriği açısından Hamurcu adakit benzeri andezitlerin en



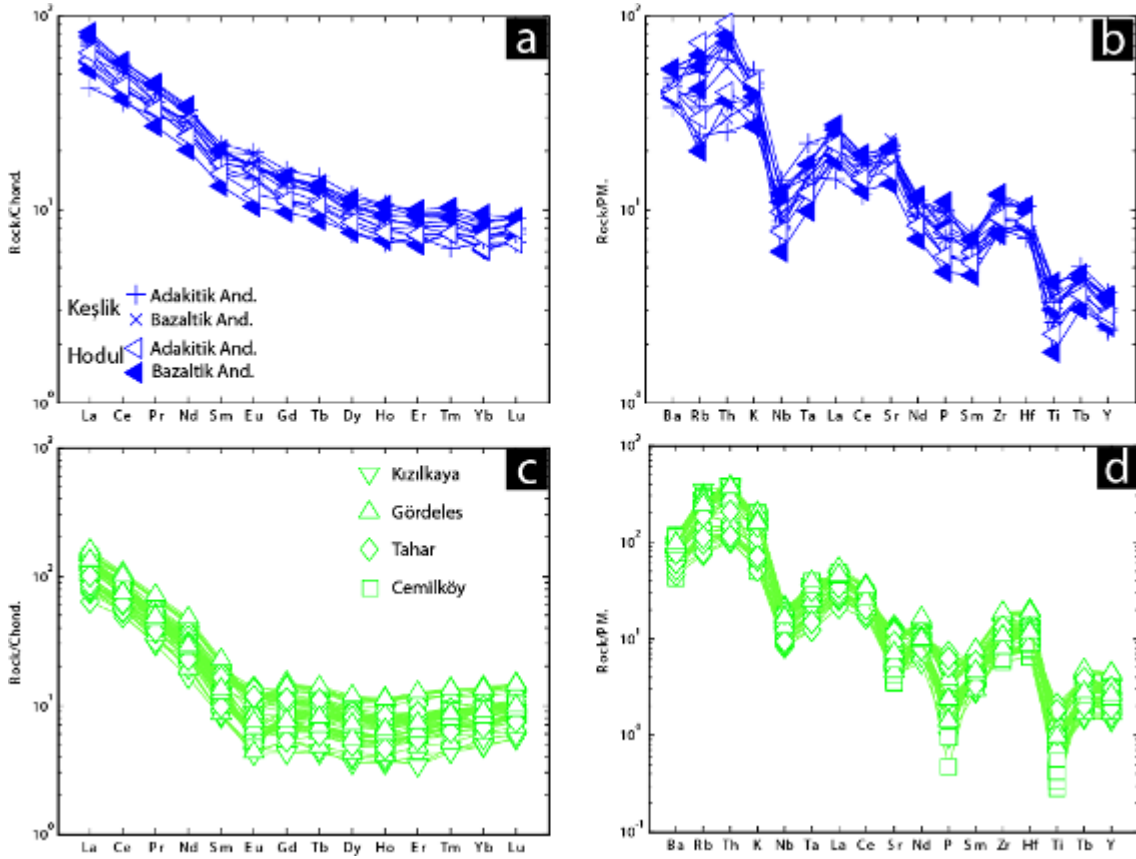
fakir, Topuzdağ bazaltik trakiandezitlerinin ise, özellikle HREE bakımından zengin olduğu gözlenir. Hafif Eu anomalisi, kayaçların oluşumunda plajiyoklaz fraksiyonlanmasına işaret etmektedir. Efüzif kayaçların çoklu element diyagramları (Şekil 5.10b) yine birbirlerine paralel, ancak farklı derecelerde element zenginleşmesini ifade edecek şekilde ötelenmiş görülür. Nb-Ta-Ti anomalisi belirgindir.

Piroklastik kayaçların REE desenleri birbirlerine paralel gözlenir (Şekil 5.10c). LREE'in HREE'e göre daha zengin olduğu, HREE'in konkav yukarı bir desen verdiği belirgindir. Bu kayaçların amfibolü sıklıkla içermelerinden hareketle, amfibol fraksiyonlanmasının MREE desenlerini aşağı çektiği düşünülebilir. Sofular ve Zelve ignimbiritleri arasında gözlenen Eu hendeği, bu ignimbiritler arasında en genci olan Sofular ignimbiritinin plajiyoklaz fraksiyonlanmasından daha az etkilenmiş olabileceğini gösterir. İgnimbiritlere ait çoklu element desenleri (Şekil 5.10d), birbirlerine paraleldir. Nb-Ta-Ti hendeği tüm ignimbiritler için aynı seviyelerde gözlenirken, özellikle Sr, P, Zr ve Hf elementlerinde gözlenen değişimler, Sofular ignimbiritinin plajiyoklaz, apatit ve/veya amfibol fraksiyonlanmasından, diğer ignimbiritlere göre, daha az etkilendiğini düşündürmektedir. Özellikle Zelve ignimbiritine ait bir örnekte Ba'un çok belirgin şekilde zenginleşme gösterdiği belirlenmiştir. Bu örnek, Zelve ignimbiriti içinde gözlenen fay kontrollü barit konkresyonlarına oldukça yakın bir yerden alınmıştır.

#### 5.2.3.3. 7-5 My

Kapadokya volkanizması 7-5 My arasında hem efüzif hem de oldukça yaygın şekilde gözlenen piroklastik akıntılar üretmiştir. Efüzif faaliyet, Hodul ve Keşlik (adakitik) bazaltik andezit lavları ile; eksplozif faaliyet ise Cemilköy, Tahar, Gördeles ve Kızılkaya ignimbiritleri ile temsil edilir.

7-5 My arasındaki volkanik kayaçların Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5.11. Kapadokya volkanizmasında 7 -5 My arası görülen ürünlere ait REE ve çoklu element spider grafikleri. A,b: Efüzif; c,d: eksplozif kayaçlar.

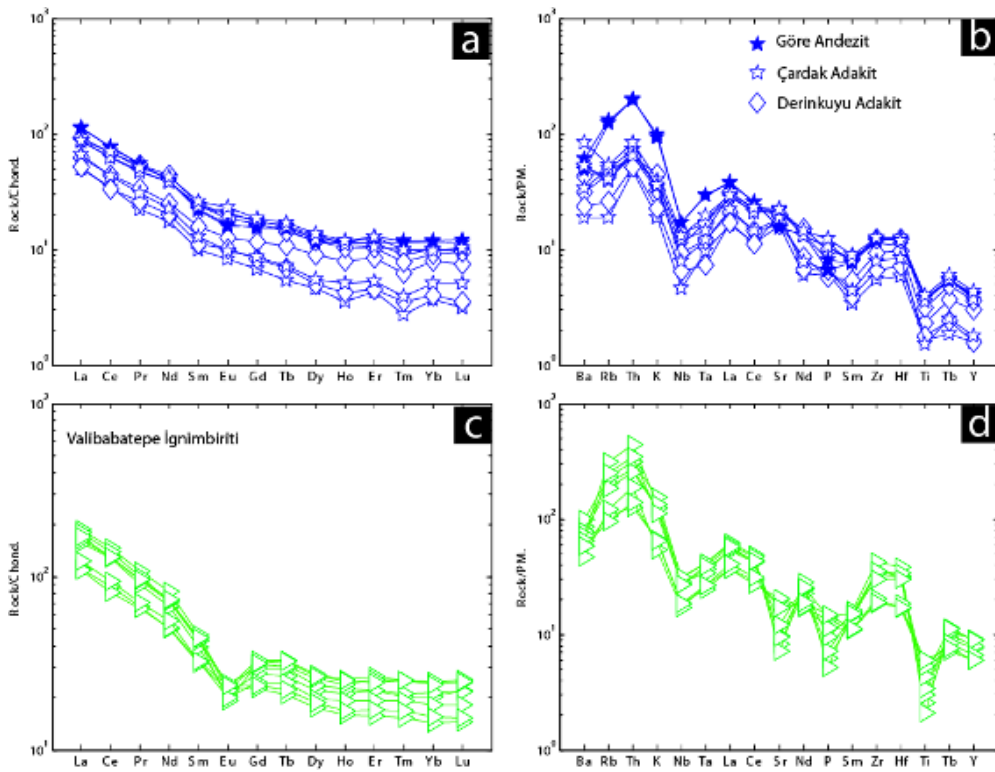
Keşlik ve Hodul lavalarına ait REE desenleri (Şekil 5.11a) birbirlerine paralel olup, kondrite göre 40 -90 kez zenginleşmiş LREE ve ~10 kez zenginleşmiş HREE konsantrasyonlarını göstermektedir. HREE yaklaşık paralel bir desen sunar. Lavların çoklu element grafiklerinde (Şekil 5.11b) ise Nb-Ta-Ti hendeği belirgindir. Ce, Sm ve P apatit; Nd hendekleri ise amfibol fraksiyonlanması ile oluşabilir.

7-5 My arası ignimbritler benzer şekilde birbirlerine paralel REE desenleri sunar (Şekil 5.11c). LREE, HREE'e göre daha zengindir. Hafif bir Eu negatif anomalisi belirgindir. Bununla birlikte MREE'nin tüketilmesi ile HREE konkv yukarı bir desen verir. İgnimbritlerin çoklu element desenleri (Şekil 5.11d) birbirlerine paralel olup Nb-Ta-Ti hendeği gözlenir. Özellikle P ve Ti'nin Tahar ignimbritinde en yüksek, Cemilköy ignimbritinde ise en düşük değerleri verdiği gözlenir. Bu, apatit ve manyetit fraksiyonlanmasının Cemilköy ignimbritlerinde daha fazla gözlemlendiğine işaret edebilir. Bununla beraber, Tahar ignimbritinin Rb, Th, Nb, Tb ve Y gibi uyumsuz HFS elementlerce diğer ignimbritlerden daha zengin olduğu dikkati çeker.

#### 5.2.3.4. 5-2 My

5-2 My aralığında Kapadokya volkanizması Derinkuyu – Çardak arasında andezitik/adaktik domlar, Nevşehir Göre civarı lav akıntıları ve Erciyes kökenli Valibabatepe ignimbriti ile temsil edilir.

5-2 My arasındaki volkanik kayaların Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.12. Kapadokya volkanizmasında 5-2 My arası görülen ürünlere ait REE ve çoklu element spider grafikleri. A,b: Efüzif; c,d: eksploziv kayalar.

Efüzif ürünlerin REE desenlerinde (Şekil 5.12a) LREE'in HREE'e göre daha zengin olduğu, özellikle HREE desenlerinde iki birbirine paralel ama biri 6-8 kat zenginleşmiş iki ana tipin olduğu gözlenir. HREE bakımından daha fakir olan bileşimlerin, LREE'ce de hafifçe daha fakir olduğu gözlenir. Lav/domların çoklu element desenlerinin de birbirlerine paralellik sunması ancak zenginleşmelerin farklı gözlenmesi, bu kayaların kökenin benzer nitlikte olabileceğini gösterebilir (Şekil 5.12b). Kayalar Nb-Ta-Ti hendeği sunmakla beraber, daha yaşlı kayalarla karşılaştırıldığında özellikle Ta'un daha zengin olduğu görülmektedir. Göre

andezitlerinin, Çardak ve Derinkuyu adakitlerinden Rb, Th, K, Nb ve Ta bakımından belirgin şekilde daha zengin olduğu dikkat çekicidir.

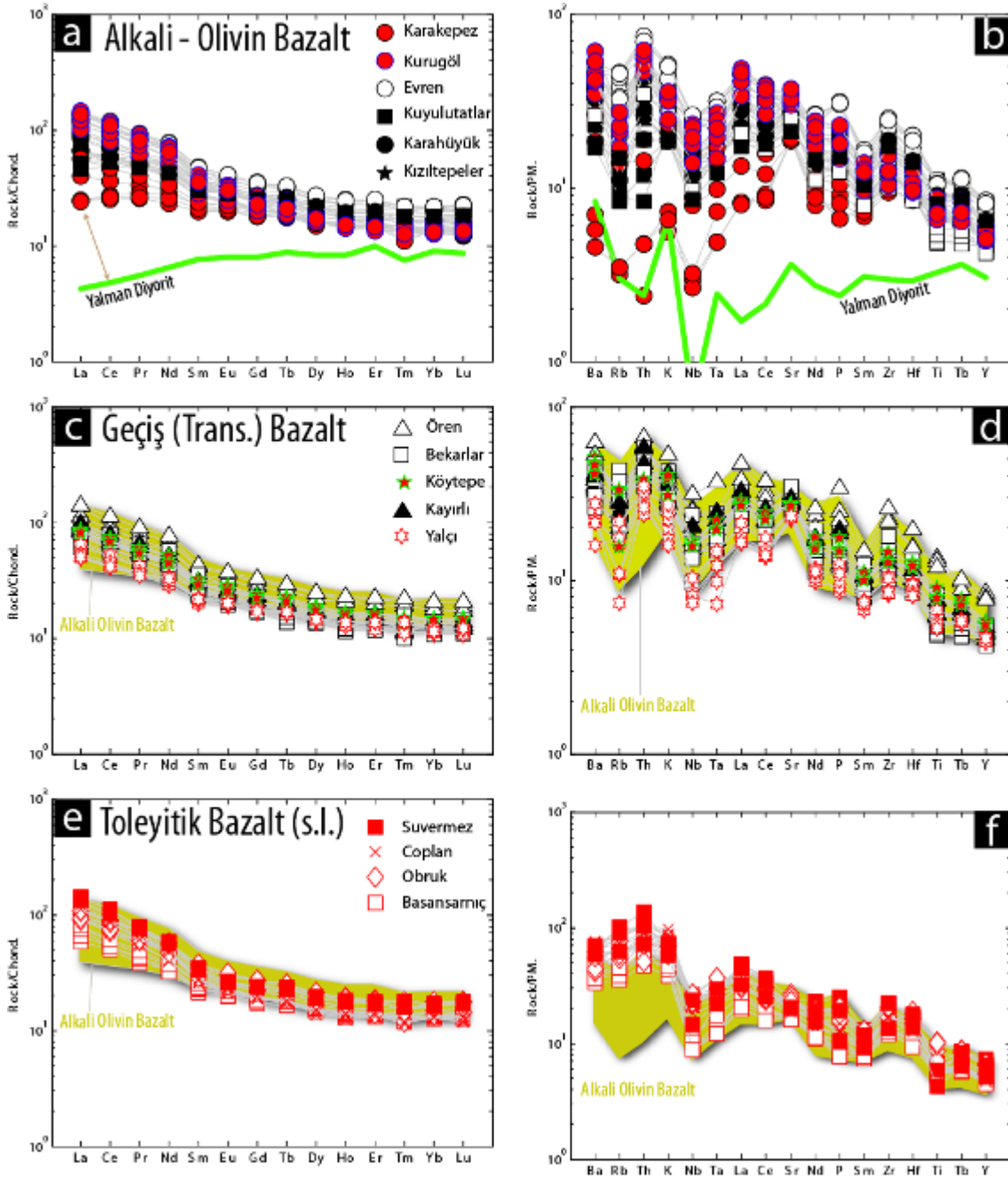
5-2 My arasında Kapadokya piroklastik faaliyet Valibabatepe ignimbiriti ile temsil edilir. Valibabatepe ignimbiriti belirgin bir Eu negatif anomalisi ile HREE'e göre daha zenginleşmiş LREE desenleri sunar (Şekil 5.12c). HREE yataya yakın düz bir desen verir. Çoklu element grafiğinde ise (Şekil 5.13d) Nb-Ta-Ti ile Sr ve P negatif anomalileri belirgindir. Sr (ve Eu) plajiyoklaz, P (ve Zr) tüketimleri ise apatitin fraksiyonlanan bir faz olduğunu işaret edebilir.

#### 5.2.3.5. 2-0 My (*Kuvaterner*)

Kapadokya bölgesinde Kuvaterner volkanizma özellikle Nevşehir batı – güneybatısında gözlenir. Daha önce de belirtildiği üzere Kuvaterner volkanizması bimodal karakterde olup %58 – 73 SiO<sub>2</sub> bileşimleri arasında volkanik kayaç gözlenmez, Daly Boşluğu (Daly Gap) mevcuttur. Kuvaterner asidik ürünler riyolit, bazik ürünler ise bazalt, trakibazalt, bazaltik andezit ve bazaltik trakiandezit alanlarında dağılmıştır. Özellikle kuvaterner bazaltların CIPW normları ve modal mineralojileri gözetilerek alkali, toleyit ve geçiş bazaltları bileşimlerinde gözlemlendiği belirlenmiştir (Şekil 5.2).

Kuvaterner bazik volkanik kayaçların Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.13'te verilmiştir.





Şekil 5.13. Kapadokya kuvaterner volkanizmasında görülen bazaltik ürünlere ait REE ve çoklu element spider grafikleri. A,b: Alkali-olivin bazaltlar; c,d: Geçiş bazaltları, e,f: Toleyitik bazaltik kayalar.

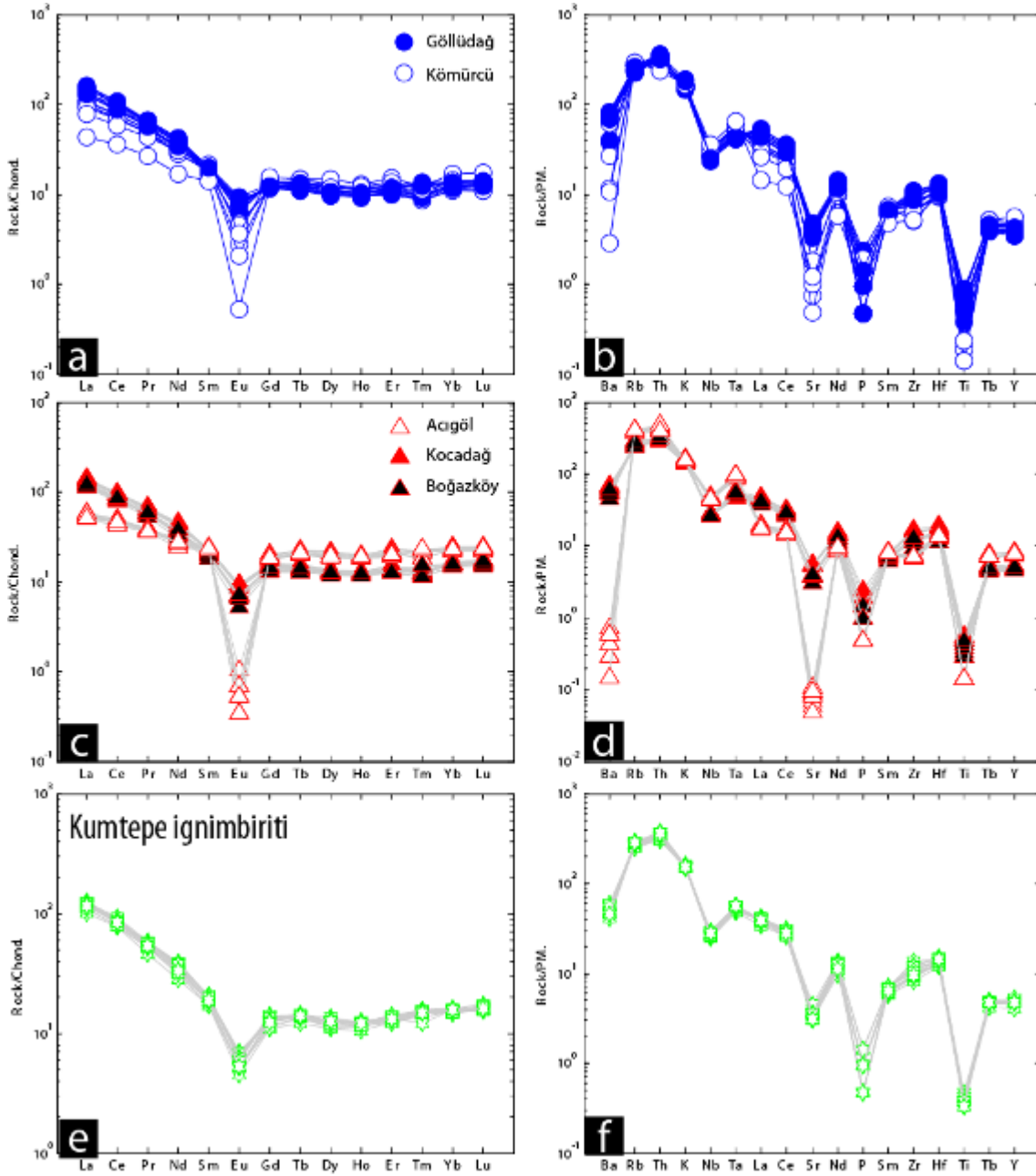
Alkali-olivin bazaltlar birbirine paralel, LREE'nin HREE'ye göre hafifçe zenginleştiği, HREE'in yataya yakın düz bir hat sergilediği desenler oluşturur. Bununla birlikte Karakepez lav akıntılarında bazı örneklerin genel eğilime uymayan, tüketilmiş LREE desenleri sunduğu gözlenir (Şekil 5.13a). Çoklu element diyagramında ise (Şekil 5.13b) alkali-oliv bazaltların Kapadokya volkanizmasının daha yaşlı kayalarına göre daha hafif bir Nb-Ta-Ti hendeği

sundukları, LIL ve HFS elementlerce belirgin şekilde zenginleşme gösterdikleri belirlenmiştir. REE desenlerinde genel eğilime uymayan bazı Karakepez lavlarının çoklu element diyagramında da şiddetli farklılık sunduğu gözlenir. Ancak, aynı akıntılardan diğer örneklerin genel eğilim hattında yer aldığı belirlenmiştir. Anomali veren bu örneklerin yüzlek verdiği bölge (Yalman) yakınında gözlenen Kretase yaşlı diyoritlere ait REE ve çoklu element profilleri olası bir kontaminasyonun etkisi hakkında fikir vermesi için ilgili diyagramlarda işaretlenmiştir. Özellikle çoklu element diyagramında bazı Karakepez lavlarında gözlenen şiddetli negatif Ba, Rb, Nb, Ta; hafif pozitif K ve Sr anomalileri bu örneklerin Yalman diyoriti ile kontamine olduğunu düşündüren en önemli bulgulardır.

Geçiş bazaltik kayaçlarının REE desenleri (Şekil 5.13c), alkali-olivin bazaltlara göre belirgin bir fark sunmamaktadır (karşılaştırma için alkali-olivin bazaltların genel eğilimi şekilde gösterilmiştir). LREE'in HREE'e göre hafifçe zenginleştiği ve HREE'in yataya yakın düz bir profil sergilediği belirgindir. Özellikle Bekarlar ve Yalçı bazaltlarının HREE bakımından alkali olivin bazaltlardan daha fakir olduğu gözlemlenir. Çoklu element diyagramında (Şekil 5.13d) Nb-Ta'un belirgin Ti'un ise daha zayıf bir negatif anomali sunduğu belirgindir. Özellikle Yalçı lavlarının LIL ve HFS elementlerce fakir olduğu gözlemlenir.

Toleyitik karakterdeki Kuvaterner bazaltik kayaçların REE desenlerinin LREE'in HREE'e göre daha zenginleştiği ve alkali olivin bazaltlardakine benzer olduğu saptanmıştır (Şekil 5.13e). Çoklu element diyagramları ise (Şekil 5.13f) daha primitif olan diğer bazaltik kayaçlardan farklılık sunar. Özellikle LIL ve HFS elementlerin alkali bazaltlara göre zenginleştiği belirgindir. Subalkali karakterdeki bu kayaçların, bazaltlara göre daha diferansiye (bazaltik trakiandezit – trakiandezit) karakterde olmaları, oluşumlarında daha primitif bir kökenden fraksiyonel kristalleşme ve kıtasal kirlenme süreçlerinin etkin olduğunu düşündürmektedir.

Kuvaterner riyolitik volkanik kayaçların Nadir Toprak Element desenleri kondrit (Nakamura, 1974)'e göre, çoklu elementler ise primordial mantoya (Sun ve McDonough, 1989)'a göre normalize edilerek Şekil 5.14'te verilmiştir.



Şekil 5.14. Kapadokya kuvaterner volkanizmasında görülen riolyitik ürünlere ait REE ve çoklu element spider grafikleri. A,b: Göllüdağ bölgesi; c,d: Acıgöl bölgesi, e,f: Kumtepe ignimbiriti.

Proje sahasında Kuvaterner yaşlı riolyitik efüzif ürünler Acıgöl ve Göllüdağ olmak üzere ik ayrı bölgede yoğunlaşmış olarak gözlenir. Göllüdağ Riolyitik kompleksi iki tip riolyitik ürünle temsil edilir. Özellikle Küçükgöllüdağ ve Göllüdağ kompleksinden 7 km kuzeybatıda Nenezi riolyitik domu “Göllüdağ Riolyitleri” olarak, daha genç ve özellikle Kömürücü ve Büyükgöllüdağ civarında gözlenen afirik/vitrik ürünler ise “Kömürücü Riolyitleri” olarak

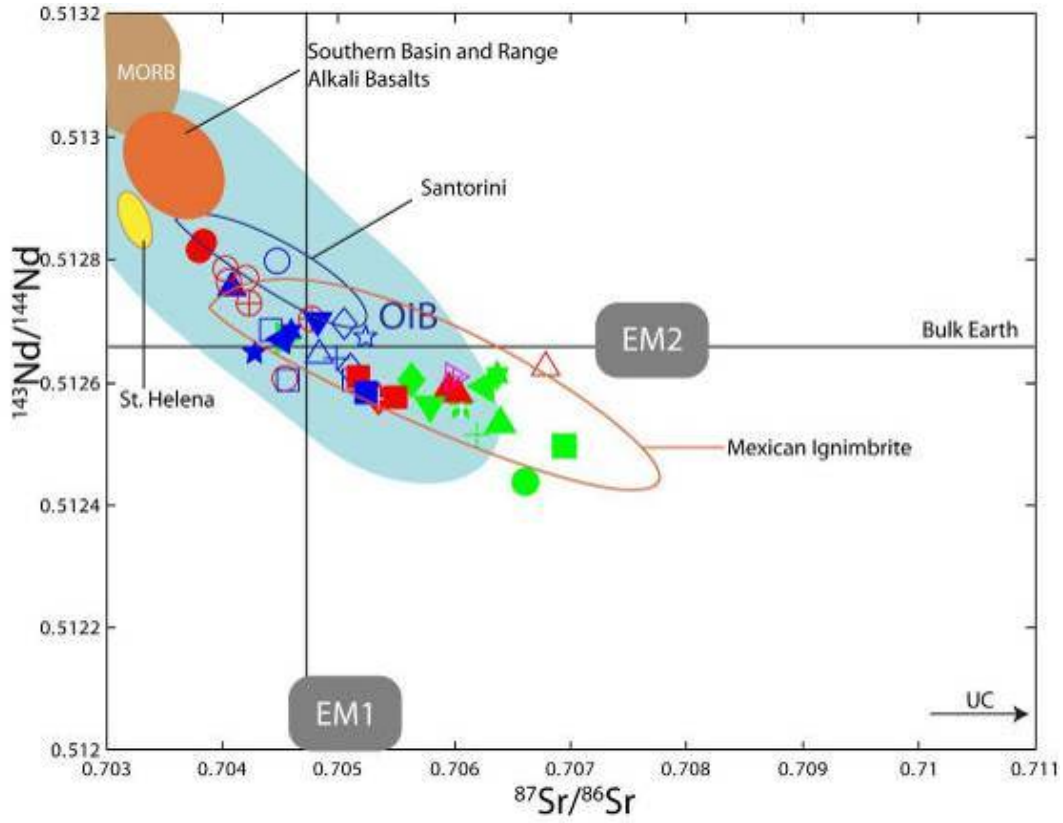
ayrılanmaktadır. Her iki tip riyolit LREE'in HREE'ye göre zenginleştiği, Eu'un negatif anomali verdiği ve MREE'nin çok hafifçe tüketildiği REE desenleri sunar (Şekil 5.14a). Ancak, Kömürcü riyolitlerinin LREE bakımından Göllüdağ riyolitlerinden daha fakir, HREE bakımından ise hafifçe daha zengin olduğu gözlenir. Bununla birlikte Eu negatif anomalisi Kömürcü riyolitlerinde daha şiddetlidir. Çoklu element desenlerinde (Şekil 5.14b) Kömürcü riyolitlerinin Göllüdağ riyolitlerinden Ba, La, Ce, Sr, Sm, Zr ve Ti bakımından daha fakir; Nb, Ta ve Y açısından daha zengin olduğu gözlenir. Bu, Kömürcü riyolitlerinin oluşumunda plajiyoklaz, zirkon ve Fe-Ti oksit minerallerinin fraksiyonlanan fazlara işaret edebilir.

Acıgöl bölgesinde gözlenen riyolitler ise jeokimyasal açıdan Boğazköy, Kocadağ ve Acıgöl riyolitleri olarak adlandırılan üç farklı birlik sunar. Boğazköy riyolitleri bölgede gözlenen en yaşlı (>160 ka), Acıgöl riyolitleri ise en genç (<20 ka) riyolitler olup Kocadağ riyolitleri bu iki tip arasında yaklaşık 70 ka yaşındadır (bkz Bölüm 3.4.3.). Bu riyolitlerin REE desenleri birbirlerine paralel ancak farklı zenginleşme/fakirleşme nedeniyle hafifçe ötelenmiş gözlenir (Şekil 5.14c). LREE'in HREE'ye göre zenginleştiği, Eu'un sert bir negatif anomali verdiği görülür. En genç Acıgöl riyolitlerinin LREE ve Eu tarafından Boğazköy ve Kocadağ riyolitlerinden daha fakir olduğu, daha uyumsuz HREE bakımından daha zengin olduğu belirgindir. REE desenlerinde Eu'un Kocadağ riyolitlerinde daha yüksek gözlenmesi dışında belirgin bir fark gözlenmez. Çoklu element desenlerine bakıldığında (Şekil 5.14d), Acıgöl riyolitlerinin Ba, Sr, P, La, Ce, Zr ve Ti bakımından diğer riyolitlerden daha fakir; Rb, Th, Nb, Tb ve Y bakımından daha zengin olduğu görülür. Kocadağ riyolitlerinin ise Boğazköy riyolitlerinden Sr, P, Zr ve Hf bakımından daha zengin olduğu gözlemlenir. Bu desenler, en genç Acıgöl riyolitlerinin Kocadağ ve Boğazköy riyolitlerinden daha fazla plajiyoklaz, apatit ve Fe-Ti oksit ayrılmasına uğradığını, Kocadağ riyolitlerinin ise muhtemel plajiyoklaz, apatit ve zirkon ayrılmasından en az etkilendiğini ortaya koymaktadır.

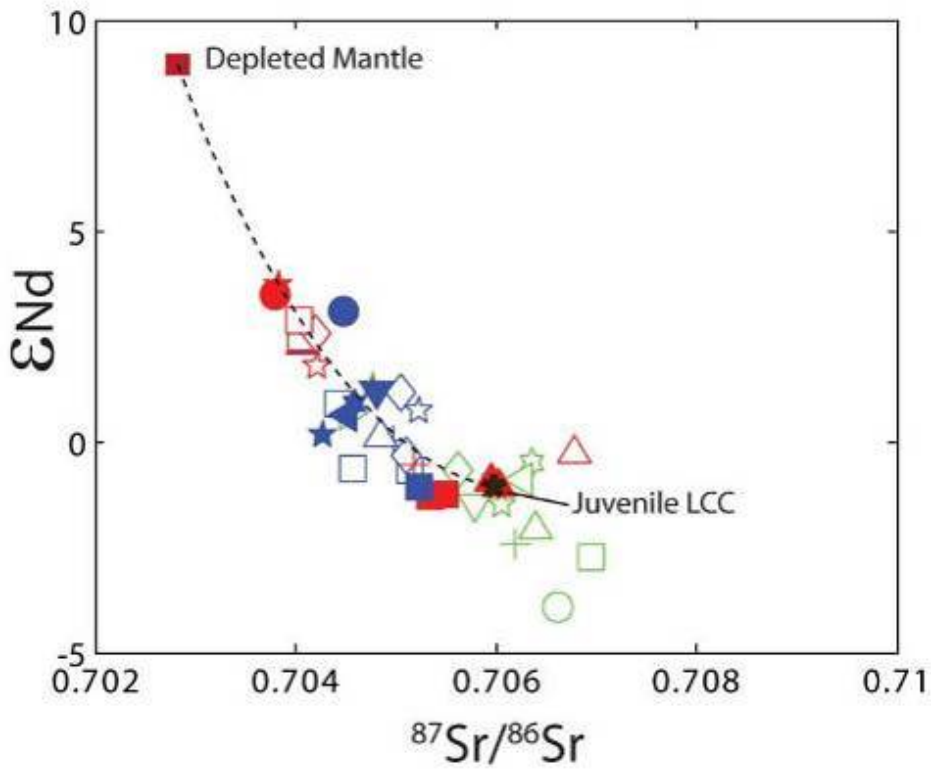
#### 5.2.4. Sr-Nd-Pb İzotop Sistematiği

Gerçekleştirilen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ve  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  izotop çözümlenmelerine göre (Şekil 5.15), Kapadokya bölgesinde yüzlek veren volkanik kayalar, Cemilköy ve Zelve ignimbiritleri dışında OIB alanına düşmekte, Meksika ignimbiritleri (Temel vd., 1998) ile benzerlik göstermektedirler. En primitif bazalt örnekleri ise yine OIB alanında ancak MORB alanına daha yakın yer almaktadırlar.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'a karşılık çizilen  $\epsilon\text{Nd}$  diyagramında (Şekil 5.16), Kapadokya volkanik kayalarının tüketilmiş manto kaynağı ve juvenil alt kabuk bileşimi arasında karışım hattında olduğu belirlenmiştir.





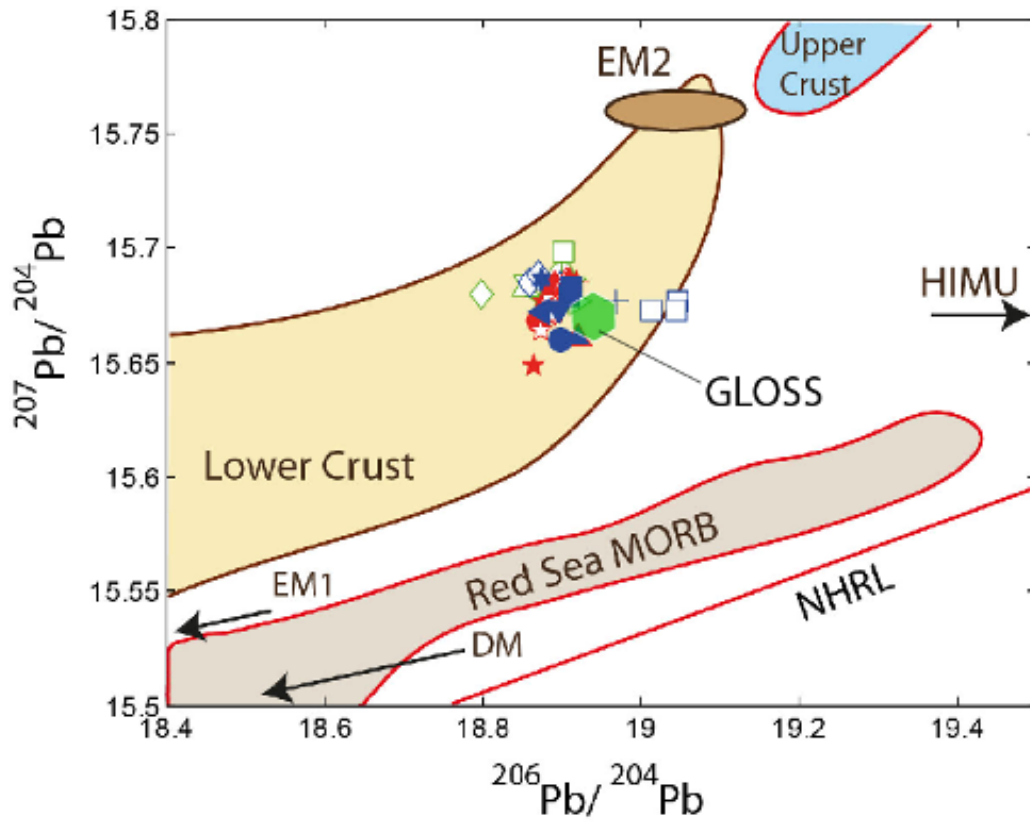
Şekil 5.15.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'a karşılık çizilen  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  diyagramı (alanlar: Halliday vd., 1984; Francis vd., 1989; Wark, 1991; De Silva vd., 1994; Smith vd., 1996).



Şekil 5.16.  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 'a karşılık çizilen  $\epsilon\text{Nd}$  diyagramı (Karlı vd., 2010).

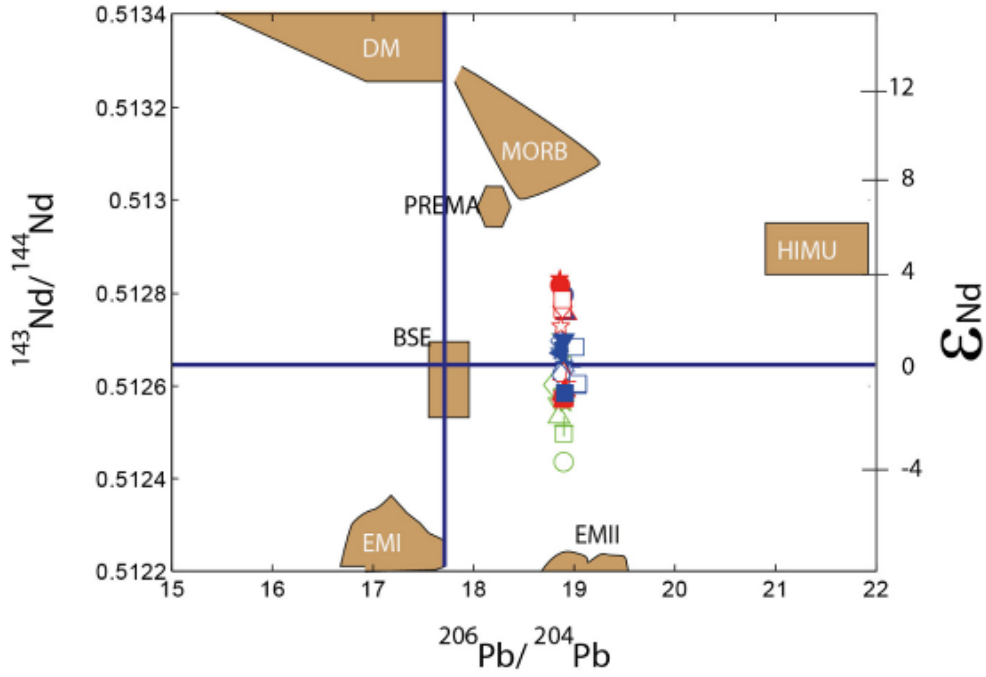
Gerçekleştirilen Pb izotop çözümlenmeleri sonucunda Kapadokya bölgesi volkanik kayaların alt kabuk alanında yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 5.17, 5.18). Bununla beraber, tüm örneklerin ortalama GLOSS (Global Subducting Sediment, Planck ve Langmuir, 1990) alanına yakın olduğu dikkat çekicidir. Özellikle Erdaş ve Keşlik adakitlerinin diğer örneklerden belirgin şekilde ayrı durduğu dikkati çekmektedir.

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 'ye karşılık çizilen  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (Şekil 5.19) ve  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  (Şekil 5.20) diyagramları, Kapadokya volkanik kayalarının MORB ve EMII arasında bir karışım hattı üzerinde olduklarını ortaya koymuştur.



Şekil 5.17.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 'ye karşılık çizilen  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  diyagramı (Alanlar: Dupré vd., 1988). GLOSS (Global Subducting Sediment: Planck ve Langmuir, 1990).



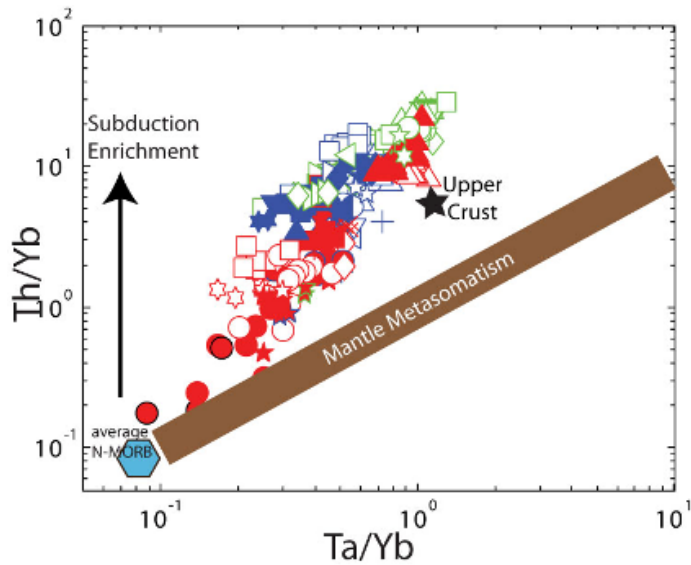


Şekil 5.20.  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 'ye karşılık çizilen  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  diyagramı.

### 5.3. Petrojenez

#### 5.3.1. Genel Çerçeve

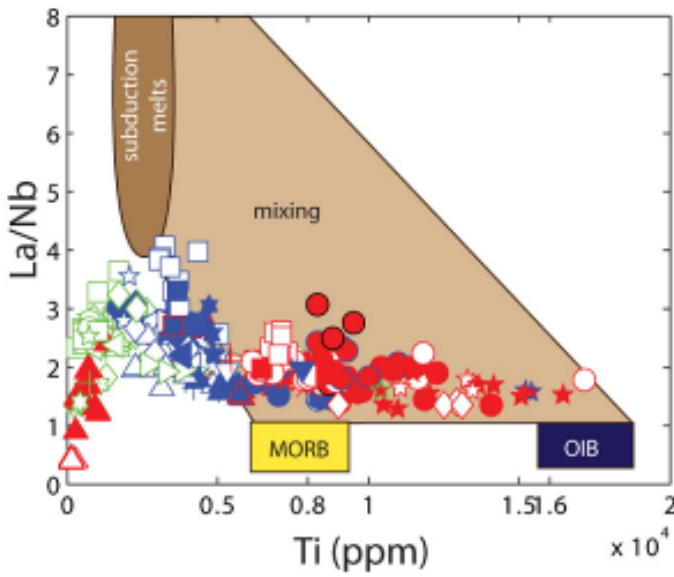
Ta/Yb'a karşılık çizilen Th/Yb diyagramında (Pearce vd., 1990), Kapadokya volkanik kayalarının ortalama MORB benzeri bir magma kaynağı/kaynaklarından türeyerek manto metasomatizması ve dalma-batma zenginleşmesinden etkilendikleri ve AFC süreçleri ile evrimleştikleri görülmektedir (Şekil 5.21).



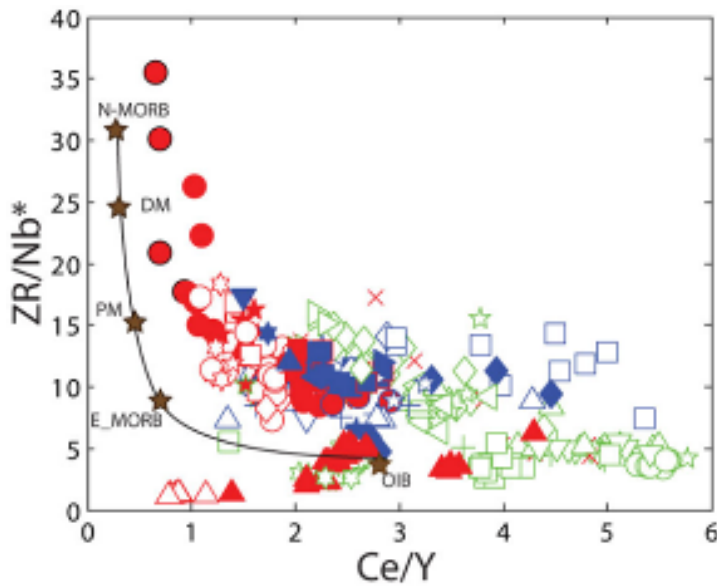
Şekil 5.21. Kapadokya volkanik kayalarına ait Th/Yb - Ta/Yb diyagramı (Pearce vd., 1990).



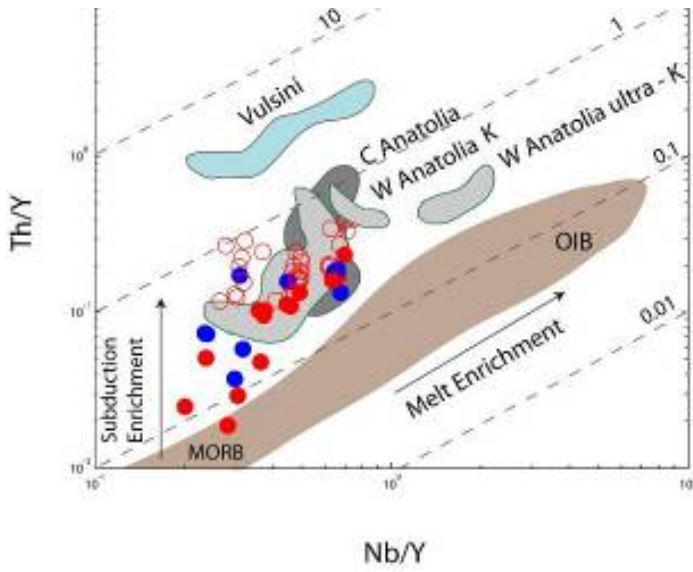
Ti'a karşılık çizilen La/Nb diyagramında (Şekil 5.22), Kapadokya bazik kayaçlarının başlıca MORB benzeri bileşimli bir kökenden kaynaklandığı ve OIB benzeri bir köken magma ile karışım alanına düştüğü gözlenir. Ayrıca, andezitik ve adakitik kayaçların MORB benzeri bir kökenin dalma-batma eriyikleri ile karışması ile oluşabileceği düşünülebilir. Benzeri şekilde Ce/Y'a karşılık çizilen Zr/Nb\* diyagramında (Şekil 5.23) bazik kayaçların N-MORB ve OIB benzeri köken magmaların karışımı sonucu oluşabileceği düşünülebilir. Sadece bazik kayaçlar için çizilen Nb/Y'a karşılık Th/Y diyagramında (Şekil 5.24), bazik ürünlerin MORB benzeri bir kaynaktan dalma-batma ve OIB'e doğru eriyik zenginleşmesinden etkilenmiş olabilecekleri söylenebilir.



Şekil 5.22. Ti'a karşılık La/Nb diyagramı (Pearce, 1982).



Şekil 5.23. Ce/Y'a karşı Zr/Nb\* (Nb\*=Ta x 17.5) diyagramı.



Şekil 5.24. Nb/Y'a karşılık Th/Y diyagramı.

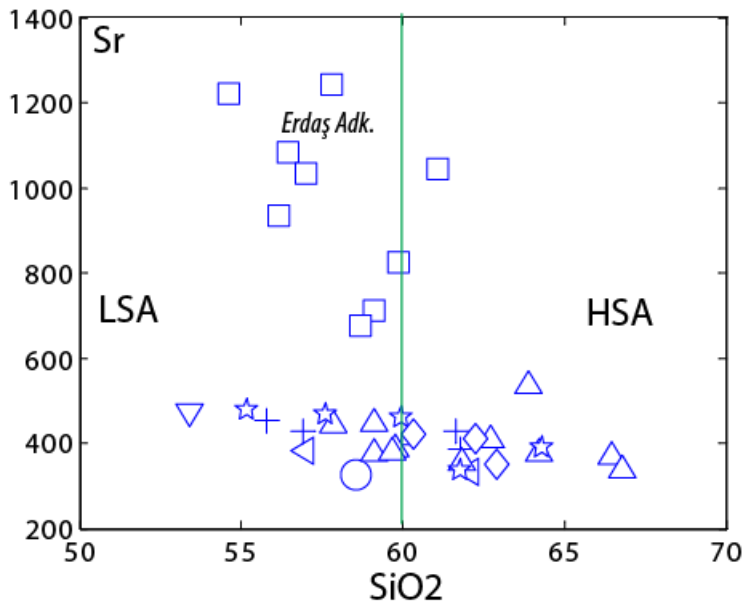
### 5.3.2. ~11 My Adakitler

Kapadokya bölgesinde yüzlek veren adakitik kayaçların petrojenezi hakkında daha fazla bilgi sahibi olabilmek, bölgenin zamana bağlı tektonizma – magmatizma ilişkisine sağlıklı yaklaşımlarda bulunabilmeyi kolaylaştıracaktır. Bölgede proje kapsamında örneklenen Erdaş adakitleri kimyasal açıdan hem diğer andezitik – adakit benzeri kayaçlardan ayrılmakta (bkz. önceki bölümler), hem de volkanostratigrafinin belirlenen en altında bulunmasından dolayı önemli petrojenetik ipuçları sunmaktadır. Ayrıca, Kapadokya volkanizmasının Üst Miyosende hangi tektono-magmatik parametrelerin etkisi altında olduğunun bilinmesiyle zamana bağlı petrojenetik evrimin ilk basamağı olarak da değerlendirilmelidir.

Geçtiğimiz yıllar boyunca adakitlerin petrojenezi birçok çalışmaya, dolayısıyla tartışmaya konu olmuştur. Primitif adakitik magmalar yaklaşan plaka sınırlarında dalan okyanusal kabuk (Defant ve Drummond, 1990; Yagodinski vd., 1994), kıta içi bölgelerde ise alt kıtasal kabuk kökenli kısmi eriyiklerden türeyebilir (Zhang vd., 2010). Kıta içi bölgelerde protolit, altlayan (underplated) bazaltik kabuk (Artherton ve Petford, 1993), delamine alt kabuk (Xu vd., 2002, 2006, 2008b; Gao vd., 2004; Wang vd., 2006, 2007a), eski alt kabuk (Stevenson vd., 2005; Jiang vd., 2007) ya da kalınlaşmış orojenik köken (Chung vd., 2003; Wang vd., 2007b; Xu vd., 2007) olabilir (Zhang vd., 2010). Adakitler SiO<sub>2</sub> içeriklerine göre yüksek (>%60, HSA) ve düşük (<%60, LSA) silisli adakitler olarak sınıflandırılır (Martin ve Moyen, 2003). HSA ve LSA ayrımı aslında bu iki tip adakit petrojenezindeki temel farklılığı ortaya koymaktadır: HSA dalan hidratlı bazalt kökenli eriyiklerin manto kamasında yükselimi

sırasında peridotit asimilasyonu ile doğrudan oluşmakta; LSA ise dalan plaka kökenli eriyiklerin eriyik – peridotit etkileşimi sonucunda tüketilmesi ve metasomatize peridotit kaynağının ergimesi ile oluşmaktadır (Martin vd., 2005).

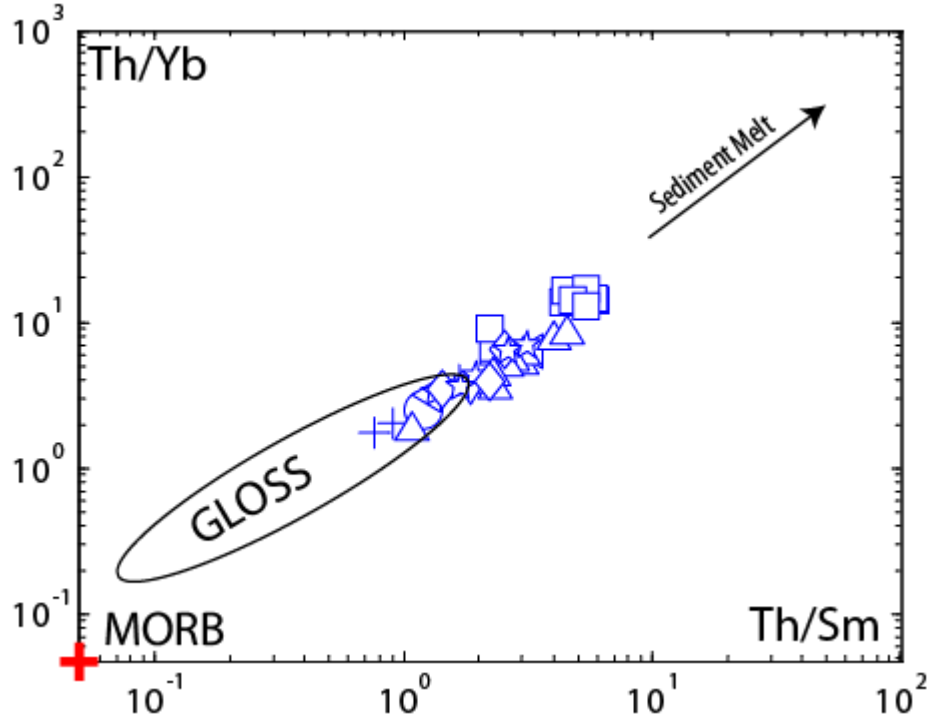
~11 My yaşlı Erdaş adakitleri, bölgede gözlemlenen diğer adakit (ve benzeri) kayalardan yüksek Sr içerikleri ile ayrılır (Şekil 5.25). Sr içeriğinin bu denli yüksek olması kaynakta plajiyoklazın olmaması ya da tutulmamasıyla açıklanır (Martin vd., 2005). Yüksek Sr ve baskın olarak %60'tan küçük SiO<sub>2</sub> içeriklerine sahip Erdaş Adakitleri LSA olarak tanımlanabilmelerine rağmen, göreceli düşük Sr, Rb ve MgO içerikleri nedeniyle (Martin vd., 2005) LSA ve HSA arasında geçiş gösterdikleri söylenebilir.



Şekil 5.25. Kapadokya adakitlerinin SiO<sub>2</sub>-Sr grafiği. LSA: Low Silica Adakit, HSA: High Silica Adakite.

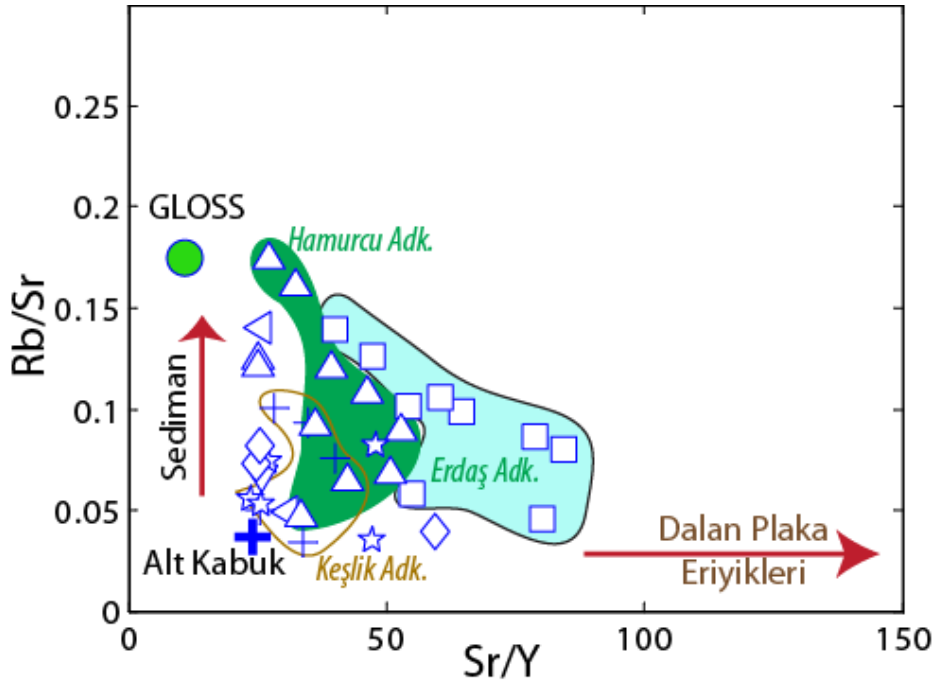
Erdaş adakitlerinin çoklu element desenlerinin (Şekil 5.9) LIL elementlerce zenginleşme ve negatif Nb-Ta anomalileri vermesi dalma batma ilişkili magmatik kökene işaret eder. Dalan sedimanların kısmi eriyikleri ve dalan plakadan kaynaklanan akışkanlar, dalma batma ilişkili magmaların kökenlerini metasomatizma ile zenginleştiren iki tip bileşen olarak bildirilir (Elburg vd., 2002; Guo vd., 2005; Guo vd., 2007). Dalan plaka kökenli akışkanlar Ba, Rb, Sr, U ve Pb bakımından, sediman kökenli kısmi eriyikler ise LREE ve Th bakımından zengindir (c.f. Guo vd., 2007). Buradan hareketle Th/Yb – Th/Sm (Şekil 5.26) ve Rb/Sr – Sr/Y (Şekil 5.27) grafiklerinde adakitlerin doğrusal dizilimi N-MORB (ya da kısmi eriyikleri) ile dalan sedimanların kısmi eriyikleri arasında bir iki bileşenli bir karışım ile oluşabileceklerini göstermektedir (Guo vd., 2007).

Erdaş adakitlerinin düşük Yb içerikleri ve yatay HREE desenleri (Şekil 5.9) granatın kaynakta tutulan bir faz olduğunu göstermektedir. Ba'un Th'a göre daha çok tüketilmesi kaynakta Ba'u barındıran amfibolün bulunduğunun bir göstergesidir. Bununla beraber Rb'un Ba'a göre daha fazla tüketilmesi, kaynakta Rb'u tutan biyotit varlığına işaret eder. Eu anomalisinin olmaması kaynakta plajiyoklaz olmadığına işaret etmektedir.



Şekil 5.26. Kapadokya Adakitlerinin Th/Yb – Th/Sm diyagramı. GLOSS: Global subducting sediment.





Şekil 5.27. Kapadokya Adakitlerinin Rb/Sr – Sr/Y diyagramı.

Jeokimyasal ve sayısal simülasyonlar, metabazik magmatik kayaçların eklojit ya da amfibolit fasiyesinde, ya kalınlaşan altkabukta ya da dalan plakada kısmi ergimesiyle adakitik bileşimlerin ortaya çıkabileceğini önermektedir (Guo vd., 2007).

Yukarıda verilen önermelerin ışığında, ~11 My yaşındaki Erdaş adakitlerinin petrojenezi için kalınlaşmış altkabuğun, sediman içermeyen dalan plakanın, dalan sedimanların ve sediman içeren okyanusal kabuğun kısmi ergime iz element modelleri Shaw (1970)'e göre gerçekleştirilmiştir.

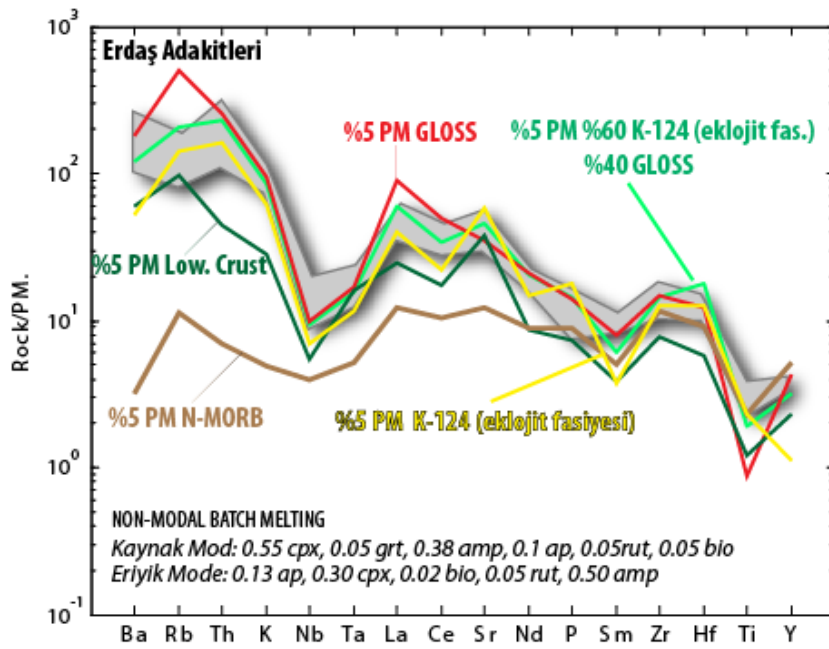
Kalınlaşmış alt kabuk için (Rudnick ve Gao, 2004) tarafından önerilen ortalama bileşimi, sediman için GLOSS (Global Subducting Sediment, Plank ve Langmuir, 1990) ortalama bileşimi, dalan sedimsiz plaka için N-MORB (Hofmann, 1988) bileşimi ve dalan okyanusal kabuğun bölgede tahmin edilen bileşimi için ise Yalman civarında gözlenen ofiyolitik kökenli gabro (K-124) kullanılmıştır. Dalan plaka ve içerdiği sedimanlar için K-124 gabrosu ve GLOSS bileşimleri iki bileşenli karışım uygulanarak eklojitik fasiyeste örnek bir protolit önerilmiştir. Kısmi ergimeye uğrayan protolit için modal mineraloji granat + klinopiroksen + amfibol + biyotit + apatit + rutil ile sınırlandırılmıştır. Bu fazların bağıl oranları hakkında hassas verinin olmaması nedeniyle simülasyonlarda en uygun karşılığın (best fit) elde edilebilmesi için bir dizi denemelerde bulunulmuştur. Buna göre kaynak modu 0.55 cpx, 0.38 amp, 0.5 grt, 0.01 ap, 0.05 bio, 0.05 rut ile; eriyiğe katılan mod ise 0.50 amp, 0.30 cpx, 0.13

ap, 0.05 rut, 0.02 bio şeklinde önerilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan mineral/eriyik paylaşım katsayıları GERM veritabanından ([www.earthref.org](http://www.earthref.org)) andezitik-dasitik bileşimler için verilen değerlerden derlenmiştir (Çizelge 5.1).

Uygulanan kısmi ergime modellerine ait en uygun (best-fit) sonuçlar Şekil 5.28'de gösterilmiştir.

element	KD <sup>APATİT</sup>	KD <sup>CPX</sup>	KD <sup>GRANAT</sup>	KD <sup>BIYOTİT</sup>	KD <sup>RUTIL</sup>	KD <sup>AMP</sup>
Ba	0.30	0.14	0.02	6.36	0.01	0.92
Rb	0.40	0.05	0.01	5.27	0.01	0.40
Th	1.60	0.01	0.00	0.16	0.54	0.45
K		0.04	0.02	5.63		1.15
Nb		0.60	0.05	4.00	29.80	1.50
Ta	142.00	0.04	0.22	0.97	44.00	0.21
La	21.70	0.28	0.37	0.27		0.44
Ce	16.60	0.48	0.53	0.32	0.73	0.63
Sr	8.00	0.37	0.02	0.31	0.52	0.49
Nd	21.00		1.50	0.04	0.28	1.24
P	100.00	0.05	0.15		0.05	0.50
Sm	20.70	1.60	5.50	0.06		0.66
Zr	2.00	0.50	0.40	0.59	4.76	0.93
Hf	0.40	0.20	3.30	2.10	4.98	0.76
Ti		0.78	5.60	22.00	11.00	3.66
Y		2.40	2.40	0.60	0.08	0.02

Çizelge 5.1. Kısmi ergime iz element modellemeleri (Shaw, 1970) için kullanılan ve GERM veritabanından derlenen mineral/eriyik paylaşım katsayıları. Boş değerler veri olmadığı anlamına gelmektedir.



Şekil 5.28. Erdaş adakitlerinin farklı protolitlerin kısmi ergimesi ile oluşumu için gerçekleştirilen iz element modelleme sonuçları. İz elementler Sun & McDonough primitif manto değerlerine göre normalize edilmiştir.

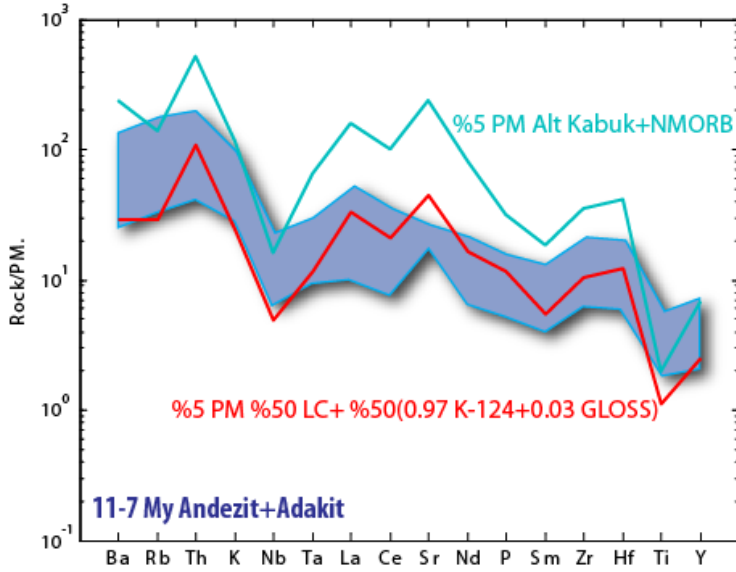
Gerçekleştirilen kısmi ergime modellerine göre (Şekil.5.28) Erdaş adakitlerinin sediman içermeyen temsili okyanusal kabuk bileşimlerinin (N-MORB) kısmi ergimesi ile oluşması beklenemez. Buna karşın, kalınlaşan alt kabuğun %5 kısmi ergimesi Erdaş adakitlerinin bileşimlerine benzer ancak tüm elementlerce aşırı tüketildiği gözlenir. Dalan sedimanların tek başına %5 kısmi ergimeye uğratılması ile adakitlere benzer desenler elde edilse de, adakitlerin temel niteliği olan pozitif Sr anomalisinin yanı sıra, olması gereken düşük Rb ve daha yüksek Ti içeriklerine ulaşamamıştır. Bölgede mevcut ofiyolit kalıntılarında gözlenen gabroların dalan okyanusal kabuğu temsil edebileceğinden hareketle, K-124 gabro örneğinin eklojit fasiyesinde tek başına %5 kısmi ergimeye uğratılması ile özellikle belirgin Sr anomali ve adakitlere benzer iz element bileşimleri elde edilmiştir. Ancak, elde edilen iz element içerikleri özellikle Ba, Ce, Sm ve Y bakımından farklılık göstermektedir. Model desenleri, dalan plakanın K-124 gabrosu ile, sedimanların ise GLOSS ile temsil edilmesi halinde daha anlamlı sonuçların elde edilebileceğine işaret etmektedir. Buna göre %60 gabro (K-124 - eklojit fasiyesinde) ve % 40 sediman (GLOSS) içeren temsili bir plakanın önerilen eriyik ve köken modal birliği ile %5'lik kısmi ergimesi 11 My'lık Erdaş adakitlerine benzer bileşimde magmaların oluşması için kabul edilebilir.

### 5.3.3. 11-7 My Andezit-Adakitler

11-7 My arasında gözlenen andezitik ve adakitik bileşimler, daha yaşlı karşılıklarından LIL, LREE ve HFS elementlerce daha fakirdir (Şekil 5.10). Bununla beraber gözlenen hafif negatif Eu ve ilişkili Sr tüketimleri, bu kayaçların oluşumunda plajiyoklazın önemine işaret eder. 11-7 My arasındaki andezitik ve adakitik kayaçların artan SiO<sub>2</sub>'ye karşılık azalan Sr içerikleri sunmaları (Şekil 5.7), plajiyoklazın kaynaktan tutulmasından ziyade fraksiyonlanan bir faz olduğunu göstermektedir.

Gerçekleştirilen iz element kısmi ergime modellemeleri için Çizelge 5.1'deki paylaşım katsayıları kullanılmıştır. Köken mineralojisi için 0.55 cpx, 0.33 amp, 0.10 bio, 0.01 ap, 0.01 rut; eriyik modu için ise 0.50 amp, 0.30 cpx, 0.13 ap, 0.05 rut, 0.02 biyotit öngörülmüştür. İz element içeriklerine göre kısmi ergime modellerinde köken kayaç, 11 My yaşlı Erdaş adakitleri için önerilenden daha farklı olmalı, yukarıda anılan iz elementlerce daha fakir olmalıdır. Gerçekleştirilen sayısal simülasyonlarda, andezitler ve adakitlerin tek başına alt kabuk (Rudnick ve Gao, 2004) ve N-MORB karışımının kısmi ergimesiyle oluşamayacağı ancak, benzer iz element desenleri verdiği gözlenir (Şekil 5.29). 11 My yaşındaki Erdaş adakitleri için GLOSS+K-124 gabro karışımından önerilen dalan plaka bileşimi tek başına 11-7 My andezit ve adakitleri için uygun desenler sunmaz (gösterilmemiştir). Ancak dalan plaka kökenli eriyiklerin, alt kabukla etkileşime girebileceği ve bu yaşlarda gözlenen ortaçağ kayaçların oluşumunda anahtar rol üstelenebileceği düşüncesinden hareketle dalan plaka kaynaklı köken protolitin alt kabuk ve dalan plaka iki bileşenli karışım modeliyle örnek bir protolit oluşturabilecek şekilde modellenmiştir. Önceden süregelen kısmi ergimelerin dalan plaka üzerindeki sedimanları tüketmesiyle, sediman miktarının çok daha düşük olabileceği düşünülmektedir. Buna göre dalan plaka, bölgedeki ofiyolitlerden yüzlek veren K-124 gabrosu (%97) ve GLOSS (%3) bileşimi ile temsil edilmiştir. Dalan plaka ve alt kabuğun yarı yarıya karışımından oluşacağı düşünülen protolitin %5'lik kısmi ergimesi 11-7 My andezit ve adakitleri için benzer desenler sunar. Gözlenen şiddetli pozitif Sr, Th ve hafif Zr ve Hf anomalileri, kayaçların yüzeyleyirken geçirdiği plajiyoklaz ve apatit fraksiyonlanmasıyla nominal değerlerine ulaşabilir. Sonuç olarak, dalan plaka ve kabuk etkileşiminin farklı karışım oranlarıyla modellenmesi ve takip eden AFC süreçleri ile 11-7 My andezit ve adakitlerine benzer magmaların oluşabileceği önerilmektedir.



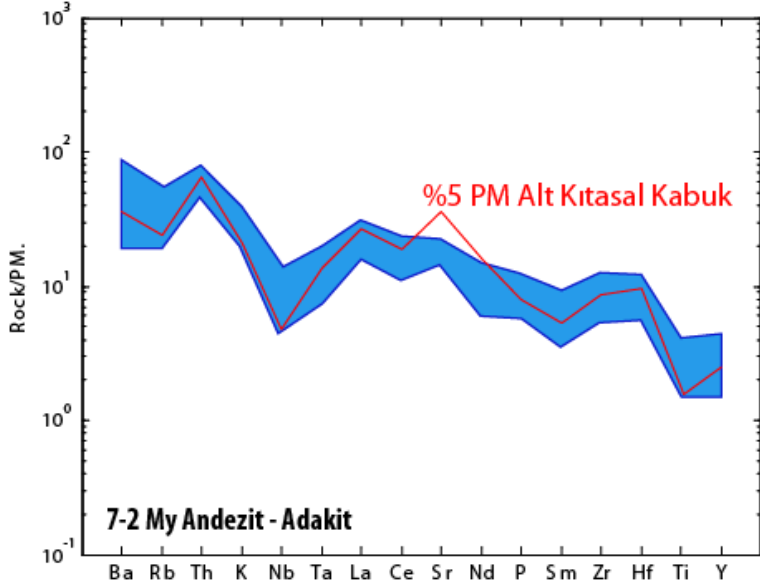


Şekil 5.29. 11-7 My yaşlı andezit ve adakitlerin farklı protolitlerin kısmi ergimesi ile oluşumu için gerçekleştirilen iz element modelleme sonuçları. İz elementler Sun & McDonough primitif manto değerlerine göre normalize edilmiştir.

#### 5.3.4. 7-2 My Andezit – Adakitler

7-2 My arasında gözlenen andezitik ve adakitik bileşimler, daha yaşlı karşılıklarından LIL, LREE ve HFS elementlerce daha fakirdir (Şekil 5.11). Bununla beraber gözlenen hafif negatif Eu ve ilişkili Sr tüketimleri, bu kayaların oluşumunda plajiyoklazın önemine işaret eder. Bununla beraber Rb'un Ba'a göre daha fazla tüketilmesi biyotitin amfibole göre daha önem kazandığının bir göstergesidir. 7-2 My arasındaki andezitik ve adakitik kayaların artan  $\text{SiO}_2$ 'ye karşılık azalan Sr ve neredeyse sabit Rb içerikleri sunmaları (Şekil 5.7), plajiyoklaz ve biyotitin kaynaktan tutulmasından ziyade fraksiyonlanan bir faz olduğunu göstermektedir.

Gerçekleştirilen iz element kısmi ergime modellemeleri için Çizelge 5.1'deki paylaşım katsayıları kullanılmıştır. Köken mineralojisi için 0.55 cpx, 0.20 amp, 0.23 bio, 0.01 ap, 0.01 rut; eriyik modu için ise 0.40 amp, 0.30 cpx, 0.13 ap, 0.05 rut, 0.12 biyotit öngörülmüştür.

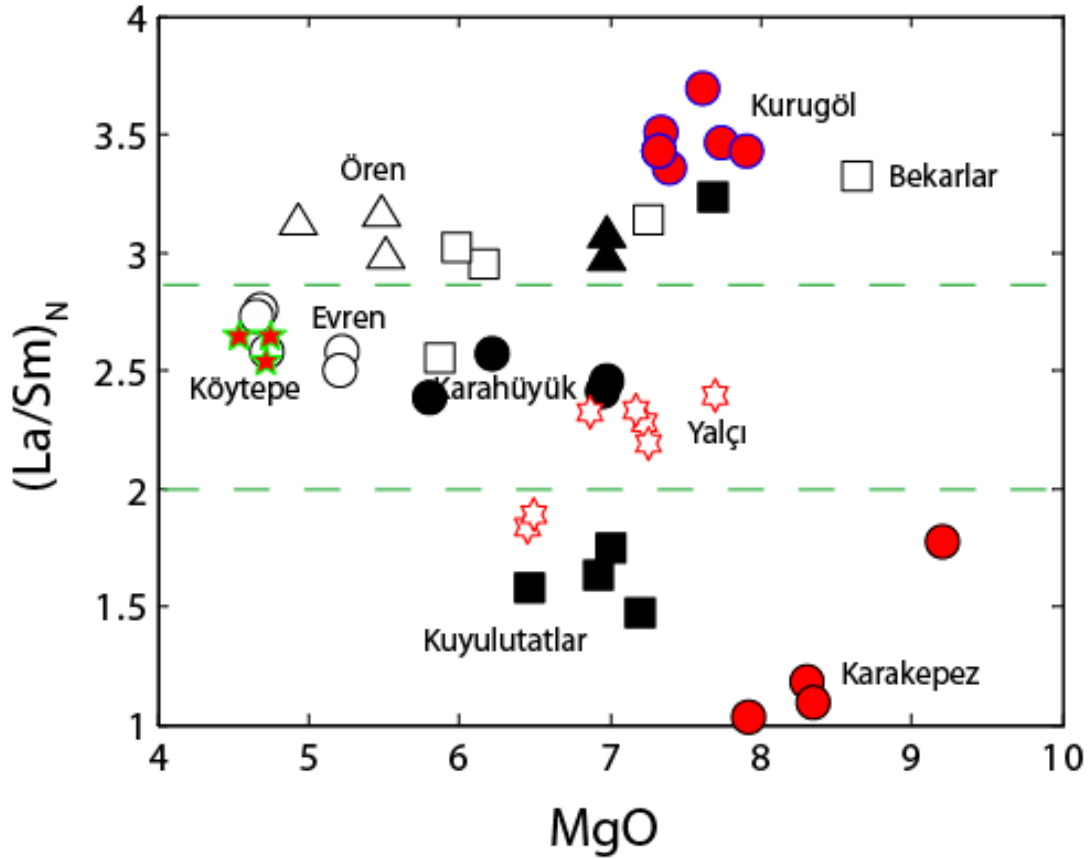


Şekil 5.30. 7-2 My yaşlı andezit ve adakitlerin farklı protolitlerin kısmi ergimesi ile oluşumu için gerçekleştirilen iz element modelleme sonuçları. İz elementler Sun & McDonough primitif manto değerlerine göre normalize edilmiştir.

İz element kısmi ergime modellerine göre anılan modal fazlara sahip kıtasal bir alt kabuğun %5'lik ergimesi 7-2 My yaşındaki andezit-adakitik kayaçların bileşimine benzer magmaları oluşturabilir. Ancak belirgin Sr pozitif anomalilerinin gözlenen kayaçlarda çok da fazla bulunmaması, plajiyoklaz fraksiyonlanmasının bir sonucu şeklinde değerlendirilebilir. Buna göre, bu yaşlarda oluşan andezitik volkanizma, temelde kıtasal altkabuk kökenlidir. Bölgenin jeodinamik evrimi göz önünde bulundurulduğunda bu çağlarda alt kabuğun kalınlaşması ya da önceki süreçlerde oluşan eriyiklerin alt kabukta altlanması (underplating) söz konusu olabilir.

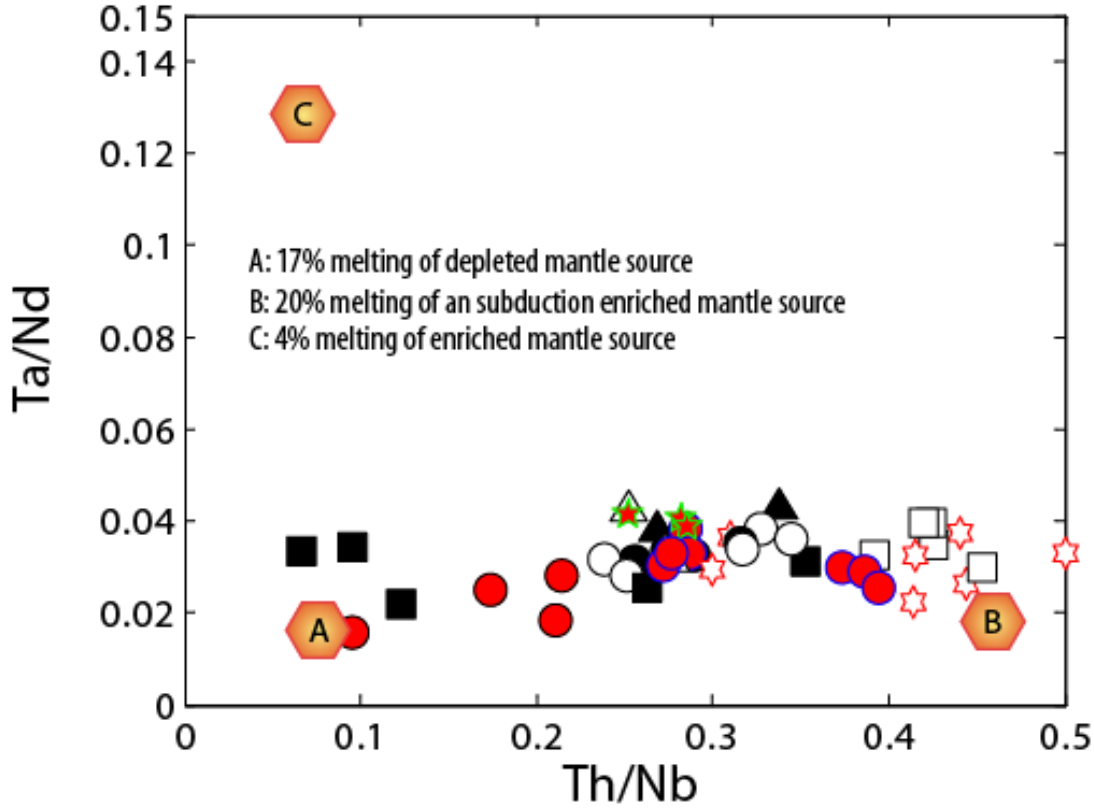
### 5.3.5. Kuvaterner Bazaltları

Kapadokya volkanizmasının gerçek bazaltik kimyaya sahip kayaçları sadece Kuvaterner'de gözlenir. 2000 – 30 ka arasında gözlenen bazaltik kayaçlar birbirlerinden farklı kimyasal karakterlere sahiptir. MgO'a karşılık çizilen  $(La/Sm)_N$  grafiğinde, sabit MgO içeriklerine karşın değişen  $(La/Sm)_N$  içeriklerinin gözlenmesi, bu kayaçların farklı kaynaklardan oluşabileceğini gösteren önemli bir işarettir (Şekil 5.31).



Şekil 5.31. Kapadokya Kuvaterner bazaltları için MgO'ya karşılık çizilen  $(La/Sm)_N$  diyagramı.

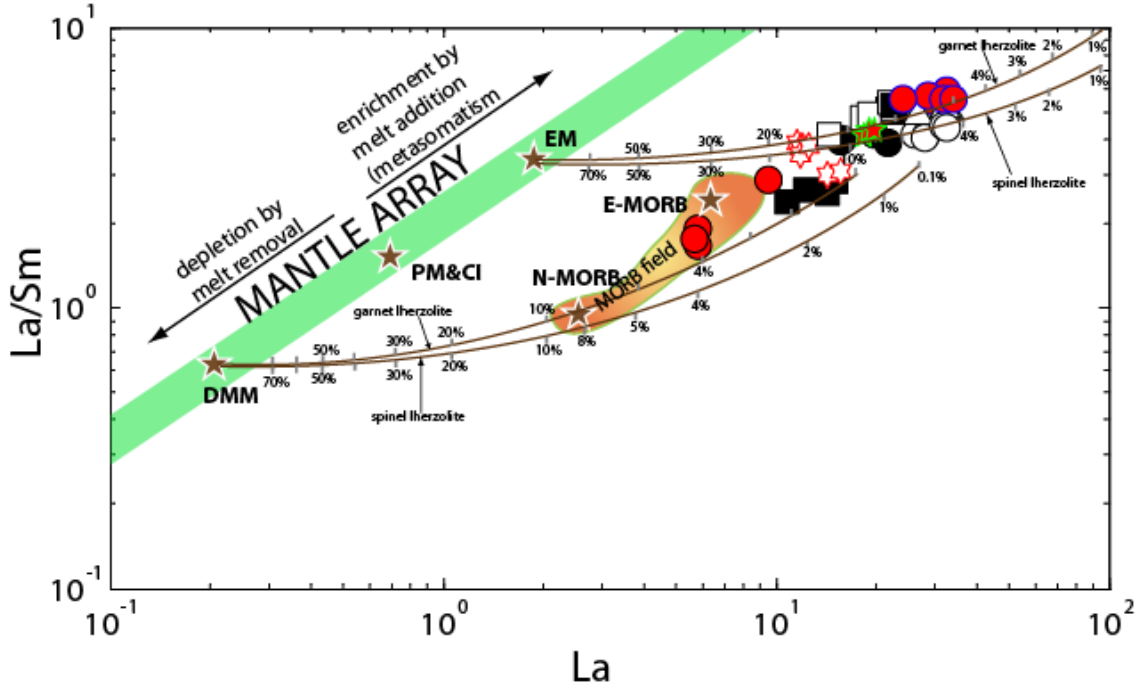
Bazaltlar için farklı kökenlerin varlığı Şekil 5.32'de sunulan Th/Nb – Ta/Nd diyagramında çok daha belirgin gözlenir. Aldanmaz vd. (2008)'in, zenginleşmiş ve tüketilmiş manto kaynaklarının farklı kısmi ergime koşullarında modellenmesiyle elde ettikleri içerikleri diyagram üzerinde gösterilmiştir. Ne-normatif alkali-olivin Kuyulutatlar bazaltları tüketilmiş bir manto kaynağının %17 kısmi ergimesiyle oluşabilirken, geçiş karakterindeki Yalçı ve Bekarlar bazaltları dalma batma ile zenginleşmiş bir manto kaynağının %20 kısmi ergimesiyle oluşabilmektedir.



Şekil 5.32. Kapadokya Kuvaterner bazaltlarına ait Th/Nb'a karşılık çizilen Ta/Nd diyagramı. Kısmi ergime model ile elde edilen temsili bileşimler Aldanmaz vd., 2008'den alınmıştır.

Kapadokya Kuvaterner bazaltlarının kısmi ergime süreçleri ve kökenlerinin belirlenmesi amacıyla için çizilen La'a karşılık La/Sm diyagramı (Şekil 5.33) üzerinde kısmi ergime hatları, muhtemel kaynaklar ve modifikasyon süreçleri belirtilmiştir (Aldanmaz vd., 2008). Buna göre Kuyulutatlar ve Karakepez bazaltlarına benzer bileşimler tüketilmiş granat lertzolitin %2-4, kısmi ergimesiyle elde edilebilir. Bölgedeki en yaşlı alkali olivin bazaltlar olan Evren ve Karahüyük bazaltları zenginleşmiş spinel lertzolitin %4-10 kısmi ergimesiyle, çok daha genç alkali – geçiş bazaltları ise zenginleşmiş granat lertzolitin %5-15 kısmi ergimesiyle oluşabilir.



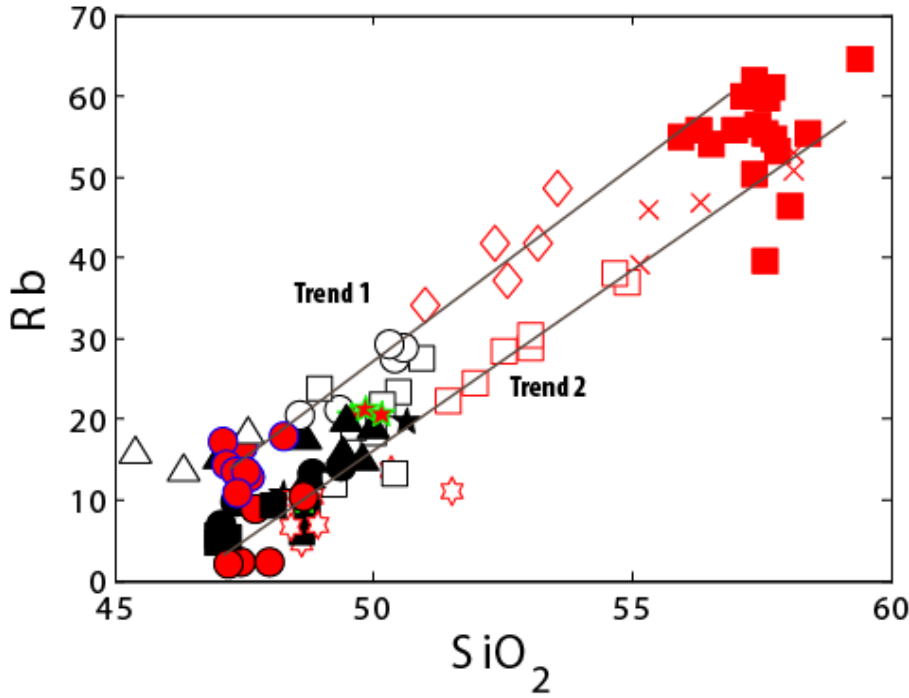


Şekil 5.33. Kapadokya Kuvaterner bazaltlarına ait La'a karşılık çizilen La/Sm diyagramı. Kısmi ergime modelleri ile elde edilen hatlar ve köken bileşimleri Aldanmaz vd., 2008'den alınmıştır.

Sonuç olarak Kapadokya Kuvaterner volkanizmasında, dalma batma baskın magmatizma etkisini kaybetmeye başlamış, yerini dalma batma ile zenginleşmiş ya da tüketilmiş litosferik manto/ astenosferik kökenli bazik magmatizmaya bırakmıştır.

### 5.3.6. Kuvaterner Ortaç – Riyolitik Volkanizma

Kapadokya Kuvaterner Ortaç ve Riyolitik volkanikleri, bazaltik kayalardan itibaren temelde iki farklı evrimleşme trendi sunmaktadır. Özellikle zenginleşmiş manto kaynağı kökenli Kurugöl bazaltlarından itibaren Obruk bazaltik trakiandezitleri ve Suvermez benmoreitlerine (Trend 1) ve tüketilmiş manto kaynağını temsil eden Kuyulutatlar bazaltları kökenli magmadan Basansarnıç bazaltik andezitlerini takiben andezitik bileşimlere (Trend 2) ulaşılabileceği silise karşı çizilen Rb grafiğinden net bir şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 5.34).



Şekil 5.34. Kapadokya bazaltlarından itibaren ortaç bileşimlere doğru gözlenen evrim eğilimleri.

Bahsi geçen iki evrim eğilimi, köken bileşimleri Kuyulutatlar (K-028) ve Kurugöl (K-265) olan iki ayrı ana magmadan itibaren AFC (Asimilasyon – Fraksiyonel Kristalleşme) süreçleri kullanılarak modellenmiştir (Şekil 5.35). Buna göre, Köken kayacın Kuyulutatlar bazaltı ve etkin sürecin sadece fraksiyonel kristalleşme olması ortaç ve asidik bileşimlere ulaşmak için yeterli görünmemektedir (1). Ancak, %55 plajiyoklaz, %30 olivin, %10 manyetit ve %5 apatit içeren kristal birliğin %20 fraksiyonlanması ve %20 üst kabuk kirlenmesiyle Basansarnıç bazaltik andezit bileşimleri elde edilebilmektedir (2). Kıtasal kirlenmenin daha yüksek oranlarda modellenmesi ile fraksiyonlanma oranının düştüğü, %60 kıtasal kirlenme ile Basansarnıç bazaltik andezitlerine, anılan mineral birlikteliğinin sadece %6-8 fraksiyonlanması ile erişilebilir (3). Bu noktadan hareketle, kıtasal kirlenmenin evrim süreçlerinde etkisi belirgindir. Köken magmanın Kurugöl (K-265) ile temsil edilebileceği ikinci evrim eğiliminde ise %55 plajiyoklaz, %15 klinopiroksen, %15 olivin, %10 manyetit ve %5 apatit içeren kristal birliğin %25 fraksiyonlanması ve %25-30 üst kabuk kirlenmesiyle Obruk bazaltik trakiandezit ve Suvermez benmoreit bileşimleri elde edilebilmektedir (4). Ortaç bileşimlerin ilerleyen plajiyoklaz, klinopiroksen, manyetit ve apatit/zirkon fraksiyonlanması ile riyolitik bileşimlere erişilebileceği, Şekil 5.14’te verilen REE ve çoklu element desenlerine dayanılarak daha önceki bölümlerde vurgulanmıştır.

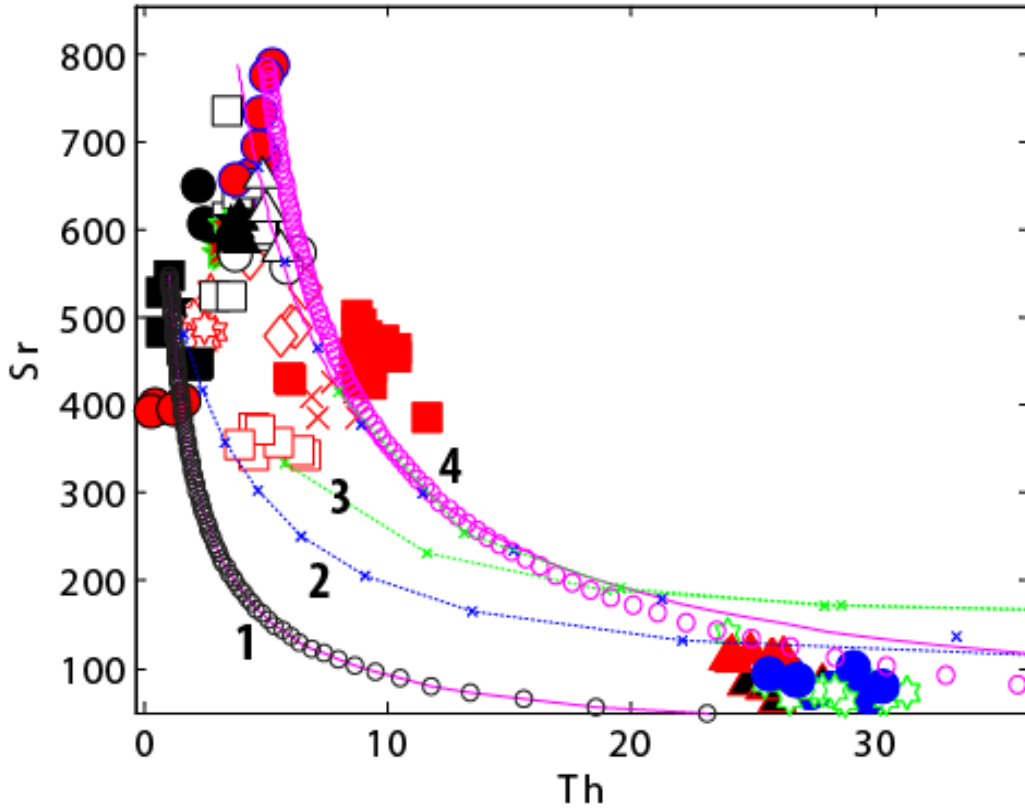
Buna göre Kuvaterner bazaltik magmatizmayı temsil eden köken kayaların uzamsal olarak farklı magma odalarında gelişen AFC süreçleri ile Kuvaterner ortaç hatta asidik volkanizma ürünlerini üretebileceği düşünülmektedir.

**1: Kuyulutatlar (K-028) - 0.55plg, 0.30ol, 0.10 mgn, 0.05 ap FC**

**2: Kuyulutatlar (K-028) - 0.55plg, 0.30ol, 0.10 mgn, 0.05 ap AFC (r=0.2 Üst Kabuk)**

**2: Kuyulutatlar (K-028) - 0.55plg, 0.30ol, 0.10 mgn, 0.05 ap AFC (r=0.6 Üst Kabuk)**

**4: Kuyulutatlar (K-028) - 0.55plg, 0.15cpx, 0.15ol, 0.10 mgn, 0.05 ap AFC (r=0.3 Üst Kabuk)**

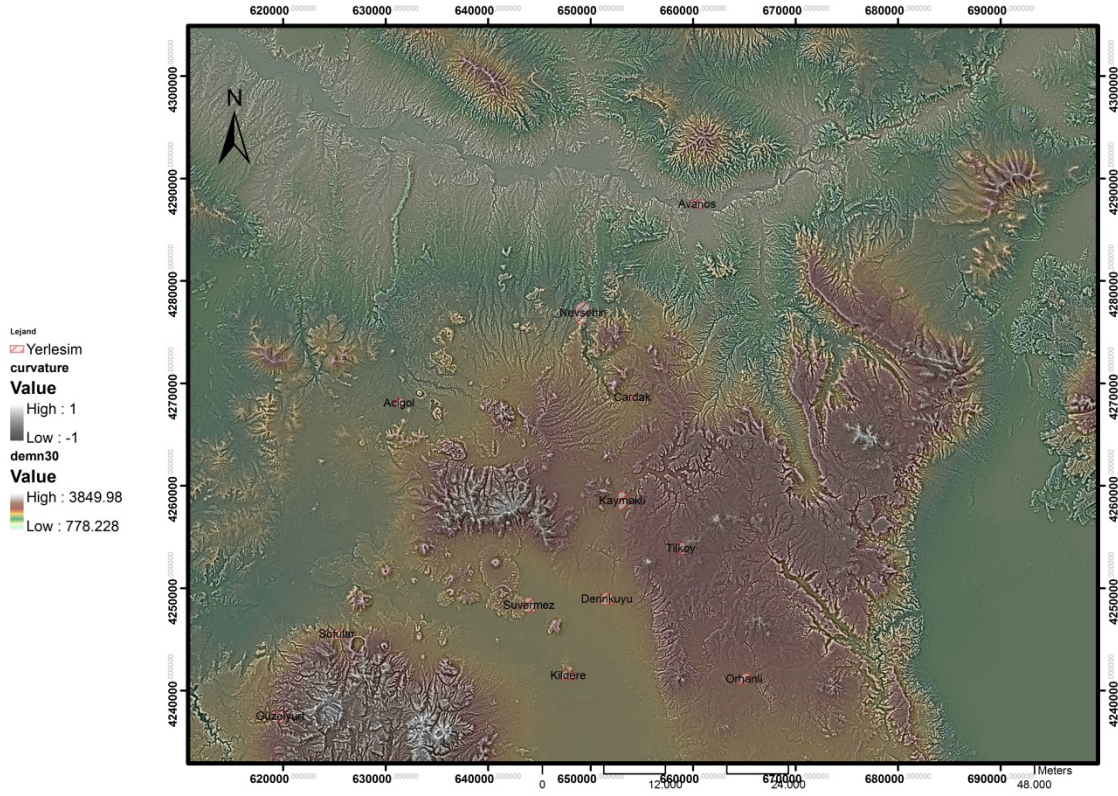


Şekil 5.35. Kapadokya Kuvaterner bazaltik kayaçlarından itibaren modellenen iki farklı evrim eğiliminin Th'a karşılık çizilen Sr grafiğindeki gösterimi. Hatlar için metine bakınız.

## 6. NEHİR AŞINDIRMASI VE EROZYON

Orta Anadolu Volkanik Provensi olarak da adlandırılan Kapadokya Bölgesi, başlıca erozyon sonucu oluşmuş peri bacaları ile tanınmaktadır. Erozyon'a açık olan bu birimler, farklı peri bacaları ve erozyon özellikleri sunmaktadır. Kapadokya bölgesi ignimbiritleri ile bunlarla birlikte sedimentasyon gösteren akarsu ve gölsel çökelleri genelde yatay sedimentasyon göstermekte olup, çok yerel olarak, bazı birimler, mevcut vadilere kanalize olmuşlardır (Sofular köyü civarında Tahar ignimbiriti'nin vadi doldurma özelliği göstermesi gibi). Yatay

tabakalanma gösteren genelde erozyona oldukça açık olan volkanik birimler üzerinde dendritik drenaj ağı gelişmiştir (Şekil 6.1). Drenaj ağı başlıca topoğrafik olarak daha düşük kotta bulunan kuzey'e, Kızılırmak nehrine doğru gelişmektedir. Bunun yanı sıra, bazı drenaj ağları ise zayıf bir şekilde, yapısal kontrollü olarak Ecemiş fay zonuna doğru gelişmiştir.



Şekil.6.1. İnceleme alanı sayısal arazi modeli ve drenaj ağı.

Erozyon sonucu oluşan Kapadokya yöresi peribacaları birbirinden farklı şekiller sunmaktadır. Genelde, ignimbiritler arasında depolanan sedimanter birimlerin daha fazla gevrek olması nedeniyle, şapkali olarak adlandırılabilen peri bacaları oluşurken, sedimanter birimlerin de tamamen erozyona uğradığı alanlarda sivri uçlu, eğimin izin verdiği daha az eğimli alanlarda ikili veya üçlü gruplar halinde peribacası oluşumlarına rastlanılmıştır. Özellikle peribacası oluşturan ignimbiritler, başlıca, Kavak, Zelve, Cemilköy, yer yer Gördeles ve sadece Güzelöz köyü civarında çok yerel olarak Kızılkaya ignimbiritleridir. Sarımaden, Sofular, Tahar ignimbiritleri ile genelde Kızılkaya ignimbiritlerinde peribacası şeklinde erozyon yapılarına rastlanılmamıştır. Akarsu ve rüzgarların birlikte çalışarak oluşturdukları bu erozyon yapılarının aşınma hızları proje yürütücüsü Attila Çiner ve ekibi tarafından 2.30-3.28



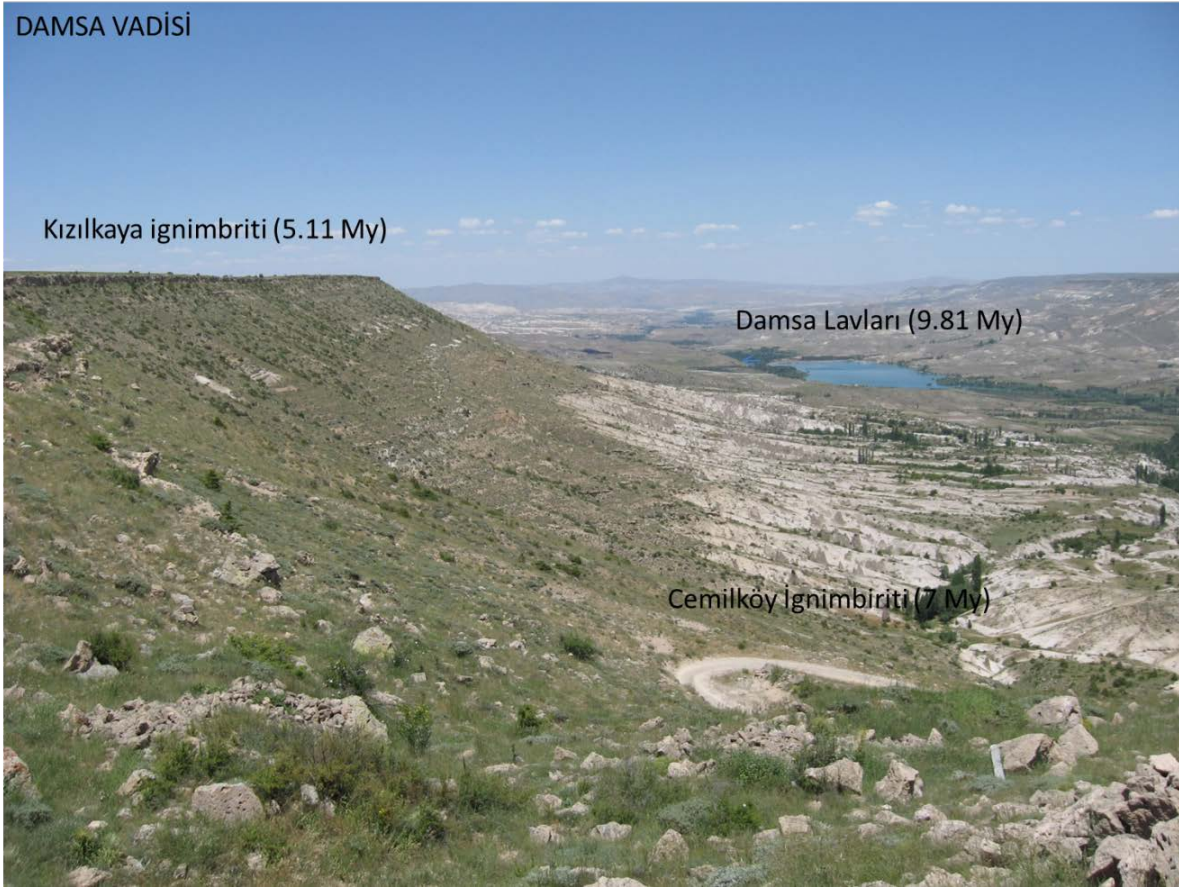
cm/kiloyıl olarak tahmin edilmiştir (Sarıkaya vd., 2007). Özellikle plato üzerinde olan bu erozyon hızları peribacaları üzerinde hesaplanmıştır.

Kapadokya bölgesinde akarsu oymaları, kaynaklı ignimbritler de dahil olmak üzere tüm platoda etkin olmuştur (Şekil 6.2). Bugüne kadar hesaplanmamış olan bu oyma hızları, TR.1a bölümünde detaylı olarak ele alınmıştır. TR3 grubu çalışmaları da akarsu sistemlerinin ignimbritler üzerinde gerçekleştirdiği oymalara nicel veriler sunmaktadır.



Şekil.6.2. Kapadokya platosu ve akarsu oyması ile oluşan derin kanyonların plato üzerinden görünümü.

Yatay depolanma gösteren Kapadokya ignimbritleri ve arakatkılı sedimanların en derin oyma yapısı Damsa vadisinde izlenmektedir (Şekil 6.3).



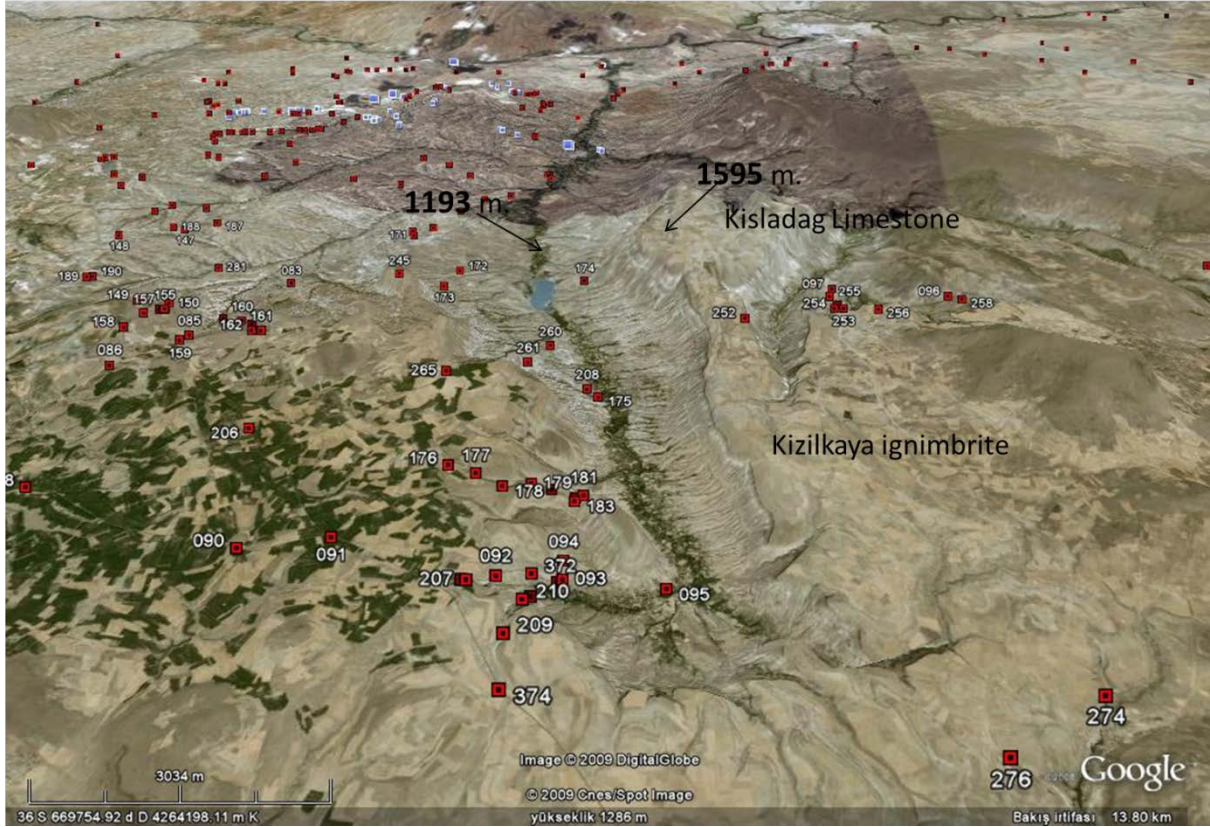
Şekil 6.3. Damsa Vadisinin arazi görünümü.

Damsa vadisi ve barajı, Kızılırmak'a katılan yan kol üzerinde akarsu oyması ile oluşmuştur. Vadinin en üst kesimleri Kızılkaya İgnimbiritleri ve Kışladağ kireçtaşlarından oluşmaktadır. Vadi tabanında başlıca Cemilköy İgnimbiritleri mostra vermektedir. Yapılan ölçümlerde, radyometrik yaşı yaklaşık 5 My olan Kızılkaya İgnimbiritinin yerleşiminden sonra yaklaşık 400 metre akarsu oyma miktarı hesaplanmıştır (Şekil 6.4). Yatay tabakalanma gösteren Damsa Vadisi tavan kesminde yer alan iyi kaynaklanmış olan Kızılkaya İgnimbiriti'nin erozyona uğraması, talweg kesiminde yer alan Cemilköy İgnimbiriti ile, aralarında bulunan Gördeles ve fluvio-laküstrin birimlerin erozyonundan daha da zor olmasına karşın, derin bir oyma faaliyetine maruz kalmıştır.



## DAMSA VALLEY

Oyma miktarı: 400 meters

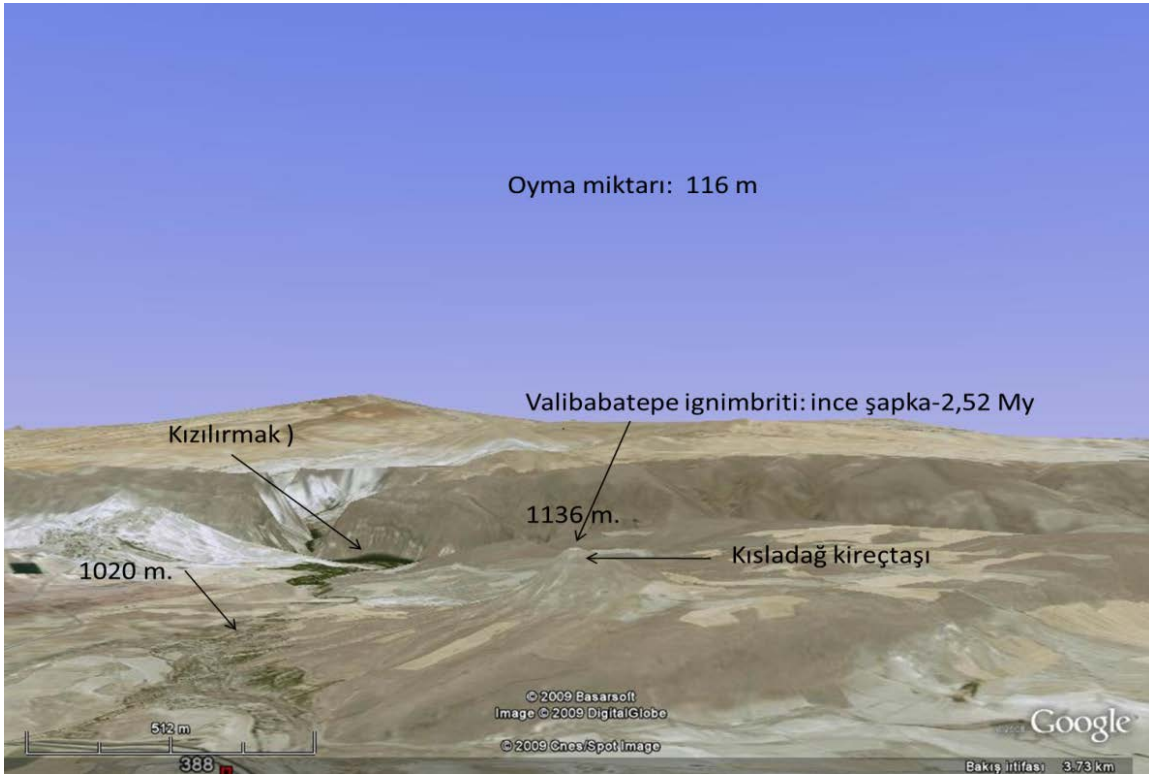


Şekil 6.4. Damsa Vadisi'nin Google Earth uydu görüntüsü ve oyma miktarı.

Nevşehir Platosu'nun merkezi kesiminde yer alan Damsa Vadisi'nin yanısıra, Plato'nun hemen doğu kesiminde yer alan Sünnetli Tepe de akarsu erozyonuna iyi bir örnek teşkil etmektedir. Sünnetli Tepe'nin zirvesi ince Valibabatepe İgnimbiriti ile örtülmüştür (Şekil 6.5). Kaynaklı bir iginimbirit olan Valibabatepe İgnimbiriti'nin erozyon'a karşı dayanımlı olduğu muhakkak iken, tepenin hemen batı kesiminden geçen, günümüzde kuru akarsu yatağı olarak izlenen, Kızılırmak'a katılım gösteren, mevsimsel akarsu tarafından oyma işlemine tabi tutulmuştur. Sünnetli Tepe'nin stratigrafik istifi ise tabanda fluvio-gösel çökeller ile başlamakta, sonra Kızılıkaya İgnimbiriti ve Kışladağ kireçtaşları ile devam edip, Valibabatepe İgnimbiriti ile son bulmaktadır. Plato'nun doğu kesiminde bulunan Sünnetli Tepe'de hesaplanan oyma miktarı, son 2.5 My için 116 metre kadardır (Şekil 6.6).



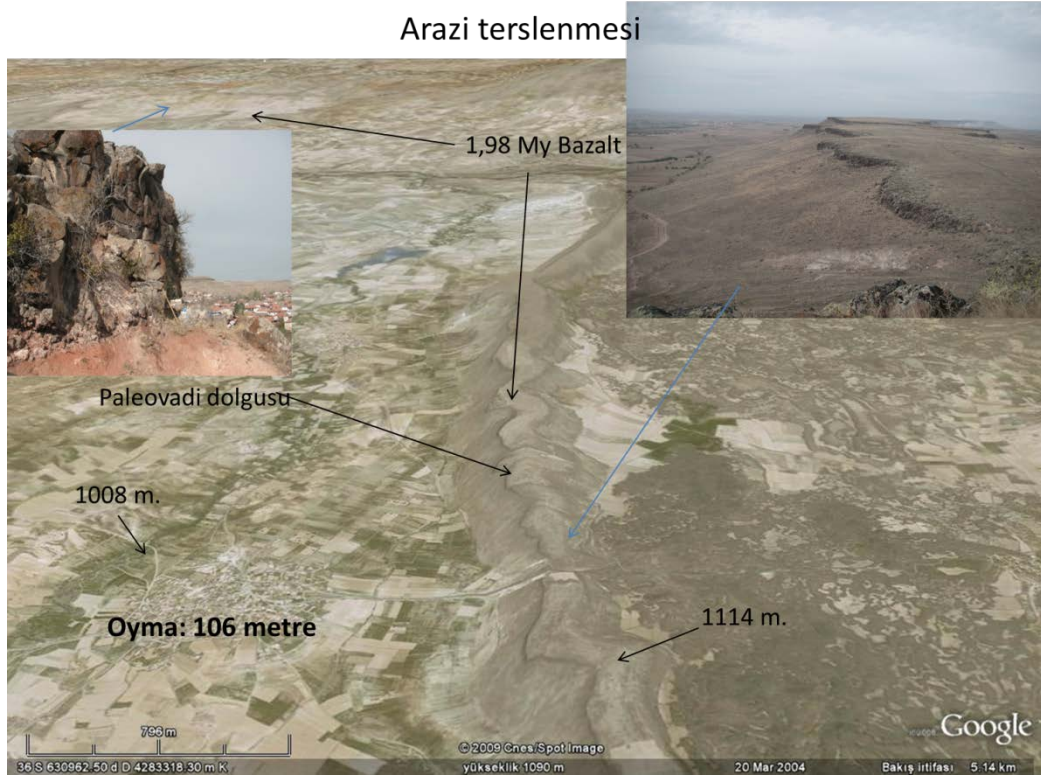
Şekil.6.5. Sünnetli tepe'nin arazi görünümü



Şekil.6.6. Sünnetli tepe civarında hesaplanan oyma miktarı.



Plato'nun batı kesiminde ise bazaltik lavlar tarafından doldurulmuş vadiler söz konusudur. Bunlardan en önemlisi ve uzunluğu yaklaşık 20 km kadar olan Evren sırtıdır. Bazalt akıntısının çevresindeki erozyona karşı dayanıksız olan gösel sedimanların ve altta bulunan Zelve İginimbiriti'nin aşınması, arazi terslenmesine (=vadi terslenmesine) yol açmış ve paleo vadi tabanının günümüze kadar korunmasını sağlamıştır. Bazalt akıntısı, aynı zamanda vadi tabanının o günkü şeklini ve eğimini de yansıtmaktadır. Yaklaşık 2 My'dan günümüze kadar en az 106 metre oyma meydana geldiği anlaşılmaktadır (Şekil 6.7).



Şekil.6.7. Evren sırtı bazalt akıntısı ve oyma miktarı.

Sonuç olarak, Kızılıkaya ignimbiritinin kapladığı Kapadokya bölgesinde, genel sedimantasyon yatay olup, çok yerel olarak ignimbiritler kanal dolgusu oluşturmaktadır. Genelde graviter etki ile yerleşim bulan bu kütle akışları, topoğrafik olarak alçak bölgelere doğru hareket ederler. Bu bakış açısı ile değerlendirdiğimizde, Kapadokya bölgesinde 5 My sonrasına kadar büyük ölçekli oyma, erozyon vb süreçler fazla etkin olmamıştır. 5 My sonrasında toplam yaklaşık 400 metre oyma meydana gelirken, 2.5 My sonrası ise bunun yaklaşık 116 metresi, 2 My sonrası ise 106 metresi meydana gelmiştir. Diğer bir deyişle, 5-2.5 My arasında 0.12 mm/yıl oyma hızı ile yaklaşık 284-294 metre oyma meydana gelirken, 2.5 My'dan sonra 0.04 mm/yıl hızı ile yaklaşık 116 m oyma meydana gelmiştir. Diğer taraftan plato üzerinde

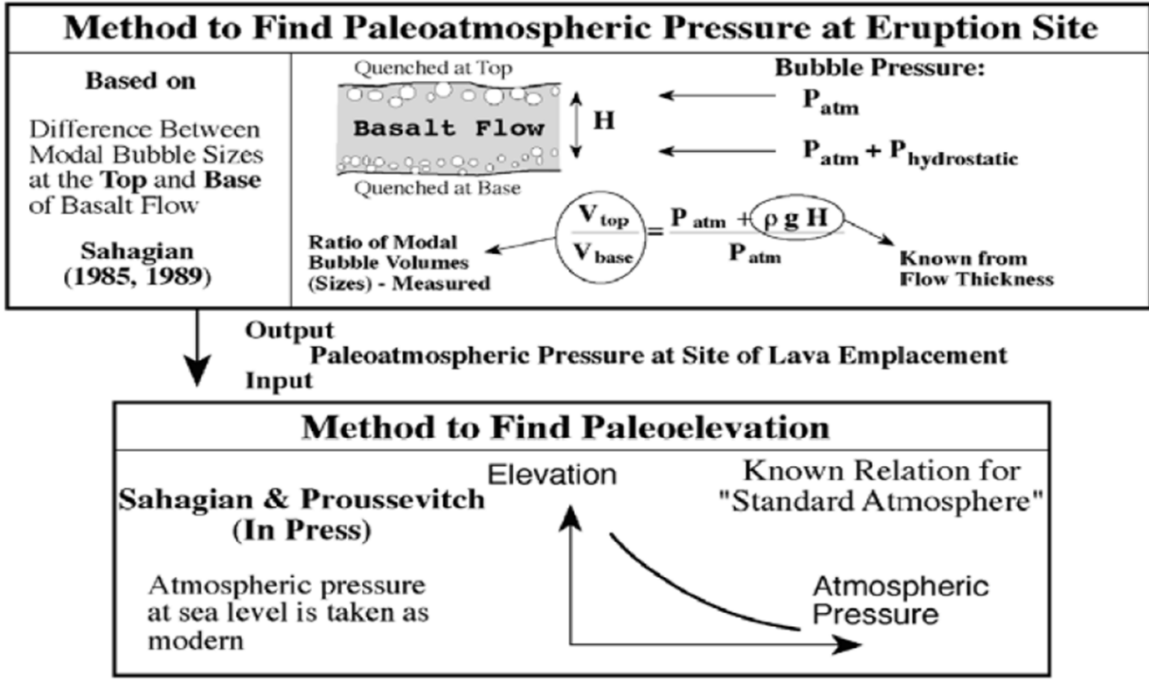
Valibabatepe İgnimbiriti sonrası fluvio-gösel sedimanlara rastlanmamış olup, flüvyal sedimanlar başlıca Kızılırmak yatağı civarında ve güncel dereler içinde mostra vermektedirler.

## 7. PALEOALTİMETRE ÇALIŞMALARI

Proje önerisi içerisinde bulunmayan, ancak proje ekibi tarafından yapılması zaruri bulunan paleoaltimetre çalışmaları, kimyasal analizleri ve radyometrik yaşları daha önceden yapılmış lav akıntıları üzerine, başlıca arazi çalışmaları ile örnekleme yapılması (karotiyer ile örnek alımı) ve alınan örneklerin laboratuvarında incelenmesi işlemlerine tabi tutulmasını kapsamaktadır.

Paleoaltimetre çalışmaları genelde sular üzerinde, karbonatlı kayalar üzerinde veya obsidyen gibi volkan camlarının hidrasyonu üzerine O18 izotop çalışması yapılarak gerçekleştirilmektedir. Diğer taraftan Sahagian ve Maus (1994), bazaltik kayaların gözenekliliğinden itibaren lavın yerleşimi esnasındaki atmosferik basıncı ve dolayısıyla deniz seviyesinden yüksekliği hesaplama yoluna gitmişlerdir. Sonraki yıllarda Sahagian, farklı metodlar ile gözeneklilik ve hava basıncı hesapları yapmıştır.

Yöntemin prensibi, düşük viskoziteli olan ve katılaştıran bazaltik bir lavın, taban ve tavan seviyelerinden alınan örneklerin gözeneklilik farkına dayanmaktadır. Özellikle düşük viskoziteli lavlarda uygulanabilen bu yöntem, viskozite yükseldikçe, makaslama kuvvetleri ve deformasyonlar da meydana geldiğinden yanıltıcı sonuçlar doğurmaktadır. Yöntem ile ilgili olarak Sahagian vd., (2002)'nin verdiği şema Şekil 7.1'de sunulmaktadır. Sahagian vd., (2002) yöntemini, özellikle Hawaii lavları ile Colorado Platosu'na da uygulayarak, hata payının diğer paleoaltimetre hesaplarına ( $\pm 300$  metre) yakın bir durumda olduğunu ve yaklaşık olarak  $\pm 400$  metre olduğunu söylemiştir. Örnekleme aşamasının belki de en önemli aşama olduğunu söylemekte fayda vardır. Zira örneklemenin lav akıntısının yüzey ve taban kesimindeki cürufişmiş, kaotik yüzeyden yaklaşık 10 cm kadar aşağıdan yapılması, çok iri, ikincil büyümüş gözeneklerden kaçınılması gerekliliği vurgulanmaktadır.



Şekil 7.1. Sahagian yöntemi ile bazaltik lavlardan atmosferik basınç ve paleoyükseklik hesabı.

Özellikle Anadolu'nun yükselimi projesi içerisinde böyle bir yöntemin uygulanması gerekliliği düşünülmüş ve Kapadokya bölgesinde 7 adet bazaltik (içlerinde bazı örnekler, bazaltik andezit özelliğindedir) lav akıntısı seçilmiştir. Seçilen lavlar ile kalınlıkları ve deniz seviyesinden güncel yükseklikleri Çizelge 7.1.'de verilmektedir.

Birim	Taban	Tavan	Kalınlık			
			(cm)	X	Y	Z (m)
Karaburna	K-345	K-346	510	626412	4303579	1031
Q-Bazalt, Kızılırmak	K347,348	K-349	130	635156	4292993	905
Şapka (Tatların, Çiftlik)	K-350	K-351	775	631012	4282069	1124
Topuzdağ -I	K-352	K-353	365	673464	4280958	1430
Hodul	K-354	K-355	520	676291	4268170	1508
Topuzdağ-II	K-356	K-357	394	671806	4279133	1511
Keşlik	K-358	K-359	480	678396	4250977	1602

Çizelge 7.1. Paleoaltimetre çalışmaları için örneklenen lav akıntıları.







Yapılan hesaplamalarda 7 adet lavdan sadece iki adetinden mantıklı, yorumlanabilir sonuç alınmıştır. Diğer lavlardan ise çok mantıklı sonuçlar alınmamasının nedenleri, örneklemeden kaynaklandığı gibi, bazı örneklerin bazaltik andezit olmasından da kaynaklanmaktadır. Sonuç alınan örneklerden birincisi 8.2 My yaşındaki Topuzdağ-I lavıdır. Lav akıntısından alınan örneğin deniz seviyesinden yüksekliği, GPS altimetresi ile ölçülmüş olup, 1430 metredir. Yapılan paleoaltimetre hesaplamalarına göre Topuzdağ-I lav'ı deniz seviyesinden yaklaşık 409 metre yükseklikte katılmıştır. Diğer bir deyişle, 8.2 My ile günümüz arasında bağlı yükseklik farkı yaklaşık 1000 metre olup, Anadolu'nun yükselimini ifade etmektedir.

Kuvaterner bazaltlarında yapılan altimetre hesaplamaları da, 93.000 yıl yaşında olan ve bugün deniz seviyesinden 905 metre yüksekte bulunan, bu lavların katıldığı dönemde 906 metre yükseklikte olduğunu ifade etmektedir. Kuvaterner yaşlı lavlardan elde edilen sonuç, Anadolu yükseliminin, üst Pleyistosen'e gelindiğinde büyük ölçüde tamamlandığını göstermektedir.

## 8. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

### 8.1. İgnimbirit Stratigrafisi

Proje kapsamında yapılan arazi çalışmaları ve bu çalışmaların petrolojik-jeokimyasal ve radyometrik veriler ile desteklenmesi sonucunda, çok uzun yıllardır süregelen Kapadokya volkanizmasının stratigrafik istif tartışmasına daha doyurucu bir yaklaşım sağlanmış ve yeni bir stratigrafik istif sunulmuştur. Özellikle ignimbiritler üzerine yapılan tartışmalar ve bu çalışma ile sunulan yeni stratigrafi Çizelge 8.1'de verilmektedir.

8.1v Age (Ma)	Faourri (1968)	Selçukovani (1974)	Le Pennec et al. (1994)	Mues-Schumacher and Schumacher (1996)	Le Pennec et al. (2005)	Viereck-Goette et al. (2010)	This Study	76-1v Age (Ma)
2.8 ± 0.2	Valibaha Tepe Member Sofalar Lentil	Hamurca İgnimbrite Incesu İgnimbrite Sofalar İgnimbrite	Valibaha Tepe	Valibaha-Sofalar İgn. (Renamed) Incesu (Renamed)	Valibaha Tepe	Incesu Member	Kuntepe İgnimbrite Valibaha Tepe İgnimbrite	Upper: 0.255±0.209 Lower: 0.837±0.129 2.52 ± 0.49
4.3 ± 0.4	Incesu Member	Kizilkaya İgnimbrite Kara Dağ Tuff	Kizilkaya Sofalar	Kizilkaya	Kizilkaya	Kizilkaya Member	Kizilkaya İgnimbrite	5.19 ± 0.07
4.4 ± 0.4	Girdelen Tongue	Girdelen İgnimbrite	Girdelen	Girdelen	Girdelen	Girdelen Member	Girdelen İgnimbrite	6.34 ± 0.07
7	Tahar Member	Tahar Tuff	Tahar	Tahar	Tahar	Tahar Member	Tahar İgnimbrite	6.14 ± 0.22
6.6 ± 0.4	Cemilköy Member	Cemilköy Pumice Tuff	Cemilköy	Cemilköy	Cemilköy	Cemilköy Member	Cemilköy İgnimbrite	7.20 ± 0.09 8.17 ± 0.08
8.2 ± 1.6	Sarımsın Tepe Tongue	Sarımsın İgnimbrite	Sarımsın Tepe	Sarımsın	Sarımsın Tepe	Sarımsın Tepe Member	Sarımsın İgnimbrite	8.44 ± 0.12
7.6 ± 0.4	Tahar Member	Zelve	Zelve	Akdag-Zelve	Zelve	Zelve Member	Zelve İgnimbrite	9.19 ± 0.15
9.0 ± 0.4 11.2 ± 2.5	Kavak Member Akköy Lentil	Ürgüp Göreme Tuffs Akköy İgnimbrite	Kavak 4 units	Upper and Lower Göreme 2 units	Kavak 3 units	Kavak Member Lower & Upper Göreme Beds Lower & Upper Uçhisar Beds	Kavak-4 İgnimbrite Kavak-3 Kavak-2 Kavak-1	9.20 ± 0.10 or 9.00 ± 0.05 9.12 ± 0.09
7						Göveçli Member		
7						Eneki Member		

Not: Oklar bir birinin eşitli koruyucularını temsil etmektedir. Veri Mues-Schumacher and Schumacher (1996)'dan sonra. \* Bu çalışma kapsamında elde edilen verileri göstermektedir.

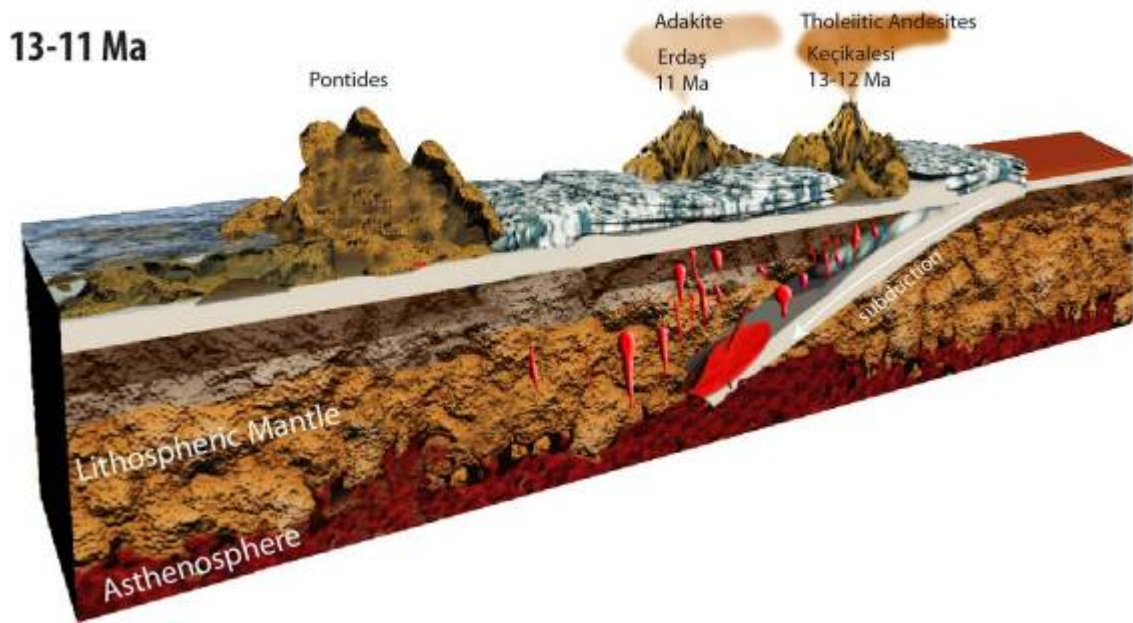
Çizelge 8.1. Nevşehir Platosu ignimbirit stratigrafisi ile ilgili önceki çalışmalar ile verilerin karşılaştırılması (Viereck-Goette et al., 2010, değiştirilerek alınmıştır.)

## 8.2. Petrojenetik Işık Altında Jeodinamik Gelişim

Gözlemlenen petrolojik/jeokimyasal veriler ve gerçekleştirilen sayısal modellemeler ışığında Kapadokya volkanizması için aşağıdaki zamansal petrojenetik evrim önerilebilir.

### 8.2.1 >13 My

Afrika plakasının Anadolu altına dalmasıyla beraber, Pontidler güneyinde, Orta Anadolu bölgesinde dalma batma ilişkili volkanizma gözlenmeye başlar (Şekil 8.1)



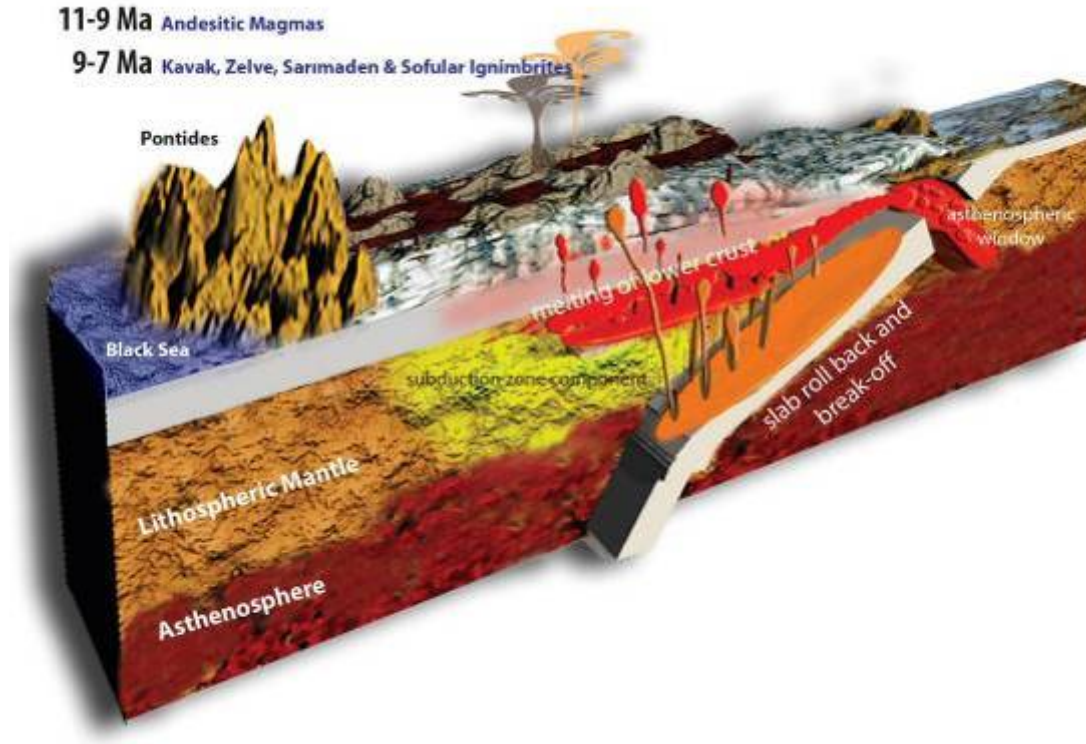
Şekil 8.1. 13-11 Ma önce Orta Anadolu ve civarında plaka konumları ve gelişen volkanizma ürünlerini gösterir sentetik model.

Bu dönemde, güneyde toleyitik andezitler (Keçikalesi) ile temsil edilen volkanizma proje sahasında Erdaş andezitik masifindeki adakitler şeklinde gözlenir. Yapılan petrojenetik modellemeler, %60 gabro ve % 40 sediman içeren dalan plakanın %5'lik kısmi ergimesi 11 My'lık Erdaş adakitlerine benzer bileşimde magmaları oluşturduğu düşünülmektedir.



### 8.2.2. 11 – 7 My

Dalma batmanın ilerlemesi ve muhtemel dalan plaka kırılması (slab break-off) nedeniyle litosferik mantonun zenginleşmesi ve ilişkili magmatizma sonucunda proje sahasında andezitik ve adakitik magmatizma ile daha evrimleşmiş riyolitik piroklastik akıntılar gözlenir (Şekil 8.2.).



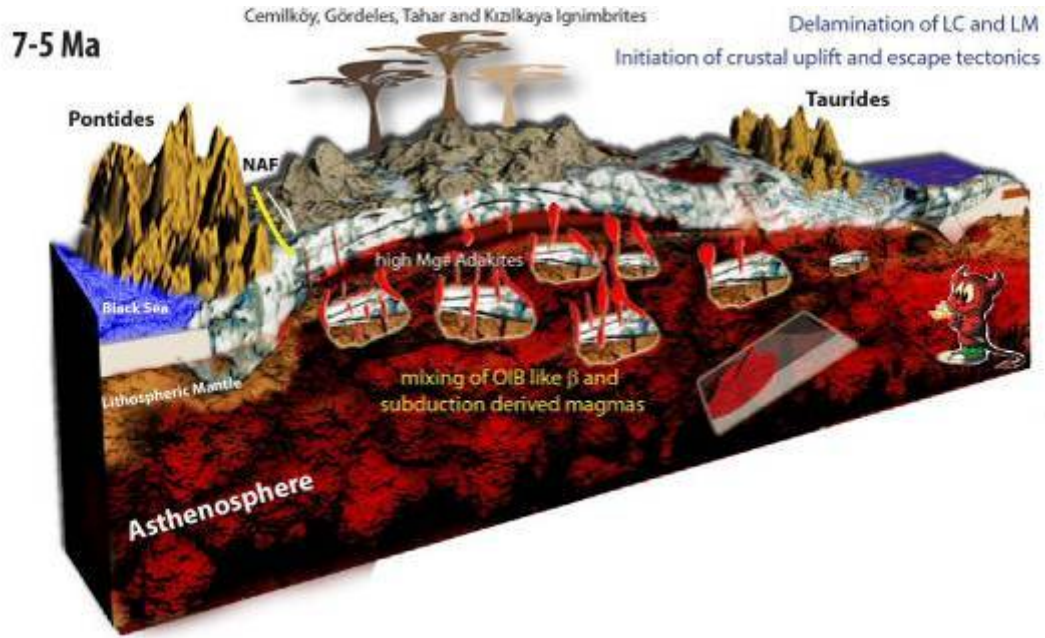
Şekil 8.2. 11-7 Ma önce Orta Anadolu ve civarında plaka konumları ve gelişen volkanizma ürünlerini gösterir sentetik model.

Oluşan andezitik - adakitik bileşimli kayaçların dalan plaka ve alt kabuk etkileşimi ile oluştuğu, dalan plakadan kaynaklanan sediman etkisinin azaldığı ve litosferik mantonun dalma batma etkisiyle daha da zenginleştiği, yapılan modellemeler ve gözlemler neticesinde ortaya konmuştur.

### 8.2.3. 7-2 My

Gerçekleştirilen Ar/Ar çözümlenmeleri ve petrojenetik modellemeler özellikle 7-5 My arasında gözlenen adakitlerin kıtasal alt kabuk baskın bir kökenden kaynaklandığını göstermiştir. Buna göre bu kayaçlar ya kıtasal alt kabuğun delaminasyonu sonucunda kısmi ergimesi (Şekil 8.3.)

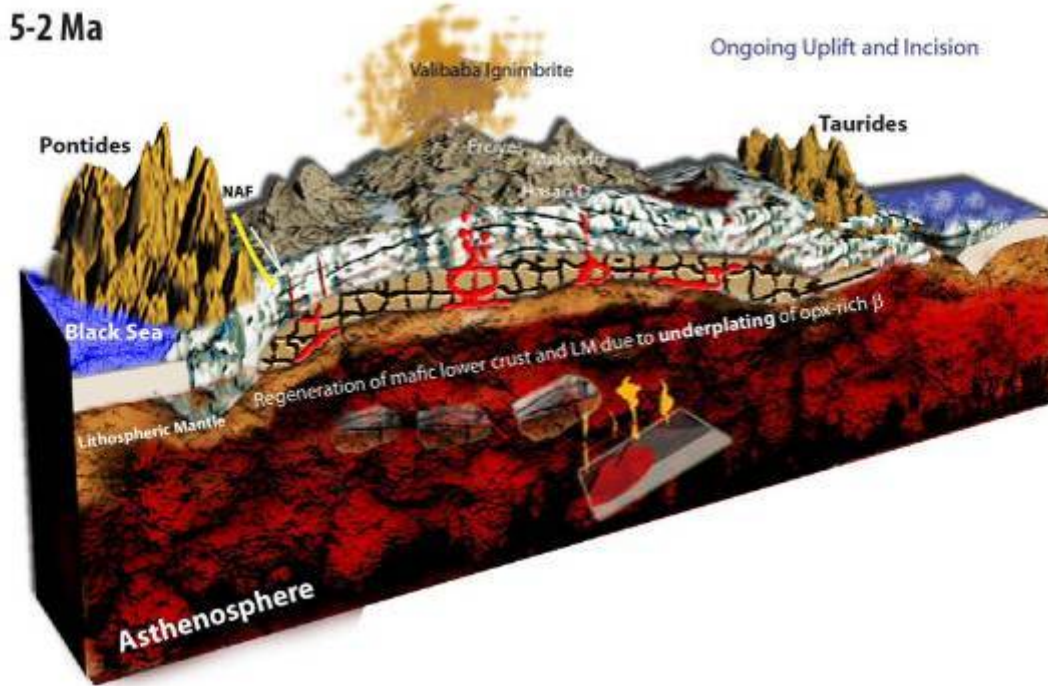
ya da alt kabuğun bazaltik magma ile altlanması (underplating) ve kısmi ergimesi ile oluşmaktadır (Şekil.8.4.).



Şekil 8.3. 7-5 My önce Orta Anadolu ve civarında plaka konumları ve gelişen volkanizma ürünlerini gösterir sentetik model.

Özellikle 7-5 My önce görülen adakitlerin ve dasitik ignimbiritlerin yüksek Mg#'na sahip olmaları, ortopiroksence zengin olmaları ve zenginleşmiş peridotitik kökeni de işaret etmeleri bu kayaların kökeninde delamine alt kabuğun etkili olduğu düşüncesini doğurmaktadır.

5-2 My civarında gözlenen adakit (benzeri) ve andezitik volkanizmanın ise baskın şekilde alt kıtasal kabuğun kısmi ergimesiyle oluştuğunu yapılan petrojenetik modeller ortaya koymuştur. Buna göre yaklaşık 5-2 My arasında yeni oluşan alt kabuğun kısmi ergimesi ile gelişen magmatizma ve kıta içi yükselim söz konusudur (Şekil 8.4.)

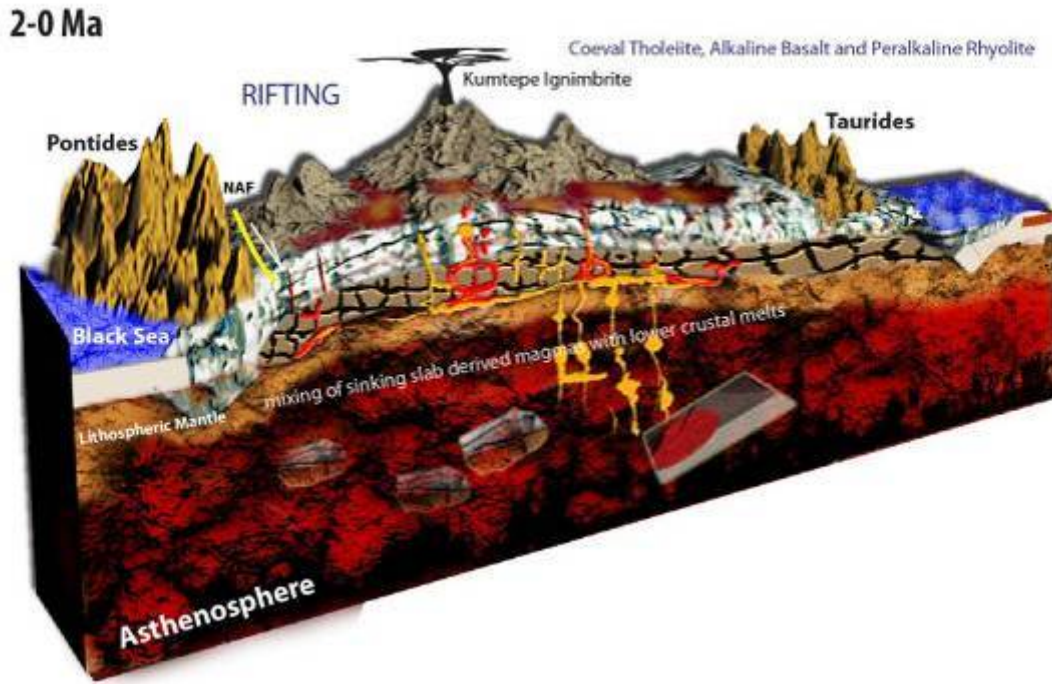


Şekil 8.4. 5-2 My önce Orta Anadolu ve civarında plaka konumları ve gelişen volkanizma ürünlerini gösterir sentetik model.

#### 8.2.4. Kuvaterner

Kuvaternerde bölge magmatizmasının temelde bazaltik ve ilişkili orta-ç- asidik magmalar ile temsil edilmesi, kaynak bölgede temel değişimlerin olduğunu ortaya koymaktadır. Bölgede hem zengileşmiş hem de tüketilmiş bir manto kaynağından türemiş bazaltik kayaçların, litosferik mantonun farklı seviyelerinde kısmi ergimelerin meydana geldiğini belirlenmiştir (Şekil 8.5.). Bu eriyiklerin muhtemelen alt kabuk eriyikleri ile karışması beklenen bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca oluşan magmaların orta-üst kıtasal kabukta gelişen magma odalarında fraksiyonel kristalleşme ve kıtasal kirlenme ile orta-ç magmaları oluşturabildiği ortaya konmuştur. Kuvaterner volkaniklerinin tipik bir modal bileşim sunması (%58-73 arası Daly Gap), riyolit tüm kayaçlarında Agpaitik İndisin 1' yaklaşması, EDS ile gerçekleştirilen cam analizlerinde ise 1'i geçmesi bölgede riyolitik magmatizmanın peralkali niteliklere doğru evrildiğinin önemli bir işaretidir. Peralkali magmatizma tipik olarak genişleme rejiminin hakim olduğu tektonik bölgelerde, sıg magmatik rezervuarların düşük basınç altında fraksiyonlanması ile oluşmaktadır. Ayrıca bu tip sıg rezervuarlarda gelişen hızlı ve yoğun kristalleşme, bazik ve asidik magmalar arasında tampon görevi gören ve orta-ç bileşimlerin gözlenmemesine neden olan kristalce zengin bir zonun oluşmasına neden olur

(ör. Peccerillo vd., 2003). Bölgede Kuvaterner piroklastikler ve ilişkili bir kaldera yapısının da bulunması sığ magmatik rezervuar/rezervuarlarına ilişkin önemli bir delil olarak kabul edilmelidir. Gerçekleştirilen jeokimyasal modellemeler, riyolitlerin bazaltlar ile aynı köken karakterlerine sahip olduğunu ancak, üst kıtasal kabuk içi magma odalarında AFC süreçleri ile oluşabileceklerini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bölgede sığ magma odalarının bulunması ve bu odaların aynı kökenli bazaltik-riyolitik eriyikler ile düşük basınç koşullarında fraksiyonlanması için genişleme rejiminin hakim olması beklenir. Bu nedenden ötürü bölgede Kuvaternerde genişleme, dolayısıyla kıta içi riftleşmenin hakim bir süreç olarak önem kazanmaya başladığı vurgulanabilir.



Şekil 8.5. Kuvaternerde Orta Anadolu ve civarında plaka konumları ve gelişen volkanizma ürünlerini gösterir sentetik model.



### TR3 Değinilen Belgeler

- Aldanmaz, E., 2002. Mantle source characteristics of alkali basalts and basanites in an extensional intracontinental plate setting, Western Anatolia, Turkey: Implications for multi-stage melting. *International Geology Review*, 44(5): 440-457.
- Atabey, E., Tarhan, N., Yusufoglu, H., Canpolat, M., 1988, Hacibektaş, Gülşehir, Kalaba (Nevşehir), Himmetdede (Kayseri) arasının jeolojisi, MTA Rapor No: 8523 (Yayımlanmamış)
- Ateş, A., Bilim, F., Büyüksaraç, A., 2005. Curie Point Depth Investigation of Central Anatolia, Turkey. *Pure and Applied Geophysics* 162, 357–371.
- Atherton, M. P., Petford, N., 1993, Generation of sodium rich magmas from newly underplated basaltic crust, *Nature* 362, 144-146.
- Aydar, E., 1992. Etude Volcano-structurale et Magmatologique du Strato-volcan Hasan Dağı (Anatolie Centrale Turquie). Thesis, Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand II), 213 pp.
- Aydar, E., ve Gourgaud, A., 1993. Hasan Dağı stratovolkanında magma odalarının gelişimi ve hakim petrojenetik süreçler. *Yerbilimleri* 16, 101-113.
- Aydar, E., Gündoğdu, N., Bayhan, H., Gourgaud, A., 1994. Volcano-structural and petrological investigation of the Cappadocian Quaternary volcanism, *Tübitak Yerbilimleri Dergisi* 3, 25-42.
- Aydar, E., Gourgaud, A., Deniel, C., Lyberis, N., Gündoğdu, N., 1995. Le volcanisme quaternaire d'Anatolie centrale (Turquie): association de magmatisme calco-alcalin et alcalin en domaine de convergence. *Can. J. Earth. Sci.* 32 (7), 1058-1069.
- Aydar, E., and Gourgaud, A., 1998. The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.* 85, 129-152.
- Batum, I., 1978. Geochemistry and petrology of Acıgöl and Göllüdağ volcanics at southwest of Nevşehir Central Anatolia, Turkey. *Yerbilimleri* 4 (1-2), 70-88.
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H., Mueller, P., 1977. Radiometrische Altersbestimmungen an neogenen Eruptivgesteinen der Tuerkei. *Geol. Jahrb. Reihe B* 25, 3-36
- Bigazzi, G., Yeginđil, Z., Ercan, T., Oddone, M., Ozdođan, M., 1993. Fission track dating obsidians in Central and Northern Anatolia. *Bull. Volcanol.* 55, 588-595.
- Castillo, P.R., 2006. An overview of adakite petrogenesis. *Chinese Science Bulletin*, 51(3): 258-268.

- Chung, S.L., Liu, D., Ji, J., Chu, M.F., Lee, H.Y., Wen, D.J., Lo, C.H., Lee, T.Y., Qian, Q., Zhang, Q., 2003. Adakites from continental collision zones: melting of thickened lower crust beneath southern Tibet. *Geology* 31, 1021–1024.
- Defant, M.J., and P. Kepezhinskas, 2001, Evidence suggests slab melting in arc magmas, *EOS*, 82, 65-69
- Defant, M.J., Drummond, M.S., 1990, Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. *Nature* 347, 662–665.
- Deniel, C., Aydar, E., and Gourgaud, A. 1998. The Hasan Dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.* 87, 275-302.
- De Silva, S.L., Self, S., Francis, P.W., Drake, R.E., and Carlos Ramirez, R., 1994. Effusive silicic volcanism in the Central Andes: The Chao dacite and other young lavas of the Altiplano-Puna Volcanic Complex. *Journal of Geophysical Research*, 99:17,805-17,825.
- Dhont, D., Chorowicz, J., Yürür, T., Froger, J.-L., Köse, O., Gündoğdu, N., 1998. Emplacement of volcanic vents and geodynamics of Central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 33-54.
- Doğan, U., 2011, Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar–Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy, *Geomorphology* 126, 66-81
- Dönmez, M., Türkecan, A., Akçay, A.E., 2003, Kayseri – Niğde – Nevşehir Yöresi Tersiyer Volkanitleri, MTA – Jeoloji Etütleri Dairesi Rapor No: 10575
- Druitt, T.H., Brenchley, P.J., Gökten, Y.E., Francaviglia, V., 1995. Late-Quaternary rhyolitic eruptions from the Acıgöl Complex, central Turkey. *J. Geol. Soc. (London)* 152, 655-667.
- Dupré, B., Blanc, G., Boulegue, J., Allegre, C.J., 1988. Metal remobilization at a spreading centre studied using lead isotopes. *Nature* 333, 165–167
- Ekingen, A., 1982. Results of geophysical prospecting in Nevşehir caldera. Abstract, Geol. Congr. Turkey
- Elburg, M.A., van Bergen, M., Hoogewerff, J., Foden, J., Vroon, P., Zulkarnain, I., Nasution, A., 2002, Geochemical trends across an arc-continent collision zone: magma sources and slab- edge transfer processes below the Pantar Strait volcanoes, Indonesia. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 66, 2771–2789.
- Ercan, T., 1985. Orta Anadoludaki Senozoyik Volkanizması. *MTA Dergisi* 107, 119-140.

- Francis, P.W., R.S.J. Sparks, Hawkesworth, C.J., Thorpe, R.S., Pyle, D.M., Tail, S.R., Mantonvani, M.S., McDermott, F., 1989. Petrology and petrogenesis of volcanic rocks of the Cerro Galan Caldera, northwest Argentina. *Geol. Mag.* v5, p515-547.
- Froger, J.-L., J.-F. Lénat, Chorowicz, J., Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Köse, O., Zimitoğlu, O., Gündoğdu, N., Gourgaud, A., 1998. Hidden calderas evidenced by multisource geophysical data; example of Cappadocian Calderas, Central Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 99-128.
- Gao, S., Rudnick, R.L., Yuan, H.L., Liu, X.M., Xu, W.L., Lin, W.L., Ayers, J., Wang, X.C., Wang, Q.H., 2004. Recycling lower continental crust in the North China Craton. *Nature* 432, 892– 897.
- Guo, Z., Wilson, M., Liu., J., Mao, Q., 2006. Post-collisional, potassic and ultrapotassic magmatism of the northern Tibetan Plateau: Constraints on characteristics of the mantle source, geodynamic setting and uplift mechanisms. *Journal of Petrology* 47, 1177-1220.
- Guo, F., Nakamura, E., Fan, W., Kobayoshi, K., Li, C., 2007a. Generation of Paleocene adakitic andesites by magma mixing; Yanji area, NE China. *Journal of Petrology* 48 (4), 661–692.
- Guo, Z.F., Wilson, M., Liu, J., 2007b. Post-collisional adakites in south Tibet: products of partial melting of subsuction-modified lower crust. *Lithos* 96, 205–224.
- Hofmann A. W., 1988, Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, Continental crust and oceanic crust. *Earth Planet. Sci. Lett.* 90, 297–314.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F., Villari, L., 1975. The Neogene calcalkaline volcanism of central Anatolia; geochronological data on Kayseri-Niğde area. *Geol. Mag.* 112(4), 349-360.
- Jiang, N., Liu, Y.S., Zhou, W.G., Yang, J.H., Zhang, S.Q., 2007, Derivation of Mesozoic adakitic magmas from ancient lower crust in the North China craton. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71, 2591–2608.
- Karsli, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydin, F., Kandemir, R. and Wijbrans, J., 2010. Generation of the Early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: Implications for crustal thickening to delamination. *Lithos*, 114(1-2): 109-120.
- Kuno, H., 1968, Differentiation of basaltic magmas, In, H. H. Hess, A. Poldervaart (eds), *Basalts*, Interscience, New York 2, 623-688.
- Kuzucuoğlu, C., Pastre, J.-F., Black, S., Ercan, T., Fontugne, M., Guillou, H., Hatté, C., Karabiyikoglu, M., Orth, P., Türkecan, A., 1998. Identification and dating of tephra

- layers from Quaternary sedimentary sequences of Inner Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 153-172.
- Leake, B.E., Woolley, A.R., Arps, C.E.S., Birch, W.D., Gilbert, M.C., Grice, J.D., Hawthorne, F.C., Kato, A., Kisch, H.J., Krivovichev, V.G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J.A., Maresch, W.V., Nickel, E.H., Rock, N.M.S., Schumacher, J.C., Smith, D.C., Stephenson, N.C.N., Ungaretti, L., Whittaker, E.J.W. and Guo, Y.Z., 1997. Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the International Mineralogical Association, commission on new minerals and mineral names. *American Mineralogist*, 82(9-10): 1019-1037.
- LeBas, M. J., LeMaitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27. 745-750.
- Lepage LD, 2003, ILMAT: an Excel worksheet for ilmenite– magnetite geothermometry and geobarometry. *Comput Geosci* 29:673–678
- Le Penneç, J.-L., Froger, J.-L., Olanca, K., Camus, G., 1991. La caldeira du Koca Dag Turquie.: produits, intrusions et protrusions associés. *Bull. Sec. Volcanol Soc. Geol. France* 24, 9–13.
- Le Penneç, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., 1994. neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints, *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 63, 59-87.
- Le Penneç, J.-L., Temel, A., Froger, J.-L., Şen, S, Gourgaud, A., Bourdier, J.-L., 2005. Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 141, 45– 64.
- Martin H, Smithies RH, Rapp R, Moyen J-F, Champion D, 2005, An overview of adakite, tonalite-trondhjemite–granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. *Lithos* 79:1–24
- Martin, H., Moyen, J.-F., 2003. Secular changes in TTG composition: comparison with modern adakites. EGS-AGU-EUG joint meeting, Nice, April, VGP7-1FR20-001.
- Martin, H. and Moyen, J.F., 2002. Secular changes in tonalite-trondhjemite-granodiorite composition as markers of the progressive cooling of Earth. *Geology*, 30(4): 319-322.
- Morimoto, M., Fabries, J., Ferguson, A. K., Ginzburg, I. V., Ross, M., Seifert, F. A., Zussman, J., Aoki, K., Gottardi, G., 1988, Nomenclature of pyroxenes. *Mineralogical Magazine* 52, 535–550.



- Mouralis, D., Pastre, J-F., Kuzucuoğlu, C., Türkecan, A., Atıcı, Y., Slimak, L., Guillou, H., Kunesch, S., 2002. Les complexes volcaniques rhyolitiques quaternaires d'Anatolie Centrale (Göllü Dağ et Acıgöl, Turquie): Genese, instabilite, contraintes environnementales. *Quaternaire* 13 (3-4), 219-228
- Nakamura, N., 1974, Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 38, 757-775.
- Notsu, K., Fujitani, T., Ui, T., Matsuda, J., Ercan, T., 1995. Geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 64, 171-192.
- Olanca, K., 1994, *Geochimie des laves Quaternaires de Cappadoce (Turquie): Les appareils monogeniques*. These de Doctorat, Universite Blaise Pascal (Fransa), 56.
- Öngür, T., 1978. Nevşehir Kalderası. T.J.K. 32. Bil. Tek. Kur. Bild. Öz. Kitabı, p43
- Pasquare, G., 1968, Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia, *Atti Accad Naz Lincei Mem*, 9, 55-204
- Pasquare, G., Poli, S., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1988. Continental arc volcanism and tectonic setting in central Anatolia, turkey. *Tectonophysics* 146, 217-230.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moor bath, S., Mitchell, J.J., 1990, Genesis of collision volcanism in eastern Anatolia Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 44, 189–229.
- Peccerillo, A. and Taylor, S.R., 1976. Geochemistry of Eocene Calc-Alkaline Volcanic-Rocks from Kastamonu Area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58(1): 63-81.
- Peccerillo, A., Barberio, M. R., Yirgu, G., Ayalew, D., Barbieri, M., Wu, T. W., 2003, Relationships between mafic and peralkaline silicic magmatism in continental rift setting: a petrological, geochemical and isotopic study of the Gedemsa Volcano, Central Ethiopian Rift. *Journal of Petrology* 44, 2003–2032.
- Planck, T. and Langmuir, C.H., 1998. The chemical composition of subducting sediment and its consequences for the crust and mantle. *Chemical Geology*, 145(3-4): 325-394.
- Rudnick, R.L., Gao, S., 2004. Composition of the continental crust. In: Rudnick, R.L., Holland, H.D., Turekian, K.K. (Eds.), *Treatise on Geochemistry Volume 3, Crust*. Elsevier and Pergamon, pp. 1–64.
- Sahagian, D., ve Maus, J.E., 1994. Basalt vesicularity as a measure of atmospheric pressure and palaeoelevation. *Nature*, vol.72, 449-451.

- Sahagian, D., Proussevitch, A., and Carlson, W., 2002. Timing of Colorado Plateau uplift: Initial constraints from vesicular basalt-derived paleoelevation. *Geology*, vol:39, no:9, 807-810.
- Sassano, G., 1964. Acıgöl (Nevşehir) bölgesi Kuvaterner volkanizması: *MTA Derg.* 63,16-21.
- Schumacher, R. Keller, J., Bayhan, H., 1990. Depositional characteristics of ignimbrites in Cappadocia, Central Anatolia, Turkey. In: M.Y. Savascin and A.H. Eronat (Editors), *Proc. Int. Earth Sci. Congr. on Aegean Regions, IESCA, 1990, 2: 435-449.*
- Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., 1996. The Kizilkaya ignimbrite—an unusual low-aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, Central Turkey. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 70,107– 121.
- Schumacher, R., Mues-Schumacher, U., 1997, The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey, *JVGR* 78, 139-153
- Seymen, İ., 1981, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifinin stratigrafisi ve metamorfizması, *T.J.K Bülteni*, 24 2, 7-14
- Shaw, D.M., 1970. Trace element fractionation during anatexis. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 34, 237–243.
- Smith TE, Thirlwall MF, MacPherson C. 1996. Trace element and isotope geochemistry of the volcanic rocks of Bequia, Grenadine islands, Lesser Antilles arc: a study of subduction enrichment and intra-crustal contamination. *Journal of Petrology* 37: 117–143.
- Stevenson, J.A., Daczko, N.R., Clarke, G.L., Pearson, N., Klepeis, K.A., 2005. Direct observation of adakite melts generated in the lower continental crust, Fiordland, New Zealand. *Terra Nova* 17, 73–79.
- Sun, S.S., McDonough, W.E., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, Geological Society of London, pp. 313–345.
- Şen E., Kürkcüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A., Vincent, P.M., 2003. Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of Valibaba Tepe ignimbrites (Central Anatolia, Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 125, 225-246.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution.* Blackwell, Oxford. 312 pp.

- Temel, A., 1992. Kapadokya eksploziv volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri. PhD thesis, Hacettepe University, 208 pp.
- Temel, A., Gündoğdu, M.N., Gourgaud, A., Le Pennec, J., 1998, Ignimbrites of Cappadocia (Central Anatolia, Turkey): petrology and geochemistry, p. 447-471.
- Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., 1993. Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary central anatolian volcanic province. *Turkey Geol. J.* 28, 357-369.
- Toprak, V., 1998. Vent distribution and its relation to regional tectonics, Cappadocian Volcanics, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, 55-67.
- Türkecan, A., Kuzucuoğlu, C., Mouralis, D., Pastre, J-F, Atıcı, Y., Guillou, H., Fontugne, M., 2004, Upper Pleistocene Volcanism and Paleogeography in Cappadocia, Turkey, MTA – CNRS – TÜBİTAK 2001 – 2003 Research Programme, MTA Rapor No:10652 (Yayımlanmamış)
- Viereck-Goette, L., Gürel, A., Ganskow, G., Çopuroğlu, I., Abratis, M., 2010, Revised volcanostratigraphy of the Upper Miocene to Lower Pliocene Ürgüp Formation, Central Anatolian volcanic province, Turkey, *The Geological Society of America, Special Paper* 464, p.85-112
- Wang, Q., Xu, J.F., Jian, P., Bao, Z.W., Zhao, Z.Z., Li, C.F., Xiong, X.L., Ma, J.L., 2006. Petrogenesis of adakitic porphyries in an extensional tectonic setting, Dexing, South China: implications for the genesis of porphyry copper mineralization. *Journal of Petrology* 47, 119–144.
- Wang, Q., Wyman, D.A., Xu, J.F., Zhao, Z.H., Jian, P., Feng, Z., 2007a. Partial melting of thickened or delaminated lower crust in the middle of eastern China: implications for Cu–Au mineralization. *Journal of Geology* 115, 149–161.
- Wang, Q., Zi, F., Dai, S.Q., Xu, W., Xu, J.F., Qiu, H.N., Liang, X.R., Tu, X.L. and Liu, Y., 2007b. Geochronology and geochemistry of Chuzhou and Shangyaopu adakitic intrusive rocks in the eastern area of Anhui province: Implications for petrogenesis and mineralization. *Acta Petrologica Sinica*, 23(6): 1485-1500.
- Wark, D.A., 1991. Oligocene ash flow volcanism, northern Sierra Madre Occidental: Role of mafic and intermediate composition magma in rhyolite genesis. *Journal of Geophysical Research*, 96, 13389-13411.
- Workman, R. K., Hart, S. R., Jackson, M., Regelous, M., Farley, K. A., Blusztajn, J., Kurz, M. Staudigel, H., 2004. Recycled metasomatized lithosphere as the origin of the Enriched Mantle II (EM2) end-member: Evidence from the Samoan Volcanic Chain. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* doi:10.1029/2003gc000623.

- Xu, J.F., Shinjo, R., Defant, M.J., Wang, Q., Rapp, P.T., 2002. Origin of Mesozoic adakitic intrusive rocks in the Ningzhen area of east China: partial melting of delaminated lower continental crust? *Geology* 30, 1111–1114.
- Xu, W.L., Wang, Q.H., Wang, D.Y., Guo, J.H., Pei, F.P., 2006. Mesozoic adakitic rocks from the Xuzhou–Suzhou area, eastern China: Evidence for partial melting of delaminated lower continental crust. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 454–464.
- Xu, J.F., Suzuki, K., Xu, Y.G., Mei, H.J. and Li, J., 2007. Os, Pb, and Nd isotope geochemistry of the Permian Emeishan continental flood basalts: Insights into the source of a large igneous province. *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 71(8): 2104–2119.
- Xu, W.L., Hergt, J.M., Gao, S., Pei, F.P., Wang, W., Yang, D.B., 2008. Interaction of adakitic melt-peridotite: implications for the high-Mg# signature of Mesozoic adakitic rocks in the eastern North China Craton. *Earth and Planetary Science Letters* 265, 123–137.
- Yıldırım T., Özgür, R., 1981, Acıgöl kalderası, *Jeomorfoloji Dergisi* 10, 59-70
- Yogodzinski, G. M., Volynets, O. N., Koloskov, A.V. & Seliverstov, N. I. (1994). Magnesian andesites and the subduction component in a strongly calcalkaline series at Piip Volcano, far western Aleutians. *Journal of Petrology* 34, 163-204.
- Zhang, Z.M., Zhao, G.C., Santosh, M., Wang, J.L., Dong, X., Shen, K., 2010. Late Cretaceous charnockite with adakitic affinities from the Gangdese batholith, southeastern Tibet: evidence for Neo-Tethyan mid-ocean ridge subduction? *Gondwana Research* 17, 615–631.

**Proje Özet Bilgi Formu**, sonuç raporunun son sayfası olarak eklenmelidir.

<b>Proje No:</b> 107Y333
<b>Proje Başlığı:</b> Vertical Anatolian Movement Project
<b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Prof. Dr. Attila Çiner, Prof. Dr. Erkan Aydar, Prof. Dr. Kadir Dirik, Doç. Dr. Bora Rojay, Yrd. Dr. Orkun Ersoy, Dr. Erman Sayın, Dr. Evren Çubukçu, Dr. Cengiz Yıldırım, Alkor Kutluay
<b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Beytepe-Ankara 06800
<b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: -</b>
<b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 01. 06. 2008 – 1. 09. 2011
<b>Öz (en çok 70 kelime):</b> Bu proje Orta Anadolu Platosu'nun (OAP) Miyosen-Kuvaterner zaman aralığındaki topoğrafik gelişimini kontrol eden mekanizmaların anlaşılması ve birbirleri ile rekabet halindeki tektonik, jeomorfik ve iklimsel olayların nicel veriler ışığında yorumlanması amacı ile geliştirilmiştir. Proje kapsamında üç değişik grup (TR1.A-B, TR2 ve TR3) multidisipliner bir yaklaşım ile çeşitli yöntemler uygulanmış (kozmojenik yüzey yaşlandırması, Ar/Ar, U-Pb, O18, C14) ve OAP'nun yükselimine etki ettiği düşünülen mekanizmaları nicel veriler ışığında ortaya koymaya çalışmıştır. Buna göre OAP'deki Kuvaterner bölgesel yükselim hızı ortalama ~0.1 mm/yıl civarında ölçülmüştür.
<b>Anahtar Kelimeler:</b> Orta Anadolu Platosu, tektonik, volkanizma, flüvyal ve gölsel teras, Ar/Ar, kozmojenik yaş, O18, U-Pb.
<b>Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu?</b> Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.
<b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> VAMP kapanış arazi çalışması Mayıs 2011 tarihinde yapılmıştır. ESF tarafından maddi olarak desteklenen ve 24 yabancı davetlinin katıldığı bir haftalık bu gezi sırasında grubumuz tarafından gerçekleştirilen çalışmalar arazide anlatılmış ve tartışılmıştır (TR1 Ek-1).



## **YAYINLAR**

- Kutluay, A. Dirik, K.,** Melnick, D., **Çiner, A., Rojay, B.,** Strecher, M., Bertotti, G., 2011. Mechanism and onset of extensional tectonics in the Central Anatolian Plateau interior: Miocene evolution of Tuz Gölü Basin, Turkey. (in prep.)
- Çiner, A.,** Doğan, U., **Yıldırım, C. & Akçar, N.,** 2011. Central Anatolian Plateau Quaternary uplift seen from Kızılırmak river terraces in Cappadocia, Turkey. Quaternary Science Reviews, (in prep.)
- Özsayın, E. & Dirik, K.,** 2011. The role of oroclinal bending in the structural evolution of the Central Anatolian Plateau: evidence of a regional changeover from shortening to extension. *Geologica Carpathica*, 62-4, DOI number: 10.2478/v10096-009-0026-7.
- Yıldırım, C.,** Schildgen, T., Echtler, H., Melnick, D., Strecker, M., 2011. Late Neogene and active orogenic uplift in the Central Pontides associated with the North Anatolian Fault, implications for the northern margin of the Central Anatolian Plateau, Turkey. *Tectonics*. (in review).

## **BİLDİRİLER**

- Atıcı, G., **Ersoy, O.,** Şen, E. & **Aydar, E.,** 2010. Determination of the Possible Source Area of Cappadocian Ignimbrites by Using Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) Method. EGU, Vienna, Austria, 2-7 May 2010.
- Aydar, E., Çubukçu, E., Ersoy, O.,** Kabadayı, E. & Duncan, R., 2009. From middle Miocene to late Quaternary spatial and temporal evolution of Cappadocian volcanism. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU 2009-7160-2.
- Aydar, E., Çubukçu, E., Şen, E., Ersoy, O.,** Duncan, R. & **Çiner, A.** 2010. Timing of Cappadocian volcanic events and its significance on the development of Central Anatolian Orogenic Plateau. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU 2010-10147.
- Bertotti, G. & the **VAMP team.** 2009. Quantifying Relations between Lithospheric and Climatic Processes in Continental Plateaus on the basis of the Central Anatolia Plateau: the TopoEurope VAMP project. 62nd Turkish Geological Engineering Meeting (2009), Ankara, p. 173.
- Çubukçu, E., Aydar, E.,** Şen, E. & Bayhan, H., 2009. Quaternary bimodal volcanism in Acıgöl area. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 11, EGU 2009-12441.
- Doğan, U., Yıldırım, C. & Çiner, A.,** 2010. The Quaternary uplift history of Central Anatolia Plateau, Turkey : Evidences from the terraces of Kızılırmak River in Cappadocia. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU 2010-9428-1.
- Ersoy, O.,** 2010. X-ray computed micro-tomography: study on accretionary lapilli from Zelve eruption (Cappadocia-Central Anatolia, Turkey). EGU, Vienna, Austria, 2-7 May 2010.

- Ersoy, O., Aydar, E., Şen, E. & Atıcı, G.**, 2009. Surface Area and Micro-Roughness of Volcanic Ash Particles: A Case Study, Acigol Volcanic Complex, Cappadocia, Central Türkiye. EGU, Vienna, Austria, 19-24 April 2009.
- Ersoy, O., Şen, E., Atıcı, G., Aydar, E., Tatar, İ. & Çelik, H. H.**, 2010. Ramiform aggregates in ash-fall deposits of Late Quaternary rhyolitic eruptions from Acigol Complex, central Anatolia, Turkey. EGU, Vienna, Austria, 2-7 May 2010.
- Ersoy, O., Şen, E., Atıcı, G., Aydar, E., Tatar, İ. & Çelik, H.H.**, Changing morphology of accretionary lapilli further from the source (Zelve eruption, Cappadocia-Central Anatolia, Turkey). EGU, Vienna, Austria, 3-8 April 2011.
- Fernandez-Blanco, D., Bertotti, G, **Çiner, A.** & Pepe, F., 2010. Anatolian Plateau south margin: Tectonic inferences for the Miocene to present evolution, in "Tectonics and neotectonics" Section, on "7<sup>th</sup> International Symposium on the East Mediterranean Geology (ISEMG '10)", pp. 20.
- Kováčová, M., Mazzini, I., Hudáčková, N., Joniak, P., Halásová, E., Lucifora, S., Esu, D., Soulie- Marche, I., & **Rojay, B.**, 2010. An Integrated study on the Late Miocene Tuğlu formation – palaeoecological, palaeoclimatic and palaeogeographical interpretation (Çankırı Basin, Central Anatolia, Turkey). XIX Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA 2010), 23-26 September 2010, Thessaloniki .
- Kutluay, A., Dirik, K., Çiner, A.** & Bertotti, G., 2010. 3D architecture and Miocene evolution of the Tuz Gölü Basin in Central Anatolian Plateau, Turkey. Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU 2010-15027.
- Mulch, A., Mikes, T., **Rojay, B.**, & Schemmel, F., 2010. Miocene to Pliocene plateau development and precipitation patterns in Central Anatolia. Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia. GSA Special Meeting, Ankara, Abstract 175315.
- Mulch, A., Mikes, T., **Rojay, B.**, & Schemmel, F., 2010. Neogene topography and precipitation patterns of the central Anatolian plateau. AGU Fall Meeting, San Francisco.
- Rojay, B.**, 2009. Continuous Extension since the Pliocene in Northern Central, Anatolia, 62<sup>nd</sup> Turkish Geological Engineering Meeting, Ankara, p. 173.
- Schildgen, T. F., Dudas, F., Frija, G., Cosentino, D., **Yıldırım, C.** & Strecker, M., (2010) Uplift of the southern Central Anatolian plateau from <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr stratigraphy on margin-capping marine sediments: Geophysical Research Abstracts, v. 12, EGU 2010-6330-1.
- Schildgen, T. F., Cosentino, D., **Yıldırım, C.**, Strecker, M. R. & Echtler, H., 2010. Deformation and uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau: 7<sup>th</sup> International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Adana, Turkey, 18-21 October, 2010.

- Schildgen, T. F., Dudas, F. O., Cosentino, D., Frijia, G., Niedermann, S., Strecker, M. R. & **Yıldırım, C.**, 2010. Uplift of the southern Central Anatolian plateau from  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  stratigraphy and cosmogenic dating of river terraces: Tectonic Crossroads: Evolving orogens of Eurasia-Africa-Arabia, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, 4-8 October, 2010.
- Schildgen, T.F., **Yıldırım, C.**, Strecker, M. R., Echtler, H. P. & Copeland, P., 2009. Anatolian plateau uplift along the southern central margin from structural analysis, CRN dating, and low-temperature thermochronology: AGU Fall meeting, San Francisco, 14-18 December, 2009.
- Strecher, M., Bertotti, G. Echtler, H., **Çiner, A., Aydar, E., Dirik, K., Rojay, B.**, Mulch, A., Kovacova, M., Govers, R., Gliozzi, E., Simpson, G., Aksu, A. & the VAMP team. 2009. Vertical Anatolian Movement Project (VAMP) : a collaborative research project of the TopoEurope initiative of ESF. 2009. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-4517-4.
- Strecker, M., Bertotti, G., **Çiner, A., Aydar, E.**, Gliozzi, E., Grovers, R., Kovacova, M., Mulch, A., **Rojay, B.** & Simpson, G., 2009. Continental plateaus and tectonics-climate interactions (VAMP) EUG assembly 2009, Vienna.
- Yıldırım, C., Schildgen, T. F., Echtler, H., Melnick, D. & Strecker, M. R.**, 2010. Uplift of the northern margin of the Central Anatolian Plateau: lateral plateau growth by combined strike-slip and reverse faulting associated with the North Anatolian Fault, Turkey General Assembly European Geosciences Union, Vienna. Geophysical Research Abstracts, Vol. 12, EGU 2010-8765.
- Yıldırım, C., Schildgen, T. F., Echtler, H., Melnick, D., Strecker, M. R.**, 2010. Late Neogene uplift associated with the north anatolian fault in the central pontides, the northern margin of the central anatolian plateau, Turkey. Tectonic Crossroads: Evolving Orogens of Eurasia-Africa-Arabia. Session No. 15 Tectonic, magmatic & geomorphic evolution of high plateaus. Part 1 METU Convention and Cultural Centre:C-14:30-16:50.
- Yıldırım, C., Schildgen, T. F., Melnick, D., Echtler, H. P. & Strecker, M. R.**, 2009. Late Neogene and Active Tectonics along the Northern Margin of the Central Anatolian Plateau, Turkey, American Geophysical Union, Fall Meeting 2009, abstract T51C-1549.
- Yıldırım, C., Schildgen, T. F., Melnick, D., Echtler, H. P. & Strecker, M. R.**, 2010. Timing and driving mechanism of uplift in the northern flanks of the Central Anatolian Plateau, Turkey. American Geophysical Union, Fall Meeting 2010.

#### **PROJE TOPLANTISI SUNUMLARI:**

- Kutluay, A.**, 2009. Extension in an orogenic plateau: active normal faulting in the Tuz Gölü Basin, Central Anatolian Plateau interior, Potsdam University, Potsdam, Germany.

**Kutluay, A.**, 2009. Tectonics and tectonomorphology of Tuz Gölü basin, Vrije University, Amsterdam, The Netherlands.

**Kutluay A.**, 2011. Active normal faulting in the Central Anatolian Plateau, Insights from structural, stratigraphic, and geochronologic observations in the Tuz Gölü Basin, Comenius University, Bratislava, Slovak Republic.

**Özsayın, E., Kutluay, A., Melnick, D., Çiner, A., Dirik, K., Rojay, B. & Strecker, M.**, 2011. Active extensional tectonics in the center of the Central Anatolian Plateau, observations in the Tuz Gölü Basin, Potsdam University, Potsdam, Germany.

## **62nd Turkish Geological Engineering Meeting (2009), Ankara**

### **Quantifying Relations between Lithospheric and Climatic Processes in Continental Plateaus on the basis of the Central Anatolia Plateau: the TopoEurope VAMP project**

**Giovanni Bertotti<sup>1</sup> and the entire VAMP team**

<sup>1</sup>Faculty of Earth and Life Sciences, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1085, 1081HV Amsterdam, Netherlands

Since a decade or so, traditional and well entrenched boundaries between “hard rock” geology and “softer” geomorphologists and climatologists have fallen apart and interactions between deep seated, lithospheric and superficial, erosional processes are heavily investigated. One of the geological domains where such interactions are best expressed and, correspondingly, debated, are orogenic plateaus. These are defined as large elevated areas with subdued morphology, (semi)arid conditions and endoreic drainage systems bounded by steep, highly vegetated margins. Interpretations of these first order geologic features vary considerably between fully climate-controlled hypothesis and ones in which plateau formation results from deep-seated processes such as slab detachment and/or delamination.

The Vertical Anatolia Movement Project (VAMP) supported by the national science foundations of 6 countries, coordinated by the European Science Foundation (ESF) has identified the Central Anatolia Plateau (CAP) as an ideal natural laboratory to investigate the origin of orogenic plateaus and, thereby, to further increase our understanding of the feedback processes between lithospheric and climatic processes.

Ten different institutions participate in VAMP covering disciplines from geomorphology, to geochemistry, from tectonics to paleomagnetism. Turkey and TÜBİTAK are among the most important members of VAMP both in terms of participating scientists and of funding.

VAMP pursues a multidisciplinary approach applying different methodologies in three major domains of the area and investigating their interactions with numerical models. In the **plateau interior**, we analyse the sedimentary record to trace proxies for the establishment of the continental plateaus such as the onset of aridity, changes from lacustrine to fluvial sedimentation, regional episodes of erosion. We date these events combining biostratigraphy and magnetostratigraphy. We apply tectonic methods to extract patterns of vertical movements. In the **steep margins** we quantify and date the incision of the Göksü and Kızılırmak rivers, the main connections between the plateau interior and the adjacent marine basins. We investigate the tectonic processes causing the steepening of the margins. In the **Black Sea and Mediterranean** bounding the Central Anatolia Plateau to the N and S, we use seismic data to identify vertical movements and tilting, and episodes of progradation and delta formation which can be tied to the growth of the CAP.

VAMP will not operate in isolation and sees itself as a knowledge platform open not only to the participant institutions but also to all other interested present and future geoscientists especially from Turkey.

**Key words:** continental plateaus, Anatolia, tectonics, lithosphere.



## Continuous Extension since the Pliocene in Northern Central Anatolia

Bora Rojay

*Middle East Technical University, Department of Geological Engineering,  
TR-06531 Ankara, Turkey (E-mail: [brojay@metu.edu.tr](mailto:brojay@metu.edu.tr))*

Post-Late Miocene tectonic evolution of the northern Central Anatolia is an important issue in the understanding of the neotectonics of the Anatolia. The stratigraphic and age of sequences, differences in the interpretation of the deformational styles of post-Late Miocene presents different views. The migration of the Anatolian Plate towards west between the North Anatolian and East Anatolian Fault Zones along Mediterranean Ridge onto Africa Plate resulted in the development of Plio-Quaternary extension in Anatolia that follows the post-Miocene compressional tectonic regime. The multi directional extensional regime extends from Aegean sector to Central Anatolia and passes to transtensional areas along border fault zones.

The study is carried out in Galatian Volcanic Province (Ankara) of northern Central Anatolia. The clear angular unconformity between the Late Miocene and Pliocene sequences indicates the existence of two deformational phases in the region. The deformational order since post-Late Miocene manifests three tectonic phases. These are; (i) Late Miocene – pre-Pliocene (?) NW–SE to N–S compression depicted from fold analysis, (ii) Early Pliocene (?) E–W extension depicted from syn-sedimentary faults and (iii) Plio–Quaternary NNE–SSW to NW–SE multi-directional extension depicted from fault slip lineation analysis.

The  $\sigma_1$ – $\sigma_3$  relationship manifests rotations in principal stress  $\sigma_1$  axes, which indicates the continuation of multi directional extension in the Aegean terrain in the Central Anatolian.

**Key Words:** post-Late Miocene, multi-directional extension, northern Central Anatolia, Galatian volcanic province, Ankara

## Neogene to Quaternary Deformational Phases from Structural Data Analysis, (Northwest-West of Ankara, Turkey)

Cengiz Y. Demirci<sup>1</sup>, Vedat Toprak<sup>2</sup> & Bora Rojay<sup>2</sup>

*1. Muğla Üniversitesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli, TR-48000 Muğla,  
Türkiye (E-mail: cengizdemirci@msn.com)*

*2. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR-06531 Ankara, Turkey*

To understand the style and the order of the Neogene–Quaternary deformations, a total of 761 slip lineation data out of 1000 were used for mathematical modeling collected from south of Galatian Volcanic Province around Kazan, Ayaş, Çeltikçi, Peçenek and Beypazarı (northwest-west of Ankara).

The data that is collected from the faults crosscutting the Neogene-Quaternary sequences are processed and analyzed by using Angelier's direct inversion method. The order of these phases is identified from (i) stratigraphy of the Neogene, (ii) overprinting slickenlines, (iii) fold patterns, and (iv) cross-cutting relationships of the structures observed in the field.

The main unconformity between the Miocene and Pliocene is presumed to be the basic boundary between the deformational phases, namely, contractional and extensional phases. The extensional phase is the last operating deformational period since Pliocene that is the neotectonic period in Central Anatolia.

Analysis produced 66 solutions that can be categorized into three tectonic phases. Accordingly, the first phase is an almost E–W (107°, 13°) contraction manifested by the NE–SW folds and crosscutting WNW–ESE tear faults that are developed in Miocene units, particularly around Kazan basin. The second phase is a N–S (186°, 16°) contraction. ENE–WSW to NE–SW monoclines around Beypazarı to Ayaş are formed during this phase. The last phase is NE–SW to NNW–SSE multi directional extensional neotectonic phase, which is still operating in the region since Pliocene.

**Key Words:** Neogene, multi-directional extension, Ankara

### **Post-Miocene Deformation in Central Anatolia and its link to Horst and Graben System of Western Anatolia, Turkey**

B. Rojay

METU, Dept. of Geological Engineering, Ankara, Turkey (brojay@metu.edu.tr)

The western Anatolian multi-directional extensional terrain developed as a result of the anti-clockwise westward migration of the Anatolian Block onto African Plate along the Mediterranean Ridge in between the North Anatolian Fault in north and East Anatolian-Dead Sea Fault in south-southeast. The multi-directed horst-graben system of the western Anatolian neotectonic domain is bisected by NW-SE to WNW-ESE extending faults.

To understand the deformational pattern in the western Anatolia, five tectonic domains are differentiated in the area between Central Anatolian in the northeast and Kucuk Menderes sector in the southwest; i. central Anatolian domain (S of Galatian Volcanic province and Kazan Basin), ii. Eskişehir-Cihanbeyli Fault Zone, iii. Kütahya Fault and Simav-Afyon-Akşehir Fault Zone, iv. Gediz-Alaşehir Graben and v. Küçük Menderes basin. The results of the slip data analysis for the post-Late Miocene to Quaternary period from the northeastern sector (central Anatolia) to southwestern sector (K. Menderes) of the five domains are indicate that the style and tectonic setting of deformation phases are similar. In central Anatolia, the deformation is expressed by three distinct stages as (i) post-Late Miocene - pre-Pliocene NW-SE to N-S compression, (ii) Pliocene almost E-W extension and (iii) NNE-SSW to NW-SE multi-directed extension since the Pliocene. Similarly, the history of deformation in the Kucuk Menderes area is expressed by three distinct episodes as: (i) post-Late Miocene-pre-Pliocene N-S compression, (ii) ENE-WSW extension during Plio-Quaternary and (iii) NE-SW extension since the Quaternary.

The fault-slip analyses from the five domains are consistent with continuum of continental extension since Pliocene which follows the post-Late Miocene - pre-Pliocene compression. The  $s_1 - s_3$  relationship manifests a rotation of principal stress  $s_1$  axes from either NE-SW to NNE-SSW extension or converse, in multi directed extensional system. In western Anatolian extensional system, the post-Miocene - pre-Pliocene exhumation as manifested by low angle normal faults was followed by orogenic collapse as manifested by the existence of high angle normal faults which are crosscutting the low angle normal faults.

**Key words:** Post-Miocene deformation, multi-directed extension, fault-slip data analysis, western Anatolia.



## **From middle Miocene to late Quaternary spatial and temporal evolution of Cappadocian Volcanism**

E. Aydar (1), E. Cubukcu (1), O. Ersoy (1), E. Kabadayı (1), and R. Duncan (2)

(1) Hacettepe University, Dept. of Geological Engineering, 06800 Beytepe, Ankara, Turkey. eaydar@hacettepe.edu.tr, (2) College of Ocean. Atmosph. Sci.110 COAS Admin Bldg Oregon State University Corvallis OR 97331.

Cappadocian Volcanism, Central Turkey was active from Miocene to upper Holocene, originating from varying sources and presents various dynamics. Central Anatolia constitutes a plateau reaching to 1100-1200 meters from the sea level. From Miocene to Quaternary, the volcanism and/or its relationships with local tectonic targeted in numerous works. Those works can be classified as follows: (i) volcanism-tectonic relationship (Pasquare et al, 1988; Toprak and Goncuoglu, 1993; Toprak, 1998, Dhont et al, 1998; Froger et al, 1998), (ii) volcanological, petrological, geochemical works on stratovolcanoes, monogenetic vents, ignimbrites (Batum, 1978; Ercan, 1985; Aydar, 1992; Aydar and Gourgaud, 1993; Aydar et al, 1994; Aydar et al, 1995; Le Pennec et al, 1994; Druitt et al, 1995; Aydar and Gourgaud, 1998; Deniel et al, 1998, Temel, 1998; Kuzucuoglu et al, 1998; Mouralis et al, 2002; Sen et al, 2003) (iii) Geophysical works on the missing calderas (Ongur, 1978; Ekingen, 1982; Froger et al, 1998). Cappadocian landscape is made principally of eroded ignimbrites forming fair chimneys. Apart from the ignimbrites, Cappadocia bears several stratovolcanoes (Mt Erciyes, Mt. Hasan) and numerous monogenetic vents (cinder cones, maars, domes) and some andesitic dacitic relicts of lava fields intercalated within the ignimbritic sequence. Although the stratovolcanoes have some historical activities, their initial eruptions occurred in Miocene (Kecikalesi stage of Mt Hasan- 13 My), Pliocene (Kocdag stage of Mt Erciyes). The monogenetic vents demonstrate interestingly bi-modal character which is typically found in rifted regions of the world. Origin of this young volcanism is proposed as collision related transitional alkaline-calcalkaline association (Aydar, 1992, Deniel et al, 1998), is also linked to the subduction (Olanca, 1994). Our preliminary data on the Quaternary rhyolitic glass combined with chemical analysis of the Miocene volcanics exhibit that a slight transition from peraluminous to metaluminous toward a rough peralkaline character of volcanics with time. A Rifting (?) occurs and its evolution is unknown and in the frame of this work, a detailed geochronology and geochemistry will be proposed.



## Quaternary Bimodal Volcanism in Acigöl area, Cappadocia – Turkiye

H. E. Cubukcu, E. Aydar, E. Sen, and H. Bayhan

Hacettepe University, Dept. of Geological Engineering, 06800 Beytepe, Ankara, Turkiye (ecubukcu@hacettepe.edu.tr)

Cappadocia is famous with its splendid ignimbritic landscape which occurred during Miocene. The volcanic activity continued during Pliocene and Quaternary. Quaternary volcanism in Acigöl sector is represented by bimodal basaltic and rhyolitic products with a lack of intermediate compositions. Basaltic volcanic products (~47% SiO<sub>2</sub>) are characterized by diffuse monogenetic scoria cones and associated lava flows. Moreover, fissural basaltic activity is observed along N-S trending crack network. Preliminary petrographical studies indicate that basaltic products are hypocrySTALLINE-porphyrITIC olivine basalts. Quaternary rhyolitic volcanism is represented by domes, dome complexes, associated lava flows and phreatomagmatic eruption centers. Besides, occurrences of spherulite bearing vitric rhyolitic intrusions are present along the probable boundary of a Miocene caldera, which is thought to be the source region for the Cappadocian ignimbrites. Rhyolitic lavas (74 -77% SiO<sub>2</sub>) are dominantly aphyric with slight transition from meta/peraluminous towards peralkaline whole rock compositions (Agnaitic Index: 0,91 - 0,96). However, Agnaitic Indices on volcanic glass are usually greater than unity. Occurrence of Quaternary bimodal basaltic – slightly peralkaline rhyolitic volcanism as well as N-S extensional tectonic features would be the result of possible intraplate rifting processes.





### **3D architecture and Miocene evolution of the Tuz Gölü Basin in Central Anatolian Plateau, Turkey**

Alkor Kutluay (1), Kadir Dirik (1), Attila Çiner (1), and Giovanni Bertotti (2)

(1) Hacettepe University, Geological Engineering Department, Ankara, Turkey, (2) Vrije University, Department of tectonics/structural geology, Amsterdam, Netherlands

Central Anatolian Plateau (CAP) is the only orogenic plateau in the Mediterranean collision zone that can be compared to the evolution of its larger counterparts such as Tibet, the North American Cordilleran Plateau or the Andean Altiplano-Puna. Tuz Gölü Basin (TGB) is located in the middle of CAP and the dominant tectonic regime is extension with active normal faults. TGB is represented by a thick lacustrine sequence made up of evaporites, limestones, conglomerates, cross-bedded sandstones and mudstones with ignimbritic levels that unconformably cover the pre-Miocene basement units. Active normal faults represent a common feature within many orogens, and the negative tectonic inversion (a transition from contraction to extension) occurs often during the advanced stages of uplift. Tuz Gölü Fault, which is a normal fault with a dextral strike-slip component, bounds the TGB at the east. Our preliminary fault-slip data collected from the fault surfaces and kinematic analyses results show parallel normal faults and the tilting of the key-levels indicate that there is a graben formation due to a NE-SW extension within the area. To state the relationship between the extensional tectonics within a plateau and the formation and evolution of the plateau, the uplift rates by using structural data such as kinematic analyzes of the faults and tilting of the strata and ancient shorelines due to normal faulting will be calculated. Additionally, dating the ignimbrites in the basin using radiometric techniques will help to determine the initiation age of the normal faulting, which is one of the key observations that helps to understand the evolution of the plateau. This presentation was supported by the EUROCORES programme TOPO-EUROPE of the European Science Foundation.



## Timing of Cappadocian volcanic events and its significance on the development of Central Anatolian Orogenic Plateau

Erkan AYDAR (1), H.Evren CUBUKCU (1), Erdal SEN (1), Orkun ERSOY (1), Robert A. DUNCAN (2), and Attila CİNER (1)

(1) Hacettepe, Engineering Faculty, Geological Engineering, Ankara, Turkey (eaydar@hacettepe.edu.tr), (2) College of Ocean. Atmosph. Sci.110 COAS Admin Bldg Oregon State University Corvallis OR 97331

The Central Anatolian Plateau (CAP) displays a wealth of volcanoes of Miocene to Recent age with different geochemical characteristics and is, therefore, a unique opportunity to derive information on the physical state of the Anatolian lithosphere during CAP development. Cappadocia is a part of the Anatolian block which is moving westward by lateral extrusion as a consequence of north–south convergence between Africa–Arabia and Eurasia (Sengör et al., 1985) and has developed extensive volcanism during the past 13My. Cappadocia hosts several stratovolcanoes such as Mt Erciyes and Mt. Hasan as well as numerous monogenetic vents and some andesitic dacitic relicts of lava fields intercalated within the ignimbritic sequence. The stratovolcanoes are strongly calcalkaline, although some young adventive basalts reflect a transitional character with their mildly alkaline nature. Petrology of those calcalkaline volcanics shows a decrease of subduction-related component and an increase of the intraplate signature through time (Deniel et al., 1998). We roughly distinguish two sequences of volcanism over the plateau as lavas sequence and ignimbrite sequence.

Lavas Sequence:

The volcanism of CAVP is started around 12-13 My with isolated Kecikalesi volcano which has typical characteristics of IAT (Island Arc Tholeiite). Similar volcanism is also represented by Erdas Dag Andesitic massive that initiated to erupt 11 My ago and continue till to 8 My. Early Erdas Dag lavas exhibit typical subduction related features with their adakitic nature (high Sr/Y and La/Yb ratios). Those ratios decrease with time. The lava sequence of CAVP continue with Damsa and Topuz Dag lavas that emplaced at around 10 and 8 My, respectively. Then lava sequence of Hodul Dag volcanism (5-6 My) is characterised by andesitic lavas domes and flows. At similar time span Keslik andesitic system also emplaced. Those lavas have relatively high (mildly high) Sr/Y ratios with their adakite-like nature. Following this episodes, scarce adakites emplaced over the plateau between 4-5 My. There is no adakit or adakite-like volcanism younger than 4 My. Around 3-4 My, some ordinary andesites extruded. Around 2 My, interestingly starts contemporaneous Tholeiite-(mildly)Alkaline suite association. The CAVP witnesses Rhyolite-Basalt Bimodal volcanism since the last 1,5 My.

Ignimbritic Sequence:

The famous Cappadocian Ignimbrites are interstratified with either lavas or fluvio-lacustrine deposits. There is at least 9 different ignimbrite namely: Kavak, Zelve, Sarmaden, Sofular, Cemilkoy, Tahar, Gordeles, Kizilkaya, Valibabatepe ignimbrites (Le Pennec et al., 1994). All ignimbrites were individually produced over the plateau between 9-5 My, except Valibabatepe (2,5 My) which is related to Mt.Erciyes.

There is no major incision/denudation process till to 5 My, than incision rate increased and was calculated around 450-500 meters as post-5 My, and 100-120 meters as post-2,5 My.

We also tried to apply Sahagian&Maus,(1994) method to estimate the paleoaltimeter. 7 different lavas were sampled for this purpose but only two lavas gave some reliable result (lavas of 8,2 My and of 0,094 My). According to those rough estimations, the older lava that is actually located at 1430 meters was emplaced at around 410 meters from sea level and the younger one was solidified at 906 meters (actually 903 meters). It is important to quote that this method has  $\pm 400$  meters of uncertainty.

Finally, a model of sub-crustal detachment-delamination of lower crust occurred around 5 My is proposed as a responsible of CAP formation which is under the influence of extensional tectonic regime.

Geophysical Research Abstracts  
Vol. 12, EGU2010-9428-1, 2010  
EGU General Assembly 2010  
© Author(s) 2010



## **The Quaternary uplift history of Central Anatolia Plateau, Turkey: Evidences from the terraces of Kizilirmak River in Cappadocia**

Uğur Doğan (1), Cengiz Yıldırım (2), and Attila Çiner (3)

(1) Department of Geography, Ankara University, 06100 Sıhhiye, Ankara, Turkey (ugdogan@yahoo.com), (2) GeoForschungZentrum, Potsdam, Germany, (3) Hacettepe University, Geological Engineering Department, Ankara, Turkey

### **Abstract**

River terraces yield important information about the rate and amount of the uplift and incision associated with plateau development. The Central Anatolian Plateau (CAP) is the only orogenic plateau in Europe that rose between Aegean extensional tectonic province to the west, the Bitlis-Zagros collision zone to the east, African-Eurasian subduction zone to the south and the Pontic mountain belt to the north. It can be compared to the evolution of its larger counterparts such as Tibet, the North American Cordilleran Plateau or the Andean Altiplano-Puna. The incision of Kızılırmak River, the longest river (1355 km) of the plateau that reaches the Black Sea to the northern margin, has created an erosional landscape within the late-Middle Miocene and Quaternary lacustrine and ignimbritic deposits in Cappadocia section of CAP. The geomorphological investigations indicate fifteen terrace staircases at elevations up to 160 m from the actual river bed. Previous  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of the basalt flow (Evren Ridge Basalt) that fossilized the oldest tributary terrace in the valley was dated to the Early Quaternary ( $\sim 2$  Ma). Within the terrace sequences three additional basalt flows were also dated and they all suggest an incision rate of approximately  $\sim 0.08$  mm a $^{-1}$ , with important variations in time span. We collected several samples from the river terraces for surface and burial cosmogenic  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Al}$  and  $^{36}\text{Cl}$  dating and expect to refine the age relationships and learn more about the uplift rates.



## Vertical Anatolian Movements Project (VAMP): a collaborative research project of the TopoEurope initiative of ESF

M. Strecker (1), G. Bertotti (2), H. Echtler (3), A Ciner (2,4), E. Aydar (4), K. Dirik (4), B. Rojay (5), A. Mulch (6), M. Kováčová (7), R. Govers (8), E. Gliozzi (9), G. Simpson (10), A. Aksu (11), and the VAMP Team

(1) U. of Potsdam, Institute of Geosciences, Germany, (2) Vrije U., Dept. of tectonics, Amsterdam, Netherlands, (3) GeoForschungsZentrum, Potsdam, Germany, (4) Hacettepe U., Geological Engineering, Ankara, Turkey (aciner@hacettepe.edu.tr), (5) Middle East Technical U., Ankara, Turkey, (6) U. of Hannover, Germany, (7) Comenius U., Slovakia, (8) U. of Utrecht, Netherlands, (9) CNR Istituto di Geologia Ambientale & U. di Roma TRE, Italy, (10) U. of Geneva, Switzerland, (11) Memorial U., Newfoundland Canada

With elevations of several kilometers, low local relief and pronounced relief contrasts with surrounding regions, orogenic plateaus are first-order tectonic and topographic features of several Cenozoic mountain belts. The morphologic characteristics of plateaus may result from efficient tectonic uplift of mountain ranges that successively incorporate foreland domains into intermontane sedimentary environments. This process may ultimately lead to leeward aridification and a reduction of erosional power and inability of the fluvial network to keep pace with uplift. The combination of tectonic uplift and the decreasing ability of the fluvial system to keep pace with the tectonic processes causes a transition from externally to internally drained basins that eventually become overfilled and coalesce, causing low local relief at high elevations in the orogen interior.

Although many studies are being carried out on the Tibetan and Puna-Altiplano plateaus, very little attention has been devoted to the development of the smaller Central Anatolia Plateau (CAP). With its low local relief located at high elevations and with an arid interior compared to deeply incised, humid flanks, the CAP fulfills all characteristics of orogenic plateaus. Therefore, in order to understand the mechanisms controlling the topographic development of this region and to quantify the competing tectonic, geomorphic and climatic processes, we have developed a multidisciplinary project (VAMP) under the umbrella of the TopoEurope initiative of ESF. Our project integrates 11 research institutions from 7 countries.

We study a ~400-km-wide strip from the Black Sea to the Mediterranean that includes CAP and its flanks, the offshore basins and Cyprus. The semi-arid CAP interior has a subdued topography at elevations of ~1500m. The plateau interior comprises internally drained sedimentary basins that have helped reduce the relief contrasts between individual ranges and intervening depressions. Infilling by Miocene to Quaternary continental sediments has created low local relief, where large shallow lakes occur. However, several basins have been captured by headward erosion and major rivers (Göksu River in the S and Kızılırmak River in the N) now expose basin-fill sediments and drain large areas of the CAP and form deeply incised gorges along the northern and southern margins, respectively. Miocene marine sediments, locally up to 2 km thick and deposited in a basin stretching, at least, from Antalya to Adana unconformably overlie rocks of the Taurus orogen in S Turkey. Northward, these units grade into a partly preserved erosional surface. To the south, correlative Miocene marine sediments are found in the Cilicia offshore basin and in the N Cyprus thrust-belt. These sediments provide a topographic datum for the beginning of plateau development. In addition these units provide information on the behavior of the Anatolian crust during subsidence. The end of marine sedimentation (~Tortonian) provides a maximum age for the onset of CAP uplift. Thereafter, uplift was coeval with, and tectonically linked to subsidence in the offshore basins. Interestingly, other important events occurred at this time as well. This includes the Messinian salinity crisis and the onset of fragmentation of the Tethyan slab.

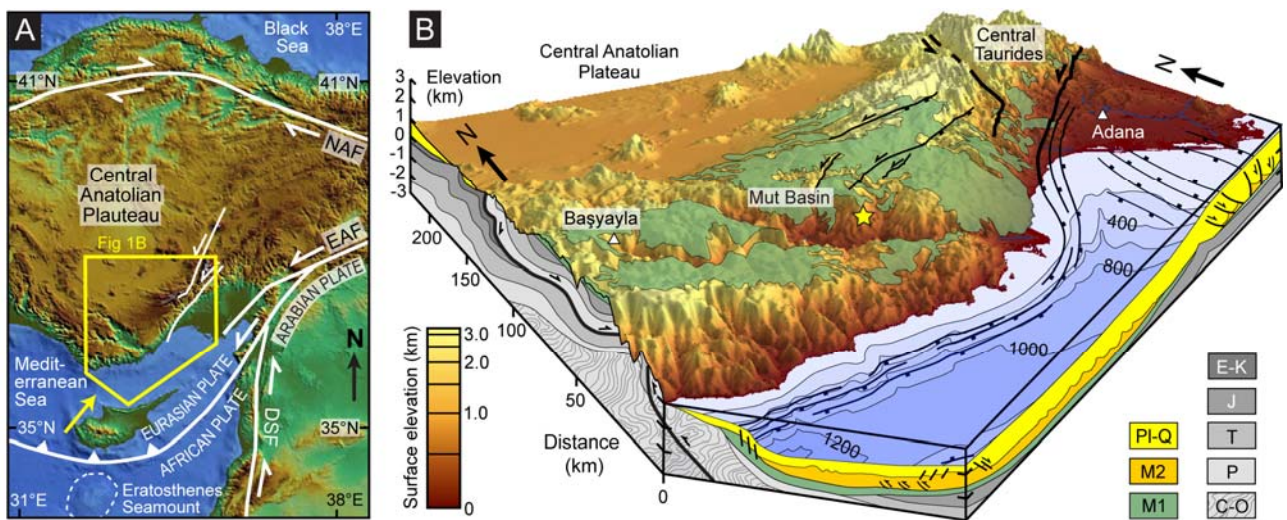
In our study, an interdisciplinary approach with a wide range of temporal and spatial scales of is adopted to (1) better constrain the kinematics of plateau (de)formation; (2) the timing of associated climatic changes; (3) to quantify patterns of sediment routing and deposition; and to (4) reconstruct the (deep) geometry of Anatolia and surrounding sedimentary basins. We furthermore assess the importance of crustal shortening, magmatic underplating and possible lithospheric segmentation and delamination with respect to plateau uplift and analyze the nature

of the interactions between tectonic forcing and changing climate. We will perform structural, geomorphological and sedimentological studies and will apply low-T geochronology, cosmogenic exposure dating of geomorphic surfaces, and stable isotope studies on paleosols. These studies are accompanied by numerical modeling and an analysis of geophysical data from the Black Sea and Mediterranean offshore basins in order to assess the deep structure and dynamics of the East Mediterranean.



## Continental plateaus, at the interface between deep-seated and surficial processes:

### Surface uplift and volcanic evolution of the Central Anatolian Plateau, Turkey



Organized by the Vertical Anatolian Movements Project (VAMP) Team



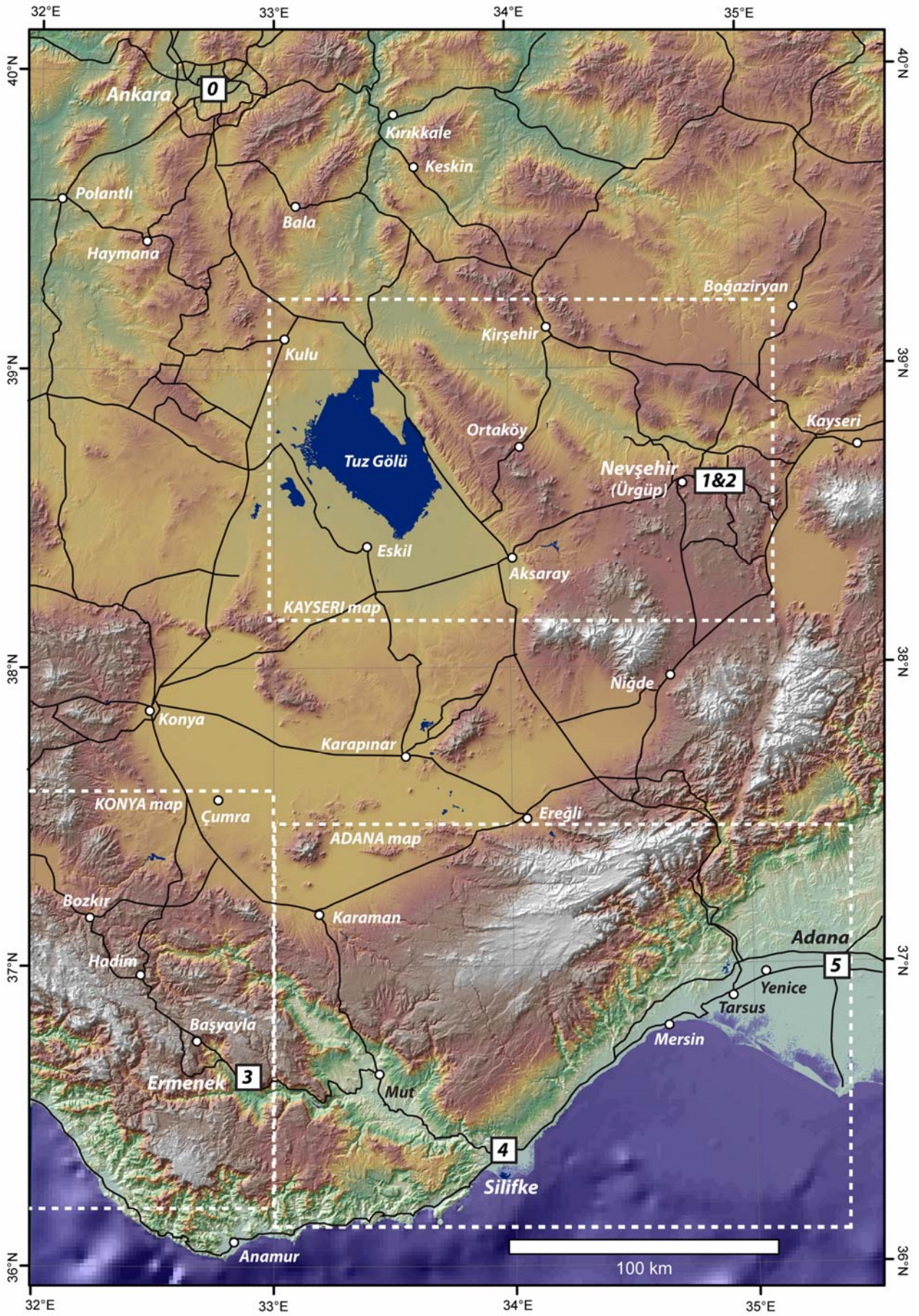
Funding from the TOPO-EUROPE initiative of the European Science Foundation

May 21 – May 27, 2011

## Trip Schedule

<p><b>Dates (May)</b></p>	<p><b>Meet in ANKARA Saturday 21<sup>st</sup> May 2011</b></p> <p>Please choose Turkish Airlines; the connecting flights to Ankara and from Adana via Istanbul (to your last destination in Europe) will be easier and much cheaper. <a href="http://www.thy.com">www.thy.com</a></p> <p>Please try to arrive in the early evening or late afternoon.</p>	<p>Total distance to be traveled will be around 1200 km in total.</p> <p>Hotels will be booked in advance by Attila Çiner (<a href="mailto:aciner@hacettepe.edu.tr">aciner@hacettepe.edu.tr</a>) (Mobile: +90 5325996150).</p>
<p><b>21 Saturday Day 0</b></p>	<p>Arrival in Ankara. Let us know your arrival time. A bus will pick you up and drive to your hotel.</p>	<p>Accommodation in the Middle East Tech. University guesthouse in Ankara (<a href="http://www.metu.edu.tr">www.metu.edu.tr</a>). Welcome dinner at 8.00 pm.</p>
<p><b>22 Sunday Day 1</b></p>	<p>Departure. Anatolian plateau landscape, evolution of drainage systems and internally drained basins. Sedimentology of continental clastics and tectono-sedimentary evolution of Tuz Gölü salt lake; temporal constraints on normal faulting within plateau; Kızılırmak River terraces and incision processes of the plateau during the ultimate 1 Ma.</p>	<p>Accommodation in Selcuklu Evi (<a href="http://www.selcukluevi.com">www.selcukluevi.com</a>) in Ürgüp (Cappadocia). Dinner at the hotel.</p> <p>Responsible: Çiner, Dirik, Kutluay, Bertotti, Melnick, Yildirim</p>
<p><b>23 Monday Day 2</b></p>	<p>History of Cappadocia ignimbrites and lacustrine deposits; characteristics of Cappadocia volcanic systems; stratigraphy and paleo-ecologic significance of basin fills in the Cappadocia region; results of stable isotope analysis of basin sequences, paleosols.</p>	<p>Accommodation in Selcuklu Evi (<a href="http://www.selcukluevi.com">www.selcukluevi.com</a>) in Ürgüp (Cappadocia). Dinner at the hotel. Optional 1-hour early morning balloon flight (~ 125 euro/person) to appreciate the landscape.</p> <p>Responsible: Aydar, Ersoy, Mikes</p>
<p><b>24 Tuesday Day 3</b></p>	<p>Drive towards south (400 km). Cross the Taurus Mts. Range. Visit of the Başyayla onlap of marine sediments at the NW Ermenek Basin margin.</p>	<p>Stay in Selçuklu Hotel in Ermenek. <a href="http://www.selcukluotel.com">www.selcukluotel.com</a>. Dinner at the hotel.</p> <p>Responsible: Cosentino, Gliozzi, Radeff, Schildgen</p>
<p><b>25 Wednesday Day 4</b></p>	<p>Visit Mut Basin flat lying Miocene carbonates at 2000 m and Göksu River fluvial terraces; cemented fluvial terraces at the Mut basin center; Plio-Pleistocene marine units at Sarıkavak; timing of plateau uplift.</p>	<p>Accommodation in Kızkalesi. (<a href="http://www.kilikyahotel.com">www.kilikyahotel.com</a>)</p> <p>Responsible: Cosentino, Gliozzi, Radeff, Schildgen</p>
<p><b>26 Thursday Day 5</b></p>	<p>Drive to Adana and visit the Adana Basin Messinian succession; structures accommodating warping at southern plateau margin; implications for mode &amp; timing of plateau margin uplift.</p>	<p>Accommodation in Adana. Hotel Emir Royal (<a href="http://www.emirroyal.com">www.emirroyal.com</a>). Goodbye dinner at 8.00 pm.</p> <p>Responsible: Cosentino, Gliozzi, Radeff</p>
<p><b>27 Friday Day 6</b></p>	<p>Departure from <b>ADANA</b> to European destinations via Istanbul.</p>	





**Figure 1.** Topography, major roads, and locations for overnight stays (numbered boxes). Dashed white boxes show outlines of regional geology maps.



## Overview

Orogenic plateaus are important features of many Cenozoic orogens, including the India-Eurasia collision zone, the central Andes, and the North American Cordillera. Common surface characteristics include subdued interior topography in an arid to semi-arid environment, contrasting with steep, rugged topography, and often humid conditions at their flanks. Additional characteristics commonly include crustal thickening, spatially disparate late-stage volcanism often associated with extensional tectonism. These phenomena are often accompanied by a variety of geophysical anomalies, possibly linked to lithospheric-scale processes. Despite many unifying topographic, geologic, geophysical, and regional climatic characteristics, an intense debate continues regarding possible deep-seated processes and climatically influenced processes driving plateau development. For example, structural models explain plateau evolution through consecutive stages of crustal shortening and thickening, while thermo-mechanical models are based on magmatic underplating, lower crustal flow, and/or mantle delamination. Removal of mantle lithosphere and subsequent, isostatically driven wholesale plateau uplift represents one end-member scenario for plateau evolution that could explain the inferred rapid rise of some orogenic plateaus. Other models link the filling of basins and their successive incorporation along the margins of plateaus to arid climatic conditions. In such a scenario, plateau formation and sustenance might be governed by the conspiring effects of localized uplift, low precipitation, low rock erodibility, and low fluvial efficiency. This will cause minor erosion on the leeward flanks of an orogen, leading to the loss of fluvial connectivity, enhanced sediment storage within the orogen, and reduced relief contrasts between basins and ranges. Such processes might eventually cause the incorporation of basins into the plateau realm and piecemeal lateral plateau growth.

## The Central Anatolian plateau

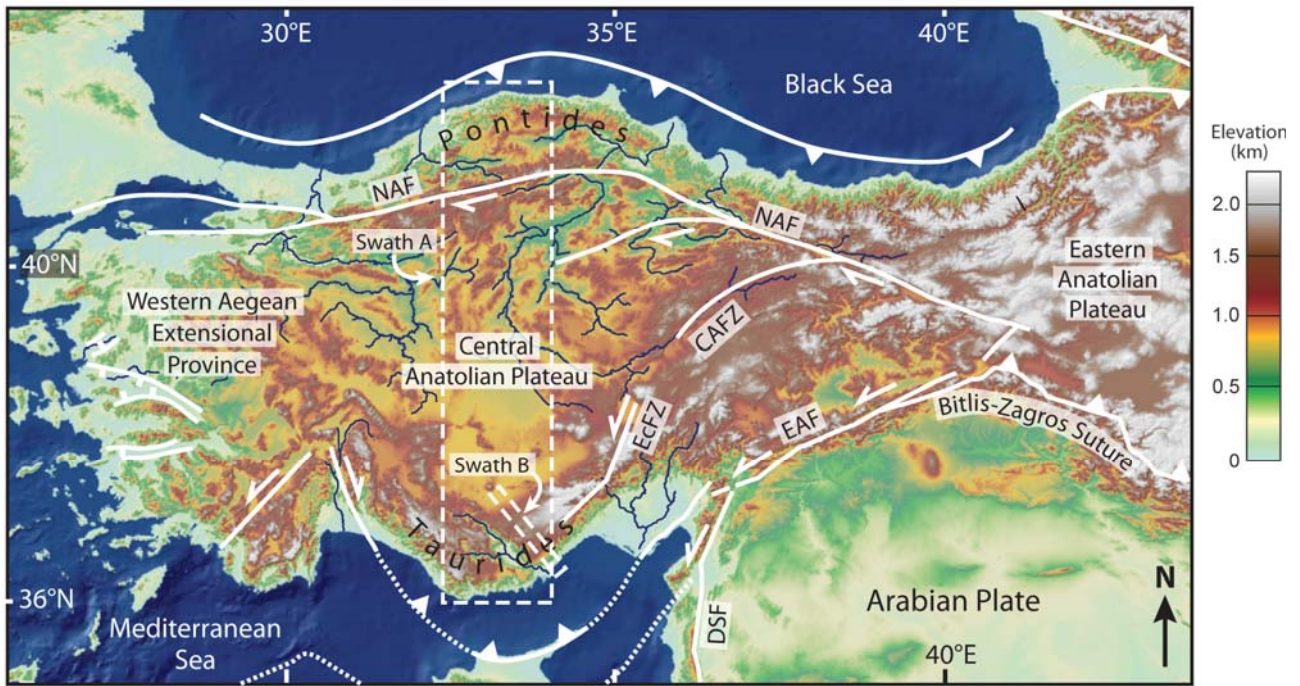
The Central Anatolian Plateau (Fig. 1) meets many surface and subsurface characteristics of other orogenic plateaus, but on a smaller, more accessible scale. Elevations of the interior between 1200 and 1500 m extend over a region of 400 x 750 km, and contrast with higher, deeply incised flanks. Ranges at the plateau flanks have elevations in excess of 2000 m, with the Taurides to the south and the Pontides to the north (Fig. 1). The plateau is characterized by crustal thicknesses between 37 and 42 km and heat flow values of  $107 \pm 45 \text{ mW/m}^2$ , which is compatible with a hot and thinned mantle lithosphere.

The Eastern and Central Anatolian plateaus in Turkey represent the westernmost boundary of the largest continental collision belt on Earth, extending from the Turkish-Iranian-Caucasus region to the Himalayan-Tibetan orogen, and resulting from collision of Arabia and India with Eurasia. Near-surface crustal processes as well as deep lithospheric and/or mantle processes have contributed to producing high topography throughout the region. The Central Anatolian plateau incorporates an additional complication, as it represents a transition from crustal shortening in the east (Bitlis-Zagros continental collision zone) to extension in the west (Aegean extensional province) (Fig. 1). Those boundaries define the relatively rigid Anatolian plate, which has been extruding westward since the Miocene, as a result of Arabia-Eurasia collision. Extrusion is accommodated by right-lateral motion along the North Anatolian Fault and left-lateral motion along the East Anatolian Fault. The central part of the plateau is currently in an extensional tectonic regime, characterized by normal faults and alkaline volcanic activity.

Work from members of the VAMP project has focused on addressing a number of controversies related to orogenic plateau processes through their study in Central Anatolia, including

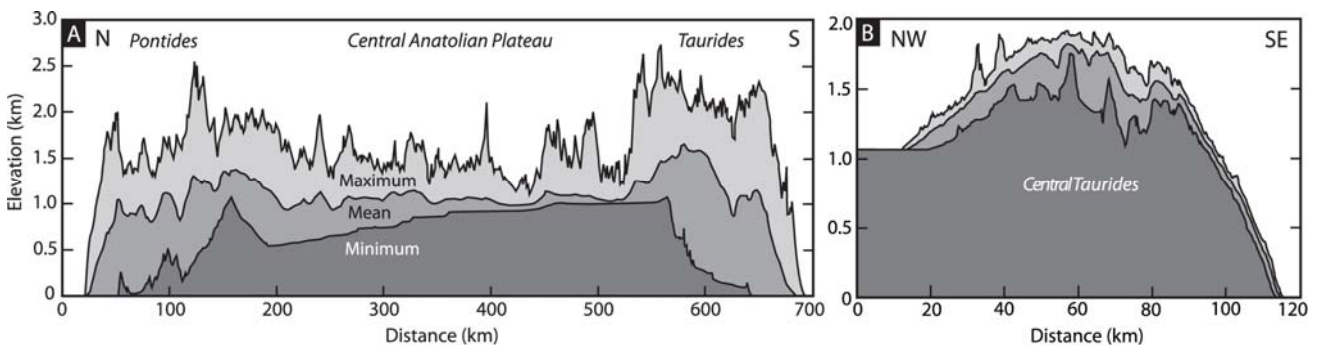
- Is the plateau topography related to wholesale uplift, piecemeal uplift processes, or combined tectonic and geomorphic processes?
- What are the timescales of surface uplift and plateau development?
- What are the threshold elevations necessary to develop efficient orographic barriers and arid plateau interiors?
- Do disparities in rainfall and erosional processes control the lateral growth of plateaus?
- How does the plateau lithosphere evolve over time and what are the consequences for plateau morphology?

Answering these questions can fundamentally improve our understanding of the processes shaping the Earth's surface and is a key parameter in implementing more realistic global climatic models that can account for the effects of topography on atmospheric circulation patterns in space and time.



**Figure 1.** A: Overview of Central Anatolian plateau morphology and tectonic setting; dashed boxes show region sampled for topographic swaths A and B (Fig. 2). NAF: North Anatolian Fault; EAF: East Anatolian Fault; CAFZ: Central Anatolian Fault Zone; EcFZ: Ecmis Fault Zone; DSF: Dead Sea Fault. Modified from Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*.

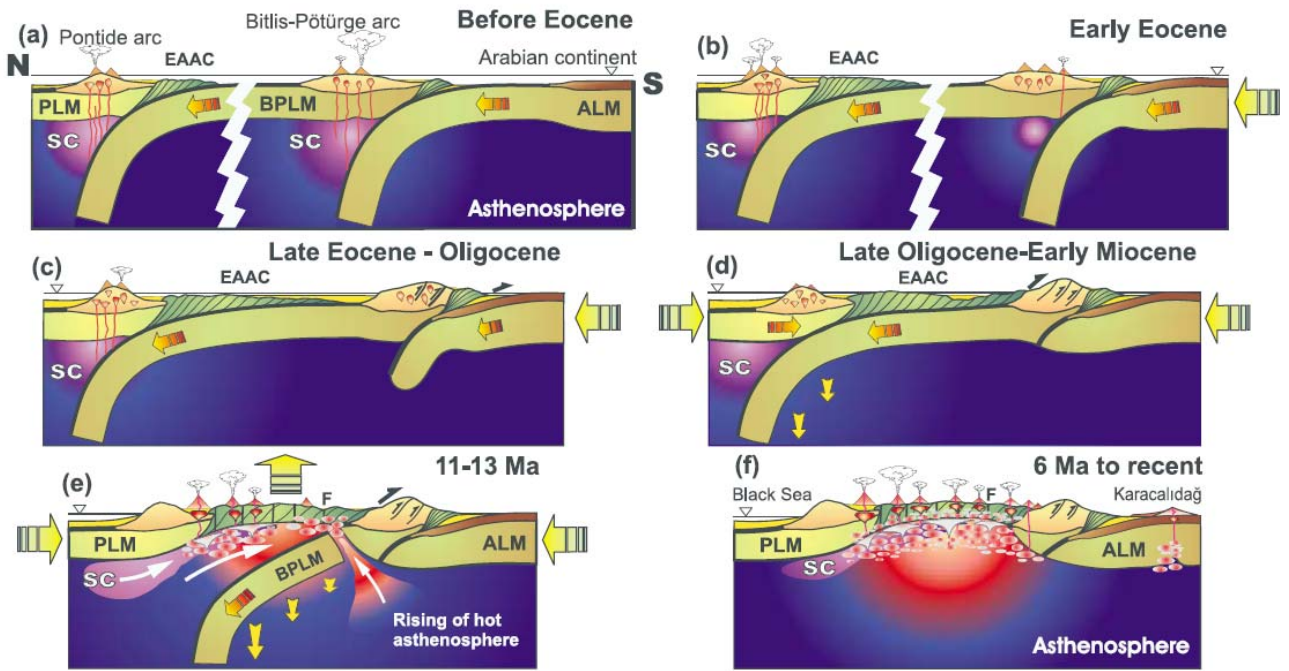
A topographic swath profile across the Central Anatolian plateau (Fig. 2A, with swath location shown in Fig. 1) reveals a relatively low-relief interior flanked by two high-relief ranges, the Pontides (north) and the Taurides (south). Minimum elevations reveal a plateau-wide northward tilt (Fig. 2A), which is also reflected in the predominantly northward-directed drainage system across the plateau (Fig. 1). A swath profile across a minimally-dissected region of the Central Taurides (Fig. 2B) reveals ca. 100-km wide, smooth anticlinal warping of the range. Relatively shallow-water Miocene marine sediments blanket the Taurides along the whole swath, demonstrating the net surface displacement since deposition of those marine sediments.



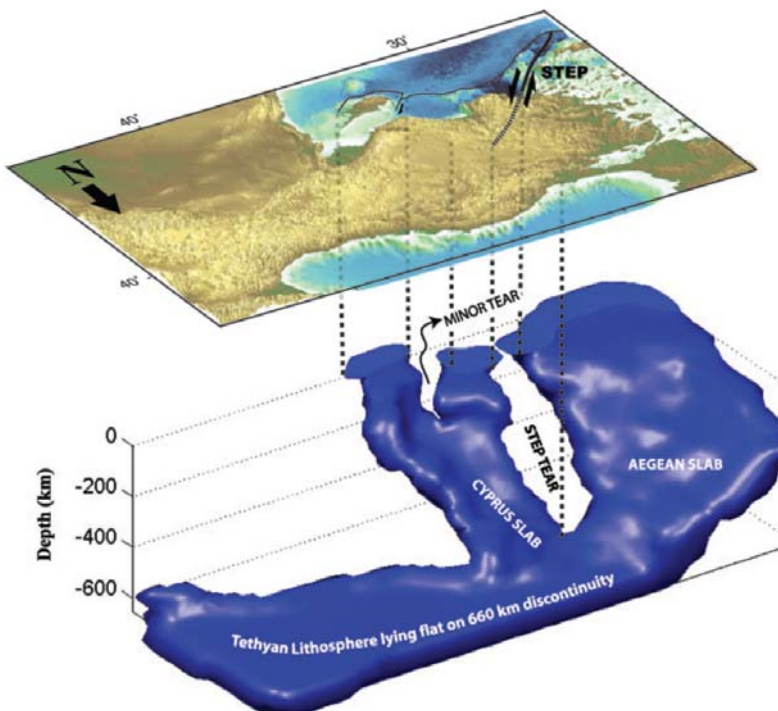
**Figure 2.** Topographic swath profiles showing minimum, mean, and maximum elevations across the swath width for the Central Anatolian plateau (A) and the Central Taurides (B). Location of swath profiles shown on previous figure. From Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*.

In Eastern Anatolia, delamination and break-off of the mantle lithosphere and its replacement with asthenosphere (e.g., Fig. 3) has been suggested as the likely trigger for volcanism (e.g., Pearce et al., 1990) and subsequent surface uplift (Keskin, 2003; Şengör et al., 2003). The strong *S<sub>n</sub>* wave attenuation in the upper mantle, slow shear-wave speeds, slow *P<sub>n</sub>* wave speeds, and Neogene to Quaternary volcanism beneath the Eastern Anatolian plateau corroborate this notion of high topography supported by asthenosphere.



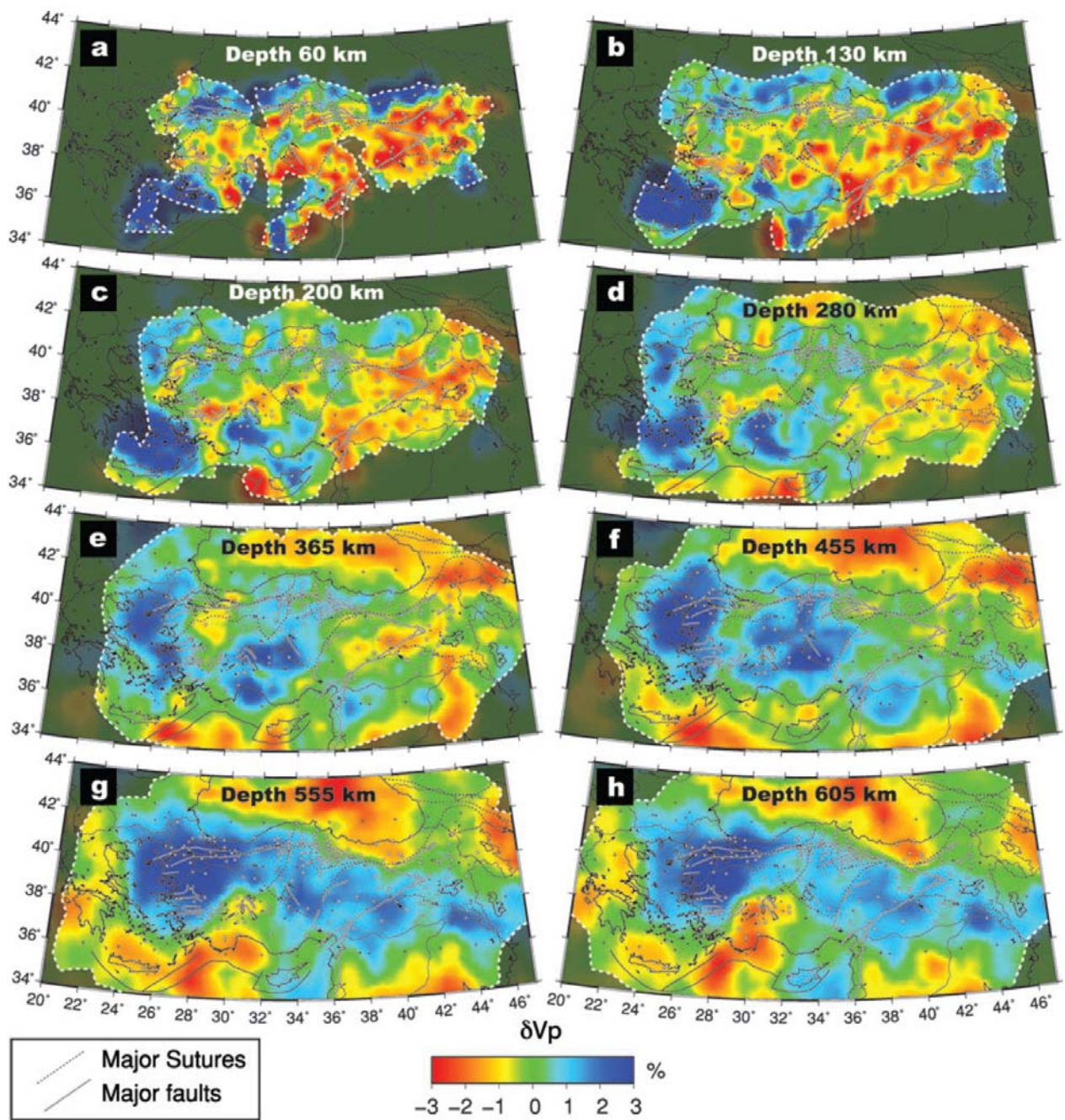


**Figure 3.** Slab steepening, delamination, and break-off model for surface uplift of the Eastern Anatolian plateau (from Keskin, 2003).



Recently published *Pn* tomography data (Biryol et al., 2011) gives new insights into the morphology and complex nature of slabs that are broken off, partially torn, or actively subducting beneath the southern margin of the Central and Eastern Anatolian plateaus. This slab morphology may help to explain the cryptic character of collision between the African and Anatolian plates, as well as possible mechanisms of Central Anatolian plateau uplift.

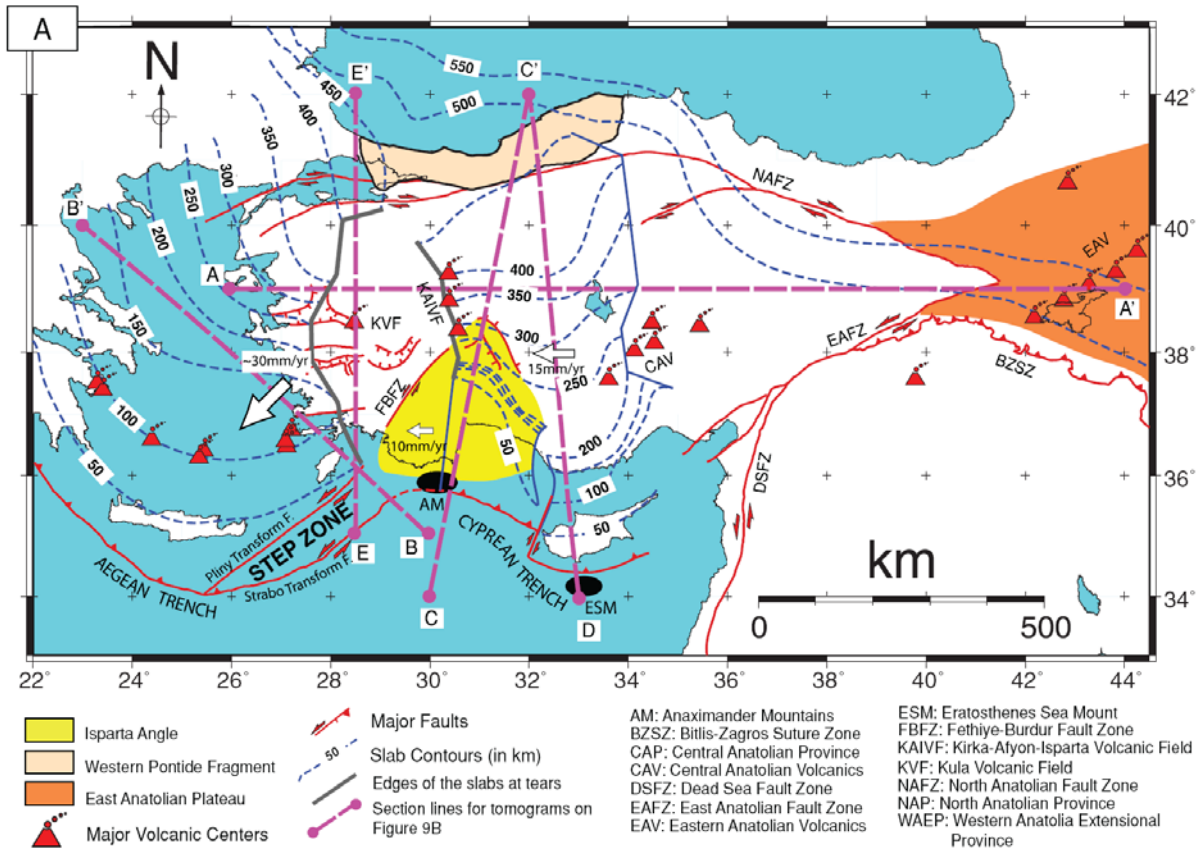
**Figure 4.** 3D interpretation of *Pn* tomography data for Central and Eastern Anatolian plateaus, from Biryol et al., 2011, *Geophysical Journal International*. The following figures show tomographic maps and cross-sections used to derive the 3D interpretation at the left.



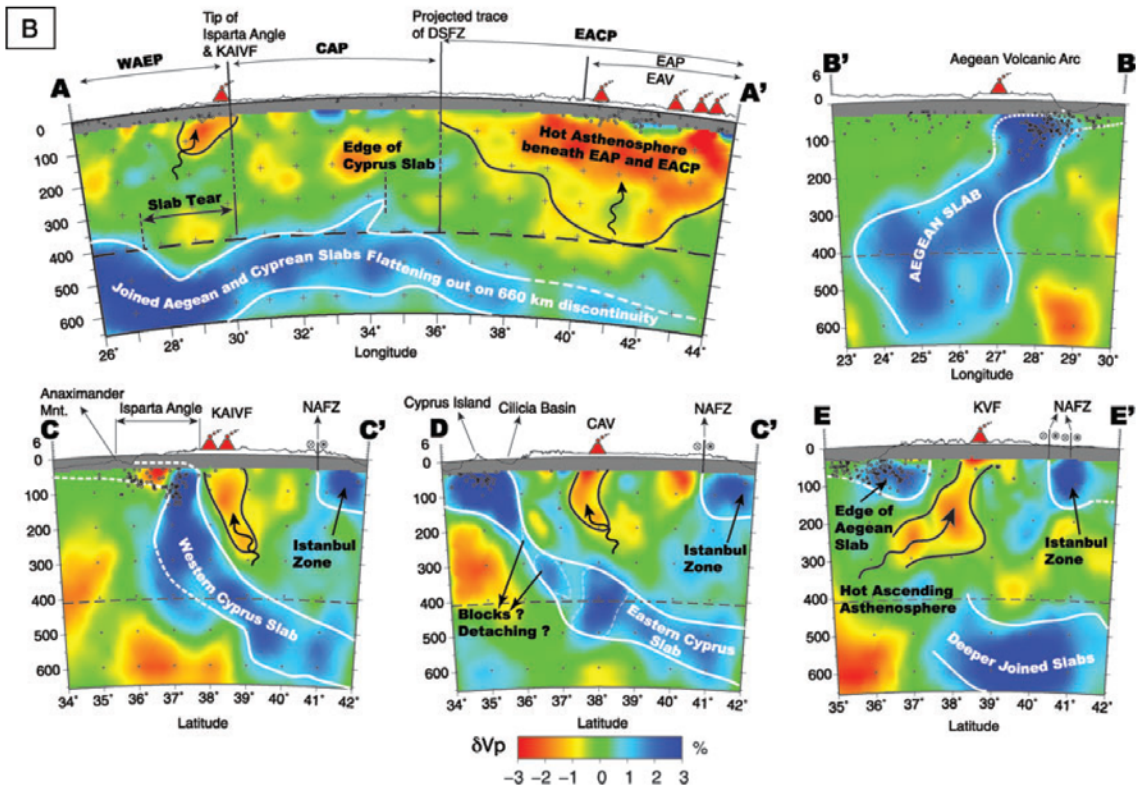
**Figure 6.** Horizontal slices at depths between 60 and 605 km (plots a–h) from the resultant tomography model. Open stars indicate the stations used in our study. The dark-shaded areas remaining outside of the white dashed line are poorly resolved portions of the model with hit qualities less than  $\sim 0.2$ .

Tomography maps, from Biryol et al., 2011, *Geophysical Journal International*.



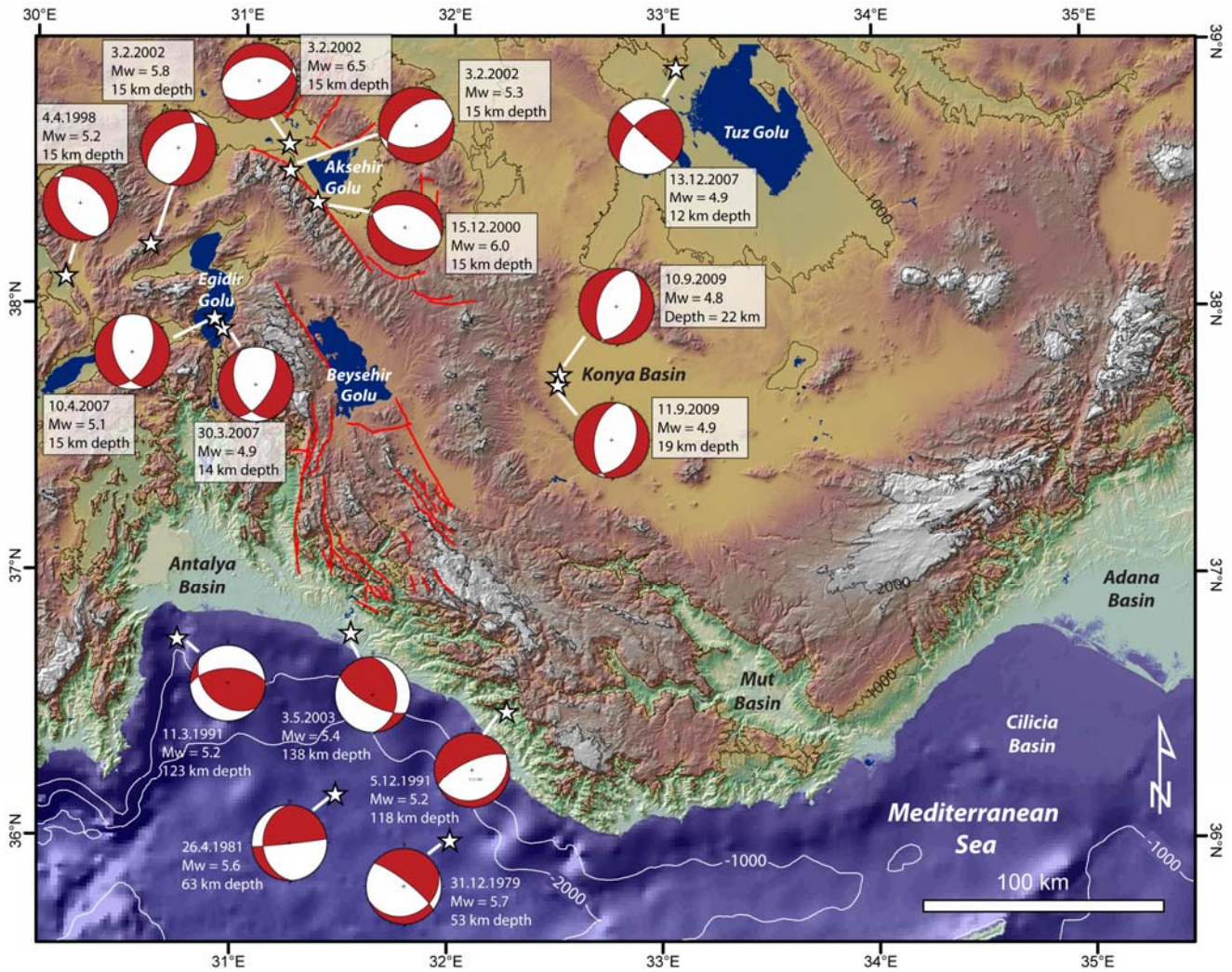


**Figure 9.** (A) General map of the study area with inferred contours (in km) of the Aegean and the Cyprian slabs, tectonic provinces, major structural and geological features. The dashed magenta lines show locations of cross-section shown in Fig. 9(B). The slab contours are plotted by tracing the approximate upper edges/surfaces of the Aegean and Cyprian fast anomalies in our tomographic model. (B) Interpretation of the tomographic images along multiple sections across Anatolia. See inset in Fig. 9(A) for abbreviations. Small open circles are earthquake hypocentres ( $M_w \geq 4.0$ ) for the period 1900–2010 acquired from European Mediterranean Seismological Center and Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute catalogues. Topographic profiles with 10× vertical exaggeration are also shown at the top of cross-sections.



From Biryol et al., 2011, *Geophysical Journal International*.

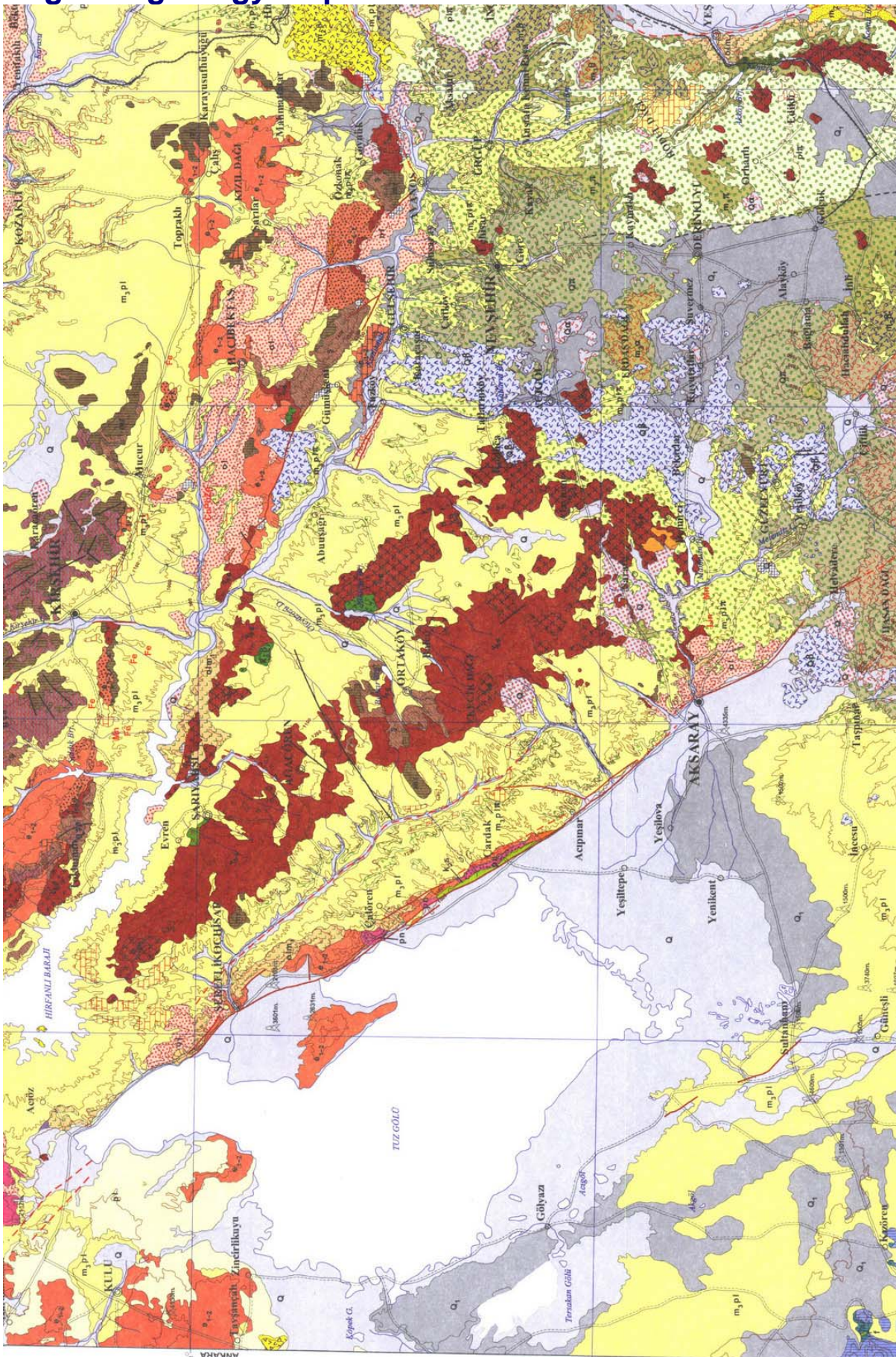
Recent seismic data and focal mechanism solutions for earthquakes reveal the present state of stress of the Central Anatolian plateau. In the central and southern plateau realm, modern seismicity is dominated by extensional and strike-slip movements (Fig. 5). Members of the VAMP team from Ankara, Potsdam, Roma Tre, and Amsterdam have been working to understand the timing and kinematics of faulting within the plateau realm as well as along the northern and southern margins of the plateau to in turn interpret possible surface uplift mechanisms in relation to temporally evolving stress regimes within the crust.



**Figure 5.** Earthquake focal mechanisms from Harvard global CMT catalogue, 1976 – 2011. From Schildgen et al., in preparation, *Tectonics*.



## Regional geology maps



1:500,000 Kayseri sheet geological map, MTA.



**SEDİMENTER KAYALAR / SEDIMENTARY ROCKS**

KUVATERNER QUATERNARY		Ayrılmamış Kuvaterner Undifferentiated Quaternary
KUVATERNER QUATERNARY		Yamac molozu, alüvyon yelpazesi vb. Slope debris, alluvial fan etc.
KUVATERNER QUATERNARY		Traverten Travertine
PLEYİSTOSEN PLEISTOCENE		Ayrılmamış karasal kirentiller Undifferentiated continental clastic rocks
PLİYÖSEN PLIOCENE		Ayrılmamış karasal kirentiller Undifferentiated continental clastic rocks
ÜST MİYOSEN - PLİYÖSEN UPPER MIOCENE - PLIOCENE		Karasal karbonatlar Continental carbonate rocks
ÜST MİYOSEN - PLİYÖSEN UPPER MIOCENE - PLIOCENE		Ayrılmamış karasal kirentiller Undifferentiated continental clastic rocks
ÜST MİYOSEN - PLİYÖSEN UPPER MIOCENE - PLIOCENE		Evaporitli sedimenter kayalar Evaporitic sedimentary rocks
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Evaporitli sedimenter kayalar Evaporitic sedimentary rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE		Karasal karbonatlar Continental carbonate rocks
ALT - ORTA MİYOSEN LOWER - MIDDLE MIOCENE		Gösel kireçtaşı, marl, peyli vb. Lacustrine limestone, marl, shale etc.
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE		Karasal kirentiller Continental clastic rocks
ÖLÜĞÖSEN - ALT MİYOSEN OLIGOCENE - LOWER MIOCENE		Evaporitli sedimenter kayalar Evaporitic sedimentary rocks
ÖLÜĞÖSEN OLIGOCENE		Karasal kirentiller Continental clastic rocks
ORTA - ÜST EOSEN MIDDLE - UPPER EOCENE		Kirentiller ve karbonatlar (genellikle Lutetiyen) Clastic and carbonate rocks (generally Lutetian)
EOSEN EOCENE		Neolitik kireçtaşı (genellikle Lutetiyen) Neolithic limestone (generally Lutetian)
EOSEN EOCENE		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ALT - ORTA EOSEN LOWER - MIDDLE EOCENE		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ALT - ORTA EOSEN LOWER - MIDDLE EOCENE		Kirentiller ve karbonatlar (genellikle Lutetiyen) Clastic and carbonate rocks (generally Lutetian)
ALT - ORTA EOSEN LOWER - MIDDLE EOCENE		Karasal kirentiller Continental clastic rocks
ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
PALEOSEN PALEOCENE		Karasal kirentiller (yer yer Masibüllyen) Continental clastic rocks (Massibulian in places)
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN		Volkanitler ve sedimenter kayalar Volcanic and sedimentary rocks
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN		Pelajik kireçtaşı Pelagic limestone
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Pelajik kireçtaşı Pelagic limestone
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ORTA - ÜST JURA MIDDLE - UPPER JURASSIC		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC		Neolitik kireçtaşı Neolithic limestone
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC		Karbonatlar ve kirentiller Carbonate and clastic rocks
PERMİYEN - TRİYAS PERMIAN - TRIASSIC		Kirentiller ve yer yer karbonatlar Clastic rocks and carbonate rocks in places
ÜST PERMİYEN UPPER PERMIAN		Karbonatlar ve yer yer kirentiller Carbonate and clastic rocks
PERMİYEN PERMIAN		Karbonatlar ve kirentiller Carbonate and clastic rocks
KARBONİFER CARBONIFEROUS		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST DEVONİYEN UPPER DEVONIAN		Karbonatlar ve kirentiller Carbonate and clastic rocks
ALT - ORTA DEVONİYEN LOWER - MIDDLE DEVONIAN		Karbonatlar ve kirentiller Carbonate and clastic rocks
SİLURİYEN SILURIAN		Kirentiller ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST KAMBRIYEN - ORDOVİSİYEN UPPER CAMBRIAN - ORDOVICIAN		Kirentiller Clastic rocks
ORTA KAMBRIYEN MIDDLE CAMBRIAN		Karbonatlar Carbonate rocks
PREKAMBRIYEN - ALT KAMBRIYEN PRECAMBRIAN - LOWER CAMBRIAN		Kirentiller Clastic rocks

**VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS**

KUVATERNER QUATERNARY		Bazalt Basalt
KUVATERNER QUATERNARY		Andezit Andesite
KUVATERNER QUATERNARY		Proklastikler Pyroclastic rocks
PLİYO - KUVATERNER PLIO - QUATERNARY		Bazalt Basalt
PLİYO - KUVATERNER PLIO - QUATERNARY		Andezit Andesite
PLİYÖSEN PLIOCENE		Bazalt Basalt

PLİYÖSEN PLIOCENE		Andezit Andesite
PLİYÖSEN PLIOCENE		Proklastikler Pyroclastic rocks
ÜST MİYOSEN - PLİYÖSEN UPPER MIOCENE - PLIOCENE		Bazalt Basalt
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Andezit Andesite
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Proklastikler Pyroclastic rocks
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Daşıl, rhyodasit Dacite, rhyodacite
MİYOSEN MIOCENE		Bazalt Basalt
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Andezit Andesite
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE		Proklastikler Pyroclastic rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE		Bazalt Basalt
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE		Andezit, bazalt Andesite, basalt
ALT - ORTA MİYOSEN LOWER - MIDDLE MIOCENE		Ayrılmamış volkanitler Undifferentiated volcanic rocks
EOSEN EOCENE		Bazalt Basalt
EOSEN EOCENE		Ayrılmamış volkanit (asidik) Undifferentiated volcanic (acidic)
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Bazalt spilit Basalt, spilit
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Daşıl, rhyolit, rhyodasit Dacite, rhyolite, rhyodacite
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC		Bazalt spilit Basalt, spilit

**PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS**

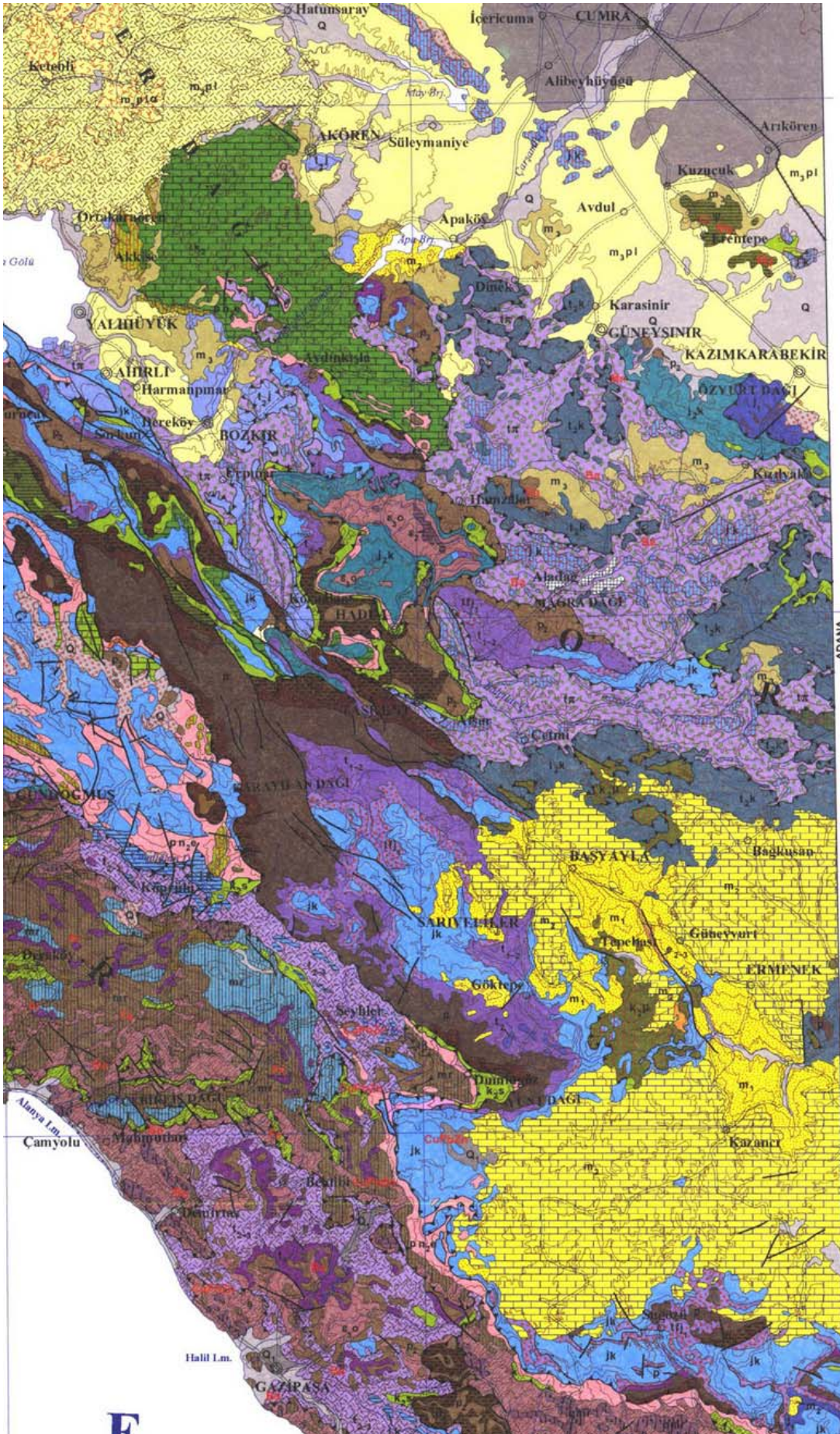
PALEOSEN PALEOCENE		Granitoid Granitoid
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE		Granit, granodiyorit Granite, granodiorite
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE		Monzonit Monzonite
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE		Siyenit Syenite
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE		Gabro Gabbro
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE		Granitoid Granitoid
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Gabro Gabbro
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Granit, granodiyorit Granite, granodiorite
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Granitoid Granitoid

**METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS**

ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS		Metakirentiller ve metakarbonatlar Metaclastic and metacarbonate rocks
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS		Çörtül mermer Cherty marble
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS		Mermer Marble
ORTA TRİYAS - JURA MIDDLE TRIASSIC - JURASSIC		Mermer Marble
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC		Şist, mermer, kalkçist vb. Schist, marble, calcisilt etc.
PALEOZOYİK - MESOZOYİK PALEOZOIC - MESOZOIC		Mermer yer yer şist Marble schist in places
PERMİYEN PERMIAN		Mermer Marble
ÜST PALEOZOYİK - TRİYAS UPPER PALEOZOIC - TRIASSIC		Şist, filit, mermer, metabasit vb. Schist, phyllite, marble, metabasite etc.
ÜST PALEOZOYİK UPPER PALEOZOIC		Mermer Marble
ÜST PALEOZOYİK UPPER PALEOZOIC		Şist, kuvarsit, mermer, filit, vb. Schist, quartzite, marble, phyllite etc.
ÜST PALEOZOYİK UPPER PALEOZOIC		Kuvarsit Quartzite
PALEOZOYİK PALEOZOIC		Şist, kuvarsit, mermer, filit, vb. Schist, quartzite, marble, phyllite etc.
PREKAMBRIYEN veya PALEOZOYİK PRECAMBRIAN and/or PALEOZOIC		Gneyz, şist, amfibolit vb. Gneiss, schist, amphibolite etc.
KAMBRO - ORDOVİSİYEN CAMBRIAN - ORDOVICIAN		Şist Schist
ALT - ORTA KAMBRIYEN LOWER - MIDDLE CAMBRIAN		Kuvarsit, mermer Quartzite, marble
PREKAMBRIYEN PRECAMBRIAN		Şist (Metadetritikler) Schist (metaclastic rocks)
PREKAMBRIYEN PRECAMBRIAN		Gneyz Gneiss
PREKAMBRIYEN PRECAMBRIAN		Amfibolitler Amphibolites

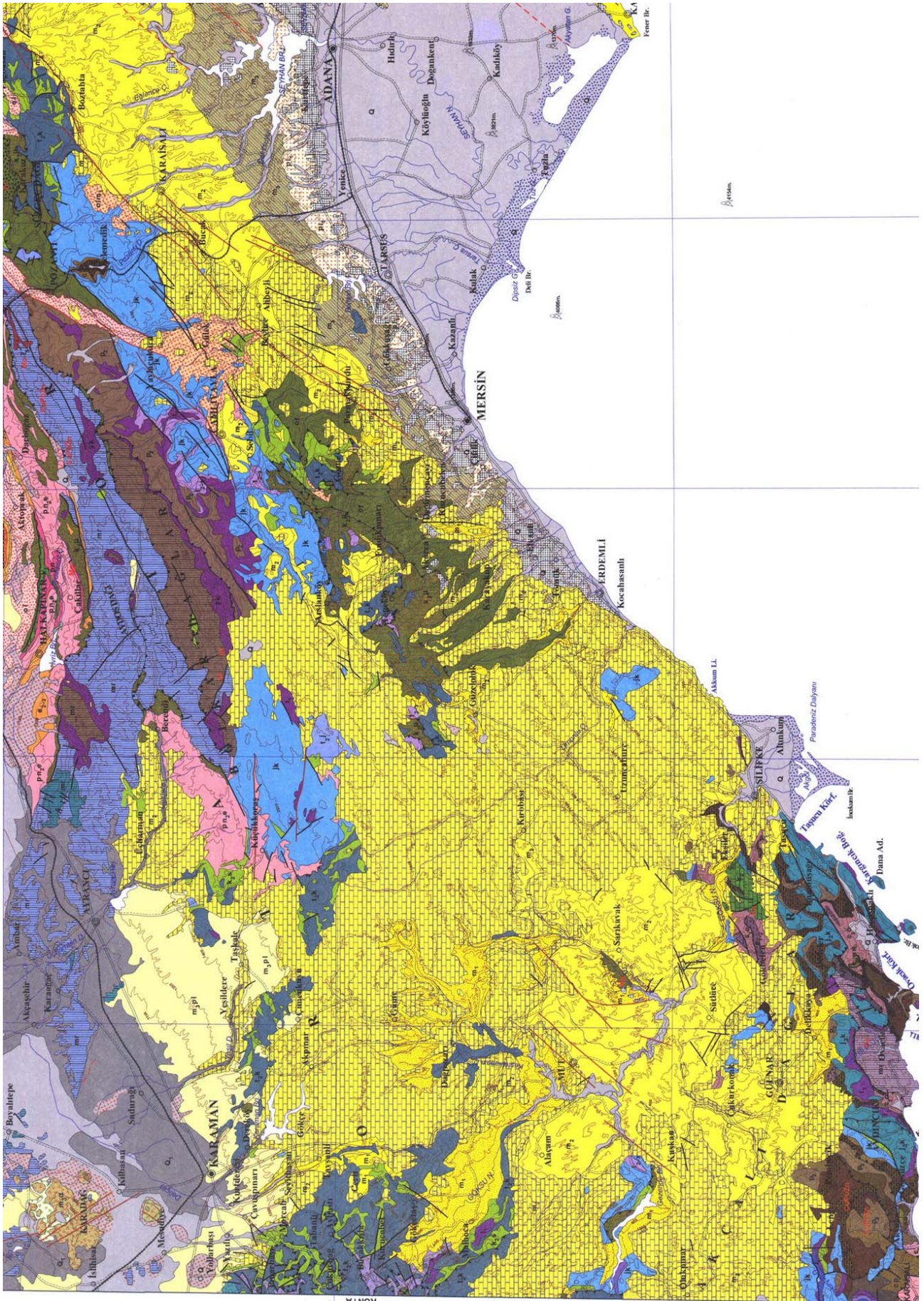
EDİTÖR / Editor: Mes  
TEKNİK ASİSTAN / T.  
Proje basım ve basıma haz  
Printing and preparation for  
Maden Tetkik ve Arama  
Ltd. Şti. tarafından A  
Topografik bilgiler Har  
[projeksiyon sistemi] Lu  
Harta Genel Komutanlığı  
Prepared by the Ge-  
Exploration, produced  
2002 and printed by  
1:500 000 and 1:250 0  
Command of Mapping  
partial without the written c  
Yayın hakları saklıdır. M





1:500,000 Konya sheet geological map, MTA.





1:500,000 scale Adana sheet, MTA.



**SEDİMENTER KAYALAR / SEDIMENTARY ROCKS**

KUVATERNER QUATERNARY	Q	Ayrılmamış Kuvaterner Undifferentiated Quaternary
KUVATERNER QUATERNARY	Q <sub>1</sub>	Aklyon yapması, yavaş malı, bekinir konisi vb. Alluvium fan, slope debris, cone of alluvion etc.
KUVATERNER QUATERNARY	Q <sub>2</sub>	Plaj ve kumal Beach and dune
KUVATERNER QUATERNARY	Q <sub>3</sub>	Traverterin Travertine
PLEYİSTOSEN PLEISTOCENE	Q <sub>4</sub>	Ayrılmamış karasal kırıntılar Undifferentiated clastic rocks
PLİYÖSEN PLIOCENE	p1	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ALT PLİYÖSEN LOWER PLIOCENE	p1 <sub>1</sub>	Karasal kırıntılar (yer yer denizel) Continental rocks (partly aplaces)
PLİYÖSEN PLIOCENE	m <sub>3</sub> p1	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE	m <sub>3</sub>	Kırıntılar Clastic rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE	m <sub>2</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE	m <sub>2</sub> <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA MİYOSEN MIDDLE MIOCENE	m <sub>2</sub> <sub>2</sub>	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE	m <sub>1</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic rocks and carbonate rocks
ALT MİYOSEN LOWER MIOCENE	m <sub>1</sub> <sub>1</sub>	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
OLİGOSEN - ALT MİYOSEN OLIGOCENE - LOWER MIOCENE	om <sub>1</sub>	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
OLİGOSEN OLIGOCENE	o1	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ORTA EOSEN - ALT MİYOSEN MIDDLE EOCENE - LOWER MIOCENE	e <sub>2</sub> m <sub>1</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST EOSEN - OLİGOSEN UPPER EOCENE - OLIGOCENE	e <sub>2</sub> o1	Kırıntılar (bloklı) Clastic rocks (with blocks)
ÜST EOSEN UPPER EOCENE	e <sub>1</sub>	Evaporitler ve sedimenter kayalar Evaporite and sedimentary rocks
ORTA - ÜST EOSEN MIDDLE - UPPER EOCENE	e <sub>1</sub> <sub>2-3</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE	p <sub>1</sub> e <sub>1</sub>	Volkanitler ve sedimenter kayalar Volcanic and sedimentary rocks
ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE	p <sub>1</sub> e <sub>1</sub> <sub>1</sub>	Kireçtaşı Limestone
ÜST PALEOSEN - EOSEN UPPER PALEOCENE - EOCENE	p <sub>1</sub> e <sub>1</sub> <sub>2</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar (yer yer volkanit) Clastic and carbonate rocks (volcanic rocks in places)
PALEOSEN PALEOCENE	p1	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE	k <sub>3</sub> p <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN	k <sub>3</sub> s <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ÜST SENONİYEN UPPER SENONIAN	k <sub>3</sub> s <sub>2</sub>	Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
KRETASE CRETACEOUS	k <sub>2</sub>	Pelajik kireçtaşı Pelagic limestone
ALT KRETASE LOWER CRETACEOUS	k <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA JURA - KRETASE MIDDLE JURASSIC - CRETACEOUS	j <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS	j <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	Pelajik kireçtaşı Pelagic limestone
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS	j <sub>1</sub> k <sub>2</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA - ÜST JURA MIDDLE - UPPER JURASSIC	j <sub>2-3</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ALT JURA LOWER JURASSIC	j <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA TRİYAS - KRETASE MIDDLE TRIASSIC - CRETACEOUS	t <sub>2</sub> k <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA TRİYAS - JURA MIDDLE TRIASSIC - JURASSIC	t <sub>2</sub> j <sub>1</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ÜST RHEYEN - ALT LİYAS UPPER RHETIAN - LOWER LIAS	r <sub>1</sub> l <sub>1</sub>	Karasal kırıntılar Continental clastic rocks
ÜST TRİYAS UPPER TRIASSIC	t <sub>3</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ORTA - ÜST TRİYAS MIDDLE - UPPER TRIASSIC	t <sub>2-4</sub>	Netrik kireçtaşı Neritic limestone
ALT TRİYAS LOWER TRIASSIC	t <sub>1</sub>	Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ÜST PERMİYEN UPPER PERMIAN	p <sub>3</sub>	Karbonatlar ve yer yer kırıntılar Carbonate rocks and clastic rocks in places
PERMİYEN PERMIAN	p <sub>2</sub>	Karbonatlar ve yer yer kırıntılar Carbonate rocks and clastic rocks in places
PERMİYEN - KARBONİFER PERMIAN - CARBONIFEROUS	p <sub>1</sub>	Karbonatlar Carbonate rocks
KARBONİFER CARBONIFEROUS	k <sub>3</sub>	Karbonatlar ve yer yer kırıntılar Carbonate rocks and clastic rocks in places
KARBONİFER CARBONIFEROUS	k <sub>2</sub>	Fiy Flysch
ÜST DEVONİYEN - ALT KARBONİFER UPPER DEVONIAN - LOWER CARBONIFEROUS	d <sub>3</sub> k <sub>1</sub>	Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
ÜST DEVONİYEN UPPER DEVONIAN	d <sub>3</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ALT - ORTA DEVONİYEN LOWER - MIDDLE DEVONIAN	d <sub>2-4</sub>	Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
SİLÜRİYEN - ALT DEVONİYEN SILURIAN - LOWER DEVONIAN	s <sub>1</sub>	Karbonatlar ve kırıntılar Carbonate and clastic rocks
SİLÜRİYEN SILURIAN	s <sub>2</sub>	Kırıntılar Clastic rocks

ÜST KAMBRIYEN - ORDOVİSİYEN UPPER CAMBRIAN - ORDOVICIAN	k <sub>3</sub> o <sub>1</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
ORTA ORDOVİSİYEN MIDDLE ORDOVICIAN	k <sub>3</sub> o <sub>2</sub>	Karbonatlar Carbonate rocks
ALT KAMBRIYEN LOWER CAMBRIAN	k <sub>3</sub> o <sub>3</sub>	Kırıntılar Clastic rocks
ALT - ORTA KAMBRIYEN LOWER - MIDDLE CAMBRIAN	k <sub>3</sub> o <sub>3-4</sub>	Kırıntılar ve karbonatlar Clastic and carbonate rocks
PREKAMBRIYEN - KAMBRIYEN PRECAMBRIAN - CAMBRIAN	k <sub>3</sub> o <sub>4</sub>	Kırıntılar Clastic rocks

**VOLKANİK KAYALAR / VOLCANIC ROCKS**

KUVATERNER QUATERNARY	Q <sub>1</sub>	Bazalt Basalt
KUVATERNER QUATERNARY	Q <sub>2</sub>	Proklastikler Pyroclastic rocks
PLİYÖSEN PLIOCENE	p <sub>1</sub>	Bazalt Basalt
PLİYÖSEN PLIOCENE	p <sub>1</sub> <sub>1</sub>	Andezit Andesite
PLİYÖSEN PLIOCENE	p <sub>1</sub> <sub>2</sub>	Proklastikler Pyroclastic rocks
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE	m <sub>3</sub> p <sub>1</sub>	Andezit (yer yer Orta Miyosen) Andesite (Middle Miocene aplaces)
ÜST MİYOSEN UPPER MIOCENE	m <sub>3</sub> p <sub>2</sub>	Proklastikler Pyroclastic rocks
EOSEN EOCENE	e <sub>1</sub>	Andezit Andesite
ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE	k <sub>3</sub> p <sub>1</sub>	Bazalt, spilit, andezit vb. Basalt, spilit, andesite etc.

**PLUTONİK KAYALAR / PLUTONIC ROCKS**

EOSEN EOCENE	e <sub>1</sub>	Syenit Syenite
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Gabro Gabbro
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Granodiyorit Granodiorite

**METAMORFİK KAYALAR / METAMORPHIC ROCKS**

ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Metakırıntılar ve metakarbonatlar Meta clastic and meta carbonate rocks
JURA - KRETASE JURASSIC - CRETACEOUS	j <sub>1</sub> k <sub>1</sub>	Mermer, rekristalize kireçtaşı Marble, recrystallized limestone
PALEOZOYİK - MESOZOYİK PALEOZOIC - MESOZOIC	m <sub>3</sub>	Mermer, yer yer gıst Marble, schist aplaces
ORTA TRİYAS - JURA MIDDLE TRIASSIC - JURASSIC	m <sub>2</sub>	Mermer, rekristalize kireçtaşı Marble, recrystallized limestone
PERMİYEN PERMIAN	p <sub>1</sub>	Mermer Marble
ÜST PALEOZOYİK UPPER PALEOZOIC	p <sub>3</sub>	Gıst, Kuvarit, mermer vb. Schist, quartzite, marble etc.
PALEOZOYİK PALEOZOIC	p <sub>2</sub>	Kuvarit, kuvars gıst Quartzite, quartzschist
PREKAMBRIYEN VEVEYA PALEOZOYİK PRECAMBRIAN AND/OR PALEOZOIC	p <sub>1</sub>	Gınsay, gıst, amfibolit, mermer vb. Gneiss, schist, amphibolite, marble etc.
KAMBRO-ORDOVİSİYEN CAMBRO-ORDOVICIAN	k <sub>3</sub> o <sub>1</sub>	Gıst, fillit vb. Schist, phyllite etc.
ALT-ORTA KAMBRIYEN LOWER-MIDDLE CAMBRIAN	k <sub>3</sub> o <sub>2-4</sub>	Kuvarit, mermer Quartzite, marble
PREKAMBRIYEN PRECAMBRIAN	k <sub>3</sub> o <sub>3-4</sub>	Gıstler (kuvarit, metasiltit, metakumtaşı) Schists (quartzite, meta-siltstone, meta-sandstone)

**OFİYOLİTİK KAYALAR / OPHIOLITIC KAYALAR**

ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Ofiyolitik melanj Ophiolitic melange
ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS	k <sub>3</sub>	Levha, dyk karmaşığı Sheet, dyk complex
MESOZOYİK MESOZOIC	k <sub>3</sub>	Gabro Gabbro
	k <sub>3</sub>	Gabro, dunit vb. (kümlütler) Gabbro, dunite etc. (cumulate rocks)
	k <sub>3</sub>	Peridotit Peridotite
	k <sub>3</sub>	Dunit Dunite
	k <sub>3</sub>	Ayrılmamış serpantin, dunit, harzburgit, vb. Undifferentiated serpentinite, dunite, harzburgite etc.
	k <sub>3</sub>	Subofiyolitik metamorfikler Subophiolitic metamorphic rocks

EDITOR / Editor: Mustafa ŞENEL  
 TEKNİK ASİSTAN / Technical Assistant : Nil  
 Proje baskı ve basma hazırlama grubu : İbrahim PAPA  
 Printing and preparation project group : İbrahim PAPA  
 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeol. Jeol. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeol. Jeol. Ltd. Şti. tarafından ARÇİNEFO 8.1 ortamında  
 Topografik bilgiler Harita Genel Komutanlığı'nın (projeksiyon sistemi Lambert Conformal Conic) Harita Genel Komutanlığı'nın izni olmadan hazırlanmıştır.  
 Prepared by the Geological Research Directorate of the General Command of the Ministry of Energy, Exploration, produced by ISLEM Geographical  
 2002 and printed by General Command of 1:500,000 and 1:250,000 scale topographic and its all rights reserved without the written consent of General Command.  
 Yapım hakkı saklıdır. MTA - Ankara  
 Adres : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü  
 06520 Ankara, TÜRKİYE  
 Tel (Phone) : (0 312) 297 34 30, 287 87 00; Fax: (0 312) 297 34 30  
 Copyright © MTA, Ankara - TURKEY. All rights reserved.  
 The map is available from General Directorate of MTA  
 06520 Ankara, TURKEY

## **Day 1. Anatolian plateau landscape and evolution: paleoenvironments, changing fault regimes, and incision of rivers within the plateau**

### **Goals for today:**

- Examine carbonate paleosols and understand how a range of paleoenvironmental parameters shape their field and geochemical properties.
- Examine the characteristics of the fault systems that bound the extensional Tuz Gölü basin, the largest internally drained basin of Central Anatolian Plateau.
- Examine the young tectonic regime through assessing the deformation of paleo-shorelines of the Tuz Gölü and Konya lakes.
- Understand the tectonic regime in the plateau interior.
- Examine fluvial terraces preserved along the upper reaches of the Kizilirmak river and discuss fluvial response to plateau uplift.

### **Stop 1. Carbonate paleosols & their paleoclimatic importance**

**Mikes, T. & Mulch, A.**

This outcrop, located along the Konya highway near Ankara (Fig. 1A) exposes red floodplain mudstones with conglomerate interbeds. The most striking features are the decimeter- to meter-scale, flat-lying carbonate paleosol horizons. They consist of a loose network of subvertical, coalescing root traces and massive carbonate nodules, merging upward to form laterally continuous beds of indurated calcrete banks (Fig. 1B). This facies development is characteristic of the broader Ankara region and can be considered a reliable indicator of semiarid conditions.

The ages of these calcretes have not been determined until very recently; geological maps assign most parent materials of these paleosols to the Central Anatolian Group, which is Middle Miocene to Pliocene in age. Küçükuysal et al. (2011) used electron spin resonance to determine the ages of two calcrete horizons from a nearby sequence at Bala, lithostratigraphically equivalent to that of this outcrop. The results of  $761 \pm 120$  ka and  $419 \pm 64$  ka suggest a Middle Pleistocene, rather than late Neogene age, as previously assumed.

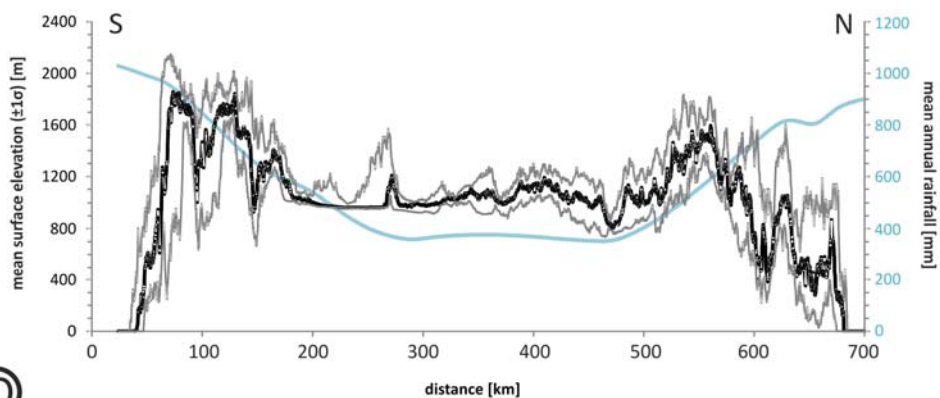
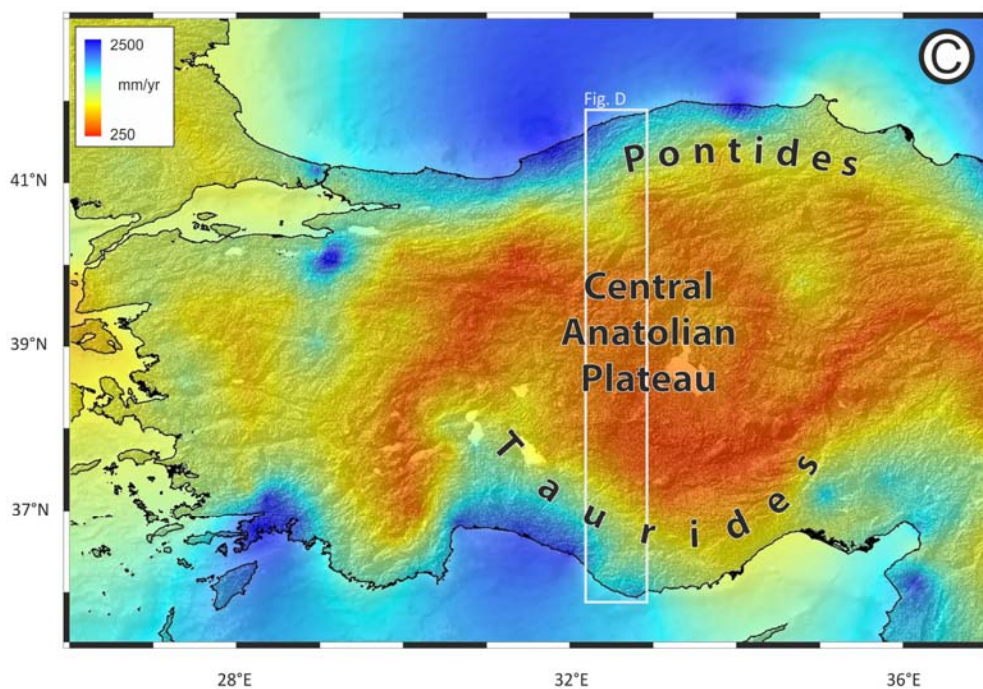
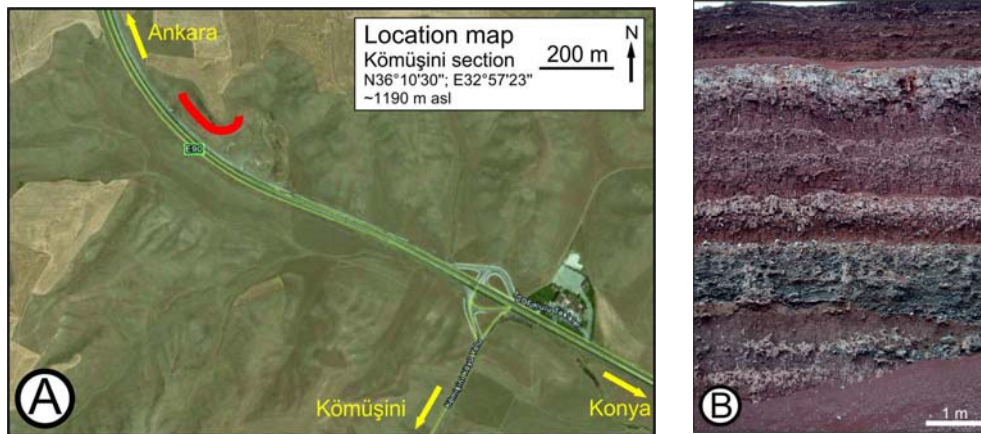
The present-day rainfall distribution map indicates relatively high rainfall at the plateau margins and comparatively dry conditions in the plateau interior (Figs. 1C & D). The steepest rainfall gradients coincide remarkably well with the topography of the Pontide and Tauride ranges bordering the plateau, suggesting a topographic control on plateau aridity; these conditions are similar to Tibet, the bigger sibling of Anatolia in the context of the Alpine-Mediterranean-Himalayan orogenic system.

Paleosol carbonates lend themselves well to addressing issues of paleoclimate dynamics. In principle, a thermodynamic equilibrium is approached between carbonate precipitated in the soil and the soil CO<sub>2</sub> with respect to the isotopes of carbon. Similarly, isotopes of oxygen fractionate between meteoric water and soil carbonate precipitating from meteoric water. Carbon isotope ratios in soils are most useful in assessing paleo-vegetation patterns, as plant communities with different photosynthetic pathways (C3 vs. C4 communities) leave a distinct fingerprint on the soil CO<sub>2</sub>, which is in turn incorporated into soil carbonates. Oxygen isotope ratios in soil carbonates record fossil rainwater isotopic compositions, giving clues to the paleoclimate dynamics.

A case in point is the marked orographic barrier at the N and S margin of the Central Anatolian plateau, which today forces transported moisture to rain out and change its oxygen isotopic composition along its transport path. Aridity has a profound impact on oxygen isotope fractionation as well, offering the chance to reveal climatically controlled paleohydraulic conditions.

The VAMP team of Frankfurt (formerly Hannover) is currently working on reconstructing the paleoclimate dynamics of Central Anatolia. Modern surface waters are used to establish a first-order calibration with which the soil carbonate proxy data will then be interpreted. Key sections sampled so far are located near Gölbaşı and Karahamzalı, in close vicinity of this outcrop.



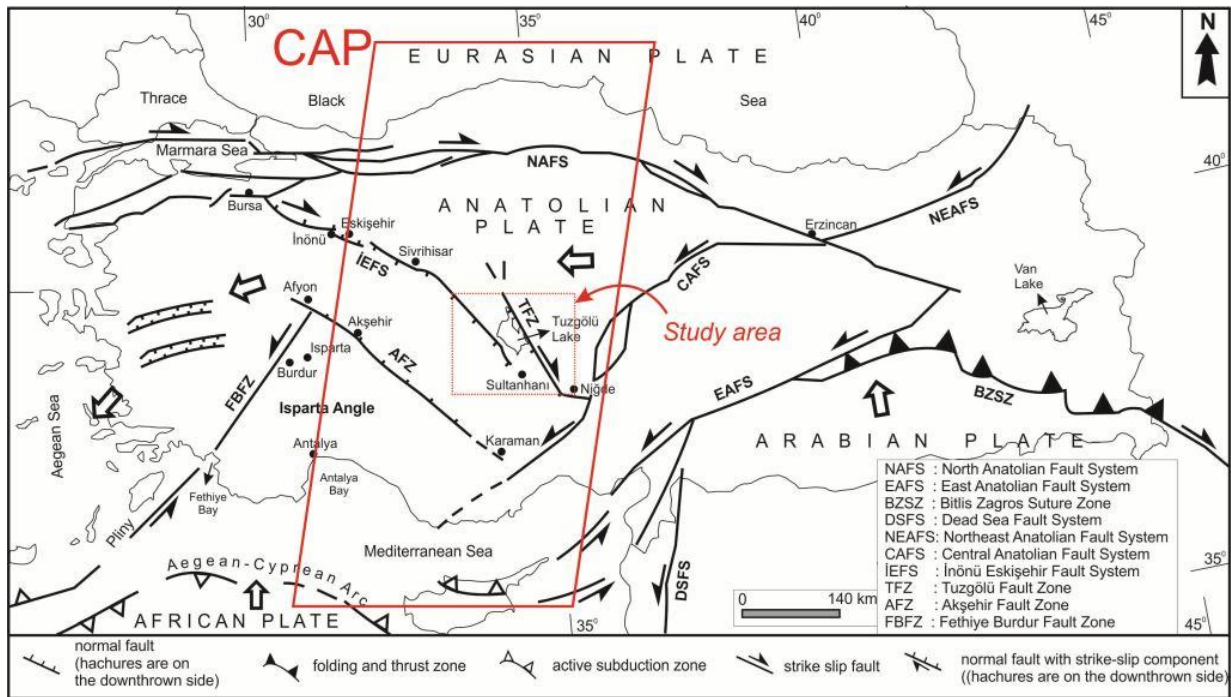


**Figure 1.** (A) Google Earth image of the Kömüşini section (red line) and its surroundings. (B) Outcrop of the calcretes. Note cyclic paleosol development, root traces, and the upward-increasing degree of induration within each calcrete bed. (C) Long-term mean annual rainfall distribution map of Turkey. Observation range: 1971-2000, contouring is based on data from >200 stations (Turkish Meteorological Survey). Note excellent coincidence of the highest gradients in rainfall and topography, a characteristic feature of orogenic plateaus. (D) N-S topographic swath profile across the CAP and corresponding rainfall distribution using the data shown in Fig. 1C.

## TUZ GÖLÜ BASIN

Kutulay, A., Özsayın, E., Dirik, K. Çiner, A., Bertotti, G., Strecker, M., Melnick, D.

The Tuz Gölü basin (Figs. 2, 3) is the largest Miocene to Present sedimentary basin in the Central Anatolian plateau. Its sedimentary and tectonic archive is thus of primary importance for understanding the role of faulting and paleoclimatic changes on overall plateau evolution (Dewey, 1988; Williams *et al.*, 1989; Faccenna *et al.*, 1995; Mahéo *et al.*, 2007). Formation of the Tuz Gölü basin started during Late Maastrichtian time. In Late Eocene time, normal faults, which originally controlled the initiation of the basin, were reactivated as strike-slip or reverse faults. Subsequently, terrestrial conditions prevailed in the basin and a thick fluvial and lacustrine sequence was deposited (Çemen *et al.* 1999; Dirik & Erol, 2003). The extensional tectonic regime, which continues to the present time, was initiated during the Pliocene.



**Figure 2.** Simplified map showing the major neotectonic features in Turkey and surrounding area (modified from Çiftçi, 2007).

### Major Structural Features Controlling the Tuz Gölü Basin

The Tuz Gölü Fault Zone is the major fault zone controlling the eastern margin of the Tuz Gölü basin (Fig. 3). It has both NE- and SW-dipping normal faults with a right lateral strike-slip component. The proposed age of the fault ranges from Cretaceous to Miocene.

Towards the west, the nearly 450-km-long, NW- to WNW-striking Inönü-Eskişehir Fault System is composed of several fault zones (Fig. 2). The Yeniceoba Fault Zone (YFZ) consists of NE-dipping normal faults with a minor dextral strike-slip component, while the Cihanbeyli Fault Zone (CFZ) has both NE- and SW-dipping pure dip-slip normal faults. Although no surface data has been obtained from the Sultanhanı Fault Zone (SFZ), NE-dipping fault planes can be identified from seismic sections (Fig. 3). Stratigraphic sections of the eastern and western part of the Tuz Gölü basin are shown in Fig. 4.



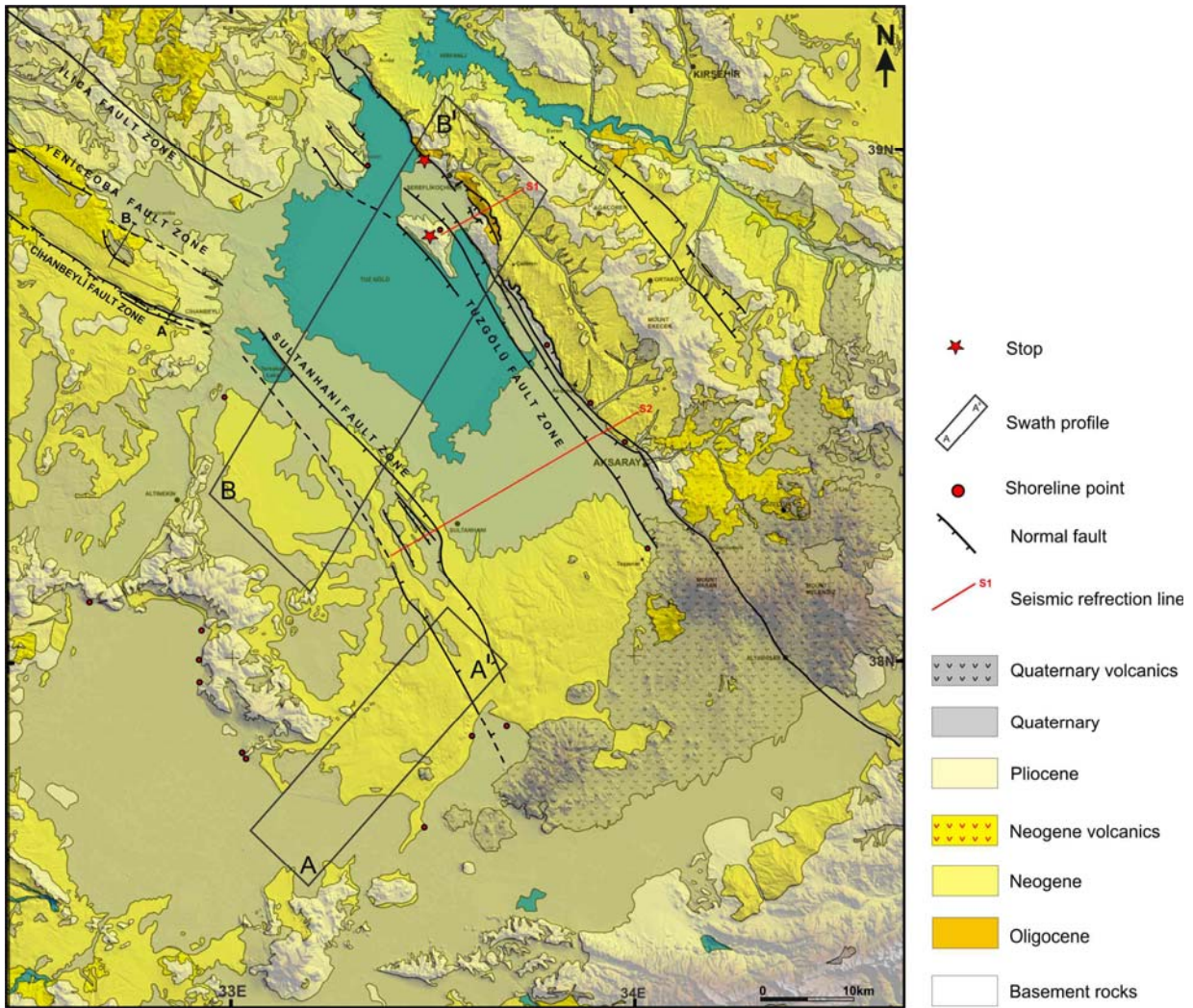


Figure 3. Geological map of the Tuz Gölü basin and surrounding areas.

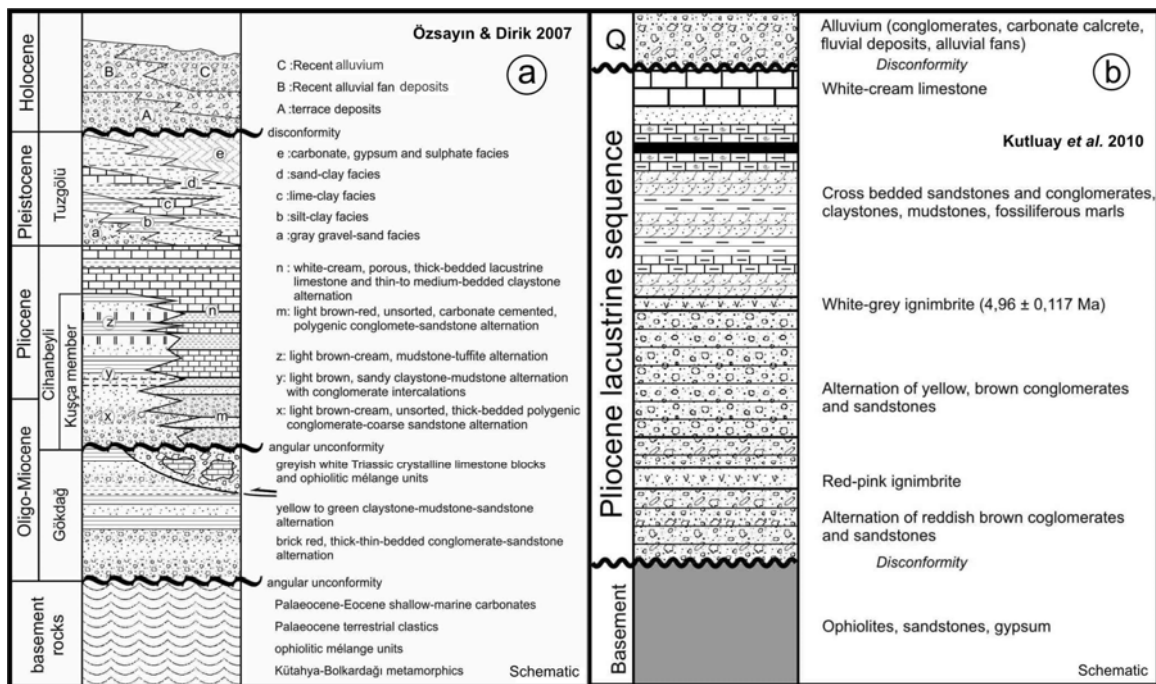
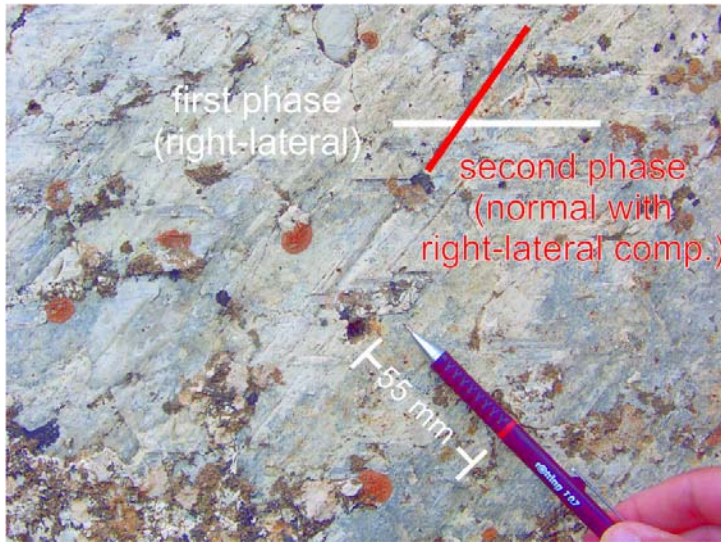


Figure 4. Generalized stratigraphic sections of the Tuz Gölü basin, a) western part b) eastern part.



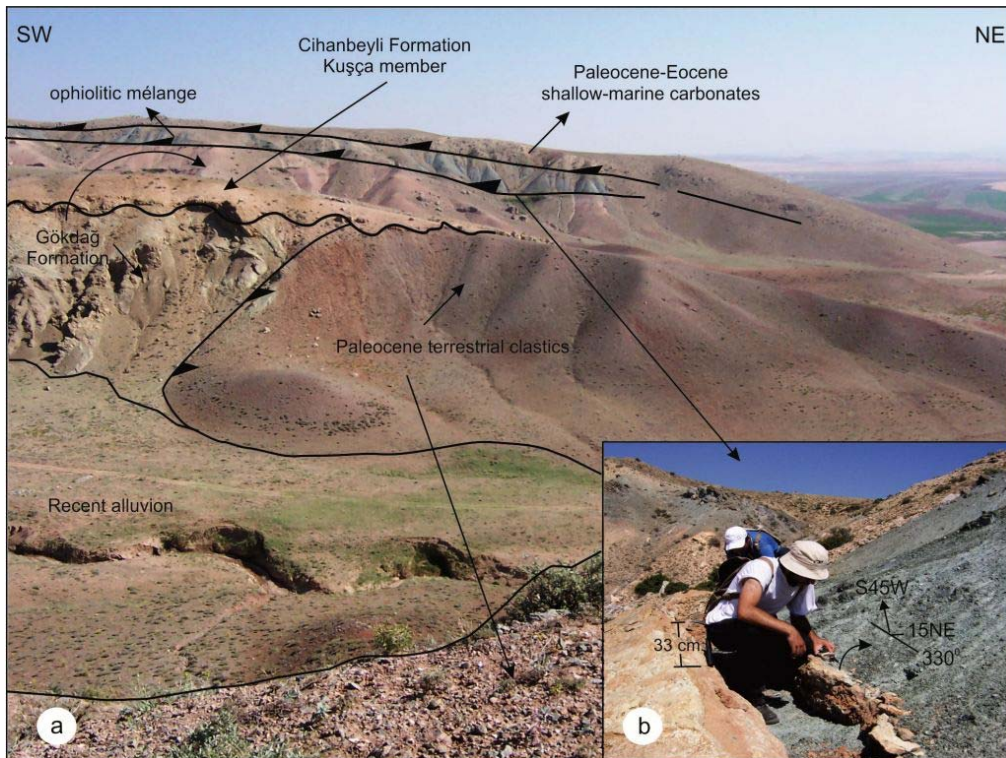
a) Western part of the Tuz Gölü basin



Field observations and structural analysis reveal two deformation stages for the YFZ (Fig. 5). In contrast, the CFZ experienced a single deformation stage, coeval with the second stage of deformation along the YFZ. Terrestrial red clastics that were deposited onto ophiolitic mélangé are deformed and constitute an unconformity in the Paleocene. Extension in the western part of the Tuz Gölü basin continued until the Middle Eocene. With the initiation of a marine transgression, shallow marine carbonates were deposited at the center of the basin, while terrestrial sedimentation continued at the basin margins.

**Figure 5.** Structural analysis for the Yeniceoba Fault Zone.

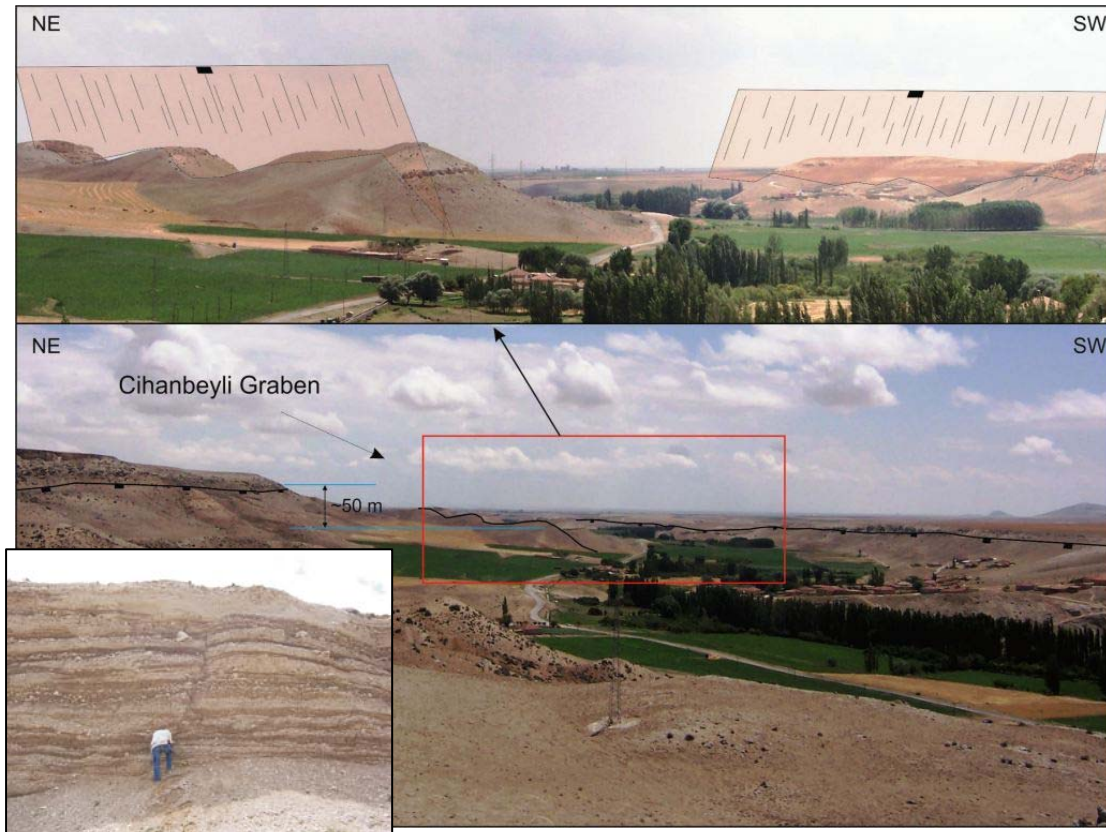
The Tuz Gölü basin area was shortened and uplifted during N-S oriented compression beginning in the Middle Eocene. During closure of the Neotethyan Ocean, ophiolitic mélangé units were thrust southward and formed nappe systems (Fig. 6). Both terrestrial clastics and shallow marine carbonates were folded and eroded during this episode of shortening. Sediments related to the unroofing of these units were transported by rivers and ultimately formed the sediments of the Late Oligocene Gökdağ Formation. Subsequently, basement rocks and the Gökdağ Formation were cut by a series of thrust faults during N-S-oriented shortening. The pure shear shortening regime gave rise to the first phase of dextral strike-slip movement along the Yeniceoba Fault Zone.



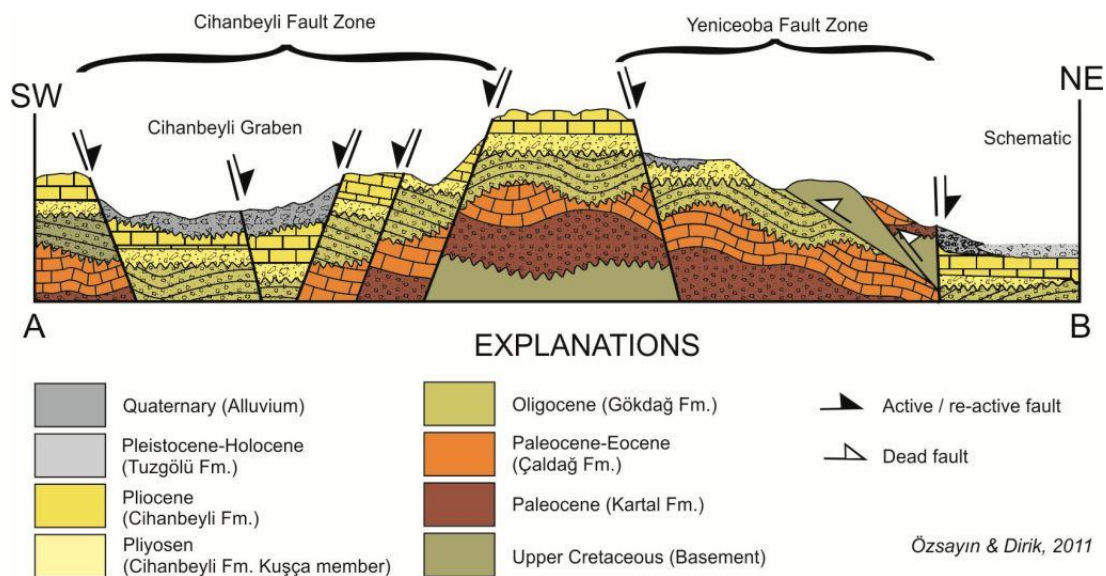
**Figure 6.** (a) Low-angle thrust contact between basement rocks and the Gökdağ Fm. The Pliocene Kuşça member of Cihanbeyli Fm. seals this fault. (b) Close-up view of the tectonic boundary between ophiolitic mélangé and the Gökdağ Fm.



In Late Mio-Pliocene time, the Tuz Gölü basin experienced NNE-SSW-oriented extension. This extension generated accommodation space for the lacustrine Cihanbeyli Formation. During this phase, the boundary faults of the basin were reactivated, and in the latest Pliocene, the dextral Yeniceoba Fault Zone changed its kinematic character to predominantly normal movement. In addition, the Cihanbeyli Fault Zone, which branches off from the Yeniceoba Fault Zone and constitutes several dip-slip normal faults, developed as the most important neotectonic structure during this period. The Pleistocene Tuz Gölü Formation was also cut by normal faults of the Yeniceoba Fault Zone associated with the formation of the Cihanbeyli Graben (Figs. 7, 8).



**Figure 7.** The Cihanbeyli graben and vertical offset of Pliocene limestones (Cihanbeyli Fm.). Small picture shows a NE-dipping normal fault of the Cihanbeyli Fault Zone that cuts recent alluvium.

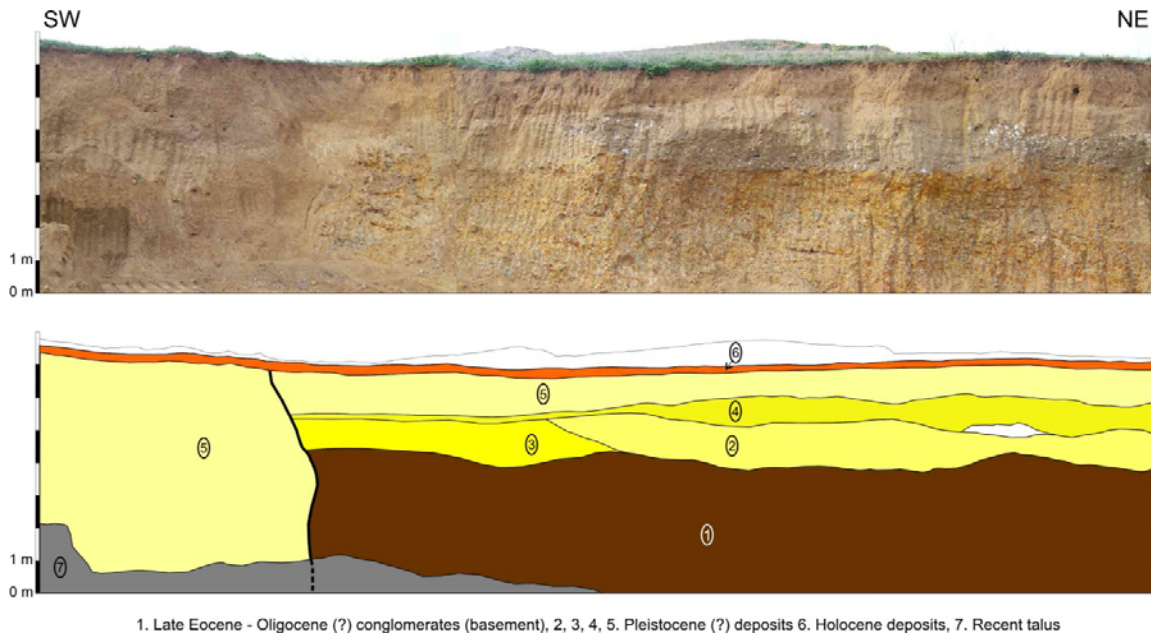


**Figure 8.** Schematic cross-section representing the western boundary of the the Tuz Gölü basin.

## b) Eastern part of the TGB

### Stop 2. Trench exposing Tuz Gölü Fault

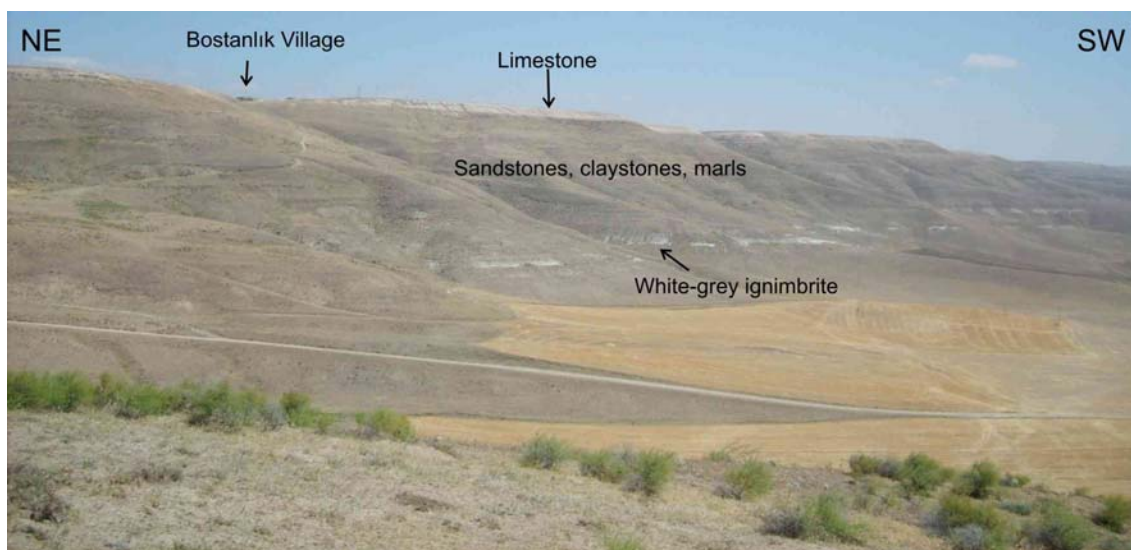
Here we will see a trench wall that illustrates the Holocene activity of the Tuz Gölü Fault (Fig. 9).



**Figure 9.** Trench showing the Tuz Gölü Fault.

The Tuz Gölü Fault Zone, which bounds the Tuz Gölü basin to the east, is a NW-striking normal fault zone. Fault analysis shows that the dominant regional tectonic regime is characterized by NE-SW tension with a vertical orientation of  $\sigma_1$ .

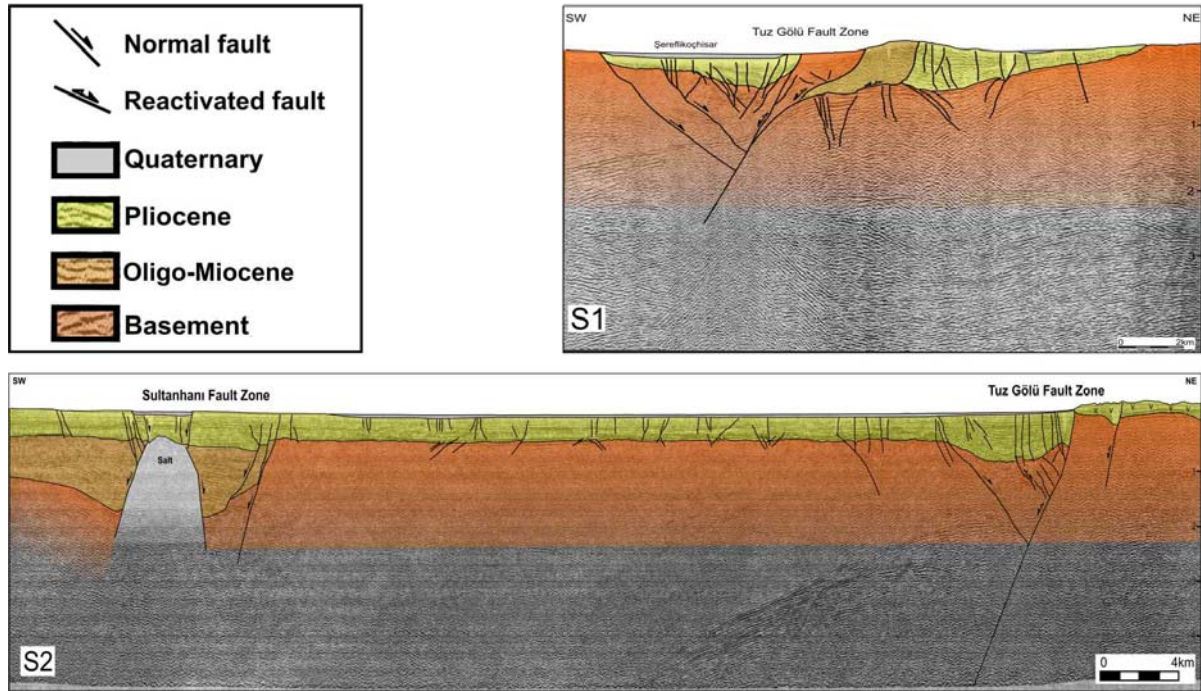
At the eastern part of the Tuz Gölü basin,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of the youngest ignimbrite level, dated at Potsdam University, indicates an Early Pliocene ( $4.96 \pm 0.117$  Ma) age (Fig. 10). This whitish-grey ignimbrite is probably the western equivalent of Kızılkaya ignimbrite (ca. 5.0 Ma; Le Pennec et al., 1994), which covers most of the Cappadocian landscape. A lacustrine limestone 150 m above this ignimbrite can be correlated with the ca. 3.0 Ma Kışladağ Limestone of Le Pennec et al. (1994).



**Figure 10.** Upper levels of the Pliocene lacustrine sequence near Bostanlık village, west of Ekecek Mt, including the whitish-grey ignimbritic level (ca. 5 Ma) and the lacustrine limestone level at 1340 m.



Two main faults can be seen in seismic reflection lines. The lines show that the the Tuz Gölü Fault Zone and the synsedimentary faults in the basin form a horst-and-graben system that limits the Tuz Gölü basin to the east (Fig. 11, S1). The Tuz Gölü Fault is a SW-dipping reactivated normal fault. Thrust faults and drag folds in the basement rocks of the basin, harpoon structures and drag folding of the Neogene sequences show that reverse kinematics were active until early Pliocene time. At the southwest margin of Tuz Gölü, the Sultanhanı Fault Zone is the major deformation zone (Fig. 11, S2). According to the seismic profiles it is also a NW-striking normal fault zone and forms a halfgraben system. However, a raised salt dome near the Sultanhanı Fault Zone (rather than regional extension) could be responsible for the local extension.



**Figure 11.** Seismic reflection profiles showing major structures that control the formation and evolution of the eastern part of the Tuz Gölü basin.

Field studies,  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of the ignimbrite level, and seismic reflection profiles suggest that the deformation style changed from contraction to extension after the Miocene. At the beginning of the extensional period, existing thrust systems were reactivated and normal faulting started in the foothills of Ekecek Mountain. During the Pliocene-Pleistocene, new normal faults were initiated. Deformation of the lacustrine limestone and the ignimbrite levels at the margins of the Tuz Gölü basin show that normal faulting has been active since late Miocene-Pliocene time, and migrated to the center of the basin. Maximum vertical offset of the 3.0 Ma Kışladağ lacustrine limestone (Fig. 10) in the eastern part is 400 m (at 1340 m near Ekecek Mt. and 940 m towards the center of th Tuz Gölü basin). Therefore extensional deformation of this level shows an approximate extension rate of 0.13 mm/yr from the early Pliocene to Recent.

### **Stop 3. Slip rates of the Tuz Gölü and Sultanhanı Fault Zones over the past ~23 ka from deformed lacustrine shorelines: Preliminary results**

**Melnick, D., Kutluay, A., Garcin, Y.**

At this location we will discuss young crustal movements that have affected the Tuz Gölü basin in the heart of the Anatolian Plateau.

During the Last Glacial Maximum (LGM) at approximately 20 ka, higher humidity and colder conditions led to high lake levels in the Konya and Tuz Gölü basins of Central Anatolia (e.g., Erol, 1978; Kashima, 2002; Roberts et al., 1999). Lake Konya reached a highstand at ~1006 m elevation and ultimately overflowed into Tuz Gölü. The increased water availability resulted in a protracted high lake-level stand and the formation of a distinct erosional shoreline associated with cliff retreat in Cretaceous limestone. Wave erosion along the shore was much higher along the northern margin of the basin, which must have been associated with strong southerly winds. The now exposed shoreline constitutes a gently sloping abrasion platform, a wave-cut notch, and a steep, up to 30-m-high cliff. At most localities the wave-cut notch and the shoreline angle have been covered by younger alluvial deposits. A highstand shoreline was also formed in Lake Tuz at elevations between ~935 and 1030 m, but as the basin remained internally drained during the LGM, the shoreline is not as pronounced as in Konya and correlation among distant shorelines is not straightforward. Today the level of Lake Konya is subject to pronounced seasonal fluctuations and the level of the Lake Tuz is ~905 m.

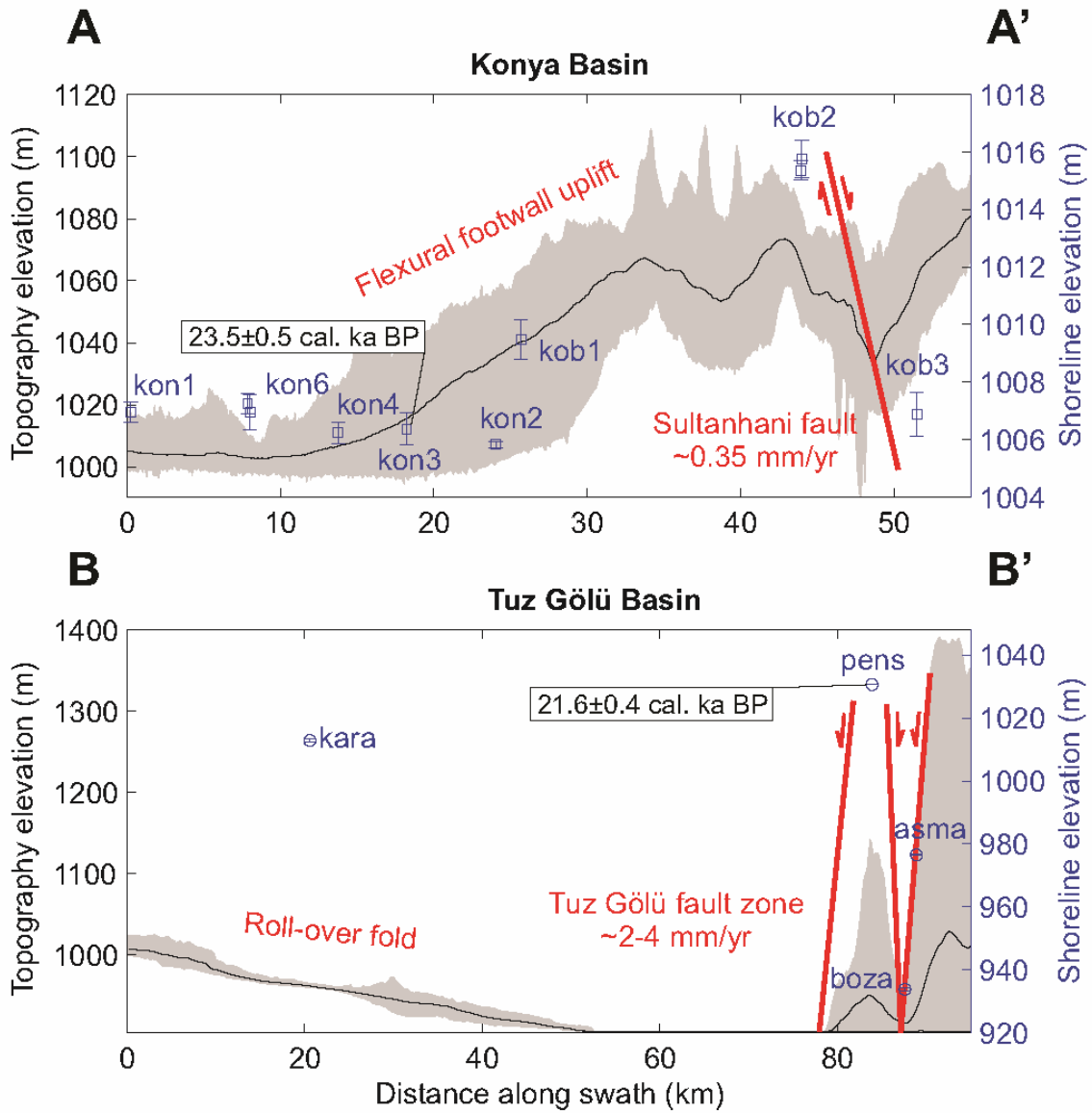
Shorelines in lacustrine and marine environments are ideal strain markers to gain insight into the magnitudes and styles of vertical crustal movements. To obtain deformation rates associated with active faults in Central Anatolia, we surveyed shorelines of the Konya and Tuz Gölü basins using a dual-frequency differential GPS at 20 sites. The use of a mobile base station ensured vertical accuracy below 1 cm. The position of the shoreline angle for each site was obtained by intersecting linear regressions of the paleo-cliff and abrasion platform on projected topographic profiles. Several profiles were selected at each site to ensure reproducibility of the results.

We sampled gastropods and a stromatolithic crust for radiocarbon dating. Our results document radiocarbon ages of 23.5 and 22.1 cal ka BP for the highstands of the Konya and Tuz lakes, respectively. A younger age of 18.8 cal ka BP was obtained for the position of a lower mud flat of the Konya Basin affected by a surface rupture of the Sultanhanı Fault Zone. These ages agree with previous geochronological studies in the region (Kashima, 2002; Roberts et al., 1999; Roberts et al., 1979).

We focused on two faults affecting the basin. First, the Tuz Gölü fault, a NW-striking, SW-dipping listric normal fault that bounds the Tuz Gölü basin; and second, the Sultanhanı Fault Zone, an antithetic structure to the Tuz Gölü fault. Due to the overflow conditions during the Konya highstand, the corresponding shoreline is at a constant elevation of 1006-1007 m in the northwestern sector, but rises progressively to an elevation of 1015 m in the footwall of the Sultanhanı Fault. Across the fault the shoreline can be found again at an elevation of 1007 m, suggesting that ~8 m of throw have accumulated since ~23 ka across this structure. Taken together, this results in a vertical displacement rate of ~0.35 mm/yr. The progressive higher elevations of the shoreline can be attributed to flexural uplift of the footwall. This resulted in the preservation of older shorelines in the footwall block adjacent to the Sultanhanı Fault at elevations of ~1055 and 1105 m near Karapınar, which possibly formed during previous lake-level highstands when conditions were more humid. Flexural footwall uplift is also reflected in the topographic swath profile (Fig. 12), suggesting that deformation has been sustained.

Estimating the slip rate of the Tuz Gölü fault is not straightforward with our limited preliminary data set; the 23.5-kyr-old shoreline at the peninsula near Şereflikoçisar is at a very high elevation of 1030 m, and across the lake near Bozam, it can be found at only 930 m. This suggests the presence of a lateral transfer zone, or that the Bozam shoreline was formed during a younger highstand. The latter scenario is difficult to reconcile as it is very pronounced morphologic feature, with a ~200-m-wide tread and a ~30-m-high cliff that must have required a stable lake level for several thousands of years. To the southeast, elevations of the shoreline vary, but in general are well below the shoreline at the peninsula. This suggests that the peninsula is a horst, associated with high relative uplift rates of ~2-4 mm/yr. However, these rates should be considered with caution, as more sites need to be surveyed and dated to more rigorously test different possible interpretations.



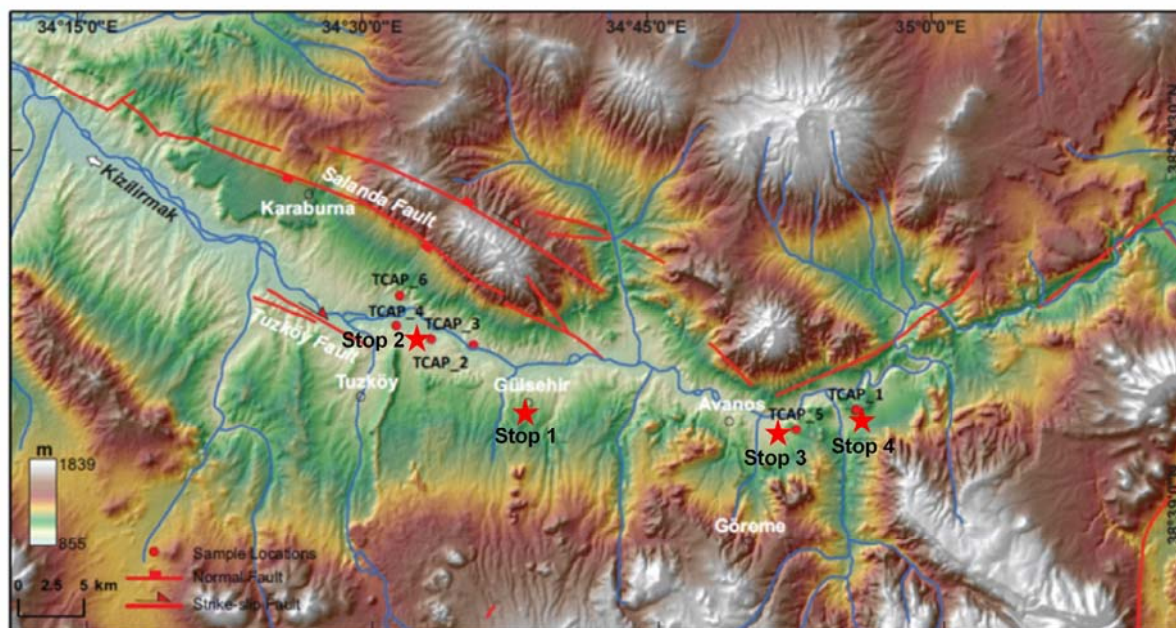


**Figure 12.** Swath profiles of Tuz Gölü and Konya basins showing offset paleo-shorelines. See Figure 3 for location of A-A' and B-B'.

## Quaternary surface uplift in the Cappadocia region inferred from Kızılırmak River fluvial terraces and basalt flows

Doğan, U., Çiner, A., Yıldırım, C. & Akçar, N.

The Kızılırmak is the longest river in Turkey (1355 km). This study is carried out on the Cappadocia sector of the Kızılırmak River where it has incised through Middle Miocene-Pliocene ignimbrites intercalated with fluvio-lacustrine sediments (Fig. 13). The main purpose of the study is to understand the relationship between the main incision-aggradation phases that led to terrace formation and quantify the local uplift rate by  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  dating of basalt flows and cosmogenic surface and burial dating of the fluvial terraces (still in progress).



**Figure 13.** Location map of the study area in Cappadocia with stops and cosmogenic sample sites (TCAP1-#).

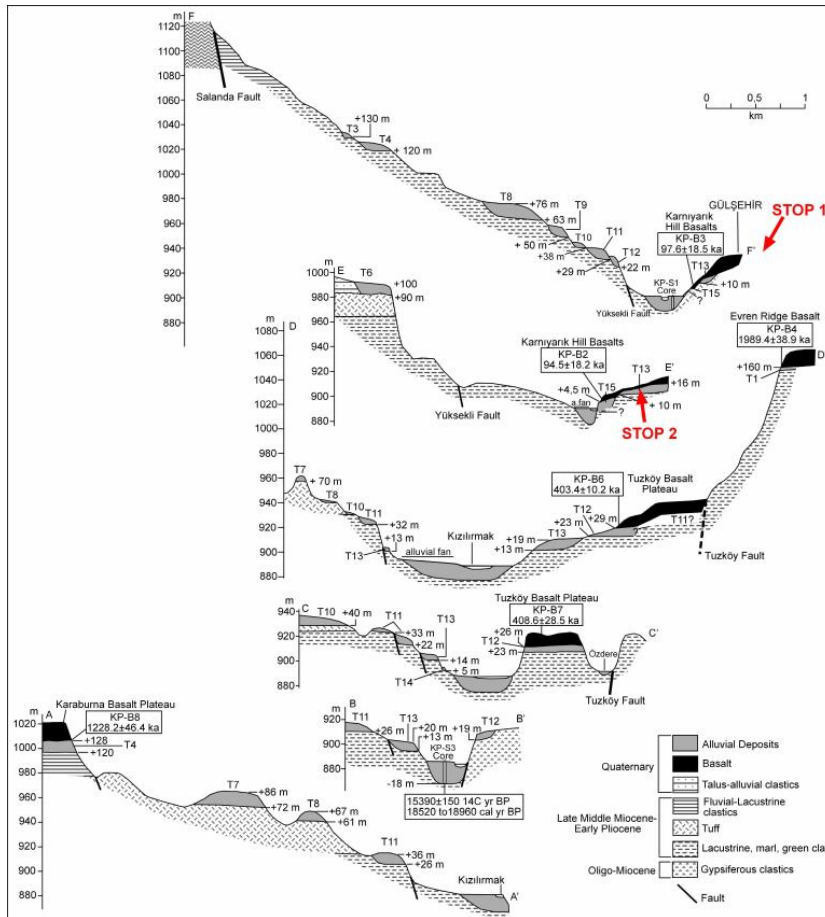
The Kızılırmak drainage system was established following the emplacement of the Valibaba ignimbrite (a ~2.7 Ma regional key horizon; Le Pennec et al., 1994), and before the fossilization of the paleo-tributary ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  basalt date of ~2 Ma; Doğan, 2011). According to the generalized cross-section of the valley the Kızılırmak settled between the strike-slip Salanda and Tuzköy faults with normal components and the river incised its valley 160 m since ~2 Ma.

A staircase morphology comprised of fifteen terraces observed within the valley is maintained against erosion at elevations up to 160 m above the current river level (Fig. 14). The Gülşehir-Karaburna Quaternary Basalts (four basalt flows) followed the regional gradient and drainage system at the time and reached the Kızılırmak valley (Fig. 15). The basalts cap four terraces and were radiometrically dated for the first time using the  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  technique (Doğan, 2011).

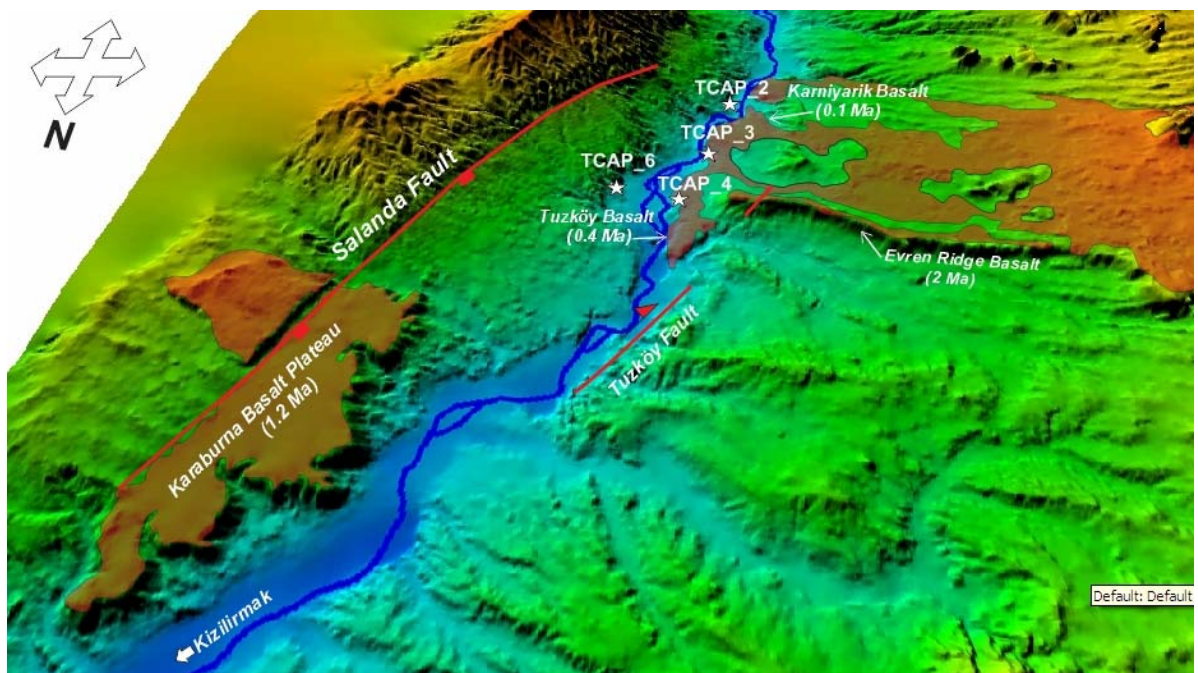
The oldest basalt in the study area is to the south of the river (Evren Ridge Basalt) where it extends for approximately 18 km and reaches the Kızılırmak valley near Tuzköy. The Evren Ridge Basalt, +160 m above the river level and capping Terrace 1, is dated to  $1989.4 \pm 38.9$  ka.

The second basalt flow (Karaburna Basalt Plateau) is 128 m above the river level and is cut by the Salanda Fault. It caps Terrace 4, and was dated to  $1228.2 \pm 46.4$  ka.

The third basalt flow (Tuzköy Basalt Plateau) is 29 m above the river level. This flow caps Terrace 12 and is dated to  $403.8 \pm 9.8$  ka.



**Figure 14.** Schematic cross sections showing the relationship between the fluvial terraces (T1 to T15) and basalt flows with Ar/Ar ages in rectangles. Stops 1 & 2 are also indicated.



**Figure 15.** Map showing basalt flows and their corresponding  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages observed in the study area.



The fourth and youngest lava flows (Karnıyarık Hill Basalts) are at 4.5 m above the river level. They cap Terrace 15 and are dated at  $96.0 \pm 13.0$  ka. These basalts provide minimum ages for the underlying fluvial deposits.

These data show that Kızılırmak River incised its valley by 160 m during the last ~2 Myr of its evolution. By using terrace sequences and basalt ages, the time averaged incision rate of the river since 2 Ma was determined as approximately 0.08 mm/yr, but important variations within that time span are also apparent. The highest incision rate during this period was determined to be 0.12 mm/yr between the late Early and mid Middle Pleistocene.

### **Stop 1. Gülşehir**

Here we can see an overview of the Kızılırmak terraces and the youngest basalt flow (94 ka) (Fig. 16). Seven fluvial terraces are mapped here and they mostly overlie Miocene lacustrine mudstones.



**Figure 16.** General view from Gülşehir of the Kızılırmak terraces from Gülşehir town. Kızılırmak River is to the right bottom of the photo. Karnıyarık Hill basalts (94 ka) are in the foreground.

### **Stop 2. Quarry**



At this stop we can observe the Karnıyarık Hill basalt (94 ka) overflowing two terraces (T13 and T15) (10 and 16 m above actual Kızılırmak River) (Fig. 17). All three basalt flows (94 ka - 400 ka - 2 Ma) and Salanda fault can be seen from this spot.

**Figure 17.** 10 m terrace (T15) and overlying basalt flow. Cosmogenic burial sample (TCAP3) site is shown by red arrow to the bottom left of the picture.

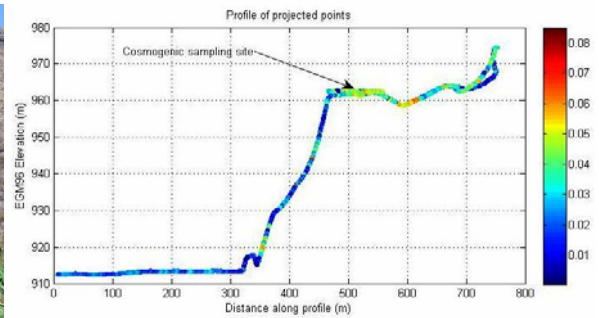


**Stop 3. Avanos Karaseki terrace:**

Four terraces (10-15m, 30 m, 50 m, 75 m) can be seen from this stop (Fig. 18).



**Figure 18.** Kızılırmak terraces in town of Avanos.



**Figure 19.** Several terraces overlying Miocene red continental deposits (upper left picture) and ignimbrites (bottom picture) can be observed along the Gülşehir-Avanos road.

**Stop 4. Sarıhıdır Quarry:**

At this stop we can see the highest and thickest terrace (base at 1023 m and 10 m thick) of the study area (Fig. 20).



**Figure 20:** Thick fluvial conglomerates observed in the quarry. Few m thick flood plain deposits (red mudstones) and white lacustrine carbonates overly these conglomerates with well-developed through cross beds.

## Day 2. Cappadocian volcano-lacustrine succession: Evolving volcanic characteristics of the interior plateau realm and climatic response to topographic evolution

Volcanics: Aydar, E., Ersoy, O., Çubukçu, E., Şen, E., Çiner, A.; Paleoclimate: Mikes, T., Mulch, A.

### Goals for today:

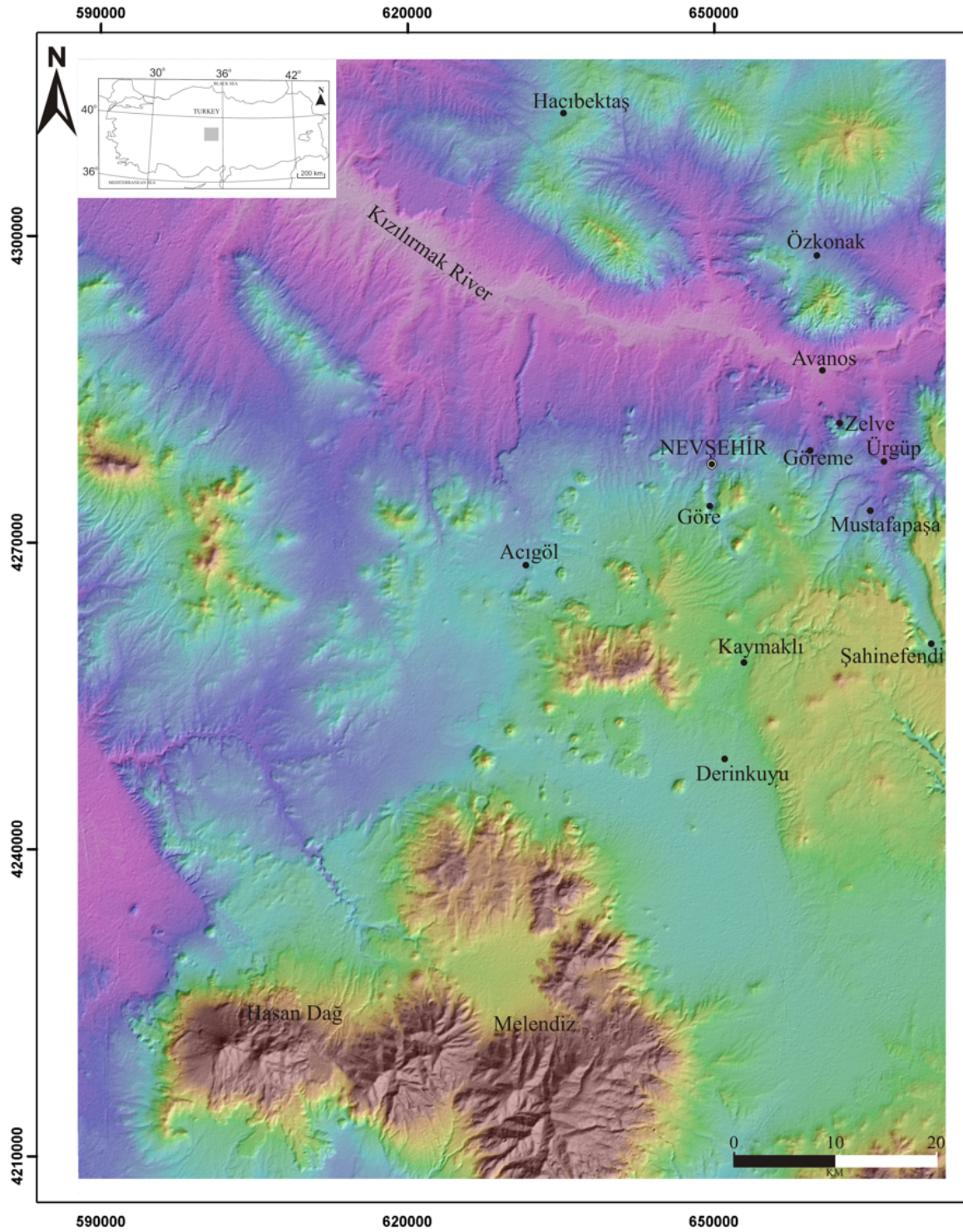
- Overview of the stratigraphy of the ignimbrites in the south-eastern part of Nevşehir plateau except for the Sofular and Valibaba ignimbrites. Sofular is a local ignimbrite deposited in the north-eastern part of the plateau. The Valibaba ignimbrite (which is related to Mt. Erciyes) cannot be observed on the excursion route.
- Examine the lacustrine sedimentary deposits intercalated within the ignimbrites.
- Understanding the characteristics of the Cappadocia magmatic systems.
- Understand how the isotopic composition of different climatic proxy minerals retain paleoclimatic information, such as surface temperature, vegetation and precipitation patterns, and how these parameters can be governed by evolving topography.
- Understand why a detailed bio-/chrono-stratigraphic framework of the sequences examined is essential to assess paleoclimatic information.

The Central Anatolian Plateau (CAP) comprises a wealth of volcanoes of Miocene to Recent age with different geochemical characteristics, and therefore provides a unique opportunity to derive information on the physical state of the Anatolian lithosphere during CAP development. Cappadocia is part of the Anatolian block, which is moving westward by lateral extrusion as a consequence of north-south convergence between Africa-Arabia and Eurasia (Şengör et al., 1985) and has developed extensive volcanism since 13 Ma. Cappadocia hosts several stratovolcanoes such as Mt Erciyes and Mt. Hasan, as well as numerous monogenetic vents and some andesitic/dacitic relicts of lava fields intercalated within the ignimbritic sequences. The stratovolcanoes are strongly calcalkaline, although some young, mildly alkaline basalts reflect a transitional character. The petrology of the calcalkaline volcanics shows a decrease of subduction-related components and an increase of intraplate signatures through time (Deniel et al., 1998). We roughly distinguish two sequences of volcanism on the plateau: a lavas sequence and an ignimbrite sequence (Fig. 1).

**Lava Sequence:** The volcanism of the Central Anatolian Volcanic Province (CAVP) started around 12-13 Ma with the isolated Keçikalesi Volcano, which has typical IAT characteristics (Island Arc Tholeiite). Similar volcanism is also represented by the Erdas Dağ andesitic massif, where eruptions initiated at 11 Ma and continued until 8 Ma. Early Erdas Dağ lavas exhibit typical subduction-related features with an adakitic nature (high Sr/Y and La/Yb ratios). These ratios decrease with time. The lava sequence of the CAVP continues with the Damsa and Topuz Dağ lavas, which were emplaced at ca. 10 and 8 Ma, respectively. The subsequent lava sequence of Hodul Dağ (5-6 Ma) is characterized by andesitic lava domes and flows. Over a similar time span, the Keşlik andesitic system was also emplaced. Those lavas have relatively high (mildly high) Sr/Y ratios with an adakite-like nature. Following these episodes, scarce adakites were emplaced over the plateau realm between 4-5 Ma. There is no adakite or adakite-like volcanism younger than 4 Ma. At about 3 to 4 m.y. ago, some ordinary andesites extruded. Interestingly, at around 2 Ma, a contemporaneous tholeiite - (mildly) alkaline suite association started to be extruded. The CAVP has been characterized by rhyolite-basalt bimodal volcanism since 1.5 Ma.

**Ignimbrite Sequence:** The famous Cappadocian ignimbrites are interstratified with either lavas or fluvio-lacustrine deposits. There are at least nine different ignimbrites: the Kavak, Zelve, Sarımaden, Sofular, Cemilköy, Tahar, Gördeles, Kızılkaya, and Valibabatepe ignimbrites (Le Pennec et al., 1994). All ignimbrites were erupted over the plateau between 9 and 5 Ma, except the Valibabatepe ignimbrite (2.6-3.0 Ma), which is related to Mt. Erciyes. No major incision/denudation process occurred in this region until 5 Ma, after which incision amounted to 450-500 meters by approximately 2.5 Ma. Subsequently, the ignimbrites were incised by an additional 100-120 meters. The Le Pennec stratigraphic section (Fig. 2) is now modified and refined by our group (Aydar et al., in prep.) with numerous new Ar/Ar and zircon U/Pb ages from rhyolitic systems (Fig. 3).





**Figure 1.** Location map of Cappadocia volcanic province.



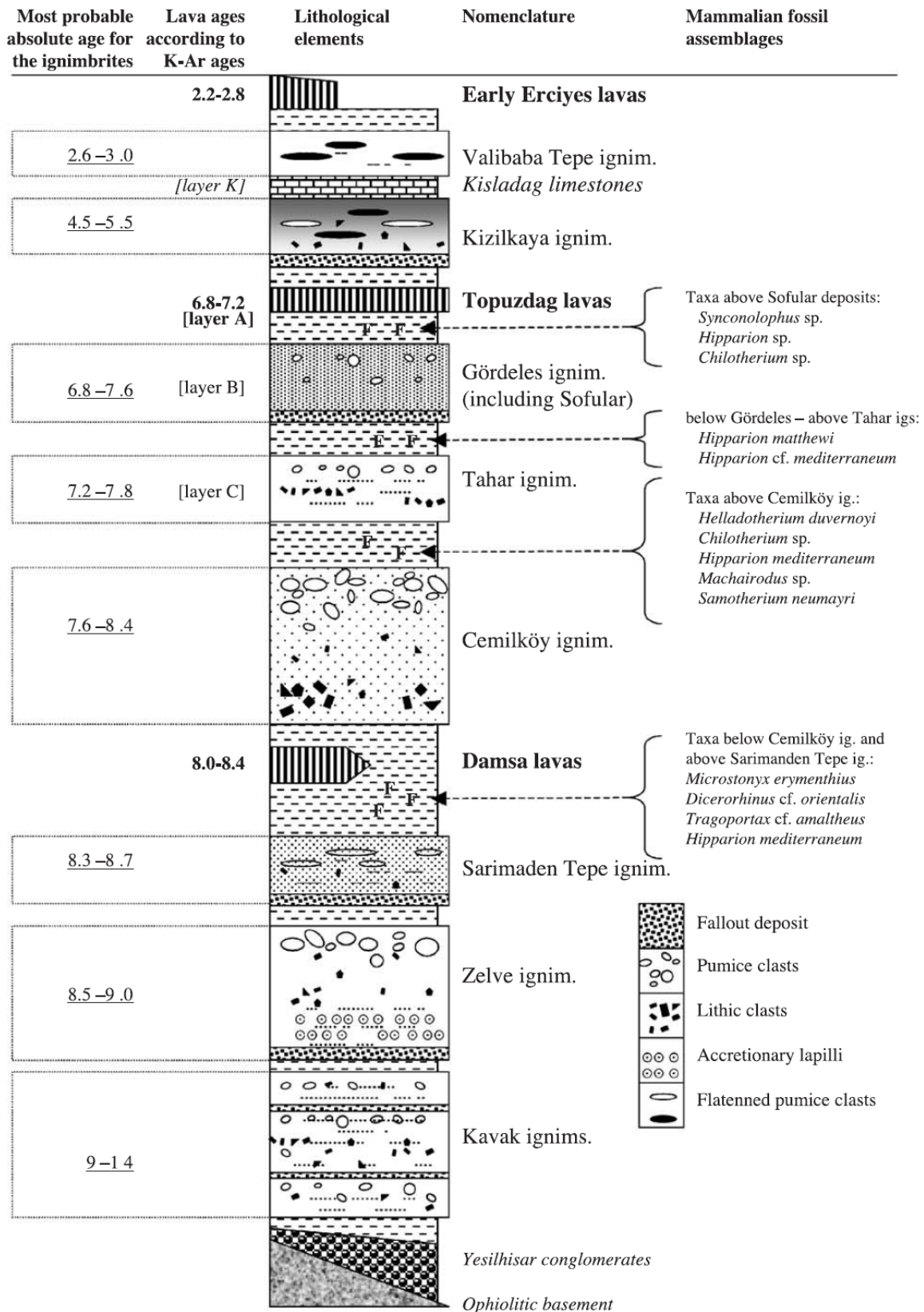
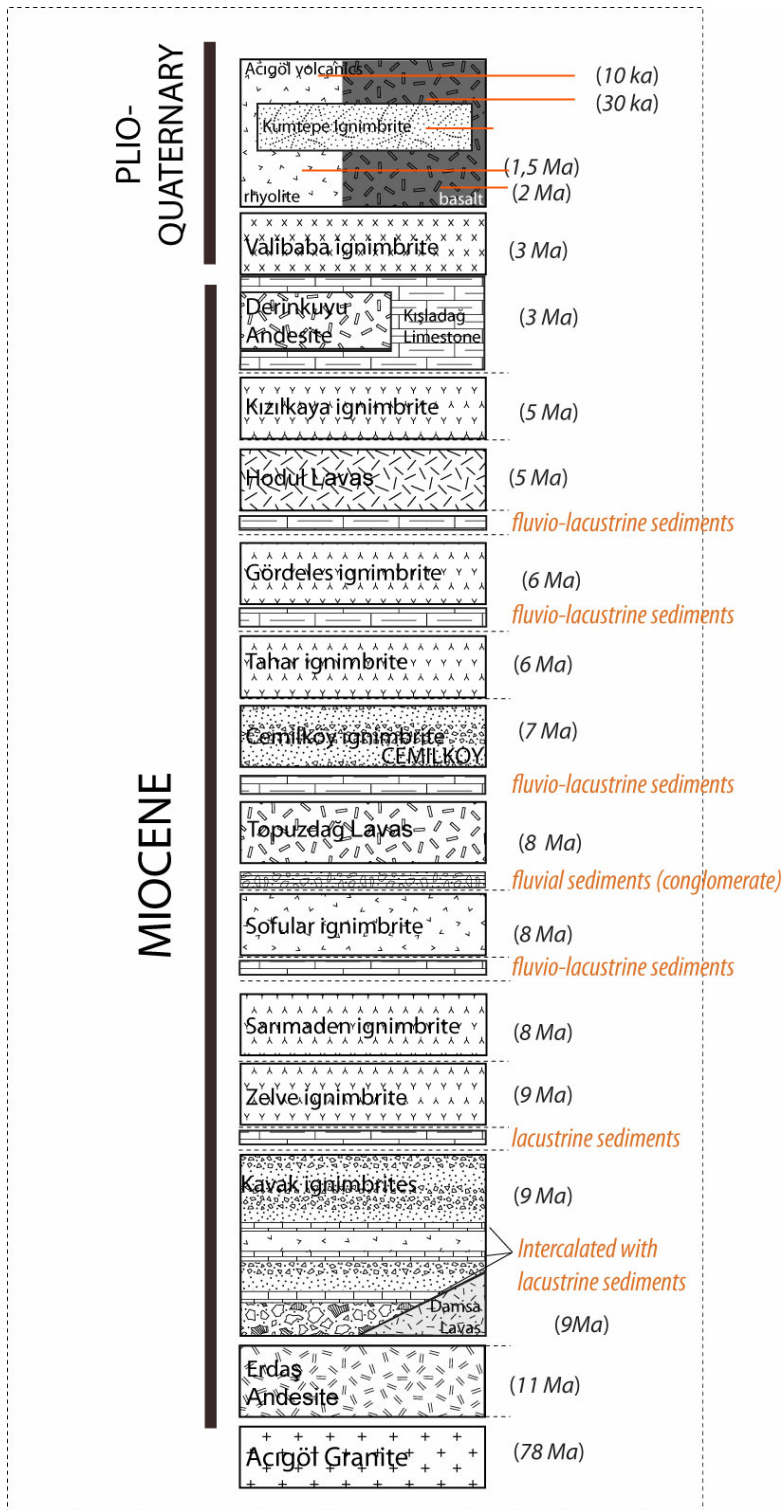


Figure 2. Stratigraphic column of the Cappadocia ignimbrite succession (from Le Pennec et al., 1994).



**Figure 3.** Refined stratigraphic section of Cappadocia volcano-sedimentary units (Ar/Ar and Zircon ages from rhyolitic systems) (for absolute ages see Aydar et al., in prep.)

We also tried to apply the Sahagian & Maus (1994) method of analyzing basalt vesicularity to estimate the paleo-elevation of the plateau during the basalt eruptions. Seven different lavas were sampled for this purpose, but only two lavas provided meaningful results (lavas of 8.2 Ma and of 0.094 Ma). According to the resulting calculations the older lava now located at 1430 m a.s.l. was originally emplaced at ca. 400 m a.s.l., the younger flow must have erupted at ca. 900 m a.s.l. It is important to note, however that this method has an uncertainty of  $\pm 400$  m. Nevertheless, our integrated results support a model of delamination of lower crust, magmatism and isostatic uplift at around 5 Ma as possible mechanism for CAP uplift.

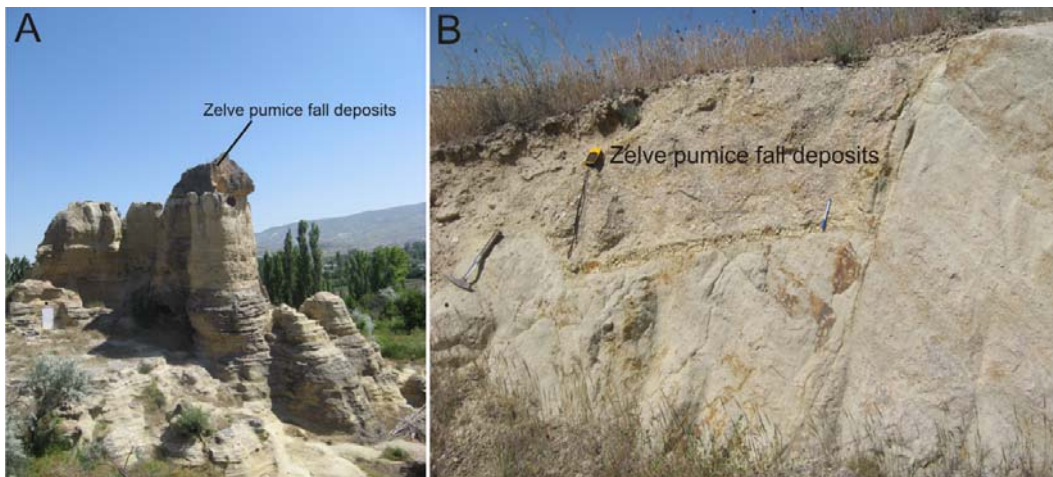
## **Stop 1. Zelve ignimbrite and sediments underlying and overlying the ignimbrite**

We will start driving towards south to appreciate several ignimbritic successions (Fig. 4).



**Figure 4.** Excursion route and stops on the south-eastern part of Nevşehir plateau.

The eruptive sequence of the Zelve ignimbrite (9 Ma) comprises a main pumice airfall deposit, laminated, finer grained units, and the Zelve ignimbrite with several flow units. At this stop (ca. 1800 m a.s.l.), we can see the sediments underlying the airfall deposits of Zelve, fine grained units including accretionary lapilli, Zelve ignimbrite and sediments overlying Zelve ignimbrite (Fig. 5). Here, we can also see the fault cutting the sediments and Zelve deposits.



**Figure 5.** A: Zelve pumice airfall deposits and sediments underlying the eruption units. B: Fault cutting Zelve deposits and sediments.



## **Stop 2. Mustafa Paşa Town**



In the town of Mustafa Paşa, the Sarımaden ignimbrite (younger than the Zelve ignimbrite) is well exposed. The Sarı Maden Tepe ignimbrite covers a pumice deposit, including pumice with a pronounced yellowish color (Fig. 6). In this location, we can see the intercalated sediments between the Zelve and Sarımaden ignimbrites.

**Figure 6.** Sarımaden ignimbrite and associated pumice fall deposits overlying the sediments.

## **On Bus 1. Damsa dam**

This stop offers a general view of the Avla Dağ section including the Cemilköy, Tahar, Gördedeles, and Kızılkaya ignimbrites with intercalated fluvio-lacustrine deposits. The Damsa dam is at 1225 m a.s.l. The summit of Avla Dağ is at ca. 1595 m a.s.l. Here, we can see a 400-m-thick section of various ignimbrites. In the Damsa valley, the section is characterized by flat-lying deposits. The youngest ignimbrite at the summit of Avla Dağ is the Kızılkaya ignimbrite (approx. 5 Ma), which virtually covers the entire landscape (Figs. 7 & 8). Up to this unit, there is no major incision. The Kızılkaya ignimbrite is overlain by the Kışla Dağ limestone on the northern summit of Avla Dağ.



**Figure 7.** Damsa valley with a section of multiple ignimbrite layers and intercalated sediments.





**Figure 8.** Kızılkaya ignimbrite and sediments underlying the ignimbrite.

### **Stop 3. Şahinefendi section: paleosols and isotopic records of climatic changes**

#### **Goals for this stop:**

- Examine basin-fill patterns, lithofacies characteristics of continental sediments and field aspects of paleoclimate indicators.
- Understand how the isotopic composition of different climatic proxy minerals retain paleoclimatic information, such as surface temperature, vegetation and precipitation patterns, and how these parameters can be governed by evolving topography.
- Understand why a detailed bio-/chrono-stratigraphic framework of the sequences examined is essential to assess paleoclimatic information.

This ca. 500-m-long, continuously exposed roadside profile between Ürgüp and Güzelöz, consists of floodplain to lacustrine deposits with abundant carbonate-bearing paleosols. In addition to this spectacular, easily accessible outcrop, this stop also features a panoramic view of the opposite hills, which expose part of the Cappadocian Volcanic Province (CVP) stratigraphy. The sequence is intercalated between the underlying Gördeles Ignimbrite and the overlying Kızılkaya Ignimbrite.

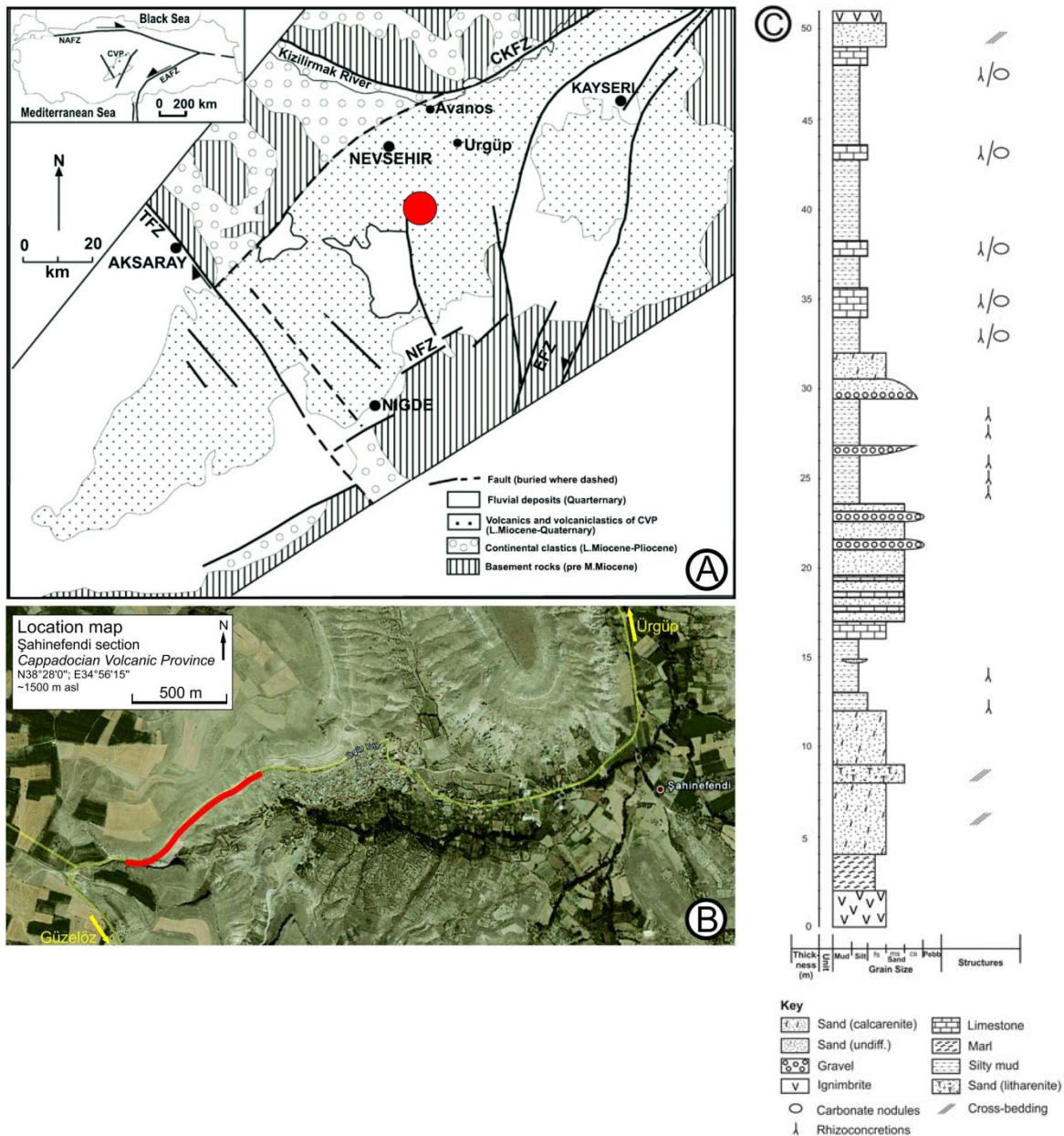
The ca. 50-m-thick sequence begins above the Gördeles Ignimbrite with alternations of greenish-white, cross-bedded calcareous siltstones and silty marls. Up-section, grey to pink silty marls dominate with frequent, nodular to massive carbonate paleosol horizons. They contain sub-vertical, large rhizoconcretions up to 40 cm in length. The sequence was likely deposited in an open, semiarid lacustrine shoreline to fluvio-lacustrine floodplain environment. In the outcrop we can observe shoreline migration and the resulting regressive facies changes. Under favorable climatic and paleo-hydrological conditions, as seems to have been the case in the CVP, carbonate paleosols will develop in fine-grained floodplain sediments, which can be examined in detail at Şahinefendi.

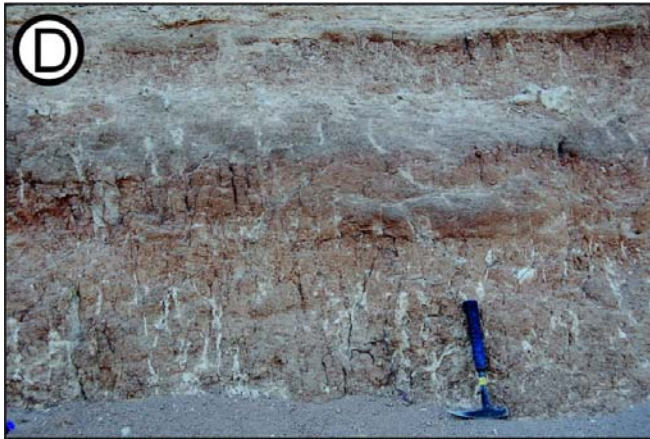
Recent geochronological and chemostratigraphic correlation work by VAMP (E. Aydar and his team, Hacettepe University) on the CVP ignimbrites revealed a late Miocene to earliest Pliocene age for this sequence, based on 6.3 Ma and 5.2 Ma plagioclase  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages for the bracketing ignimbrites. The VAMP team of Frankfurt (formerly Hannover) has worked on the stable isotope geochemistry of hydrated volcanic glasses from ignimbrites and carbonate paleosols from floodplain deposits to decipher the isotopic characteristics of rainfall and vegetation patterns. These are controlled by regional climatic parameters which have been, in turn, likely governed by the uplift of the Anatolian plateau and its margins. Although continental sequences are generally prime candidates for providing high-resolution terrestrial paleoclimatic proxy data (accumulation rates are usually higher than in marine settings), dating such sequences is often challenging.

Hydrogen, oxygen and carbon isotope data from the CVP in general, and the well-dated Şahinefendi section in particular, will provide an opportunity to assess the effects of the Messinian Salinity Crisis (MSC) on the latest Neogene climatic trends of the Central Anatolian Plateau. The well-defined ages

of the bracketing ignimbrites suggest that the fluviolacustrine sequence represents a Messinian climatic archive for a time span of over 1 Ma. With ca. 12 sampled individual paleosol horizons, roughly equally distributed in the profile, we have a climatic archive with a potential temporal resolution of <100 ka.

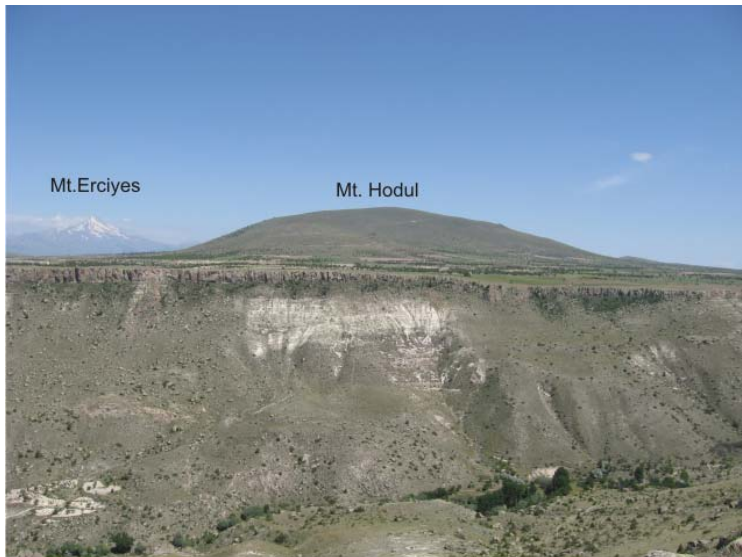
Is plateau aridity a direct consequence of the MSC, or is it the Late Neogene surface uplift and topographic isolation of the plateau by the accentuated Tauride and Pontide mountain ranges that have driven increasing aridity?





**Figure 9.** (A) Schematic geologic map of the Cappadocian Volcanic Field (from Yavuz-Işık & Toprak, 2010). Red dot: Şahinefendi section. (B) Google Earth image of the Şahinefendi section (red line) and the landscape of its surroundings. Note horizontal "layer-cake" bedding attitude typical of the CVF, facilitating lithostratigraphic correlation over a distance of several km. (C) Lithologic log of the Şahinefendi section. (D) Dense network of laterally continuous, sub-vertical rhizoconcretions, representing fossil soil horizons.

#### **Stop 4. Mt Hodul and Mt Erciyes view**



At this location, we will be at ca. 1590 m a.s.l. and see the Hodul Dağ and Erciyes Dağ at the opposite side of the valley (Fig. 10). The lava sequence of Hodul Dağ (5-6 Ma) is characterised by andesitic lava domes and flows. Those lavas have relatively high (mildly high) Sr/Y ratios with an adakite-like nature.

**Figure 10.** Hodul Dağ and Mt. Erciyes.

#### ***Erciyes Volcanism & Glaciation***

Erciyes is the highest mountain in the central Anatolia (3917 m) (Fig. 11). This stratovolcano developed in two main evolutionary stages (Şen et al., 2003). The first stage began with basaltic lava flows, followed by differentiated sequences (basaltic andesite, andesite, dacite and rhyodacite), and terminated with extensive ignimbritic eruptions at ~3 Ma (Innocenti et al., 1975). The second stage involved basaltic, andesitic, dacitic and rhyolitic lavas, and terminated with pyroclastic eruptions and debris avalanches. The youngest volcanic deposits are the dacitic lava flows and the dome of Çarık Tepe, and the rhyodacite domes of Perikartını, Karagüllü and Dikkartın, from which preliminary cosmogenic <sup>36</sup>Cl ages of ca. 10 ka (Sarıkaya et al., 2006) were obtained.

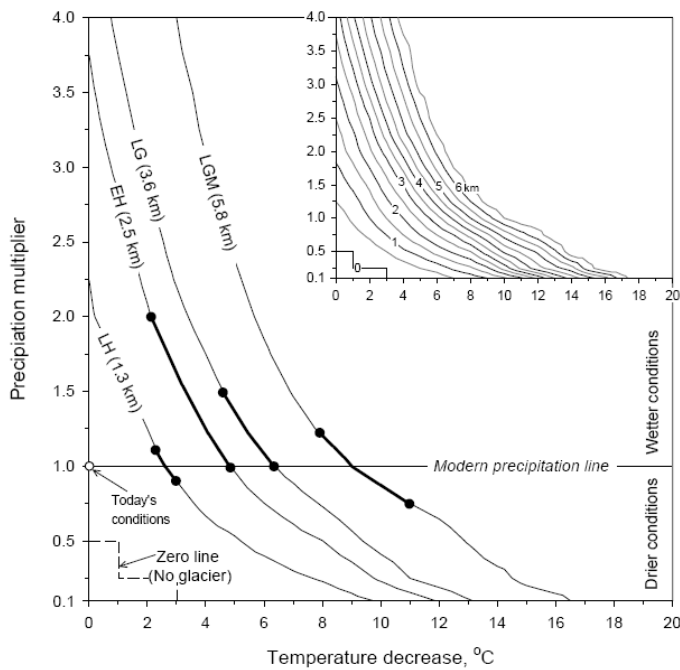
Using glacier modeling and paleoclimate data from the region Sarıkaya et al. (2009) reconstructed the paleoclimate on Erciyes Volcano where glaciers advanced in four glacial stages (Fig. 12).





**Figure 11.** Erciyes Volcano. View of Aksu Valley and moraines on the foreground.

**Last Glacial Maximum** ( $22.4 \pm 1.4$  ka) temperatures were  $6-10^{\circ}\text{C}$  colder than today, while precipitation may have been slightly drier than today to twice as wet. The **Late Glacial** ( $14.1 \pm 1.3$  ka) climate was  $4.6$  to  $7.9^{\circ}\text{C}$  colder with 25% drier to 50% wetter conditions. The **Early Holocene** ( $9.6 \pm 0.9$  ka) climate was  $2.1^{\circ}\text{C}$  to  $4.9^{\circ}\text{C}$  colder and up to twice as wet as today. The **Late Holocene** ( $3.8 \pm 0.4$  ka) climate was  $2.3^{\circ}\text{C}$  to  $3^{\circ}\text{C}$  colder and was slightly wetter to drier. The modern glacier has been retreating under a warming rate of  $0.9-1.2^{\circ}\text{C}$  per century and is expected to melt away in ca. 50 years.



**Figure 12.** Modeled length of the Aksu Valley glaciers during their maximum extents for Last Glacial Maximum (LGM), Late Glacial (LG), Early Holocene (EH) and Late Holocene (LH) as a function of temperature and precipitation changes from those of today. The thick lines with full circles, which indicate boundary conditions from the proxy data, show possible reconstructions of paleoclimate suggested by this study. Inset shows the full model results (Sarıkaya et al., 2009).

## On Bus 2. Mazıköy



In Mazıköy village, we will see the sediments between Kızilkaya and Gördeles ignimbrites (Fig. 13). Gördeles ignimbrite is used as cave storage rooms. Roman graves are carved into Kızilkaya ignimbrite.

**Figure 13.** Gördeles and Kızilkaya ignimbrites in Mazıköy.



### **Stop 5. Sivritepe**

This stop features a nice view (looking west) of southern sector of Acıgöl volcanism. Quaternary basaltic volcanism is represented by monogenetic scoria cones and associated lavas. This area is bounded by the Upper Miocene Erdaş Andesitic Massif (NW) and the Quaternary Göllüdağ Rhyolitic Complex (SW).

### **Derinkuyu Underground City**

This is a perfect site for a close-up inspection of ignimbrites and their use as shelter by early settlers. First built in the soft volcanic rock, possibly by the Phrygians in the 8<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> centuries B.C., it may have been enlarged in the Byzantine era. The city was connected with other underground cities through miles of tunnels. With its eleven floors extending to a depth of approximately 85 m, it was large enough to shelter tens of thousands of people together with their livestock and food storages. It is the largest excavated underground city in Turkey and is part of a network of several underground complexes found across Cappadocia. The underground city could be closed from the inside with large stone doors. The complex has a total 11 floors, though many floors have not been excavated. Unique to the Derinkuyu complex and located on the second floor is a spacious room with a barrel-vaulted ceiling. It has been reported that this room was used as a religious school. Between the third and fourth levels is a vertical staircase. This passage leads to a cruciform church on the lowest level. The large 55 m ventilation shaft provided water to both the villagers above and, if the outside world was not accessible, to those in hiding.

### **On Bus 3. Çardak**

Probable source of the Kavak, Zelve and Sarımaden Ignimbrites. The Kumtepe Ignimbrite covers the region.

### **On Bus 4. Göre**

Göre abandoned stone and cave houses snuggled on basaltic lava flow.

### **Stop 6. Güvercinlik valley**



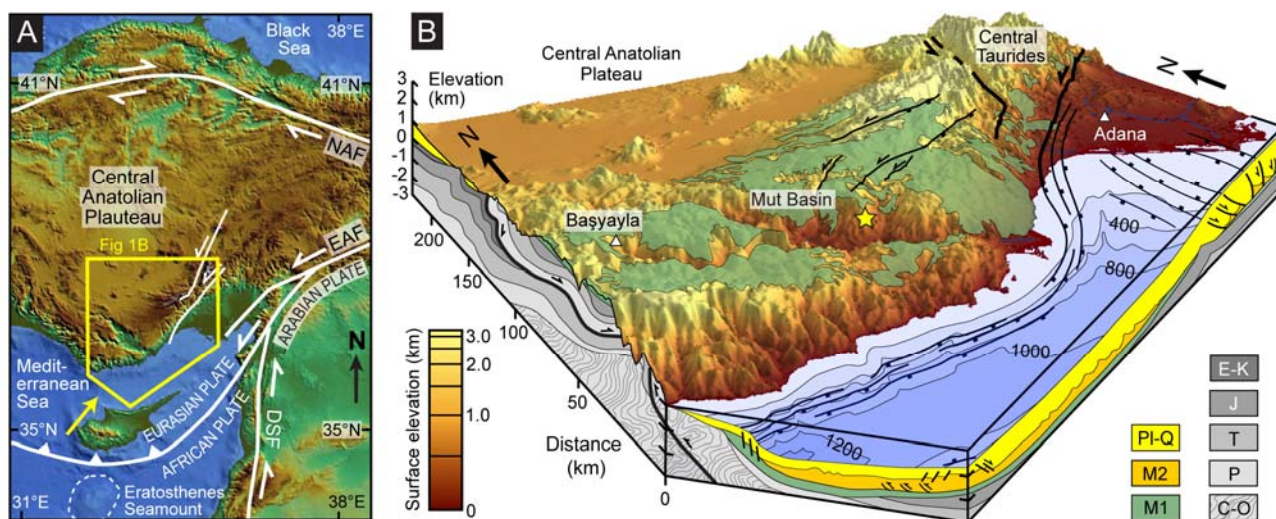
View of the Kavak Ignimbrites intercalated with lacustrine sediments (Fig. 14).

**Figure 14.** Kavak ignimbrites and intercalated lacustrine sediments.

## Day 3. Pre-Middle Miocene paleotopography at the southern plateau margin and the start of Late Miocene surface uplift: NW margin of the Mut-Ermenek Basin

### Goals for today:

- Examine geologic and geomorphic features at the NW margin of the Mut-Ermenek Basin to reconstruct the pre-Middle Miocene paleotopography at the southern plateau margin.
- Understand the stratigraphy of the Mut-Ermenek Basin to define the main tectono-sedimentary processes that affected the southern plateau margin.
- Examine the highest marine sediments capping the Tauride units at the southern plateau margin to constrain the plateau uplift and to start to understand the geodynamic mechanism for surface uplift.
- Understand the fossil assemblages of the youngest marine deposits of the Mut-Ermenek Basin to reconstruct the main paleoecological and paleoclimate changes that affected the southern margin just prior to uplift.



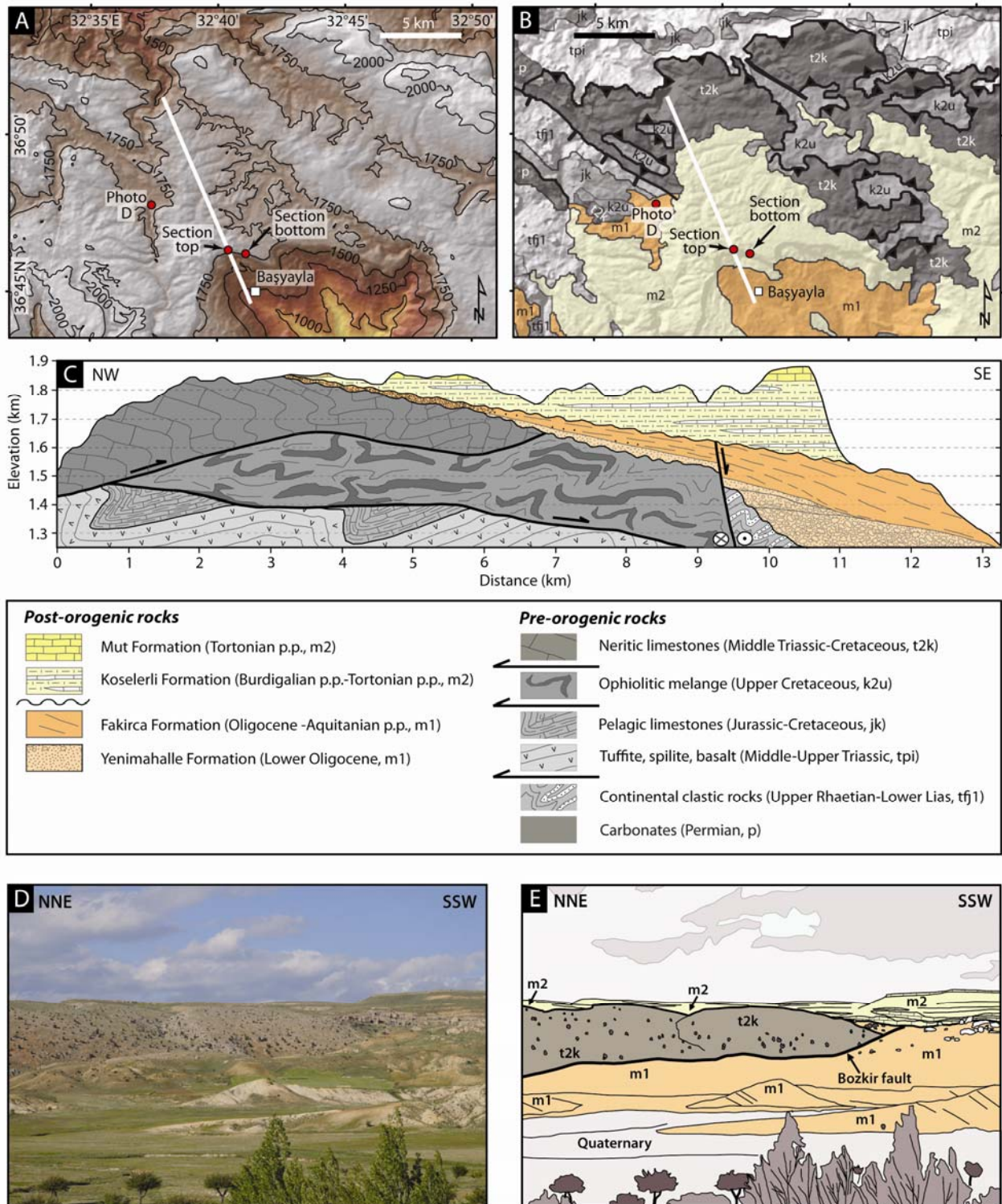
**Figure 1.** 3D perspective view of topography of southern margin of Central Anatolian plateau, with green overlay indicating position of Late Miocene marine sediments capping the margin. Modified from Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*.

### Stop 1. Northern margin of the Mut-Ermenek Basin

This stop offers a panoramic view of the stratigraphic and structural setting of the northern margin of the Mut-Ermenek Basin (Fig. D3-S1). The geology exposed here represents the summary of the tectono-sedimentary evolution of the Mut-Ermenek Basin. Upper Tortonian shallow-water marine deposits onlap both older Neogene deposits and highly deformed Mesozoic carbonates of the Central Taurides. The deposits at the base of the Neogene succession are terrestrial, mainly lacustrine fine-grained sediments (Fakirca Formation, Upper Oligocene-Lower Miocene). They were deposited in sedimentary basins developed within the Taurides as a consequence of mainly transensional tectonics that affected the southern margin of the Central Anatolian plateau during a post-orogenic phase (Fig. D3-S1\_C).

The late Tortonian age of the shallow marine deposits and their horizontal attitude demonstrate that the southern margin plateau started uplifting after 8 Ma with a deeply-sourced uplift mechanism.





**Figure D3-S1:** Local topography (A) from 90-m resolution SRTM DEM data and geology (B) simplified from 1:500,000 MTA map Konya sheet (Şenel, 2002). Bottom and top of sampled section is shown with red dots in both plots. White line oriented NW-SE shows position of local cross-section (C). Cross-section has a vertical exaggeration of 4:1. Red dots mark position of top and bottom of the Başyayla section as well as position of “Photo D”, which is shown in (D) and interpreted in (E). (Cosentino et al., in press, GSA Bulletin).

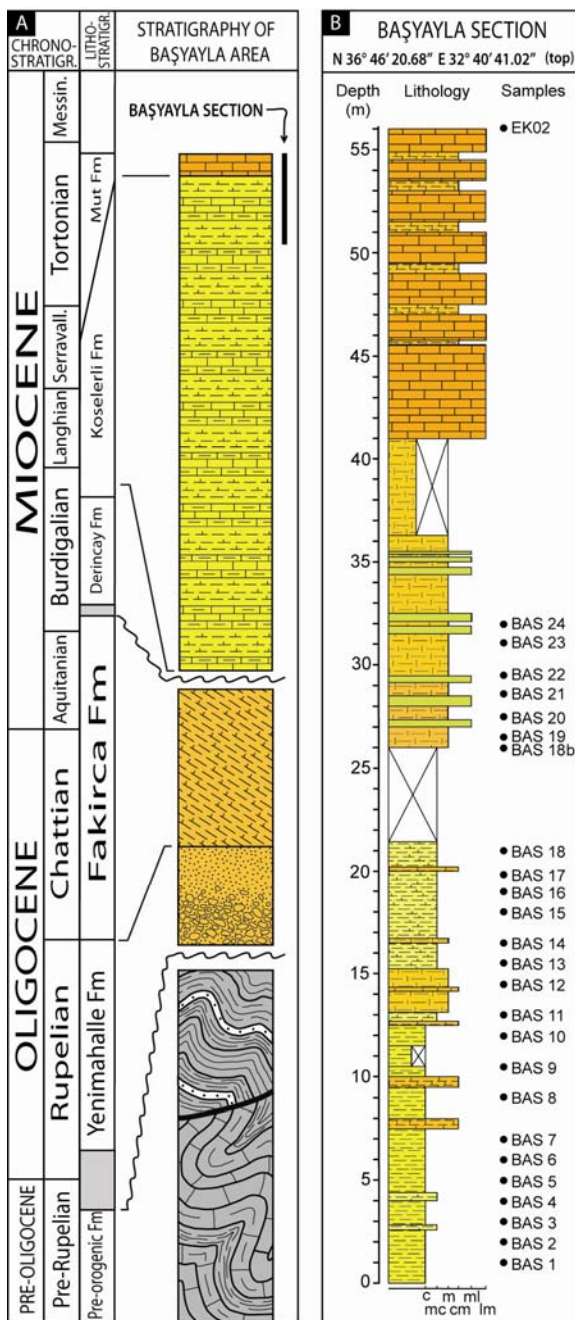
From this panoramic view, the main feature to look for is the onlap surface separating the horizontal Upper Miocene shallow marine deposits of the Mut/Koselerli formations from both the tilted Upper Oligocene-Lower Miocene continental deposits of the Fakirca Formation and the highly deformed Mesozoic limestones of the Central Taurides tectonic units (Fig. D3-S1\_E). A high-angle fault (Bozkir fault) separates the Mesozoic limestones of the Tauride units from the fine-grained deposits of the continental Fakirca Formation. The Bozkir Fault is an ancient strike-slip fault that was reactivated in a late-stage orogenic tectonic phase. The

Bozkir Fault affects the Fakirca Formation, tilting the Upper Oligocene-Lower Miocene continental units, and is covered by the Upper Miocene shallow marine deposits of the Mut/Koselerli formations (Fig. D3-S1\_E).

VAMP used the stratigraphic relationships between the main Neogene megasequences in this outcrop to reconstruct a general stratigraphic scheme for the Mut-Ermenek Basin. VAMP sampled the continental fine-grained deposits from the Fakirca Formation for micropaleontological analyses to better constrain their age and to better understand the environmental changes that affected the southern margin of the Central Anatolian plateau just before the late Burdigalian marine transgression.

## Stop 2. The Başıyayla section

The Başıyayla section represents the highest marine deposits suitable for biochronologic analyses in the uppermost part of the infilling of the Mut-Ermenek Basin (Fig. D3-S2\_1).



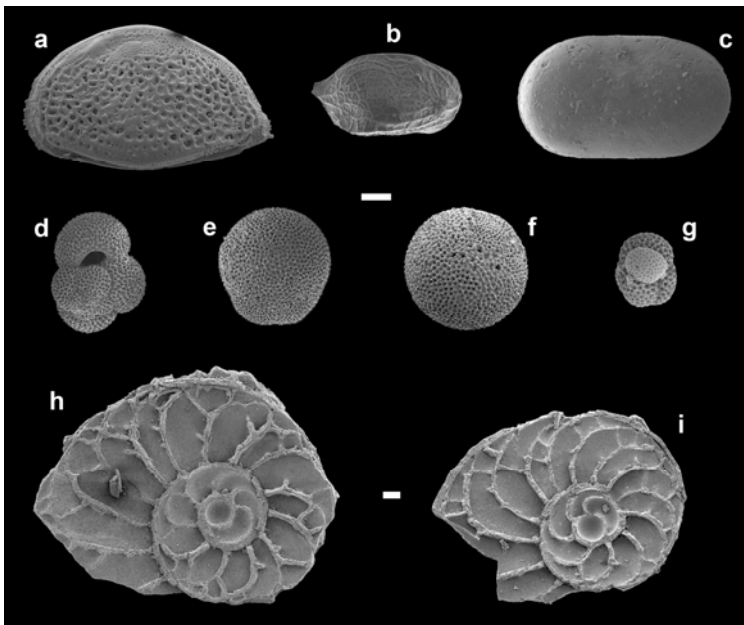
The age of these marine deposits allow us to constrain a maximum age for the uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau.

One of the key features to recognize at this site is the horizontal attitude of all the marine deposits in this region. The marls of the Başıyayla section (Koselerli Formation) are rich in marine fossils (Fig. D3-S2\_2), including ostracods, molluscs, and foraminifera. These fine-grained deposits are rich in large benthic forams (*Heterostegina* spp.), which seem to form a key Late Tortonian horizon in the Mediterranean Basin, since it was found in other Late Tortonian sections in southern Turkey (on the SW and SE plateau margins), as well as in Crete, Calabria (southern Italy), and the Central Apennines (central Italy). In the upper part, the Başıyayla section shows a marl/limestone transition (Koselerli/Mut transition). At this transition, the Mut Formation is characterized by rhodalgal-bryomol limestones, sedimented in a late Miocene carbonate-ramp shallow-water environment.

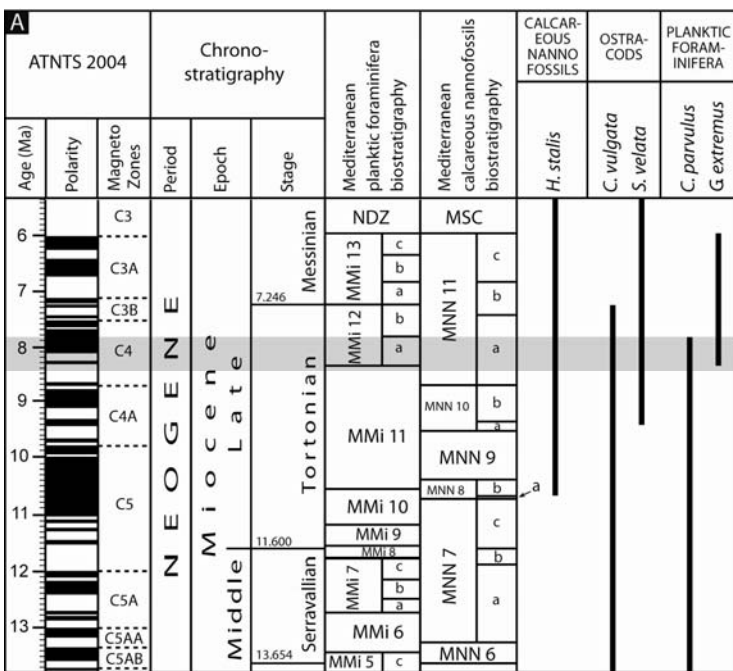
The multidisciplinary analysis of the Başıyayla section involved VAMP teams from Bratislava, Potsdam, and Roma Tre. We analyzed calcareous nannofossils, ostracods, benthic foraminifera, and planktic foraminifera assemblages. In addition we performed Sr isotope stratigraphy and magnetostratigraphy to refine the age constraints and paleoenvironmental reconstructions for these marine deposits. Combining all the results, we obtained a well-constrained age for the highest marine deposits capping the southern margin of the Central Anatolian plateau (Fig. D3-S2\_3). According to our results, the southern margin of the Central Anatolian plateau started to uplift after 8 Ma (Late Tortonian).

**Figure D3-S2\_1:** Regional synthetic stratigraphic log (A) and measured stratigraphic log of the Başıyayla section (B). Abbreviations for the Başıyayla section include c: clay, mc: marly clay, m: marl, cm: clayey marl, ml: marly limestone, and lm: limestone. From Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*.

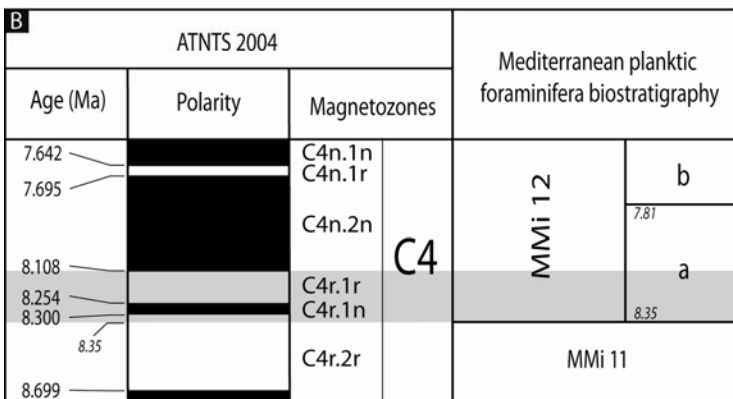




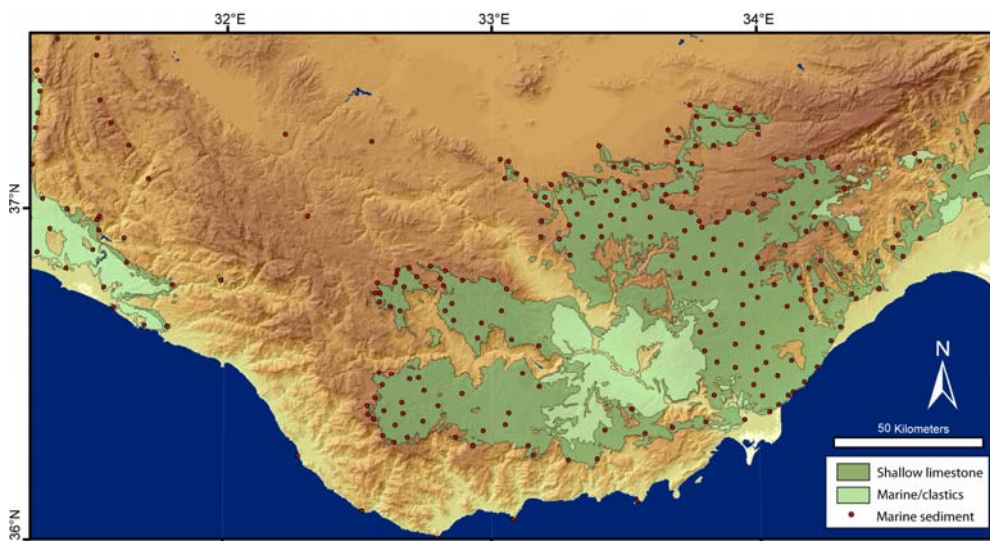
**Figure D3-S2\_2:** Scanning electron microscope pictures of selected ostracods and foraminifers from Başıyayla section used for biostratigraphic constraints. a. *Aurila freudenthali*; b. *Semicytherura velata*; c. *Cytherella vulgata*; d. *Globigerinoides extremus*; e. *Orbulina suturalis*; f. *Orbulina universa*; g. *Catapsidrax parvulus*; h. *Heterostegina* gr. *costata*; i. *Heterostegina papyracea*. White bars correspond to 0.1 mm. (Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*).



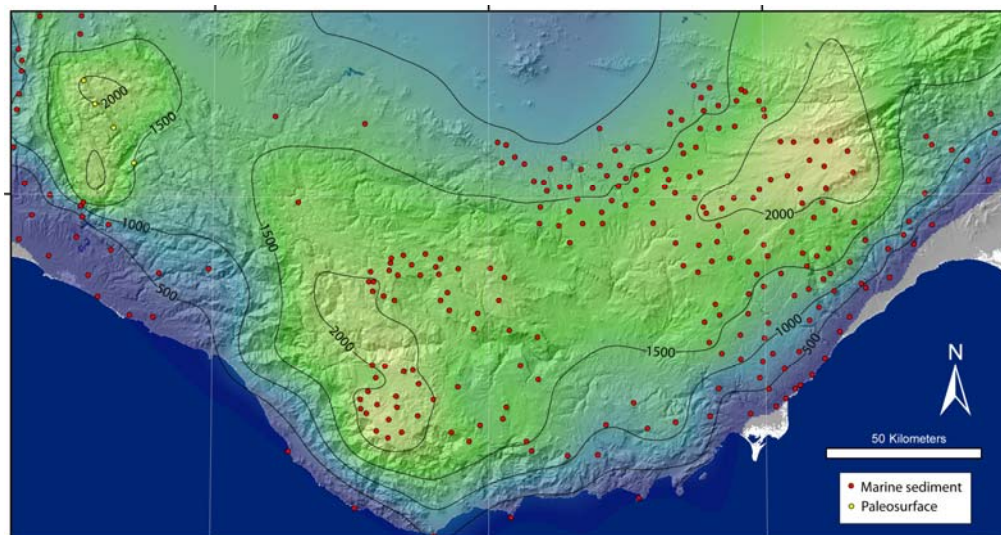
**Figure D3-S2\_3:** A: Integrated Mediterranean biostratigraphic scheme of the Middle and Late Miocene, with the distribution of selected species of calcareous nannofossils, ostracods and planktic foraminifera recovered in the Başıyayla section. The grey band corresponds to the proposed age of the section (band extends below base of *G. extremus* range because the species was not recovered in the lower samples of the section). ATNTS 2004 and calcareous nannofossil biostratigraphy from Lourens et al. (2004); planktic biostratigraphy from Iaccarino et al. (2007). NDZ: Non Distinctive Zone; MSC: Messinian Salinity Crisis. B: Detailed correlation scheme between the biochronological results of the Başıyayla section and the ATNT 2004 time scale. According to both biostratigraphical and paleomagnetic results (grey band), the upper part of the Başıyayla section sedimented during Chron 4r.1r or 4r.2r (8.35-8.108 Ma). (Cosentino et al., in press, *GSA Bulletin*).



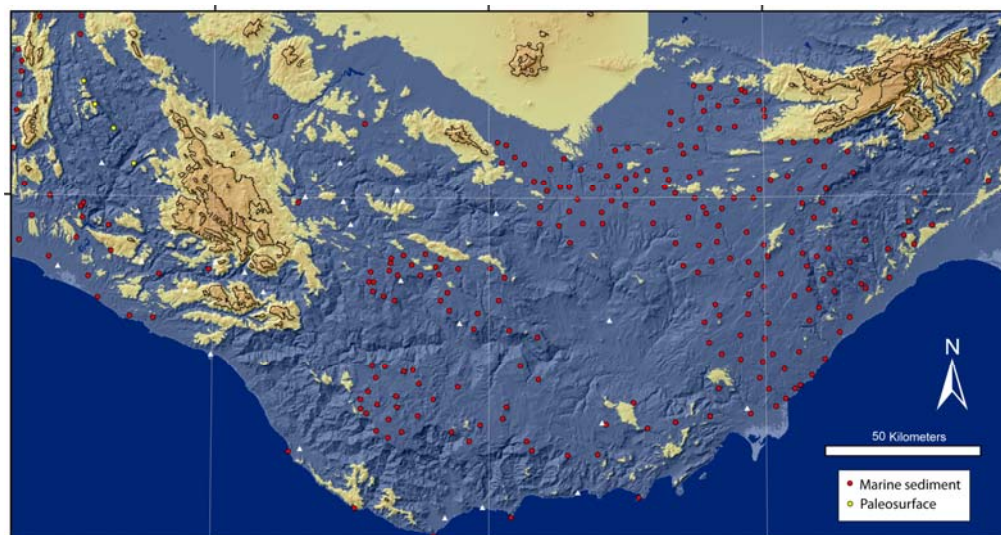
The onlap surface and stratigraphic relations in this region, together with observations of onlap surfaces from other parts of the plateau margin, was utilized to reconstruct the late Miocene paleotopography at the southern margin of the Central Anatolian plateau (Fig. D3-S2\_4).



**Figure D3-S2\_4A:** Mapped pattern of Miocene marine sediments, with red dots showing points used to construct spline surface. From Schildgen et al., in preparation, *Tectonics*.



**Figure D3-S2\_4B:** Spline surface reconstructed from points on uplifted marine sediments, illustrating cumulative surface uplift since deposition of the marine sediments (ca. 8 Ma). From Schildgen et al., in preparation, *Tectonics*.



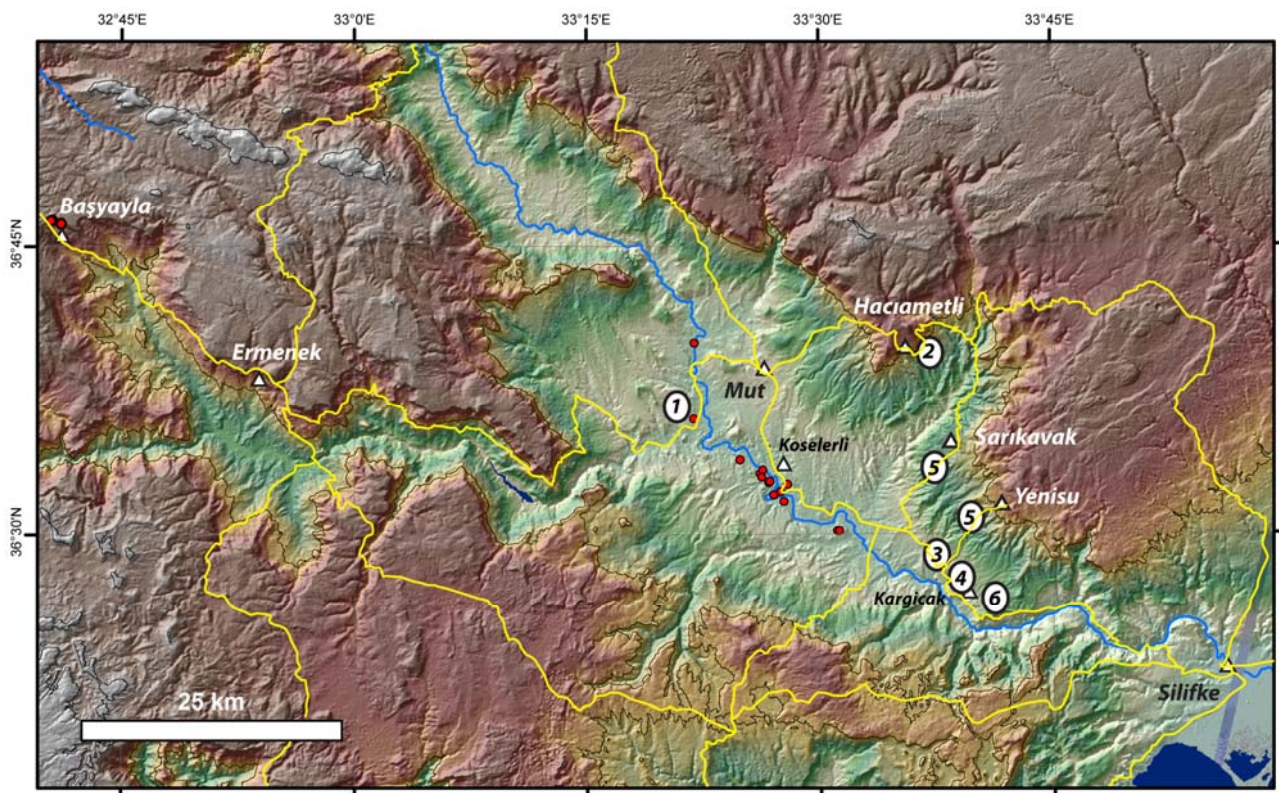
**Figure D3-S2\_4C:** Reconstruction of paleotopography at ca. 8 Ma, derived by subtracting spline surface (Fig. D3-S2\_4B) from modern topography. Black contour lines at 500-m intervals. From Schildgen et al., in preparation, *Tectonics*.



## Day 4. Reconstructing details of the surface-uplift history and effects of the Messinian sea-level lowering: Mut Basin fluvial terraces, Plio-Pleistocene marine sediments, and faults

### Goals for today:

- Understand geologic and geomorphic constraints on changes in the rate of post-Late Miocene surface uplift.
- Understand how the ~1500m draw-down of the Mediterranean Sea during the Messinian Salinity Crisis affected the Mut Basin, and how it affects interpretations of the stratigraphy and surface uplift history.
- Examine faults cutting Late Miocene and younger sediments to start to understand the structural evolution of the southern plateau margin.
- Consider how the surface uplift history and structural evolution may be related to geodynamic processes driving uplift, particularly considering localities and discussions from previous days.

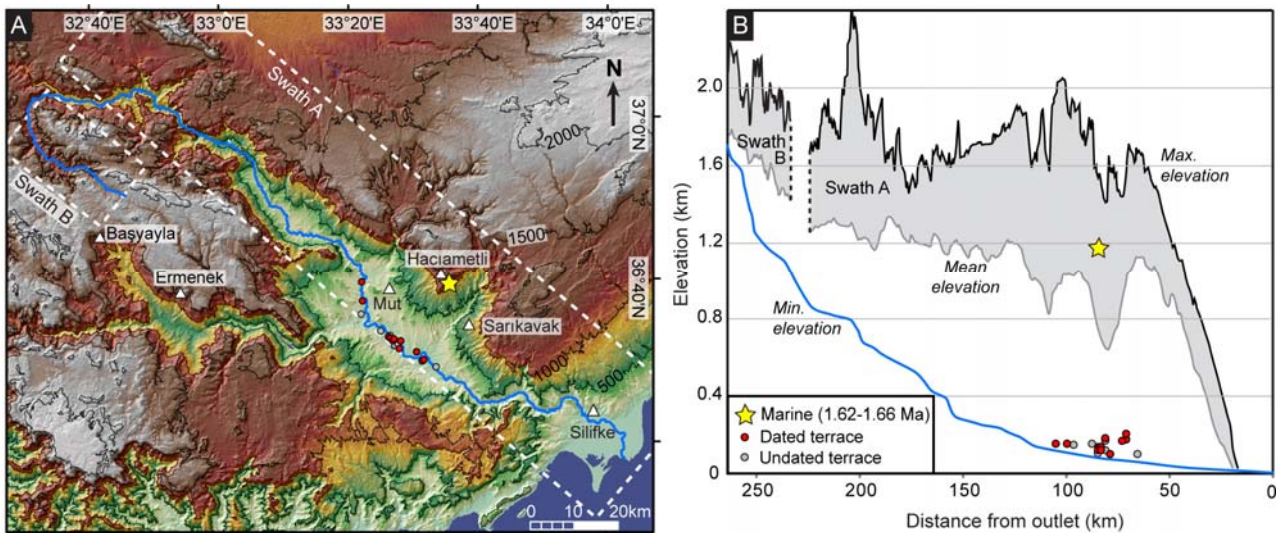


**Figure 1.** Mut-Ermenek with towns and numbered stops. Thin black contour lines are at 1000-m intervals. Yellow lines are roads. Red dots show positions of fluvial terraces. Blue line shows trunk stream of Göksu River.

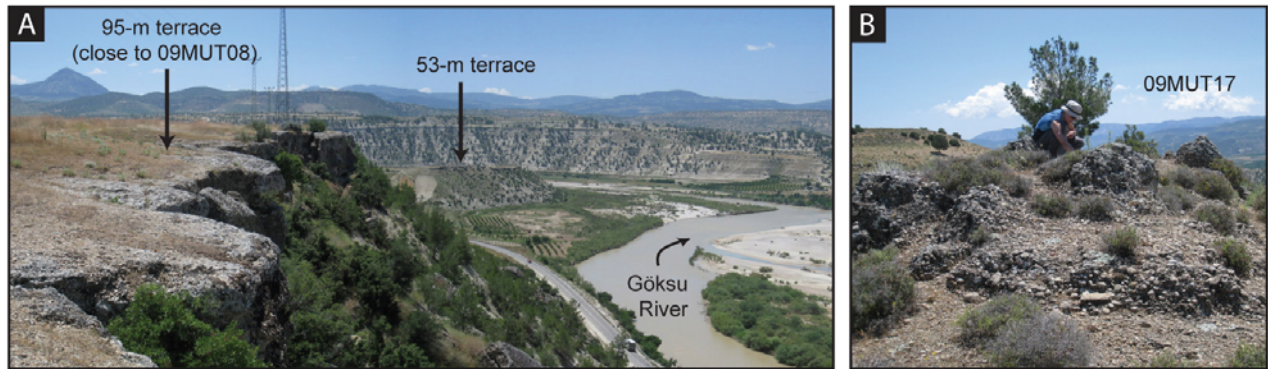
### Stop 1. Pleistocene fluvial strath terraces

Fluvial strath terraces along the Göksu River record the most recent river incision through the older sedimentary units of the Mut Basin. Terrace surfaces range from 28 to 135 m above the modern thalweg, between 150 and 50 km inland from the coast (Fig. 2). The 1.5- to 2.5-m thick fluvial gravels capping the beveled straths are dominated by carbonate clasts with rare occurrences of red chert. Low (28 to 34 m) and intermediate (ca. 50 to 100 m) terraces exhibit relatively smooth, flat surfaces (e.g., Fig. 3A). We can examine an example of one of these low terraces at this stop. In contrast, the 110-m terrace (sample 09MUT17) is cemented, but highly degraded (Fig. 3B), with a reduced thickness (ca. 0.5 to 1 m) and a higher concentration of chert (ca. 10%) compared to the lower terraces. The highest sample site (135 m, 09MUT18) is a cultivated surface with scattered, rounded chert clasts.



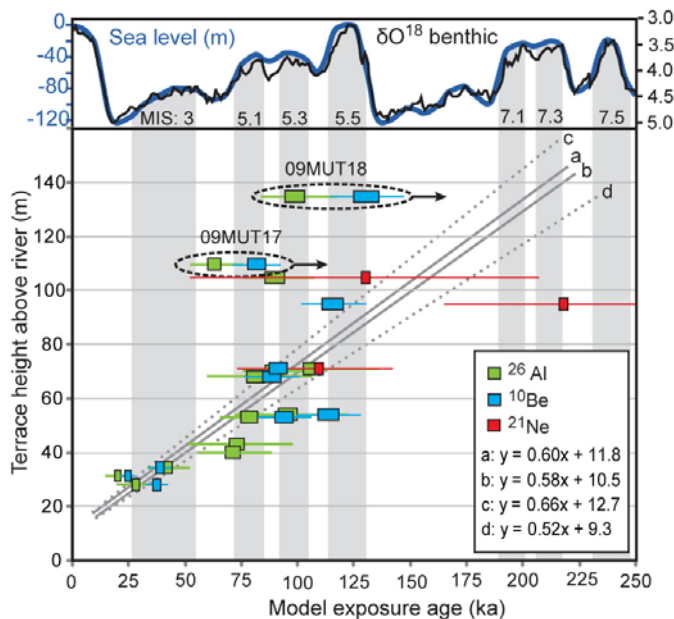


**Figure 2:** A: The main branch of the Göksu River (light blue) in the Mut Basin and positions of fluvial terraces. B: River profile along the Göksu River, with projected positions of terraces and Pleistocene marine sediments from Hacıametli. Gray and black lines (with area shaded between) indicate mean and maximum elevation values from the swath profiles shown in A. From Schildgen et al., in review, *EPSL*.



**Figure 3:** A: Low and intermediate level river terraces with flat, well-preserved surfaces and B: highly degraded 110-m fluvial terrace. From Schildgen et al., in review, *EPSL*.

Cosmogenic exposure ages ( $^{10}\text{Be}$ ,  $^{21}\text{Ne}$ , and  $^{26}\text{Al}$ ) measured on chert clasts from fluvial strath terraces located between 28 and 135 m above the modern Göksu River in the Mut Basin yield ages ranging from ca. 25 to 130 ka, for an average incision rate of 0.52 to 0.66 mm/yr (Fig. 4). This is significantly faster than the long-term average 0.25 mm/yr of surface uplift since ca. 8 Ma, based on the age of the 2km-high uplifted marine sediments near Başyayla, and suggests that either surface uplift rates increased through time, or surface uplift proceeded in distinct, pulsed phases. But are fluvial incision rates of the representative of surface uplift rates?



But are fluvial incision rates of the representative of surface uplift rates?

**Figure 4:** Exposure ages for fluvial strath terraces of the Mut Basin. Bars on symbols show  $2\sigma$  errors. Sea level variations from Bintanja et al. (2005) and  $\delta\text{O}^{18}$  data from Lisiecki and Raymo (2005). Odd-numbered marine isotope stages (MIS) are shaded. Circled samples (09MUT17 and 09MUT18) are considered to yield minimum ages due to extensive surface erosion. Gray lines show York regression fits (with  $2\sigma$  errors, dashed) to all data except the old  $^{21}\text{Ne}$  outlier and the two terraces with minimum ages. Modified from Schildgen et al., in review, *EPSL*.



## **Stop 2. Pleistocene marine sediments at Haciemetli**

Yildiz et al. (2003) reported surprising results from three sections that were presumably part of the Koselerli Fm (Middle to Late Miocene age, according to the previously-published stratigraphy; see stratigraphic section for Mut Basin for Day 3), however, nannofossil and planktic foraminifera assemblages revealed Calabrian (Early Pleistocene) ages for the section near the village of Haciemetli (Fig. 5). Initial results from members of the VAMP team from Roma Tre University on nannofossil assemblages corroborate this finding for the Haciemetli section. Importantly, the Haciemetli section crops out at ca. 1200 m a.s.l., implying a post-Early Pleistocene surface uplift rate of ca. 0.7 mm/yr. This is in close agreement with the fluvial incision rates derived from the strath terraces.



Here, high-angle faults cut Early Pleistocene sediments. Faults like these are seen throughout the southern margin, however, the nature of the tectonic deformation is not well constrained. At this stop we can observe the orientation of the faults and look for kinematic indicators. On the side of the road, the contact with the Mut Formation limestone is exposed. Here we can check the contact and discuss if or how it may be related to the ca. 1500 m drop in sea level during the Messinian Salinity Crisis, just prior to the Zanclean flooding at the start of the Pliocene.

**Figure 5:** Haciemetli section, showing high-angle faults cutting Early Pleistocene (Calabrian, ca. 1.6 Ma) marine sediments.

## **Stop 3. Fault cutting calcarenites**

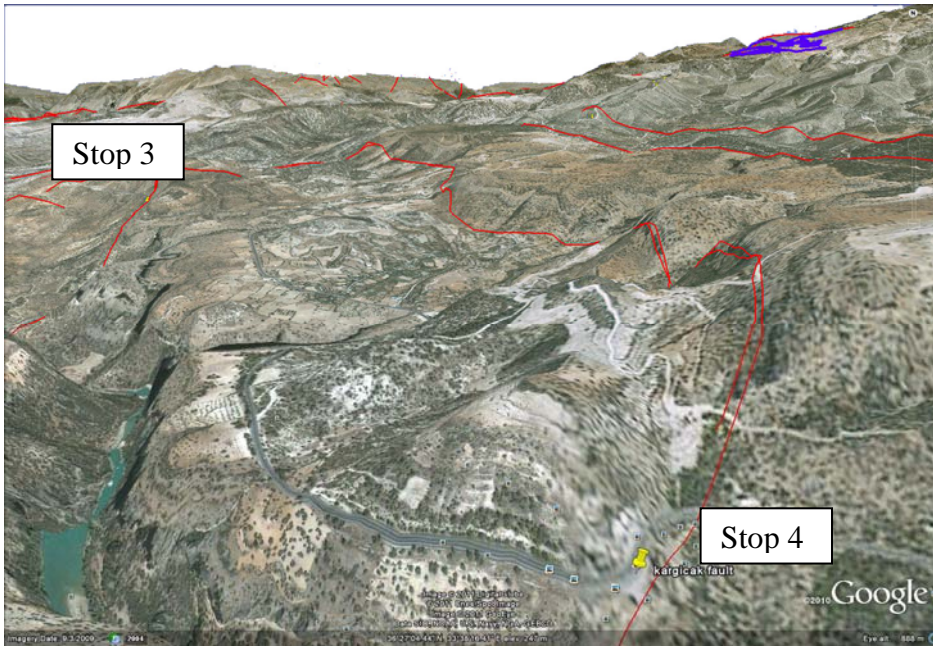
This fault cuts calcarenites that form the base of the Plio-Pleistocene marine succession, and shows syn-kinematic calcite with multiple generations of slickenlines (Fig. 6). What are the kinematics and the orientation of this fault? How could the faults we have observed cutting the Plio-Pleistocene sediments relate to post-Pleistocene surface uplift of the Central Anatolian plateau? Can we relate these to faults and deformation patterns observed along the monoclinaly warped western slope of the Altiplano-Puna plateau?



**Figure 6:** Fault cutting Pliocene calcarenites with slickenlines and syn-kinematic calcite.

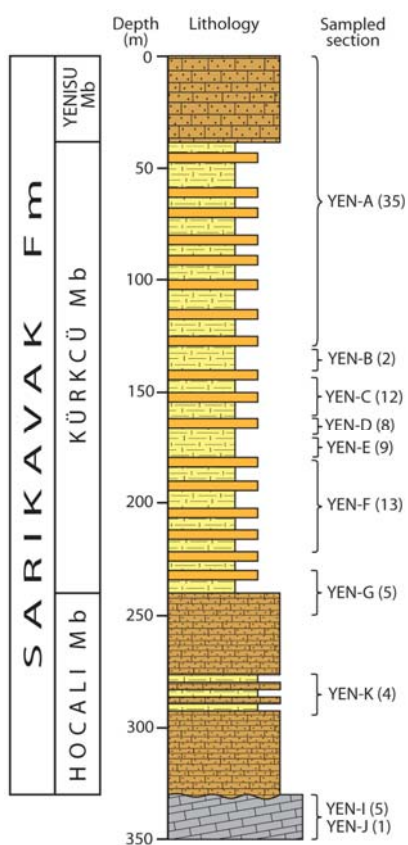
## **Stop 4. Fault cutting Mut Limestone at Kargicak**

At this stop we can see a fault offsetting the Mut Limestone by several tens of meters. What is the nature and orientation of this fault? An overview of the fault and the surrounding topography is shown in Fig. 7.



**Figure 7:** Google Earth image showing traces of faults cutting Pliocene calcarenites (Stop 3) and Late Miocene Mut Formation (Stop 4).

### **Stop 5. Plio-Pleistocene marine sediments of Yenisu and/or Sarikavak sections**



Although it is difficult to distinguish the Plio-Pleistocene sediments from the Miocene Koselerli Fm, we will examine the section and point out some key distinguishing features of the Plio-Pleistocene sediments. Also, from vantage points along these sections (or along just one section) we will try to point out areas where the regional erosional surface can be seen.

At what elevation do we see the Pliocene sediments? How does this relate to the Messinian Salinity Crisis and its possible effects on the Mut Basin morphology & stratigraphy?

From these sections, members of the VAMP team from Roma Tre and Potsdam constructed a composite log of the Plio-Pleistocene marine sediments (Fig. 8). We are currently working to formally define the Plio-Pleistocene succession as a new formation in the Mut Basin stratigraphy and to derive additional age constraints from biostratigraphy and Sr-isotope stratigraphy. This section is critical for demonstrating the total magnitude of post-Early Pleistocene surface uplift of the southern margin, as well as for demonstrating how the Mut Basin was affected by the Messinian draw-down of the Mediterranean Sea level.

**Figure 8:** Composite section of Plio-Pleistocene marine sediments of the soon-to-be-defined "Sarikavak Fm".

### **Stop 6: Onlap of Miocene marine sediments onto paleotopography**

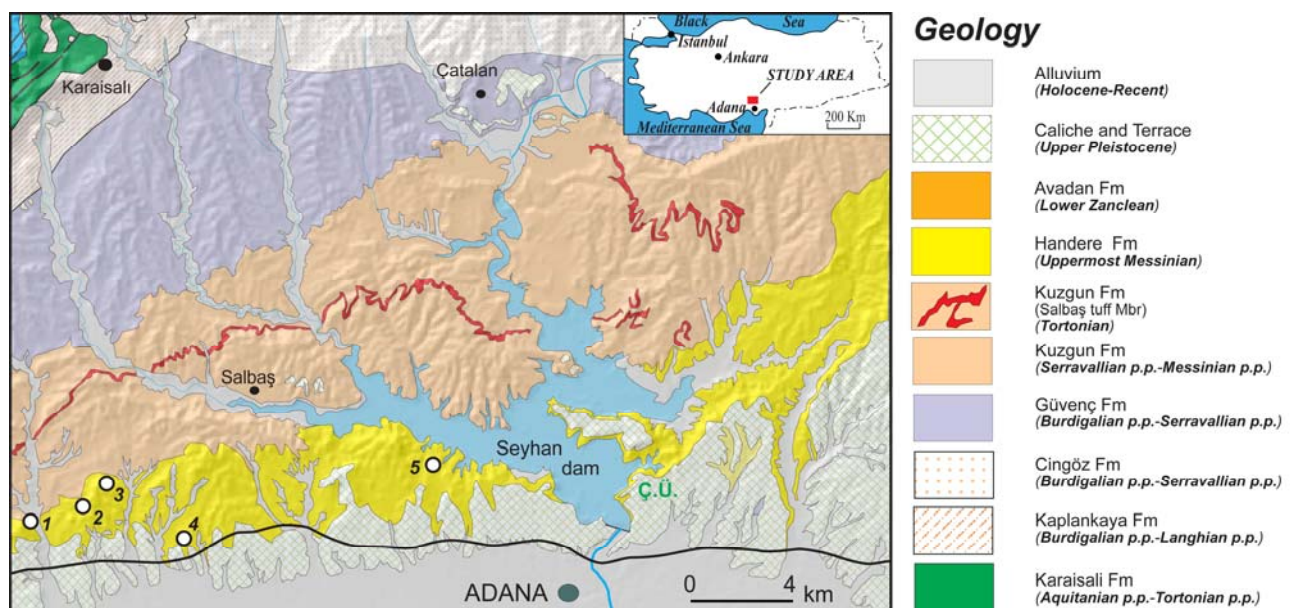
The onlap of the Mut and Koselerli formations onto highly deformed Mesozoic and older rocks marks the southern margin of the Mut Basin. Here again we can recognize paleotopography that existed along the southern margin prior to the post-Late Miocene surface uplift.



## Day 5. The vestiges of the Messinian Salinity Crisis in the Adana Basin: Unravelling the uplift of the Central Anatolian plateau southern margin

### Goals for today:

- Examine the new stratigraphic scheme of the Messinian-Pliocene deposits of the Adana Basin to recognize some signatures of the plateau margin uplift.
- Understand the different lithologies of the Messinian Salinity Crisis in the Adana Basin and their significance in the frame of the Mediterranean Messinian stratigraphy.
- Examine different erosional surfaces affecting the Messinian succession of the Adana Basin to evaluate draw-down versus uplift effects.
- Understand the tectono-sedimentary significance of the Handere Formation to refine the maximum age of uplift of the Central Anatolian plateau southern margin.



**Figure D5.** Map of NW margin of Adana Basin showing geology (revised by VAMP team from Roma Tre University) and all stops for Day 5. Modified from Yetiş and Demirkol (1986) and Unlüğenç (1993).

### **Stop 1. Karayayla section: Lower Evaporite and Messinian Erosional Surfaces (MES1 + MES2)**

The Karayayla section is located close to the western margin of the Adana Basin, where the Messinian Lower Evaporites crop out. This quarry exposes the primary Lower Evaporites of the sequence associated with the Messinian Salinity Crisis (MSC) (Fig. D5-S1\_1), which started to be deposited at 5.96 Ma throughout the Mediterranean Basin. Although the Messinian Lower Evaporites of the Mediterranean Basin are mainly characterized by gypsum and sapropel layers, the Karayayla quarry shows a cyclical alternation of anhydrite and sapropel layers, sedimented during the first stage of the MSC in a deeper marine desiccating environment with respect to the selenitic deposits of the marginal marine successions.

In the Karayayla area, a well-developed erosional surface cuts the Lower Evaporites (Messinian erosional surface, MES), and fluvial deposits (mainly conglomerates of the Handere Formation, uppermost Messinian) rests on top of the MES (Fig. D5-S1\_2). In the Adana Basin we recognized two different erosional surfaces: MES1 at the top of the Lower Evaporites and MES2 at the base of the Handere Formation. In some places both of these erosional surfaces cut as far down as the Kuzgun Formation (Tortonian-lower Messinian). The erosional surface at the top of the Lower Evaporites (MES1) is well-known throughout the Mediterranean and is thought to be related to the lowering of the Mediterranean base level as a consequence of the closure of the Atlantic gateway and to the deposition of thick evaporite layers (mainly gypsum and halite) during the MSC. What events could have generated the MES2?

The VAMP team from Roma Tre used the outcrop of the Lower Evaporites in the Karayayla section to recognize the seismic facies of the Lower Evaporites in the Adana Basin seismic lines. This was possible because seismic line ADD-88-301 (provided by TPAO) starts in the Karayayla area.

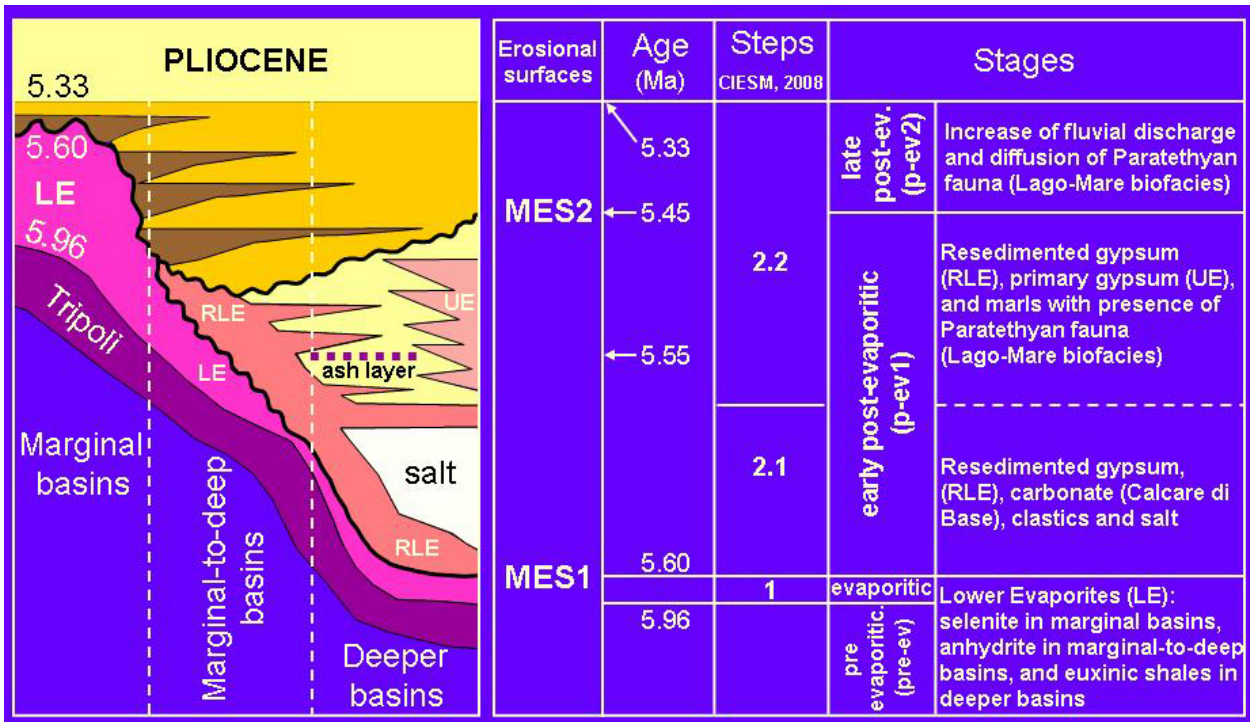


Figure D5-S1\_1. Messinian Salinity Crisis scheme

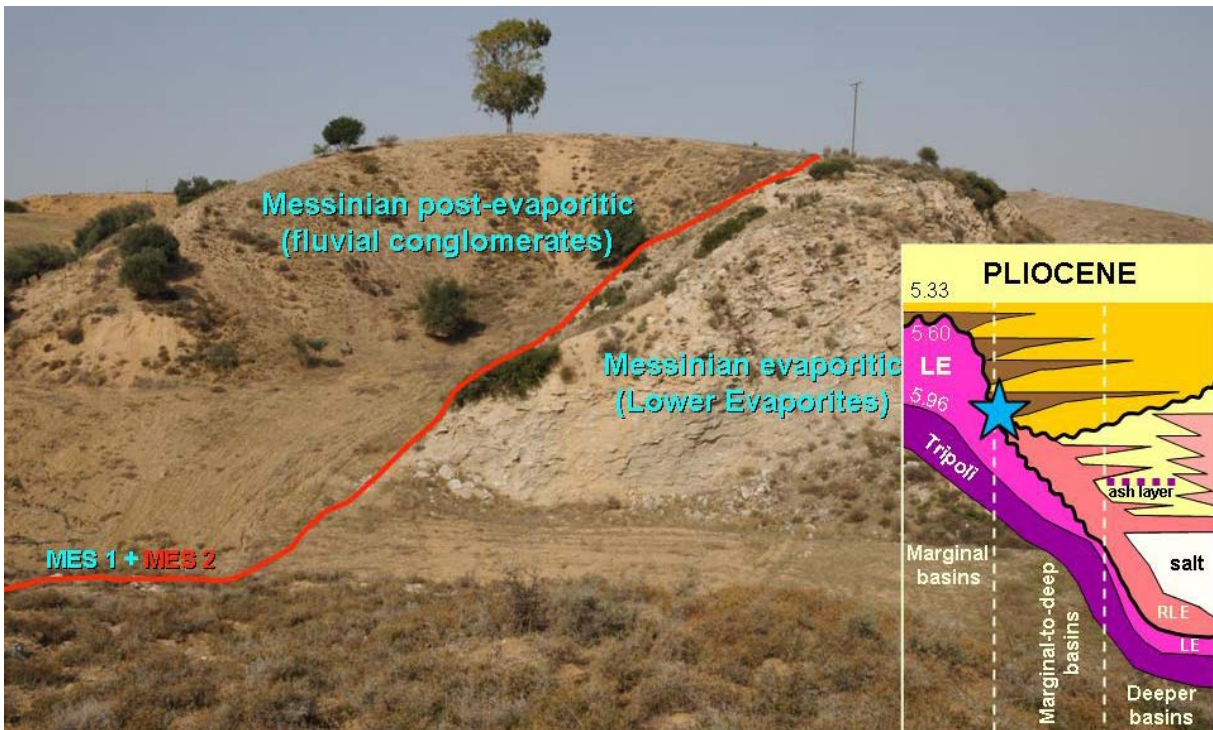


Figure D5-S1\_2. The Messinian Erosional Surfaces (MES1 & MES2) in the Karayayla section.



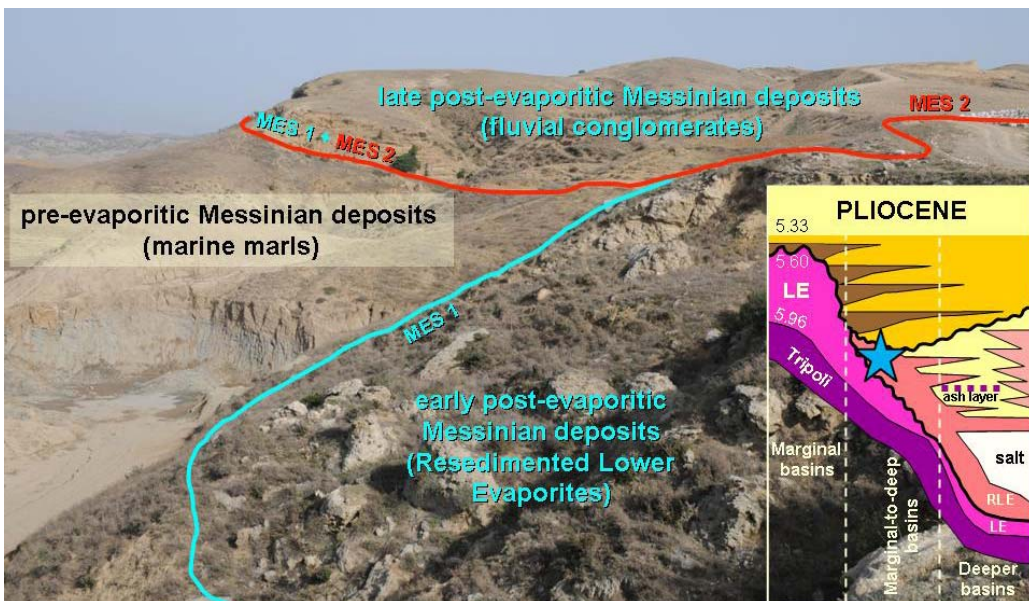
**Stop 2. Topçu area Lower Evaporites, Upper Evaporites, and Handere Formation (MES1 + MES2)**

In the Topçu gypsum quarry, cyclical alternation of anhydrite and sapropel layers pertaining to the Messinian Lower Evaporites (Fig. D5-S2\_1) crop out just beneath resedimented gypsum beds, which mainly consist of gypsarenites and gypsrudites (Resedimented Lower Evaporites, RLE, also referred to as the “Upper Evaporites”). The RLE rest on top of the MES1. In some places primary gypsum layers (selenite layers) can be found within the RLE. In the vicinity of the Topçu gypsum quarry, the MES1 separates the RLE from the underlying Messinian pre-evaporitic marine marls of the Kuzgun Formation (Tortonian-Lower Messinian).



**Figure D5-S2-1.** Lower Evaporites at Topçu gypsum quarry.

North of the Topçu gypsum quarry, both of the Messinian erosional surfaces (MES1 and MES2) can be observed. There, the merged MES1 and MES2 separate the Messinian pre-evaporitic marls of the Kuzgun Formation from the overlying fluvial conglomerates of the uppermost Messinian Handere Formation (Fig. D5-S2\_2). The VAMP team from Roma Tre used stratigraphic relationships between the Lower Evaporites, the Resedimented Lower Evaporites, and the Handere Formation as observed in the Topçu area to define a general stratigraphic scheme for the Messinian deposits of the Adana Basin.



**Figure D5-S2\_2.** MES1+MES2 in the Topçu area.

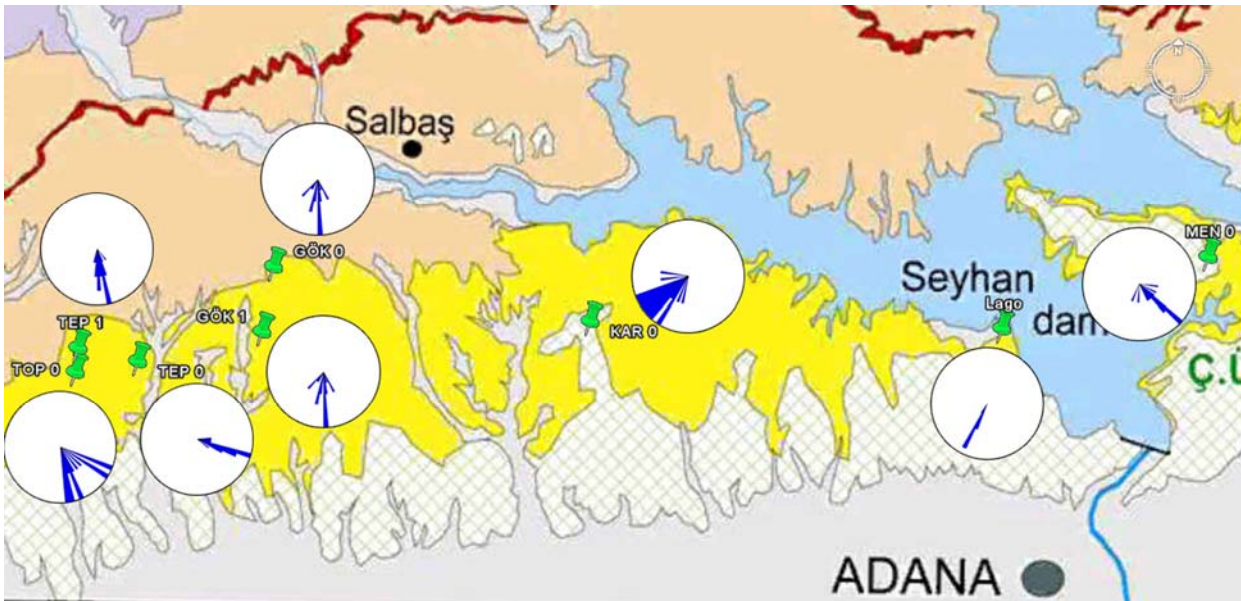


### **Stop 3. Topçu-Tepeçaylak area: the Handere Formation**

In the Topçu-Tepeçaylak area the Handere Formation is well exposed. It mainly consists of fluvial conglomerates with well-rounded clasts coming from sedimentary, volcanic, and metamorphic rocks of the Tauride units (Fig. D5-S3\_1). Paleocurrent indicators show the dominant flow direction towards SE (Fig. D5-S3\_2), suggesting source areas within the southern margin of the Central Anatolian plateau. Considering both the outcrop area of the Handere Formation in the field and the seismic lines across the Adana Basin, we infer more than 1 km of thickness for the conglomerates above the MES2. This great thickness and the associated very rapid sedimentation rate suggest that the Handere Formation was deposited in an active tectonic setting, which is likely related to rapid uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau during latest Messinian time.



**Figure D5-S3\_1.** Field photo of the Handere Formation at Topçu.



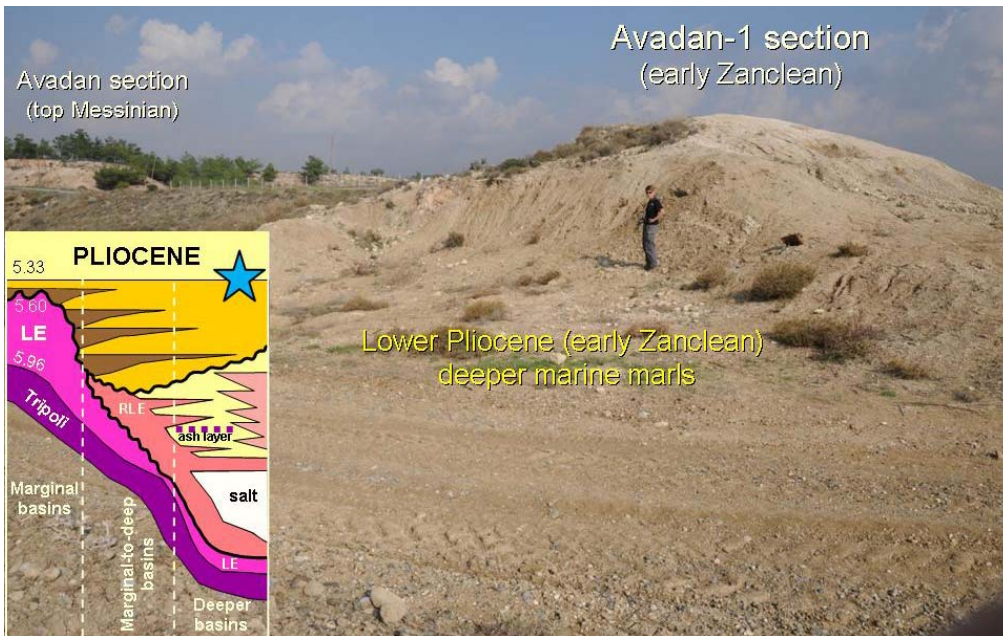
**Figure D5-S3\_2.** Paleocurrent map of the Handere Formation.

### **Stop 4. Avadan section: The Pliocene flooding event in the Adana Basin and the age of the Handere Formation**

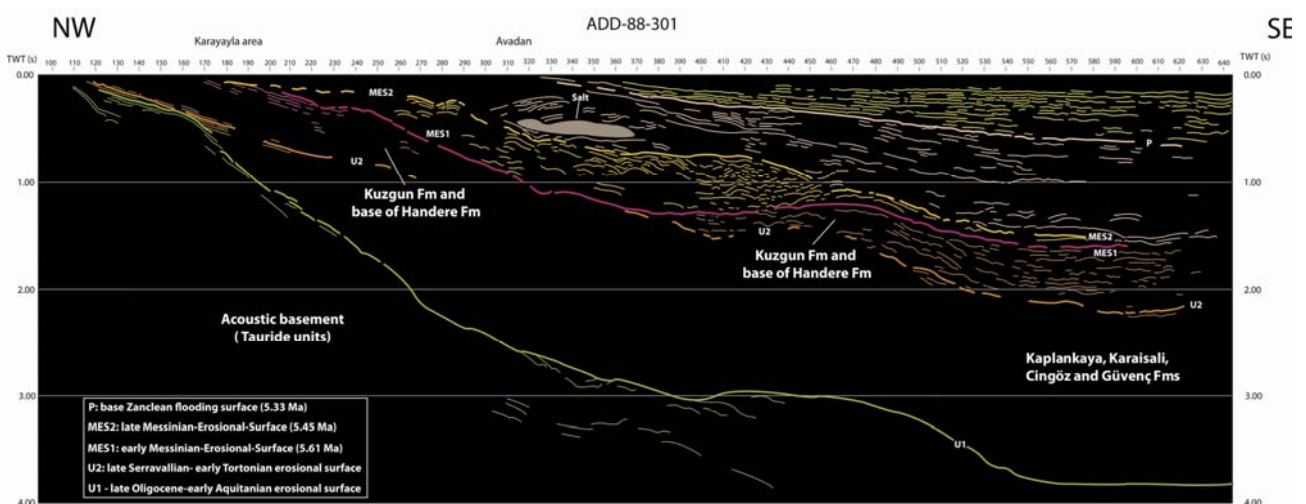
Even though this section is not so spectacular, it is the most important section for defining the age of the Handere Formation. Near the Avadan village, bathyal marine clays rest on top of the fluvial deposits of the Handere Formation (Fig. D5-S4\_1). In the Avadan section, a poor Lago-Mare (uppermost Messinian) ostracod assemblage was found in the Handere Formation, whereas in the marine clays, rich and well-diversified early Zanclean (base of the Pliocene) marine faunal and floral assemblages were found by members of the VAMP team (Cipollari et al., in prep, Geological Society of London, Special Publications). The continuous occurrence of *Reticulofenestra zancleana* and the base of the *Reticulofenestra pseudoumbilicus* paracme has been verified in the calcareous nannofossil assemblages of the Avadan section. This latter bioevent occurs diachronously in a time range spanning from the 4<sup>th</sup> to the 6<sup>th</sup> precessional cycles of the Pliocene. These results point to a very early Zanclean age (MNN12a subzone) for the studied section (5.332-5.199 Ma). The ostracod assemblage is characterized by the presence of *Krithe*

*compressa* and *Argilloecia acuminata*, pointing to epibathyal and bathyal environments (i.e., paleodepths of ca. 1000 m).

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  measurements on ten foraminifera samples performed by VAMP team members from the University of Potsdam gave ratios ranging between 0.709006 and 0.708979, with an average value of 0.708998, for estimated ages falling within the lower Zanclean when compared to the global ocean Sr record. The Avadan section allowed us to constrain the Handere Formation to within the Messinian (late post-evaporitic phase of the MSC), and to recognize the Mediterranean Pliocene flooding in the Adana Basin. The VAMP team from Roma Tre used these results to help interpret seismic line ADD-88-301 (Fig. D5-S4\_2), which crosses the Adana Basin very close to the Avadan section.



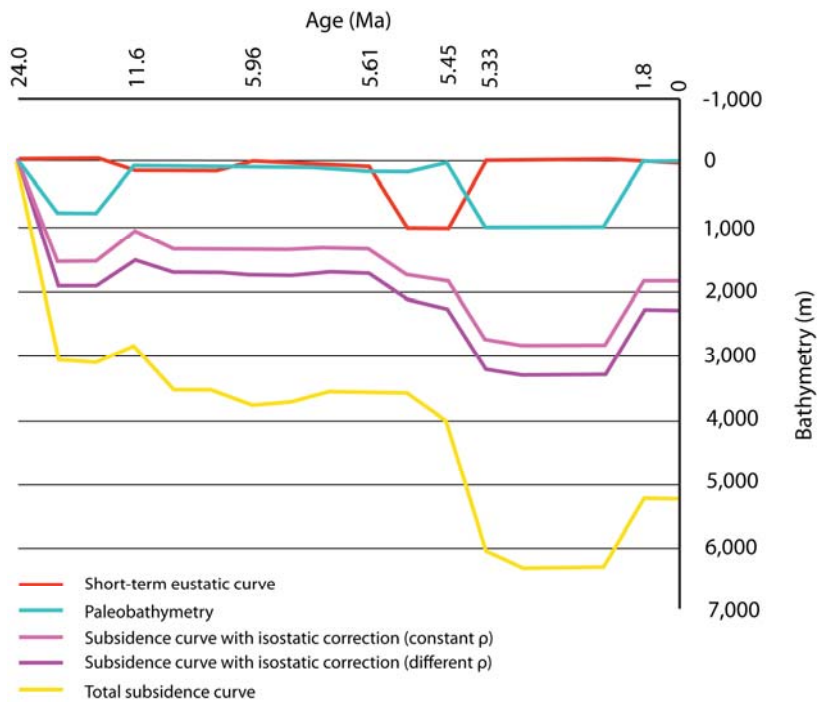
**Figure D5-S4\_1.** Early Zanclean marine section at Avadan.



**Figure D5-S4\_2.** ADD-88-301 Seismic line.

Starting from the interpretation of the ADD-88-301 seismic line, members of the VAMP team from Roma Tre reconstructed the subsidence curve of the Adana Basin (Fig. D5-S4\_3). According to our results, the major subsiding event that affected the Adana Basin occurred in the uppermost Messinian (5.45-5.33 Ma), accommodating the deposition of more than 1 km of fluvial conglomerates (Handere Formation), with clasts derived from the Central Taurides (Central Anatolian plateau southern margin). No other major subsidence event preceded the one that started at 5.45 Ma. This result allows us to consider the sedimentation of the





Handere Formation as the signature in the Adana Basin of the uplift of its NW margin (Central Anatolian plateau southern margin), with an uplift mechanism which also must have induced rapid subsidence in the depocenter of the Adana Basin.

**Figure D5-S4\_3.** Subsidence curve of the Neogene Adana Basin.

### **Stop 5. Adana section: Lower Messinian deposits, MES1, Resedimented Lower Evaporites**

In the Adana section, the Resedimented Lower Evaporites (RLE) lie unconformably over the Kuzgun Formation, which is characterized by marine clays, silty clays, and sands. The pre-evaporitic deposits of the Adana section were recently analyzed by Darbaş and Nazik (2010) (Semiramis section), who consider the fine-grained deposits of the Kuzgun Formation as Late Tortonian-Early Messinian in age. The analyses carried out by VAMP team members from Roma Tre on the shallow marine pre-evaporitic deposits of the Adana section, however, showed the occurrence of Early Messinian ostracod assemblages.

The RLE are characterized mainly by gypsrudites and huge blocks of banded selenite (Fig. D5-S5\_1), resedimented as debris flows within fine-grained deposits containing oligohaline ostracod assemblages with Paratethyan affinity. The ostracod assemblages within the RLE are characterized by the occurrence of *Cyprideis agrigentina* in the lower part, whereas *Cyprideis agrigentina* and *Loxococoncha mülleri* define the ostracod assemblages in the upper part of the section (Fig. D5-S5\_2). These ostracod assemblages characterize the Messinian early post-evaporitic deposits of the Mediterranean Basin (5.60-5.45 Ma).



**Figure D5-S5\_1.** Outcrop of the Resedimented Lower Evaporites (RLE) near Adana.



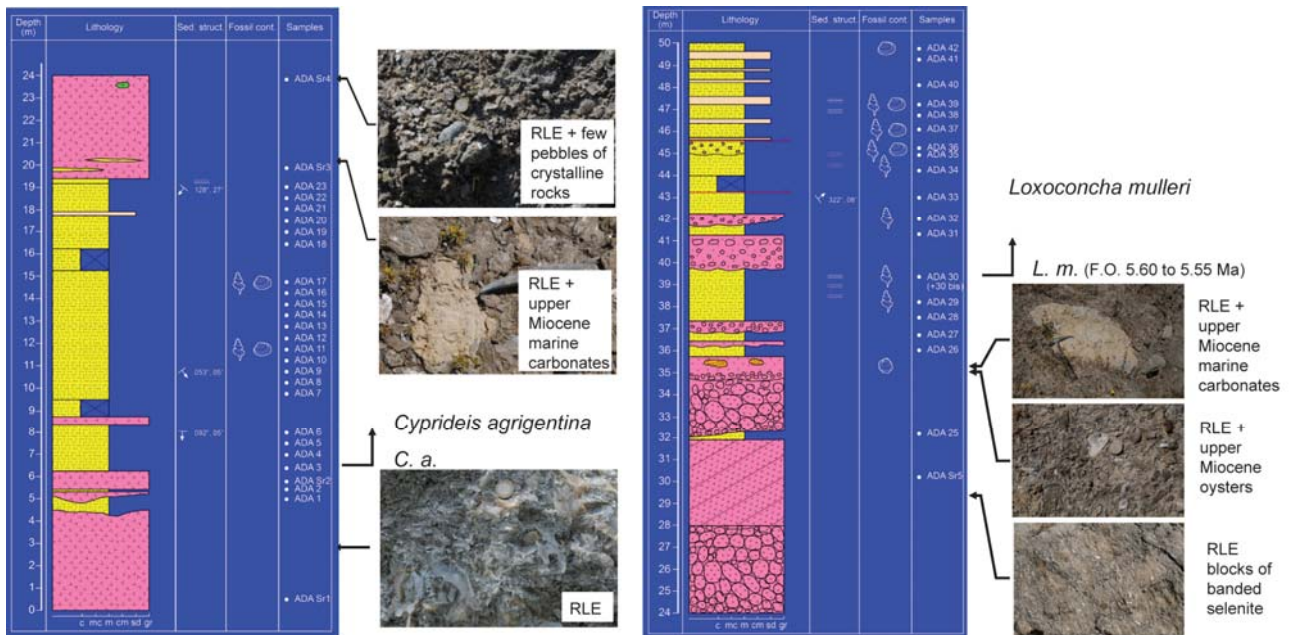


Figure D5-S5\_2. Stratigraphic logs of the “Adana” section

The stratigraphic relationships observed throughout the Messinian-Pliocene deposits of the Adana Basin combined with the micropaleontological analyses on ostracods, foraminifera, and calcareous nannofossil assemblages from the sampled sections allowed us to construct the correlation panel in Fig. D5-S5\_3.

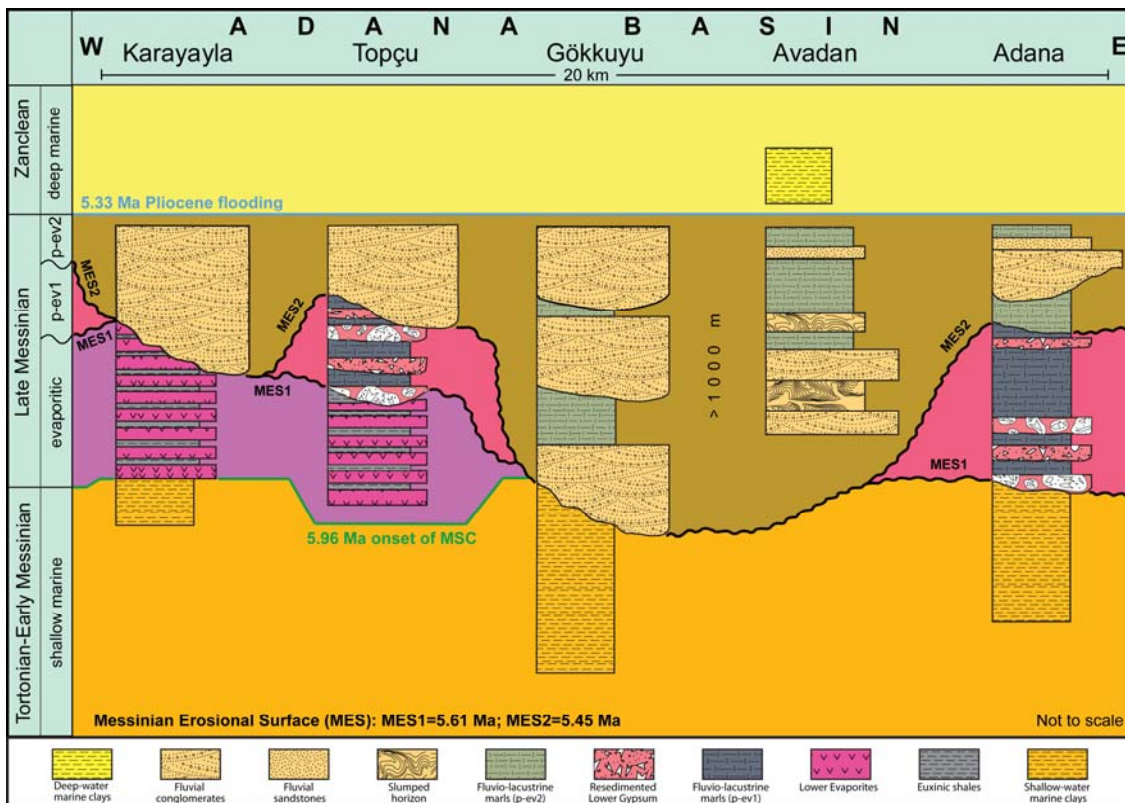


Figure D5-S5\_3. Correlation panel of the Messinian deposits in the Adana Basin.

The initial estimate for plateau margin uplift based on marine sediments at Başıyayla (i.e., after 8 Ma) can be refined, considering the significance of the conglomerates of the Handere Formation in terms of both palaeoenvironment and age. According to our stratigraphic results, the Central Anatolian plateau southern margin should have started to uplift at the end of the MSC, just before the sedimentation of the Handere Formation (Late Messinian, 5.45 Ma).

## References

### Overview:

- Biryol, C.B., Beck, S.L., Zandt, G., and Özacar, A.A., 2011, Segmented African lithosphere beneath the Anatolian region inferred from teleseismic p-wave tomography: *Geophysical Journal International*, v. 184, p. 1037-1057.
- Cosentino, D., Schildgen, T.F., Cipollari, P., Faranda, C., Gliozzi, E., Hudáčková, N., Lucifora, S., and Strecker, M.R., in press, Late Miocene surface uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Central Taurides, Turkey: *GSA Bulletin*.
- Keskin, M., 2003, Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction accretion complex: an alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey: *Geophysical Research Letters*, v. 30, no. 24, 8046.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Guner, Y., Saroglu, F., Yilmaz, Y., Moorbath, S., and Mitchell, J.G., 1990, Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *J. Volcanol. Geothermal. Res.*, v. 44, p. 189-229.
- Şengör, A.M.C., Ozeren, S., Genç, T., Zor, E., 2003, East Anatolian high plateau as a mantle-supported, north-south shortened domal structure: *Geophysical Research Letters*, v. 30, no. 24, 8045.

### Day 1:

- Çemen, İ., Göncüoğlu, M.C. & Dirik, K. 1999: Structural evolution of the Tuz Gölü basin in Central Anatolia. Turkey. *Journal of Geology* 107, 6, 693-706.
- Çiftçi, B. 2007. Geological Evolution of the Gediz Graben, SW Turkey: Temporal and Spatial Variation of the Graben. PhD thesis, Middle East Technical University, Ankara-Turkey.
- Dewey, J.F., 1988. Extensional collapse of orogens. *Tectonics*, 7, 1123-1139.
- Dirik, K. & Erol, O. 2003: Tectonomorphologic evolution of Tuz Gölü and surrounding area, Central Anatolia-Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication 5, 27-46 (In Turkish with English abstract).
- Doğan, U. 2011. Climate-controlled river terrace formation in the Kızılırmak Valley, Cappadocia section, Turkey: Inferred from Ar-Ar dating of Quaternary basalts and terraces stratigraphy. *Geomorphology*, 126, 66-81.
- Erol, O., 1978. The Environmental History of the Near and Middle East since the last Ice Age.
- Faccenna, C., Nalpas, T., Brun, J.P., Davy, P. and Bosi, V., 1995. The influence of pre-existing thrust faults on normal fault geometry in nature and experiments. *J. Struct. Geol.*, 17, 1139-1149.
- Kashima, K., 2002. Environmental and climatic changes during the last 20,000 years at Lake Tuz, central Turkey. *Catena* 48, 3-20.
- Küçükuyusal, C., Engin, B., Türkmenoğlu, A.G., Aydaş, C. (2011). ESR dating of calcrete nodules from Bala, Ankara (Turkey): Preliminary results *Appl. Rad. Isotopes*, 69:492-499.
- Kutluay, A., Dirik, K., Çiner, A., Bertotti, G., 2010. 3D architecture and Miocene evolution of the Tuz Gölü Basin in Central Anatolian Plateau, Turkey. *EGU General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts Vol. 12, EGU2010-15027*.
- Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., A. Temel, Camus, G., and Gourgaud, A., 1994. Neogene ignimbrites of Nevehir Plateau (central Turkey): Stratigraphy, distribution and source constraints, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 63, 59-87.
- Mahéo, G., Leloup, P.H., Valli, F., Lacassin, R., Arnaud, N., Paquette, J.L., Fernandez, A., Haibing, L., Farley, K.A., Tapponnier, P., 2007. Post 4 Ma initiation of normal faulting in southern Tibet. Constraints from the Kung Co half graben. *Earth and Planetary Science Letters*, 256, 233-243.
- Özsayın, E. & Dirik, K. 2007. Quaternary activity of the Cihanbeyli and Yeniceoba fault zones: İnönü-Eskişehir Fault System, Central Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 471-492.
- Özsayın, E. & Dirik, K. 2011. The role of oroclinal bending in the structural evolution of the Central Anatolian Plateau: Evidence from a regional changeover of shortening to extension. *Geologica Carpathica* (2011/4) (in press).
- Parish, R., Reed, J.M., Twigg, D., Yiğitbaşıoğlu, H., 1999. Chronology and stratigraphy of Late Quaternary sediments in the Konya Basin, Turkey: Results from the KOPAL Project. *Quaternary Science Reviews* 18, 611-630.
- Roberts, N., Black, S., Boyer, P., Eastwood, W.J., Griffiths, H.I., Lamb, H.F., Leng, M.J., Williams, G.D., Powell, C.M. and Cooper, M.A., 1989. Geometry and kinematics of inversion tectonics. In: *Inversion Tectonics* (Cooper, M.A. and Williams, G.D., eds). *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, 44, 3-15.
- Roberts, N., Erol, O., de Meester, T., Uerpmann, H.-P., 1979. Radiocarbon chronology of late Pleistocene Konya lake, Turkey. *Nature* 281, 662-664.
- Williams, G.D., Powell, C.M. and Cooper, M.A., 1989. Geometry and kinematics of inversion tectonics. In: *Inversion Tectonics* (Cooper, M.A. and Williams, G.D., eds). *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, 44, 3-15.

### Day 2:

- Deniel, C., Aydar, E. and Gourgaud, A. (1998) The Hasan Dagi stratovolcano (Central Anatolia, Turkey): Evolution from calc-alkaline to alkaline magmatism in a collision zone. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 87, 275-302.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozolo, F., Villari, L., 1975. The Neogene calc-alkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri-Niğde area. *Geological Magazine* 112, 349-360.
- Le Pennec, J.L., Bourdier, J.L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G. and Gourgaud, A., 1994, Neogene ignimbrites of Nevşehir Plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 63, 59-87.

- Le Pennec, J.-L., Temel, A., Froger, J.-L., Sen, S., Gourgad, A., and Bourdier, J.-L., 2004, Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey: reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, 45-64.
- Sahagian DL, Maus JE (1994) Basalt vesicularity as a measure of atmospheric pressure and paleoelevation. *Nature* 372:449-451
- Sarıkaya, M. A., Zreda, M., Desilets, D., Çiner, A., Şen, E., 2006. Correcting for nucleogenic  $^{36}\text{Cl}$  in cosmogenic  $^{36}\text{Cl}$  dating of volcanic rocks from Erciyes volcano, Central Turkey. American Geophysical Union, Fall Meeting 2006, V21A-0553.
- Sarıkaya, M. A., Zreda, M., Çiner, A. 2009. Glaciations and paleoclimate of Mount Erciyes, central Turkey, since the Last Glacial Maximum, inferred from  $^{36}\text{Cl}$  cosmogenic dating and glacier modeling. *Quaternary Science Reviews*, 1-16.
- Şen, E., Kürkçüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A., Vincent, P.M., 2003. Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 125 (3-4), 225-246.
- Şengör A.M.C., Görür N., Saroğlu F., Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, 1985, In: Biddle K.D., Christie-Blick N. (eds.) *Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation*. SEPM Spec. Publ.17, 227-264.
- Yavuz-Işık, N. & Toprak, V. (2010). Palynostratigraphy and vegetation characteristics of Neogene continental deposits interbedded with the Cappadocia ignimbrites (Central Anatolia, Turkey). *Int. J. Earth Sci.*, 99:1887–1897.

**Days 3, 4, and 5 :**

- CIESM (Commission Internationale pour l'Exploration de la Mer Mediterranee, Monaco), 2008, The Messinian Salinity Crisis from mega-deposits to microbiology: A consensus report, n.33. In Briand, F. (Ed.), *CIESM Workshop Monographs*, 1-168.
- Cipollari, P., Cosentino, D., Schildgen, T.F., Faranda, C., Gennari, R., Darbaş, G., Dudas, F.O., Gliozzi, E., Radeff, G., Gürbüz, K., Nazik, A., Smedile, A., in prep, Evidence of the Mediterranean Early Zanclean flooding in the Adana Basin. *Geological Society of London, Special Publications*, in prep.
- Cosentino, D., Schildgen, T.F., Cipollari, P. Faranda, C., Gliozzi, E., Hudáčková N., Lucifora, S., Strecker, M.R., in press, Late Miocene surface uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Central Taurides, Turkey. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, in press.
- Darbaş, G., Nazik, A., 2010, Micropaleontology and paleoecology of the Neogene sediments in the Adana Basin (South of Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences* 39, 136-147.
- Iaccarino, S.M., Premoli S.I., Biolz, M., Foresi, L.M., Lirer, F., Urco, E., Petrizzo, M.R., 2007, Practical manual of Neogene Planktonic foraminifera. International School on Planktonic Foraminifera. VI course: Neogene. Perugia (Italy), February 19-23, 2007, 1-181.
- Lourens, L., Hilgen, F., Shackleton, N.J., Laskar, J., Wilson, J., 2004, Appendix 2. Orbital tuning calibrations and conversions for the Neogene Period, *in* Gradstein, F.M., Ogg, J. G., and Smith, A. G., eds., *A geologic time scale 2004*: Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 469-471.
- Schildgen, T.F., Cosentino, D., B. Bookhagen, Niedermann, S., Yıldırım, C., Echtler, H.P., Strecker, M.R., in review, Multi-phased uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Turkey: A record of tectonic and upper mantle processes: *Earth and Planetary Science Letters*, in review.
- Şenel, M., 2002, Geological Map of Turkey, Konya (No. 14): Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Ed. M. Şenel, scale 1:500,000, 1 sheet.
- Ünlügenç, U.C., 1993, Controls on Cenozoic sedimentation, Adana Basin, Southern Turkey. PhD thesis, University of Keele, 228 p.
- Yetiş, C., Demirkol, C., 1986, Adana baseni batı kesiminin detay jeoloji etüdü. MTA Rep., 8037, 187, Ankara.

Ek 2: Evren Sırtı Bazaltı'nın Ar-Ar yaş tayini.

Procedure Blanks		36Ar	1σ	37Ar	1σ	38Ar	1σ	39Ar	1σ	40Ar	1σ
09C2729	400 °C	0,000450	0,000003	0,000054	0,000001	0,000035	0,000002	0,000026	0,000004	0,039737	0,000035
09C2730	500 °C	0,000438	0,000003	0,000057	0,000001	0,000028	0,000002	0,000058	0,000004	0,037893	0,000035
09C2731	600 °C	0,000434	0,000003	0,000064	0,000001	0,000026	0,000002	0,000082	0,000004	0,037132	0,000035
09C2732	700 °C	0,000431	0,000003	0,000072	0,000001	0,000024	0,000002	0,000105	0,000004	0,036515	0,000035
09C2734	800 °C	0,000426	0,000003	0,000093	0,000001	0,000022	0,000002	0,000148	0,000004	0,035612	0,000035
09C2735	900 °C	0,000425	0,000003	0,000106	0,000001	0,000022	0,000002	0,000169	0,000004	0,035325	0,000035
09C2736	1000 °C	0,000424	0,000003	0,000121	0,000001	0,000022	0,000002	0,000190	0,000004	0,035149	0,000035
09C2737	1100 °C	0,000424	0,000003	0,000137	0,000001	0,000023	0,000002	0,000210	0,000004	0,035082	0,000035
09C2739	1200 °C	0,000427	0,000003	0,000174	0,000001	0,000027	0,000002	0,000249	0,000004	0,035279	0,000035
09C2740	1400 °C	0,000429	0,000003	0,000194	0,000001	0,000029	0,000002	0,000266	0,000004	0,035528	0,000035

Intercept Values		36Ar	1σ	r2		37Ar	1σ	r2		38Ar	1σ	r2	
09C2729	400 °C	0,000724	0,000005	0,6476	LIN # 2	0,001268	0,000009	0,9370	LIN # 1 5	0,000282	0,000004	0,0655	LIN # 8
09C2730	500 °C	0,000590	0,000005	0,6867	LIN # 2 3 7 8	0,002699	0,000024	0,9516	LIN # 1 8 9	0,000314	0,000003	0,2579	LIN # 9
09C2731	600 °C	0,000620	0,000005	0,5488	LIN # 3 5 6	0,013507	0,000039	0,9915	LIN # 1	0,000920	0,000006	0,9091	LIN # 7
09C2732	700 °C	0,000605	0,000004	0,7918	LIN # 2 3 7	0,020824	0,000065	0,9907	LIN # 1	0,001287	0,000010	0,8857	LIN # 1
09C2734	800 °C	0,000600	0,000004	0,0094	LIN # 1 6 9	0,020462	0,000041	0,9982	EXP # 1 2 3 6	0,001184	0,000006	0,9736	LIN # 1 5
09C2735	900 °C	0,000555	0,000005	0,1075	LIN # 3	0,011038	0,000023	0,9966	LIN # 1 4 5	0,000645	0,000009	0,3666	LIN #
09C2736	1000 °C	0,000569	0,000005	0,6076	LIN #	0,011844	0,000051	0,9698	LIN #	0,000584	0,000004	0,9564	LIN # 1
09C2737	1100 °C	0,000554	0,000006	0,2007	LIN # 1 3 7	0,012512	0,000025	0,9939	LIN # 2 6 7	0,000391	0,000004	0,6764	LIN #
09C2739	1200 °C	0,000546	0,000003	0,8185	LIN # 2 3 7	0,014232	0,000063	0,9847	LIN # 1 6	0,000267	0,000003	0,7176	LIN # 7
09C2740	1400 °C	0,000520	0,000004	0,8509	LIN # 2 4 5	0,010236	0,000037	0,9870	EXP #	0,000191	0,000002	0,1107	LIN #



39Ar	1σ	r2		40Ar	1σ	r2	
0,004418	0,000022	0,8926	EXP #	0,128766	0,000210	0,9854	LIN # 1 2
0,009903	0,000044	0,9617	LIN # 1 9	0,086451	0,000484	0,7644	LIN # 9
0,048250	0,000029	0,9996	EXP # 1 7 8	0,106554	0,000045	0,9982	LIN # 1 2 6 9
0,078209	0,000138	0,9966	EXP # 1 6	0,114034	0,000141	0,9860	LIN # 3 6 8
0,070485	0,000240	0,9705	EXP #	0,109118	0,000093	0,9890	EXP # 2
0,038314	0,000069	0,9970	LIN # 1 2 4 5	0,085539	0,000086	0,9916	EXP # 4 5 8
0,031821	0,000159	0,9383	LIN #	0,080849	0,000060	0,9800	LIN # 1 7
0,020826	0,000058	0,9857	LIN # 1 3 9	0,070280	0,000080	0,9672	EXP # 2 4 5
0,013600	0,000084	0,9482	LIN # 1 2	0,060428	0,000104	0,8911	LIN # 1
0,009556	0,000040	0,9736	LIN # 1	0,053294	0,000048	0,9955	EXP # 4 5 7

Sample Parameters		Sample	Material	Location	alyst	Temp	Standard (in Ma)	%1σ	J
09C2729	400 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	400	28,03	0,01	0,0017692
09C2730	500 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	500	28,03	0,01	0,0017692
09C2731	600 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	600	28,03	0,01	0,0017692
09C2732	700 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	700	28,03	0,01	0,0017692
09C2734	800 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	800	28,03	0,01	0,0017692
09C2735	900 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	900	28,03	0,01	0,0017692
09C2736	1000 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	1000	28,03	0,01	0,0017692
09C2737	1100 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	1100	28,03	0,01	0,0017692
09C2739	1200 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	1200	28,03	0,01	0,0017692
09C2740	1400 °C	K-176	groundmass	Turkey	jh	1400	28,03	0,01	0,0017692

%1σ	MDF	%1σ	Volume Ratio	Sensitivity (mol/vol)	Day	Month	Year	Hour	Min	Resist	Irradiation	Project	Standard Name
0,18	1,004933	0,06	1,0159	1,012E-19	24	07	2009	08	48	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0162	1,012E-19	24	07	2009	09	11	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0153	1,012E-19	24	07	2009	09	35	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0151	1,012E-19	24	07	2009	09	58	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0154	1,012E-19	24	07	2009	10	44	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0157	1,012E-19	24	07	2009	11	07	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0154	1,012E-19	24	07	2009	11	30	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0153	1,012E-19	24	07	2009	11	53	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0154	1,012E-19	24	07	2009	12	39	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3
0,18	1,004933	0,06	1,0153	1,012E-19	24	07	2009	13	01	001	OSU3B09	Turkey AYDAR	FCT-3

Irradiation Constants	40/36(a)		40/36(c)		38/36(a)		38/36(c)		39/37(ca)		38/37(ca)		
	%1σ		%1σ		%1σ		%1σ		%1σ		%1σ		
09C2729	400 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2730	500 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2731	600 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2732	700 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2734	800 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2735	900 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2736	1000 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2737	1100 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2739	1200 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0
09C2740	1400 °C	295,5	0	0,018	35	0,1869	0	1,493	3	0,000673	0	0,000139	0

36/37(ca)	%1σ	40/39(k)	%1σ	38/39(k)	%1σ	36/38(cl)	%1σ	K/Ca	%1σ	K/Cl	%1σ	Ca/Cl	%1σ
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0
0,000264	0	0,00101	0	0,01138	0	0	0	0,43	0	0	0	0	0

Incremental Heating			36Ar(a)	37Ar(ca)	38Ar(cl)	39Ar(k)	40Ar(r)	Age ± 2σ (Ma)	40Ar(r) (%)	39Ar(k) (%)	K/Ca ± 2σ
09C2729	400 °C		0,000276	0,016785	0,000145	0,004433	0,009637	6,92 ± 2,53	10,58	1,36	0,114 ± 0,006
09C2730	500 °C	4	0,000149	0,036548	0,000142	0,009941	0,005934	1,90 ± 1,16	11,88	3,04	0,117 ± 0,007
09C2731	600 °C	4	0,000143	0,185791	0,000295	0,048586	0,028801	1,89 ± 0,22	40,54	14,88	0,112 ± 0,006
09C2732	700 °C	4	0,000104	0,286834	0,000314	0,078777	0,048330	1,96 ± 0,12	60,99	24,13	0,118 ± 0,006
09C2734	800 °C	4	0,000105	0,281803	0,000302	0,070949	0,043979	1,98 ± 0,14	58,49	21,73	0,108 ± 0,006
09C2735	900 °C	4	0,000096	0,151345	0,000150	0,038491	0,023187	1,92 ± 0,28	44,97	11,79	0,109 ± 0,006
09C2736	1000 °C		0,000108	0,162307	0,000160	0,031885	0,015047	1,51 ± 0,36	32,05	9,77	0,084 ± 0,005
09C2737	1100 °C		0,000090	0,171376	0,000093	0,020736	0,009686	1,49 ± 0,59	26,70	6,35	0,052 ± 0,003
09C2739	1200 °C		0,000074	0,194834	0,000049	0,013376	0,004232	1,01 ± 0,60	16,23	4,10	0,030 ± 0,002
09C2740	1400 °C		0,000060	0,139209	0,000027	0,009304	0,000819	0,28 ± 1,08	4,41	2,85	0,029 ± 0,002

Σ 0,001205 1,626832 0,001676 0,326478 0,189652

Normal Isochron			39(k)/36(a) ± 2σ	40(a+r)/36(a) ± 2σ	r.i.
09C2729	400 °C		16,1 ± 0,7	330,5 ± 14,3	0,9668
09C2730	500 °C	4	66,7 ± 5,3	335,3 ± 27,3	0,9637
09C2731	600 °C	4	340,2 ± 26,5	497,2 ± 38,7	0,9995
09C2732	700 °C	4	755,1 ± 73,6	758,7 ± 74,0	0,9985
09C2734	800 °C	4	673,4 ± 65,1	712,9 ± 68,7	0,9970
09C2735	900 °C	4	401,5 ± 48,7	537,4 ± 65,1	0,9990
09C2736	1000 °C		295,7 ± 33,6	435,0 ± 49,3	0,9956
09C2737	1100 °C		230,6 ± 33,0	403,2 ± 57,7	0,9986
09C2739	1200 °C		181,0 ± 20,8	352,8 ± 40,4	0,9911
09C2740	1400 °C		154,9 ± 27,4	309,1 ± 54,6	0,9981

Inverse Isochron			39(k)/40(a+r) ± 2σ	36(a)/40(a+r) ± 2σ	r.i.
09C2729	400 °C		0,048680 ± 0,000550	0,003026 ± 0,000131	0,0462
09C2730	500 °C	4	0,199022 ± 0,004335	0,002982 ± 0,000243	0,2200
09C2731	600 °C	4	0,684288 ± 0,001612	0,002011 ± 0,000156	0,0144
09C2732	700 °C	4	0,995154 ± 0,005259	0,001318 ± 0,000128	0,0269
09C2734	800 °C	4	0,944545 ± 0,007046	0,001403 ± 0,000135	0,0100
09C2735	900 °C	4	0,747139 ± 0,003963	0,001861 ± 0,000226	0,0208
09C2736	1000 °C		0,679654 ± 0,007199	0,002299 ± 0,000260	0,0074
09C2737	1100 °C		0,571995 ± 0,004331	0,002480 ± 0,000355	0,0218
09C2739	1200 °C		0,513133 ± 0,007868	0,002835 ± 0,000325	0,0417
09C2740	1400 °C		0,500992 ± 0,005501	0,003235 ± 0,000572	0,0212



Degassing Patterns		36Ar(a)	36Ar(c)	36Ar(ca)	36Ar(cl)	37Ar(ca)	38Ar(a)	38Ar(c)	38Ar(k)	38Ar(ca)	38Ar(cl)
09C2729	400 °C	0,000276	0,000000	0,000004	0,000000	0,016785	0,000052	0,000000	0,000050	0,000002	0,000145
09C2730	500 °C	4 0,000149	0,000000	0,000010	0,000000	0,036548	0,000028	0,000000	0,000113	0,000005	0,000142
09C2731	600 °C	4 0,000143	0,000000	0,000049	0,000000	0,185791	0,000027	0,000000	0,000553	0,000026	0,000295
09C2732	700 °C	4 0,000104	0,000000	0,000076	0,000000	0,286834	0,000019	0,000000	0,000896	0,000040	0,000314
09C2734	800 °C	4 0,000105	0,000000	0,000074	0,000000	0,281803	0,000020	0,000000	0,000807	0,000039	0,000302
09C2735	900 °C	4 0,000096	0,000000	0,000040	0,000000	0,151345	0,000018	0,000000	0,000438	0,000021	0,000150
09C2736	1000 °C	0,000108	0,000000	0,000043	0,000000	0,162307	0,000020	0,000000	0,000363	0,000023	0,000160
09C2737	1100 °C	0,000090	0,000000	0,000045	0,000000	0,171376	0,000017	0,000000	0,000236	0,000024	0,000093
09C2739	1200 °C	0,000074	0,000000	0,000051	0,000000	0,194834	0,000014	0,000000	0,000152	0,000027	0,000049
09C2740	1400 °C	0,000060	0,000000	0,000037	0,000000	0,139209	0,000011	0,000000	0,000106	0,000019	0,000027
Σ		0,001205	0,000000	0,000429	0,000000	1,626832	0,000225	0,000000	0,003715	0,000226	0,001676
Σ					0,001634	1,626832					0,005843

39Ar(k)	39Ar(ca)	40Ar(r)	40Ar(a)	40Ar(c)	40Ar(k)
0,004433	0,000011	0,009637	0,081435	0,000000	0,000004
0,009941	0,000025	0,005934	0,044015	0,000000	0,000010
0,048586	0,000125	0,028801	0,042202	0,000000	0,000049
0,078777	0,000193	0,048330	0,030830	0,000000	0,000080
0,070949	0,000190	0,043979	0,031135	0,000000	0,000072
0,038491	0,000102	0,023187	0,028330	0,000000	0,000039

0,031885	0,000109	0,015047	0,031866	0,000000	0,000032
0,020736	0,000115	0,009686	0,026566	0,000000	0,000021
0,013376	0,000131	0,004232	0,021834	0,000000	0,000014
0,009304	0,000094	0,000819	0,017753	0,000000	0,000009

---

0,326478	0,001095	0,189652	0,355968	0,000000	0,000330
----------	----------	----------	----------	----------	----------

---

0,327573

0,545950

Additional Parameters		40(r)/39(k)	1 $\sigma$	40(r+a)	1 $\sigma$	40Ar/39Ar	1 $\sigma$
09C2729	400 °C	2,173627	0,39744	0,09107	0,00022	20,49111	0,11549
09C2730	500 °C	4	0,596899	0,18188	0,00049	5,01318	0,05457
09C2731	600 °C	4	0,592781	0,03381	0,00006	1,45863	0,00171
09C2732	700 °C	4	0,613507	0,01919	0,00015	1,00342	0,00265
09C2734	800 °C	4	0,619870	0,02130	0,07511	1,05690	0,00393
09C2735	900 °C	4	0,602407	0,04466	0,05152	1,33591	0,00354
09C2736	1000 °C		0,471926	0,05666	0,04691	1,46732	0,00774
09C2737	1100 °C		0,467101	0,09175	0,03625	1,73960	0,00656
09C2739	1200 °C		0,316398	0,09363	0,02607	1,93089	0,01469
09C2740	1400 °C		0,087972	0,16866	0,01857	1,97714	0,01077

37Ar/39Ar	1 $\sigma$	36Ar/39Ar	1 $\sigma$	37Ar (decay)	39Ar (decay)	40Ar (moles)
3,77644	0,10493	0,06300	0,00137	13,80398728	1,00093815	9,217E-21
3,66745	0,10357	0,01591	0,00059	13,80834290	1,00093827	5,056E-21
3,81412	0,10104	0,00394	0,00011	13,81288935	1,00093838	7,190E-21
3,63218	0,09651	0,00228	0,00006	13,81724778	1,00093850	8,019E-21

3,96131	0,10550	0,00253	0,00007	13,82596875	1,00093872	7,609E-21
3,92162	0,10385	0,00352	0,00015	13,83033130	1,00093883	5,217E-21
5,07300	0,13783	0,00471	0,00019	13,83469523	1,00093895	4,751E-21
8,21891	0,21838	0,00648	0,00030	13,83906053	1,00093906	3,671E-21
14,42506	0,39595	0,00928	0,00030	13,84779527	1,00093929	2,639E-21
14,81267	0,39944	0,01030	0,00056	13,85197471	1,00093939	1,880E-21

---

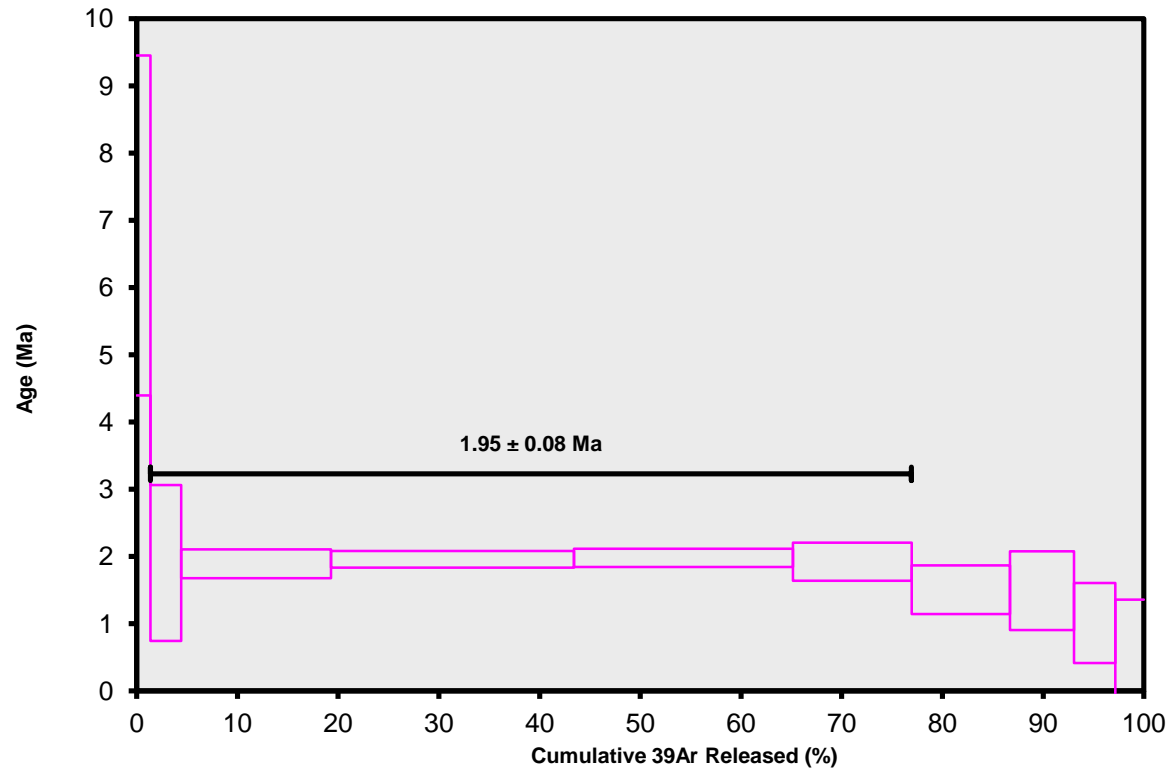
Results	40(r)/39(k) $\pm 2\sigma$	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	MSWD	39Ar(k) (%,n)	K/Ca $\pm 2\sigma$
<b>Weighted Plateau</b>	0,6119 $\pm 0,0251$ $\pm 4,11\%$	1,95 $\pm 0,08$ $\pm 4,12\%$	0,13	75,58 5	0,113 $\pm 0,004$
		External Error $\pm 0,09$	2,78	Statistical T Ratio	
		Analytical Error $\pm 0,08$	1,0000	Error Magnification	
<b>Total Fusion Age</b>	0,5809 $\pm 0,0321$ $\pm 5,53\%$	1,85 $\pm 0,10$ $\pm 5,54\%$		10	0,086 $\pm 0,002$
		External Error $\pm 0,11$			
		Analytical Error $\pm 0,10$			

---

Results	40(a)/36(a) ± 2σ	40(r)/39(k) ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	MSWD
<b>Isochron</b>	290,6799 ± 22,9177 ± 7,88%	0,6202 ± 0,0475 ± 7,66%	1,98 ± 0,15 ± 7,67%	0,12
			External Error ± 0,15 Analytical Error ± 0,15	
<b>Statistics</b>	Statistical F Ratio Error Magnification n	2,60 1,0000 5	Convergence Number of Iterations Calculated Line	0,0000000044 31 Weighted York-2
Results	40(a)/36(a) ± 2σ	40(r)/39(k) ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	MSWD
<b>Isochron</b>	290,8340 ± 22,8161 ± 7,85%	0,6201 ± 0,0472 ± 7,60%	1,98 ± 0,15 ± 7,61%	0,12
			External Error ± 0,15 Analytical Error ± 0,15	
<b>Statistics</b>	Statistical F Ratio Error Magnification n	2,60 1,0000 5	Convergence Number of Iterations Calculated Line	0,0000009919 4 Weighted York-2



09C2729.AGE >>> K-176 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



Ar-Ages in  
Ma

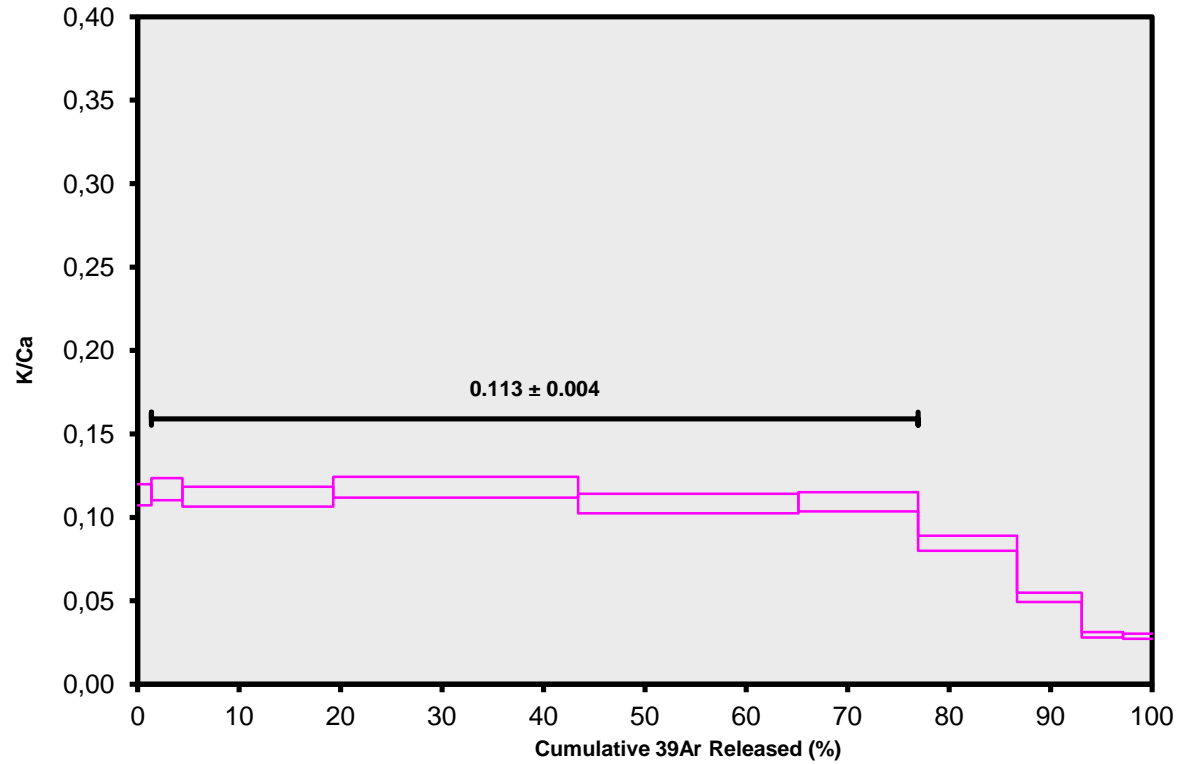
WEIGHTED  
PLATEAU  
 $1.95 \pm 0.08$   
TOTAL FUSION  
 $1.85 \pm 0.10$   
NORMAL  
ISOCHRON  
 $1.98 \pm 0.15$

Sample Info

groundmass  
Turkey  
jh

IRR = OSU3B09

09C2729.AGE >>> K-176 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



Ar-Ages in  
Ma

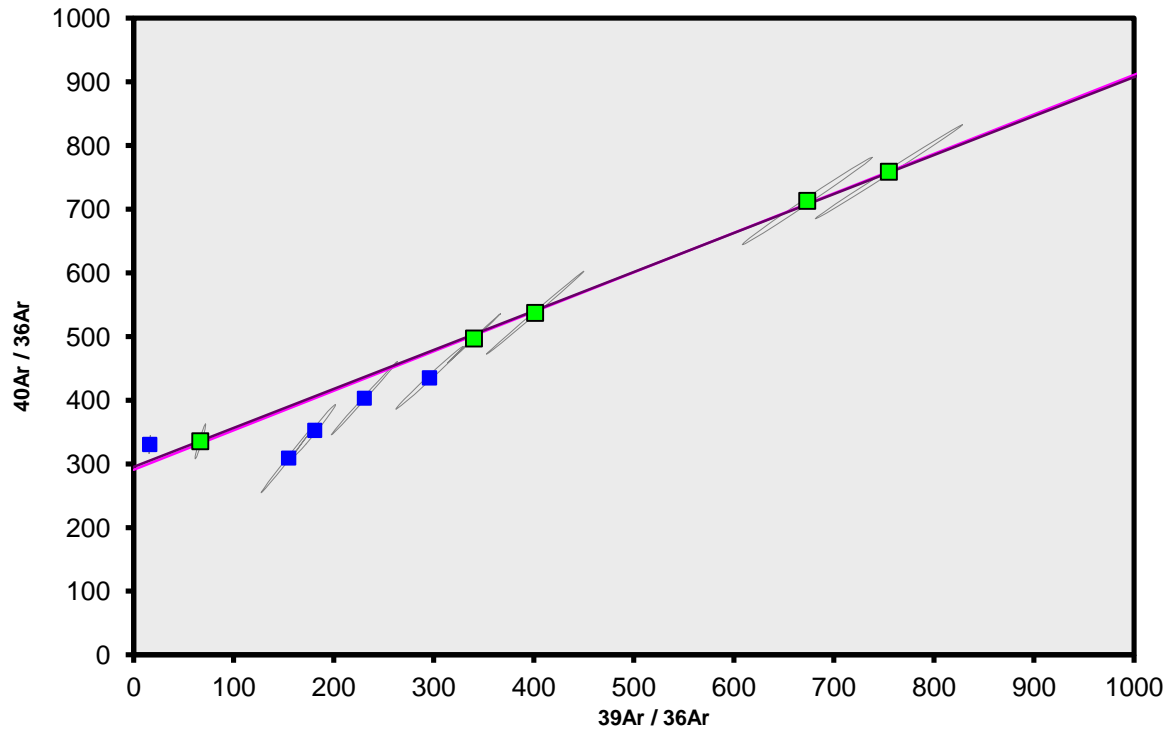
WEIGHTED  
PLATEAU  
1.95 ± 0.08  
TOTAL FUSION  
1.85 ± 0.10  
NORMAL  
ISOCHRON  
1.98 ± 0.15

Sample Info

groundmass  
Turkey  
jh

IRR = OSU3B09

09C2729.AGE >>> K-176 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



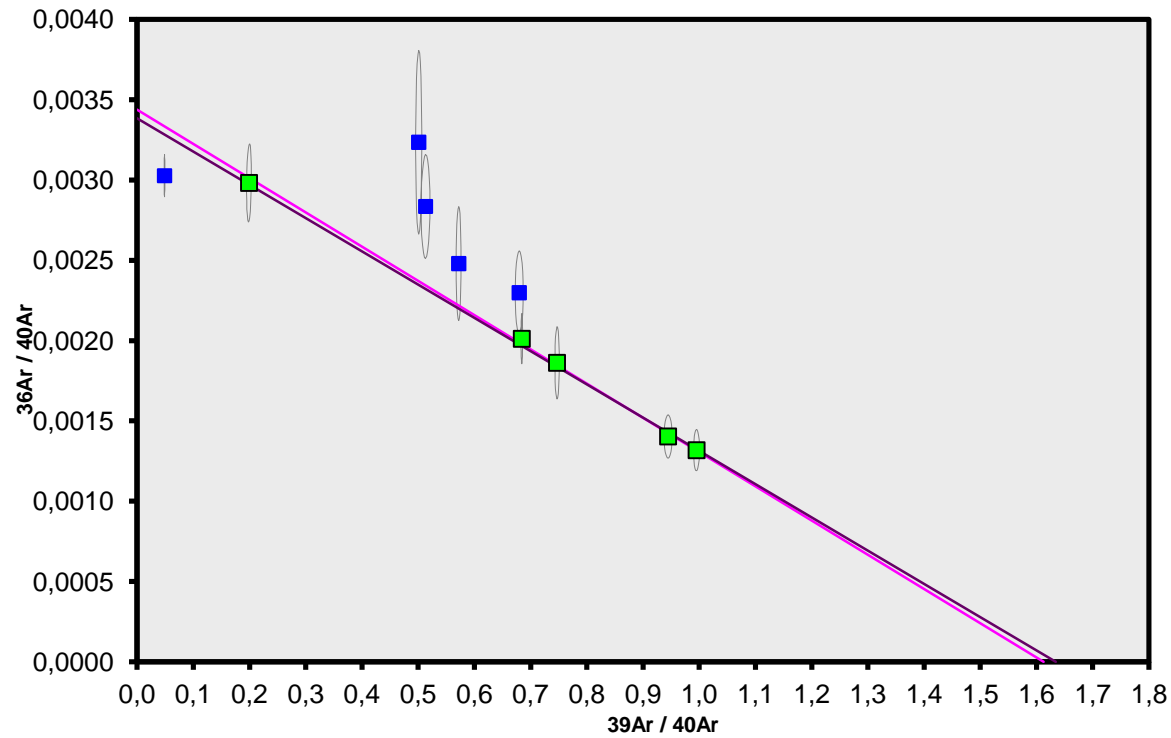
Ar-Ages in Ma

WEIGHTED PLATEAU  
 $1.95 \pm 0.08$   
TOTAL FUSION  
 $1.85 \pm 0.10$   
NORMAL ISOCHRON

Sample Info

groundmass  
Turkey  
jh

09C2729.AGE >>> K-176 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



Ar-Ages in  
Ma

WEIGHTED  
PLATEAU  
 $1.95 \pm 0.08$   
TOTAL FUSION  
 $1.85 \pm 0.10$   
NORMAL  
ISOCHRON

Sample Info

groundmass  
Turkey  
jh





---

<sup>b</sup>  
UNIVERSITÄT  
BERN

Institut für Geologie

Prof. Dr. Attila Çiner  
Hacettepe University  
Geological Engineering Department  
Beytepe-06800  
Ankara TURKEY

Bern, June 17<sup>th</sup> 2011

**Status of the dating of rock samples with cosmogenic  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{26}\text{Al}$  and  $^{36}\text{Cl}$**

Dear Prof. Dr. Çiner,

According to the declaration between the Hacettepe University Geological Engineering Department and the Institute of Geological Sciences at the Bern University from September 20<sup>th</sup> 2010, we processed 27 samples Kızılırmak River terraces in Turkey. 25 samples were collected for isochron burial dating with cosmogenic  $^{10}\text{Be}$  and  $^{26}\text{Al}$ , 1 for surface exposure dating with  $^{10}\text{Be}$ , and 1 for surface exposure dating with  $^{36}\text{Cl}$ . In May we successfully completed  $^{10}\text{Be}$  analysis of all samples at Accelerator Mass Spectrometry (AMS) ETH Zurich tandem facility. Please find in the enclosed table  $^{10}\text{Be}$  concentrations of the samples. We have a minimum exposure age of  $39.2 \pm 1.1$  ka for sample TCAP-6. This week,  $^{36}\text{Cl}$  analysis of the sample AVA-CN1 was accomplished, we are waiting now for the data reduction and elemental analysis of this sample, which is scheduled for the first half of July.

Unfortunately,  $^{26}\text{Al}$  analysis of the 25 samples was not completed due to technical problems. Therefore, we cannot calculate burial ages for the sampled terraces of the Kızılırmak River. This unexpected problem will require re-measurement of not only these samples, but also other samples submitted by other collaborators. As the AMS facility will be renovated and updated during the summer months, the next run for the  $^{26}\text{Al}$  analysis cannot be planned before October 2011. Based on this timing, we plan to have the results

by the end of 2011 and report calculated isochron burial ages for these samples latest in January 2011. We are aware of the fact that this will cause delay in the final report submission of your "Vertical Anatolian Movement Project" (TÜBİTAK Project no. 107Y333) and your manuscript planned to be submitted to Quaternary Science Reviews. During the next measurements, your samples will have highest priority and data analysis will be completed as soon as possible.

We are apologizing for this inconvenience and thank you in advance for your understanding and collaboration.

Best regards,



Dr. Naki Akçar  
Quaternary Geology  
Institute of Geological Sciences  
University of Bern  
Baltzerstrasse 1 – 3  
3012 Bern  
Switzerland



PD Dr. Susan Ivy-Ochs  
Laboratory of Ion Beam Physics  
ETH Zurich  
HPK H 27  
Schafmattstr. 20  
8093 Zürich  
Switzerland

**<sup>10</sup>Be results of samples  
from Kızılırmak River terraces in Turkey**

Sample No.	Sample Weight (g)	Carrier Weight (mg)	<sup>10</sup> Be Concentration (10 <sup>4</sup> at/g)	Uncertainty (10 <sup>4</sup> at/g)	Uncertainty (%)
TCAP-1	100.8876	0.1480	38.73	1.16	3.00
TCAP-1A	62.8365	0.1424	79.29	2.38	3.00
TCAP-1B	76.5215	0.1423	20.34	0.61	3.01
TCAP-1C	47.7061	0.1487	10.77	0.37	3.42
TCAP-2	100.6466	0.1480	31.19	0.94	3.00
TCAP-3A	88.4244	0.1481	50.80	1.53	3.00
TCAP-3B	100.7492	0.1479	42.98	1.29	3.00
TCAP-3B2	99.1029	0.1485	80.11	2.40	3.00
TCAP-3C	109.1995	0.1484	35.54	1.07	3.00
TCAP-3D	101.6599	0.1482	51.39	1.54	3.00
TCAP-3E	72.3184	0.1477	55.81	1.68	3.00
TCAP-3F	101.1025	0.1476	38.66	1.16	3.00
TCAP-3G	100.3410	0.1474	181.27	5.44	3.00
TCAP-3H	61.4524	0.1485	76.74	2.30	3.00
TCAP-4A	47.7061	0.1473	136.77	4.11	3.00
TCAP-4B	24.7523	0.1481	15.47	0.66	4.23
TCAP-4C	61.4524	0.1482	30.47	0.92	3.01
TCAP-4D	81.4729	0.1488	73.98	2.22	3.00
TCAP-4E	24.7523	0.1474	620.56	18.62	3.00
TCAP-4F	30.1088	0.1485	37.29	1.12	3.01
TCAP-5A	42.4409	0.1491	585.60	17.57	3.00
TCAP-5B	29.8498	0.1480	36.77	1.11	3.01
TCAP-5C	41.6595	0.1451	21.17	0.66	3.11
TCAP-5D	81.4729	0.1482	27.23	0.82	3.00
TCAP-5E	35.2467	0.1487	39.96	1.20	3.01
TCAP-6	81.6487	0.1435	32.69	0.98	3.00









GRUP	TAHAR İGN.			CEMİLKÖY İGN.		
örnek	K-342	K-342	K-342	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023
kmid	1275	1276	1283	72	73	75
yer	r	c	c			
boy	100	280	20			
SiO <sub>2</sub>	44,71	46,29	44,89	43,78	43,55	45,39
TiO <sub>2</sub>	1,81	0,73	1,14	2,09	1,45	1,69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,31	9,90	9,60	11,07	11,09	10,84
FeO <sub>t</sub>	14,06	13,23	14,80	14,13	15,01	12,86
MnO	0,14	0,54	0,39	0,17	0,39	0,09
MgO	13,28	14,86	14,44	12,94	12,78	13,66
CaO	10,67	9,95	9,87	10,54	10,28	10,66
Na <sub>2</sub> O	1,41	1,42	1,79	1,75	1,68	1,83
K <sub>2</sub> O	0,37	0,27	0,38	0,50	0,58	0,50
<b>Toplam</b>	96,76	97,19	97,30	96,97	96,82	97,53
Si	6,63	6,78	6,65	6,50	6,51	6,64
Ti	0,20	0,08	0,13	0,23	0,16	0,19
Al	1,80	1,71	1,68	1,94	1,95	1,87
Fe <sup>+2</sup>	1,74	1,62	1,83	1,76	1,88	1,57
Mn	0,02	0,07	0,05	0,02	0,05	0,01
Mg	2,94	3,24	3,19	2,87	2,85	2,98
Ca	1,70	1,56	1,57	1,68	1,65	1,67
Na	0,41	0,40	0,51	0,50	0,49	0,52
K	0,07	0,05	0,07	0,09	0,11	0,09
İsim	Tschkt	Mghrn	Tschkt	Tschkt	Tschkt	Mghrn
23 Oksijene göre hesaplanmıştır						
c: merkez b: kenar						
Mghrn:Magnesiohornblende						
Tschkt:Tschermakite						



GRUP	ERDAŞ ANDEZİT					HAMURCU	
örnek	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-212	K-212
kmid	1364	1423	1424	1469	1470	1827	1828
yer	c	c	r	c	r	c	c
boy	8	120	120	90	90	500	40
SiO <sub>2</sub>	38,12	37,66	38,76	36,65	37,31	36,53	39,14
TiO <sub>2</sub>	5,90	5,48	6,05	5,91	6,57	4,59	7,78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,35	13,58	13,51	12,35	12,79	12,87	14,55
FeO <sub>t</sub>	11,85	15,14	14,14	13,98	15,02	15,60	7,70
MnO	0,06	0,12	0,00	0,08	0,22	0,03	0,00
MgO	16,13	15,52	15,49	15,41	15,34	17,42	18,71
CaO	0,00	0,00	0,00	0,14	0,19	0,36	0,31
Na <sub>2</sub> O	0,55	0,48	0,63	0,51	0,61	0,20	0,16
K <sub>2</sub> O	8,13	8,02	8,27	8,50	8,66	6,78	8,89
<b>Toplam</b>	94,09	96,00	96,85	93,53	96,70	94,37	97,24
Si	5,65	5,56	5,64	5,57	5,51	5,48	5,51
Ti	0,66	0,61	0,66	0,68	0,73	0,52	0,82
Al <sub>iv</sub>	2,33	2,36	2,32	2,21	2,23	2,28	2,42
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe	1,47	1,87	1,72	1,78	1,85	1,96	0,91
Mn	0,01	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00
Mg	3,56	3,41	3,36	3,49	3,37	3,89	3,93
Ca	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06	0,05
Na	0,16	0,14	0,18	0,15	0,18	0,06	0,04
K	1,54	1,51	1,53	1,65	1,63	1,30	1,60
Mg#	0,71	0,65	0,66	0,66	0,65	0,67	0,81
<i>22 katyona göre hesaplanmıştır</i>							
<i>c: merkez r:kenar</i>							







GRUP	GÖRDELES İĞNİMBİRİTİ									KIZILKAYA İĞNİMBİRİTİ			
	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	K-139	K-139	K-139	K-139
örnek													
kmid	111	112	113	114	115	116	117	118	119	132	133	134	136
yer	c	r	c	r	c	r	c	c	r	c	r	c	r
boy													
SiO <sub>2</sub>	39,22	39,25	37,24	40,12	38,51	39,24	37,80	36,92	38,28	38,11	38,49	38,92	36,71
TiO <sub>2</sub>	4,17	4,37	4,81	4,49	5,00	5,43	4,57	4,50	4,75	5,95	5,60	5,01	5,77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,10	13,36	12,99	13,87	13,31	13,25	13,16	12,73	13,16	13,36	13,35	12,55	12,69
FeO <sub>t</sub>	16,63	17,99	16,37	16,11	14,75	15,07	16,76	16,74	16,06	13,32	14,70	13,67	13,85
MnO	0,40	0,56	0,36	0,35	0,00	0,00	0,48	0,38	0,26	0,18	0,43	0,23	0,28
MgO	14,08	14,34	14,76	15,49	15,89	14,77	14,69	14,73	15,27	15,67	15,64	14,23	15,08
CaO	0,38	0,34	0,59	0,29	0,54	0,68	0,34	0,33	0,45	0,30	0,18	0,00	0,06
Na <sub>2</sub> O	0,33	0,14	0,59	0,40	0,54	0,41	0,45	0,34	0,28	0,82	0,74	0,27	0,79
K <sub>2</sub> O	6,25	6,77	5,63	6,60	5,27	6,52	5,93	6,03	5,93	8,37	8,21	8,00	8,32
<b>Toplam</b>	94,57	97,13	93,34	97,71	93,81	95,37	94,16	92,69	94,45	96,07	97,34	92,89	93,56
Si	5,84	5,74	5,63	5,76	5,70	5,76	5,67	5,64	5,69	5,59	5,60	5,87	5,57
Ti	0,47	0,48	0,55	0,48	0,56	0,60	0,52	0,52	0,53	0,66	0,61	0,57	0,66
Al <sub>iv</sub>	2,16	2,26	2,32	2,24	2,30	2,24	2,33	2,29	2,31	2,31	2,29	2,13	2,27
Al <sub>vi</sub>	0,14	0,04	0,00	0,11	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Fe	2,07	2,20	2,07	1,93	1,83	1,85	2,10	2,14	2,00	1,64	1,79	1,73	1,76
Mn	0,05	0,07	0,05	0,04	0,00	0,00	0,06	0,05	0,03	0,02	0,05	0,03	0,04
Mg	3,12	3,13	3,33	3,31	3,51	3,23	3,29	3,36	3,39	3,43	3,39	3,20	3,41
Ca	0,06	0,05	0,10	0,04	0,09	0,11	0,05	0,05	0,07	0,05	0,03	0,00	0,01
Na	0,09	0,04	0,17	0,11	0,15	0,12	0,13	0,10	0,08	0,23	0,21	0,08	0,23
K	1,19	1,26	1,09	1,21	1,00	1,22	1,13	1,18	1,12	1,57	1,53	1,54	1,61
Mg#	0,60	0,59	0,62	0,63	0,66	0,64	0,61	0,61	0,63	0,68	0,65	0,65	0,66
<i>22 katyona göre hesaplanmıştır</i>													
<i>c: merkez r:kenar</i>													

GRUP	KIZILKAYA İĞNİMBİRİTİ				ACIGÖL RİYOLİTİ		
	örnek	K-139	K-139	K-139	K-139	K-092	K-092
kmid	138	140	141	156	2333	2332	2336
yer	c	r	c	c	c	c	c
boy					15	15	10
SiO <sub>2</sub>	37,09	36,42	36,41	38,51	35,85	34,02	36,33
TiO <sub>2</sub>	5,61	5,44	5,51	5,59	1,00	1,55	1,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,98	13,58	12,70	13,47	12,81	11,72	10,63
FeO <sub>t</sub>	13,88	14,32	14,76	14,53	35,66	35,78	33,99
MnO	0,32	0,36	0,65	0,36	0,97	1,15	0,77
MgO	15,55	14,94	14,83	15,73	3,04	3,01	4,07
CaO	0,11	0,07	0,14	0,20	0,00	0,47	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,83	0,69	0,60	0,62	0,45	0,13	0,45
K <sub>2</sub> O	8,13	7,96	8,55	8,66	7,91	8,82	7,74
<b>Toplam</b>	94,50	93,78	94,17	97,67	97,68	96,65	95,74
Si	5,56	5,51	5,53	5,59	5,78	5,64	5,94
Ti	0,63	0,62	0,63	0,61	0,12	0,19	0,21
Al <sub>iv</sub>	2,29	2,42	2,27	2,31	2,22	2,29	2,05
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
Fe	1,74	1,81	1,88	1,76	4,81	4,96	4,65
Mn	0,04	0,05	0,08	0,04	0,13	0,16	0,11
Mg	3,47	3,37	3,36	3,40	0,73	0,74	0,99
Ca	0,02	0,01	0,02	0,03	0,00	0,08	0,00
Na	0,24	0,20	0,18	0,17	0,14	0,04	0,14
K	1,56	1,54	1,66	1,60	1,63	1,86	1,61
Mg#	0,67	0,65	0,64	0,66	0,13	0,13	0,18
<i>22 katyona göre hesaplanmıştır</i>							
<i>c: merkez r:kenar</i>							



## KLİNOPIROKSEN

GRUP	ERDAŞ ADAKİT															
	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152
örnek	1201	1204	1205	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220
yer	c	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c
boy																
SiO <sub>2</sub>	53,83	50,65	54,56	54,18	51,19	53,56	54,12	52,48	54,57	53,35	53,69	52,16	55,20	53,96	53,83	53,10
TiO <sub>2</sub>	0,20	0,45	0,00	0,00	0,70	0,00	0,07	0,18	0,00	0,15	0,24	0,47	0,00	0,20	0,65	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,60	6,04	1,16	1,41	5,11	1,84	1,79	1,59	0,86	1,30	2,05	3,76	3,00	3,01	2,83	3,81
FeO <sub>t</sub>	8,64	8,42	7,62	8,05	6,14	8,96	8,21	8,54	7,18	7,69	8,19	7,52	4,74	5,33	7,41	7,77
MnO	0,75	0,08	0,24	0,31	0,00	0,23	0,32	0,61	0,22	0,19	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00
MgO	14,84	14,19	15,27	15,13	14,82	15,39	14,89	14,84	15,43	15,11	15,64	15,36	16,79	16,84	15,55	15,27
CaO	20,55	18,90	20,04	20,41	21,14	19,65	20,31	21,15	20,25	21,22	19,57	21,33	19,99	21,13	20,21	19,83
Na <sub>2</sub> O	0,19	0,28	0,13	0,06	0,01	0,11	0,15	0,09	0,08	0,13	0,06	0,03	0,06	0,12	0,11	0,03
K <sub>2</sub> O	0,08	0,00	0,00	0,00	0,17	0,18	0,09	0,14	0,05	0,14	0,07	0,12	0,00	0,07	0,00	0,00
<b>Toplam</b>	<b>100,68</b>	<b>99,01</b>	<b>99,02</b>	<b>99,55</b>	<b>99,28</b>	<b>99,92</b>	<b>99,95</b>	<b>99,62</b>	<b>98,65</b>	<b>99,28</b>	<b>99,52</b>	<b>100,75</b>	<b>99,78</b>	<b>100,78</b>	<b>100,59</b>	<b>100,07</b>
Si	1,99	1,89	2,00	2,00	1,90	1,99	2,00	1,96	2,00	1,99	2,00	1,91	2,00	1,96	1,98	1,96
Ti	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01
Al <sub>iv</sub>	0,01	0,11	0,00	0,00	0,10	0,01	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,09	0,00	0,04	0,02	0,04
Al <sub>vi</sub>	0,06	0,16	0,05	0,06	0,12	0,07	0,08	0,03	0,04	0,05	0,09	0,07	0,13	0,09	0,10	0,13
Fe <sup>+2</sup>	0,27	0,26	0,23	0,25	0,19	0,28	0,25	0,25	0,22	0,24	0,26	0,23	0,14	0,16	0,23	0,24
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,82	0,79	0,83	0,83	0,82	0,85	0,82	0,83	0,84	0,84	0,87	0,84	0,91	0,91	0,85	0,84
Ca	0,81	0,76	0,79	0,81	0,84	0,78	0,80	0,85	0,80	0,85	0,78	0,84	0,78	0,82	0,80	0,78
Na	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Jd	5,86	15,96	5,04	6,16	12,54	6,75	7,89	2,77	3,73	4,65	8,56	7,40	12,80	8,69	10,08	12,69
Ae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Aug</b>	<b>94,14</b>	<b>84,04</b>	<b>94,96</b>	<b>93,84</b>	<b>87,46</b>	<b>93,25</b>	<b>92,11</b>	<b>95,39</b>	<b>96,27</b>	<b>95,35</b>	<b>91,44</b>	<b>92,60</b>	<b>87,20</b>	<b>91,31</b>	<b>89,92</b>	<b>87,31</b>
<b>Wo</b>	<b>42,34</b>	<b>41,72</b>	<b>42,27</b>	<b>42,52</b>	<b>45,43</b>	<b>40,74</b>	<b>42,58</b>	<b>43,22</b>	<b>42,63</b>	<b>43,85</b>	<b>41,00</b>	<b>43,91</b>	<b>42,47</b>	<b>43,28</b>	<b>42,43</b>	<b>42,06</b>
<b>En</b>	<b>42,55</b>	<b>43,60</b>	<b>44,79</b>	<b>43,84</b>	<b>44,29</b>	<b>44,39</b>	<b>43,43</b>	<b>42,20</b>	<b>45,20</b>	<b>43,43</b>	<b>45,58</b>	<b>44,02</b>	<b>49,64</b>	<b>47,97</b>	<b>45,42</b>	<b>45,06</b>
<b>Fs</b>	<b>15,10</b>	<b>14,68</b>	<b>12,94</b>	<b>13,65</b>	<b>10,28</b>	<b>14,87</b>	<b>13,98</b>	<b>14,58</b>	<b>12,17</b>	<b>12,72</b>	<b>13,42</b>	<b>12,07</b>	<b>7,88</b>	<b>8,75</b>	<b>12,15</b>	<b>12,88</b>
<b>Mg#</b>	<b>75,37</b>	<b>75,02</b>	<b>78,16</b>	<b>76,97</b>	<b>81,17</b>	<b>75,38</b>	<b>76,35</b>	<b>75,62</b>	<b>79,30</b>	<b>77,78</b>	<b>77,25</b>	<b>78,48</b>	<b>86,30</b>	<b>84,89</b>	<b>78,89</b>	<b>77,78</b>
6 Oksijene göre hesaplanmıştır																

GRUP	KEŞLİK ADAKİT									KEŞLİK ADAKİT							
	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236
örnek	1719	1720	1727	1753	1756	1759	1760	1761	1762	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1771	1772
kmid	1719	1720	1727	1753	1756	1759	1760	1761	1762	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1771	1772
yer	c	c	c	c	c	c	c	c	c	r	c	r	c	r	c	c	c
boy	10	8		10	10	5		10	10	100			30	30	50	25	30
SiO <sub>2</sub>	53,45	52,53	52,00	52,60	51,22	51,55	52,55	53,52	52,28	55,49	53,96	54,52	55,31	55,15	55,18	54,71	54,09
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,59	0,53	0,52	0,93	0,73	0,79	0,48	0,65	0,00	0,29	0,00	0,00	0,13	0,22	0,55	0,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,71	2,98	1,48	1,87	1,65	2,33	1,42	1,94	1,29	0,86	0,51	0,26	0,34	0,28	0,20	0,59	1,01
FeO <sub>t</sub>	10,99	14,32	12,36	10,93	10,65	12,93	10,85	11,58	11,59	6,92	7,66	7,00	8,43	8,14	7,06	7,48	7,44
MnO	0,21	0,33	0,47	0,42	0,11	0,79	0,08	0,42	0,40	0,00	0,14	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	16,49	18,50	16,66	14,56	14,88	14,76	15,44	15,50	16,11	17,83	15,86	16,34	17,67	17,09	16,36	16,93	17,34
CaO	15,51	9,57	15,09	18,20	18,91	15,85	17,88	16,13	17,06	19,71	20,89	20,58	17,92	19,04	21,13	19,92	19,27
Na <sub>2</sub> O	0,16	0,41	0,26	0,35	0,28	0,37	0,21	0,21	0,04	0,00	0,03	0,01	0,14	0,24	0,00	0,07	0,07
K <sub>2</sub> O	0,05	0,03	0,15	0,37	0,20	0,42	0,03	0,08	0,09	0,01	0,14	0,11	0,07	0,14	0,14	0,22	0,25
Toplam	99,08	99,28	99,00	99,81	98,82	99,73	99,24	99,86	99,51	100,83	99,47	98,81	100,10	100,20	100,29	100,48	99,67
Si	2,00	1,96	1,95	1,97	1,93	1,94	1,97	2,00	1,96	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,99
Ti	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
Al <sub>iv</sub>	0,00	0,04	0,05	0,03	0,07	0,06	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Al <sub>vi</sub>	0,08	0,09	0,02	0,05	0,00	0,04	0,04	0,08	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,04
Fe <sup>+2</sup>	0,34	0,45	0,36	0,34	0,29	0,37	0,34	0,36	0,36	0,21	0,24	0,22	0,26	0,25	0,21	0,23	0,23
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,92	1,03	0,93	0,81	0,84	0,83	0,86	0,86	0,90	0,96	0,88	0,89	0,95	0,92	0,88	0,92	0,95
Ca	0,62	0,38	0,61	0,73	0,76	0,64	0,72	0,65	0,69	0,76	0,83	0,81	0,69	0,74	0,82	0,78	0,76
Na	0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01
K	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Jd	7,67	8,94	1,65	4,94	0,51	3,98	3,59	8,62	1,55	3,70	2,23	1,10	1,51	1,20	0,80	2,64	3,62
Ae	0,00	0,00	2,78	0,00	4,33	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	92,33	91,06	95,57	95,06	95,16	92,56	96,41	91,38	98,45	96,30	97,77	98,90	98,49	98,80	99,20	97,36	96,38
Wo	32,88	20,48	31,26	38,47	39,40	33,63	37,33	34,25	34,95	39,47	42,60	42,20	36,37	38,72	42,78	40,37	39,19
En	48,57	55,07	47,99	42,80	43,12	43,61	44,86	45,83	45,87	49,69	45,02	46,58	49,90	48,35	46,07	47,77	49,02
Fs	18,55	24,45	20,75	18,73	17,48	22,76	17,81	19,92	19,18	10,84	12,38	11,22	13,73	12,93	11,15	11,85	11,79
Mg#	72,76	69,72	70,61	70,34	71,33	67,05	71,76	70,45	71,24	82,09	78,71	80,60	78,87	78,91	80,51	80,12	80,61
6 Oksijene göre hesaplanmıştır																	
c: merkez, r: kenar																	
c: merkez, r: kenar																	

GRUP	HAMURCU ADAKİT					HAMURCU ADAKİT							
	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212
örnek	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212
kmid	1783	1784	1786	1788	1789	1790	1791	1792	1795	1797	1804	1806	
yer	c	r	r	r	c	r	c	r	c	c	r	r	
boy	320	320	600	260	120	120	90	90	200	60	50	100	
SiO <sub>2</sub>	54,57	53,75	51,80	52,74	53,59	51,80	52,89	50,54	55,51	55,48	52,67	55,09	
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,06	0,64	0,42	0,25	0,66	0,55	0,75	0,03	0,00	0,35	0,10	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,85	3,48	2,54	2,84	2,69	3,67	1,33	4,38	1,44	1,41	3,82	1,57	
FeO <sub>t</sub>	9,21	5,95	5,64	5,61	5,74	6,21	5,56	6,94	4,49	4,27	8,84	5,13	
MnO	0,89	0,20	0,30	0,16	0,17	0,22	0,20	0,07	0,11	0,00	0,29	0,00	
MgO	14,11	16,39	16,32	16,66	17,36	16,12	17,70	15,31	18,20	17,79	15,72	18,59	
CaO	20,31	20,41	23,01	21,75	19,92	21,01	21,70	21,11	19,31	19,82	19,02	19,96	
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K <sub>2</sub> O	0,10	0,00	0,36	0,20	0,09	0,12	0,26	0,15	0,04	0,14	0,16	0,10	
<b>Toplam</b>	100,06	100,24	100,61	100,37	99,79	99,82	100,19	99,24	99,12	98,91	100,87	100,53	
Si	2,00	1,97	1,89	1,93	1,96	1,91	1,93	1,88	2,00	2,00	1,93	1,99	
Ti	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	
Al <sub>iv</sub>	0,00	0,03	0,11	0,08	0,04	0,09	0,06	0,12	0,00	0,00	0,07	0,01	
Al <sub>vi</sub>	0,04	0,12	0,00	0,05	0,08	0,06	0,00	0,07	0,06	0,06	0,10	0,06	
Fe <sup>+2</sup>	0,28	0,18	0,08	0,16	0,18	0,19	0,10	0,20	0,14	0,13	0,27	0,16	
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Mg	0,77	0,89	0,89	0,91	0,95	0,88	0,96	0,85	0,98	0,96	0,86	1,00	
Ca	0,80	0,80	0,90	0,85	0,78	0,83	0,85	0,84	0,75	0,77	0,75	0,77	
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
K	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	
Jd	3,81	11,69	0,00	4,78	8,00	6,67	0,00	6,96	6,12	6,00	9,89	6,12	
Ae	0,00	0,00	9,25	1,52	0,00	0,00	5,62	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	
Aug	96,19	88,31	90,75	93,70	92,00	93,33	94,38	90,89	93,88	94,00	90,11	93,88	
Wo	42,46	42,51	45,70	44,02	40,94	43,38	42,70	44,09	40,06	41,38	39,61	40,06	
En	41,02	47,50	45,09	46,87	49,58	46,26	48,44	44,46	52,52	51,65	45,55	51,92	
Fs	16,52	9,99	9,20	9,11	9,48	10,36	8,86	11,44	7,41	6,97	14,85	8,02	
Mg#	73,19	83,09	83,76	84,12	84,33	82,23	84,98	79,68	87,87	88,11	76,02	86,61	
6 Oksijene göre hesaplanmıştır													
c: merkez, r: kenar													

GRUP	ERDAŞ ANDEZİT												GÖRE ANDEZİT					
	örnek	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-001	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117
kmid	2101	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2115	2116	2125	2126	160	161	162	164	165	171
yer	r	c	r	c	c	r	c	r	c	r	c	c						
boy	400	60	60	70	60	60	40	40	50	50	7	10						
SiO <sub>2</sub>	52,96	53,18	51,73	53,22	51,17	51,24	52,25	51,26	49,94	51,73	52,58	53,72	51,93	51,33	51,48	53,95	54,16	53,89
TiO <sub>2</sub>	0,48	0,37	0,42	0,19	0,16	0,49	0,01	0,55	0,99	0,31	0,39	0,54	0,62	0,63	0,88	0,40	0,27	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,41	1,95	3,67	1,87	3,58	3,24	3,12	3,71	4,82	3,61	1,69	1,80	2,32	1,11	1,63	1,50	1,35	1,63
FeO <sub>t</sub>	8,62	8,18	9,39	9,03	10,70	8,78	8,99	9,06	9,25	9,81	9,90	9,98	10,48	17,02	14,48	10,04	13,64	9,81
MnO	0,00	0,00	0,22	0,04	0,35	0,06	0,34	0,16	0,00	0,33	0,07	0,10	0,51	0,37	0,22	0,17	0,05	0,00
MgO	14,67	16,45	15,38	16,74	15,33	14,74	15,36	14,94	13,73	14,72	13,63	13,93	19,62	17,83	12,79	16,89	22,76	17,01
CaO	21,16	18,90	18,97	17,97	17,83	19,71	19,04	19,72	20,00	18,88	20,00	19,83	14,41	10,02	17,29	17,34	7,39	15,81
Na <sub>2</sub> O	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,00	0,19	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,00	0,08	0,14	0,13	0,16	0,06	0,05	0,08	0,09	0,13	0,22	0,16	0,09	0,11	0,21	0,12	0,07	0,14
Toplam	99,43	99,12	99,94	99,19	99,27	98,39	99,18	99,51	98,81	99,52	98,66	100,25	99,99	98,42	98,99	100,40	99,71	98,31
Si	1,98	1,98	1,92	1,98	1,92	1,93	1,95	1,91	1,88	1,93	1,99	2,00	1,90	1,95	1,98	1,99	1,98	2,00
Ti	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00
Al <sub>iv</sub>	0,02	0,02	0,08	0,02	0,09	0,07	0,05	0,09	0,12	0,07	0,01	0,00	0,10	0,05	0,02	0,01	0,02	0,00
Al <sub>vi</sub>	0,04	0,07	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,07	0,10	0,09	0,07	0,08	0,00	0,00	0,05	0,06	0,04	0,07
Fe <sup>+2</sup>	0,27	0,26	0,29	0,28	0,32	0,28	0,28	0,28	0,29	0,31	0,31	0,31	0,26	0,53	0,47	0,31	0,42	0,30
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Mg	0,82	0,91	0,85	0,93	0,86	0,83	0,86	0,83	0,77	0,82	0,77	0,77	1,07	1,01	0,73	0,93	1,24	0,94
Ca	0,85	0,75	0,75	0,72	0,72	0,80	0,76	0,79	0,81	0,76	0,81	0,79	0,57	0,41	0,71	0,69	0,29	0,63
Na	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Jd	4,26	6,57	7,95	6,24	7,41	7,62	8,90	7,56	9,98	9,39	6,79	8,04	0,41	0,31	5,17	5,59	3,94	7,11
Ae	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,51	1,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	95,74	93,43	92,05	93,76	91,37	92,38	91,10	92,44	90,02	90,61	93,21	91,96	93,07	98,14	94,83	94,41	96,06	92,89
Wo	43,82	39,23	39,64	37,18	37,32	41,83	39,92	41,34	43,16	39,92	42,78	42,12	28,66	20,68	37,13	35,51	14,87	33,56
En	42,22	47,50	44,69	48,18	44,62	43,51	44,79	43,55	41,24	43,29	40,57	41,16	54,28	51,24	38,22	48,16	63,64	50,21
Fs	13,95	13,27	15,67	14,64	18,06	14,66	15,30	15,11	15,60	16,79	16,65	16,72	17,06	28,08	24,65	16,33	21,49	16,22
Mg#	75,16	78,17	74,50	76,76	71,85	74,93	75,26	74,57	72,56	72,76	71,03	71,31	76,96	65,10	61,15	74,98	74,85	75,58
6 Oksijene göre hesaplanmıştır																		
c: merkez, r: kenar																		



GRUP	GÖRE ANDEZİT							HODUL BAZALTİK ANDEZİT						
	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237
örnek	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237
kmid	172	176	177	203	207	208	209	1635	1637	1639	1641	1642	1647	1648
yer								c	r	r	c	c	c	r
boy									200	250		15	400	400
SiO <sub>2</sub>	53,02	52,67	54,07	52,64	50,63	54,48	55,15	54,37	50,80	53,61	53,36	54,36	52,33	52,77
TiO <sub>2</sub>	0,98	0,28	0,55	0,58	1,10	0,00	0,27	0,56	0,47	0,25	1,02	0,09	0,70	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,84	2,44	1,45	2,25	2,73	1,83	2,00	0,25	1,94	1,42	0,38	0,65	2,99	1,89
FeO <sub>t</sub>	15,72	8,99	8,82	6,48	24,15	6,48	5,93	6,08	8,81	9,42	17,20	15,25	9,32	9,09
MnO	0,21	0,03	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,68	0,35	0,27	0,56	0,69	0,00	0,04
MgO	12,19	16,64	16,67	17,78	11,93	18,46	17,32	16,39	14,56	15,13	12,71	11,98	14,28	14,38
CaO	15,05	17,87	18,71	20,40	7,80	18,10	19,97	20,41	22,25	20,72	15,03	16,88	20,98	21,12
Na <sub>2</sub> O	0,15	0,00	0,00	0,02	0,48	0,07	0,15	1,48	0,00	0,00	0,81	0,24	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,52	0,05	0,15	0,26	0,26	0,00	0,00	0,05	0,14	0,17	0,09	0,12	0,15	0,12
<b>Toplam</b>	100,69	98,98	100,43	100,42	99,67	99,43	100,80	100,27	99,32	100,98	101,15	100,24	100,75	99,52
Si	2,00	1,96	1,99	1,92	1,97	2,00	2,00	1,98	1,90	1,98	2,00	2,00	1,94	1,97
Ti	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00
Al <sub>iv</sub>	0,00	0,04	0,01	0,08	0,03	0,00	0,00	0,01	0,09	0,02	0,00	0,00	0,06	0,03
Al <sub>vi</sub>	0,13	0,07	0,05	0,01	0,10	0,08	0,09	0,00	0,00	0,04	0,02	0,03	0,07	0,06
Fe <sup>+2</sup>	0,50	0,28	0,27	0,14	0,79	0,20	0,18	0,07	0,19	0,29	0,54	0,47	0,29	0,28
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,11	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00
Mg	0,69	0,93	0,92	0,97	0,69	1,01	0,94	0,89	0,81	0,83	0,71	0,66	0,79	0,80
Ca	0,61	0,71	0,74	0,80	0,33	0,71	0,78	0,80	0,89	0,82	0,60	0,67	0,83	0,85
Na	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,11	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	0,00
K	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Jd	13,06	7,06	5,48	1,32	10,02	7,70	8,56	0,00	0,00	3,86	1,78	2,87	6,73	5,72
Ae	0,00	0,00	0,00	5,49	0,00	0,00	0,00	10,48	7,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	86,94	92,94	94,52	93,19	89,98	92,30	91,44	89,52	92,11	96,14	98,22	97,13	93,27	94,28
Wo	33,85	37,19	38,36	40,65	17,83	37,05	41,01	42,09	44,83	41,99	32,25	36,70	43,58	43,77
En	38,14	48,18	47,56	49,28	37,96	52,58	49,47	47,01	40,76	42,66	37,97	36,26	41,32	41,49
Fs	28,01	14,64	14,09	10,06	44,21	10,37	9,51	10,91	14,41	15,35	29,79	27,04	15,10	14,74
Mg#	58,00	76,76	77,15	83,05	46,82	83,53	83,87	82,76	74,63	74,13	56,85	58,35	73,23	73,85
6 Oksijene göre hesaplanmıştır														
c: merkez, r: kenar														

GRUP	HODUL BAZALTİK ANDEZİT						HODUL BAZALTİK ANDEZİT									
	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	
örnek	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	
kmid	1649	1650	1651	1652	1659	1660	1661	1662	1663	1664	1665	1666	1668	1669	1670	
yer	c	r	c	c	c	r	c	r	c	r	c	r	r	c	r	
boy	100	100	90	50	200	200	500	500	200	200	430	430	250	250	250	
SiO <sub>2</sub>	51,61	51,42	53,74	53,44	50,92	49,90	50,86	51,21	51,16	52,30	49,42	48,91	53,25	52,56	52,40	
TiO <sub>2</sub>	0,22	0,58	0,02	0,03	0,78	1,04	0,68	0,52	1,02	0,56	1,38	1,37	0,06	0,00	0,70	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	2,38	1,67	1,85	3,09	3,27	1,88	2,85	2,69	1,73	6,02	4,53	0,61	2,49	0,64	
FeO <sub>t</sub>	9,52	10,22	8,91	9,33	8,77	10,02	8,78	9,87	8,60	9,26	8,75	9,38	14,52	9,44	13,02	
MnO	0,15	0,00	0,00	0,00	0,20	0,33	0,30	0,37	0,00	0,00	0,16	0,42	0,23	0,02	0,10	
MgO	14,51	13,84	16,26	14,65	14,41	14,08	14,72	14,35	14,15	14,20	13,51	14,03	12,29	15,00	13,24	
CaO	20,68	21,61	18,95	20,41	21,82	20,22	21,93	20,36	21,09	20,82	20,88	21,85	18,27	19,74	19,15	
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,17	0,08	0,02	
K <sub>2</sub> O	0,19	0,18	0,21	0,01	0,17	0,08	0,29	0,06	0,23	0,04	0,00	0,21	0,14	0,02	0,24	
Toplam	98,96	100,24	99,76	99,71	100,16	98,94	99,44	99,60	98,94	98,93	100,20	100,70	99,53	99,35	99,51	
Si	1,94	1,92	1,99	2,00	1,89	1,88	1,90	1,92	1,93	1,97	1,84	1,81	2,00	1,96	1,99	
Ti	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04	0,00	0,00	0,02	
Al <sub>iv</sub>	0,06	0,08	0,01	0,00	0,11	0,12	0,08	0,08	0,07	0,03	0,16	0,19	0,00	0,04	0,01	
Al <sub>vi</sub>	0,03	0,02	0,06	0,08	0,03	0,03	0,00	0,04	0,04	0,05	0,10	0,01	0,03	0,07	0,02	
Fe <sup>+2</sup>	0,28	0,28	0,28	0,29	0,22	0,29	0,19	0,30	0,27	0,29	0,27	0,17	0,46	0,30	0,41	
Fe <sup>+3</sup>	0,02	0,04	0,00	0,00	0,05	0,03	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	
Mg	0,81	0,77	0,90	0,82	0,80	0,79	0,82	0,80	0,79	0,80	0,75	0,77	0,69	0,84	0,75	
Ca	0,83	0,86	0,75	0,82	0,87	0,82	0,88	0,82	0,85	0,84	0,83	0,87	0,74	0,79	0,78	
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	
K	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	
Jd	3,34	2,24	6,31	7,61	2,67	3,12	0,00	4,52	4,63	5,08	10,46	0,84	2,72	7,31	2,15	
Ae	2,43	3,96	0,00	0,00	4,94	3,13	7,62	1,23	0,00	0,00	0,00	12,22	0,00	0,00	0,00	
Aug	94,24	93,80	93,69	92,39	92,39	93,75	92,38	94,24	95,37	94,92	89,54	86,93	97,28	92,69	97,85	
Wo	42,70	44,26	39,04	42,46	44,67	42,23	44,28	42,14	44,39	43,55	44,77	44,57	38,97	41,12	40,06	
En	41,72	39,40	46,63	42,40	41,02	40,89	41,35	41,31	41,46	41,33	40,30	39,84	36,48	43,47	38,52	
Fs	15,58	16,34	14,33	15,14	14,31	16,88	14,37	16,55	14,15	15,12	14,92	15,59	24,55	15,41	21,42	
Mg#	73,14	70,68	76,49	73,69	74,56	71,48	74,89	72,16	74,55	73,21	73,33	72,74	60,14	73,89	64,43	
6 Oksijene göre hesaplanmıştır																
c: merkez,r:kenar																

GRUP	BOZCA Tr.ANDEZİT				BOZCA Tr.ANDEZİT												
	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200
örnek	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
kmid	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930
yer	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	r	c	c	c	c	c	c
boy	15	15	15	15	15	15			15	15	40	10	10	10	20	15	30
SiO <sub>2</sub>	50,21	52,65	51,91	51,35	51,13	48,18	50,98	51,67	52,05	51,35	51,75	51,70	50,72	52,05	51,62	50,94	51,42
TiO <sub>2</sub>	1,32	1,19	1,34	1,54	1,25	2,32	1,37	0,98	0,98	0,95	0,63	1,04	1,15	0,64	0,85	1,48	0,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,89	1,17	2,62	2,14	2,53	4,28	3,12	3,77	1,54	2,56	1,09	2,60	2,17	2,10	2,29	2,67	1,78
FeO <sub>t</sub>	10,84	11,84	9,82	11,13	10,20	11,74	9,11	10,10	10,68	11,42	12,87	10,12	11,35	10,05	11,17	10,80	11,00
MnO	0,04	0,23	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,02	0,30	0,16	0,26	0,00	0,25	0,12	0,22	0,00	0,23
MgO	13,61	13,74	14,45	13,57	14,08	12,97	14,55	14,87	14,75	14,14	13,78	14,11	13,90	14,56	14,23	14,07	14,76
CaO	19,85	19,79	19,86	19,48	20,25	20,01	20,62	19,02	19,50	19,52	19,26	19,52	20,68	19,21	19,54	20,38	19,23
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,04	0,06	0,06	0,03	0,04	0,04	0,21	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,07	0,04	0,02	0,06
K <sub>2</sub> O	0,15	0,13	0,00	0,19	0,03	0,15	0,21	0,00	0,08	0,10	0,13	0,13	0,17	0,10	0,05	0,11	0,11
Toplam	98,92	100,77	100,05	99,46	99,50	99,82	100,01	100,65	99,87	100,19	99,77	99,30	100,40	98,91	100,02	100,46	99,36
Si	1,91	1,97	1,94	1,94	1,92	1,82	1,90	1,91	1,95	1,92	1,96	1,95	1,90	1,96	1,93	1,90	1,93
Ti	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02
Al <sub>iv</sub>	0,10	0,03	0,06	0,06	0,08	0,18	0,10	0,09	0,05	0,08	0,04	0,05	0,10	0,04	0,07	0,10	0,07
Al <sub>vi</sub>	0,03	0,02	0,05	0,04	0,04	0,01	0,03	0,07	0,02	0,03	0,00	0,06	0,00	0,06	0,03	0,02	0,01
Fe <sup>+2</sup>	0,34	0,37	0,31	0,35	0,32	0,32	0,28	0,31	0,34	0,36	0,40	0,32	0,30	0,32	0,35	0,33	0,33
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Mg	0,77	0,77	0,80	0,77	0,79	0,73	0,81	0,82	0,82	0,79	0,78	0,79	0,78	0,82	0,79	0,78	0,83
Ca	0,81	0,79	0,79	0,79	0,82	0,81	0,82	0,75	0,78	0,78	0,78	0,79	0,83	0,78	0,78	0,82	0,78
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
K	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Jd	3,54	2,19	5,51	3,87	3,63	1,08	3,64	7,51	1,87	3,62	0,41	6,28	0,00	5,73	3,61	1,88	1,34
Ae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,16	0,31	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	4,90	0,00	0,00	0,63	1,85
Aug	96,46	97,81	94,49	96,13	96,37	93,76	96,05	92,49	98,13	96,38	98,67	93,72	95,10	94,27	96,39	97,50	96,81
Wo	42,01	40,96	41,68	41,40	42,37	42,27	42,95	39,95	40,13	40,49	39,55	41,46	42,15	40,50	40,52	42,14	39,62
En	40,03	39,57	42,20	40,14	40,97	38,14	42,22	43,45	42,23	40,80	39,40	41,73	39,40	42,75	41,03	40,43	42,33
Fs	17,96	19,47	16,12	18,47	16,67	19,59	14,84	16,60	17,63	18,72	21,04	16,81	18,45	16,75	18,45	17,43	18,05
Mg#	69,09	67,43	72,37	68,49	71,08	66,30	73,99	72,41	71,10	68,85	65,63	71,29	68,58	72,10	69,41	69,88	70,53
6 Oksijene göre hesaplanmıştır																	
c: merkez, r: kenar																	

GRUP	BOZCA		GÖRDELES İGNİMBİRİTİ							
	Tr.ANDEZİT		KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021
örnek	K-200	K-200	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021
<b>kmid</b>	1931	1932	90	94	95	96	103	104	120	121
<b>yer</b>	c	c	c	c	c	r	c	r	c	r
<b>boy</b>	20	15	100	150	100	100	120	120	170	170
<b>SiO<sub>2</sub></b>	50,18	52,17	51,99	54,52	54,45	53,95	53,98	54,46	52,37	52,62
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1,64	0,94	0,57	0,00	0,19	0,00	0,56	0,00	0,17	0,17
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3,58	1,67	2,98	0,85	0,88	0,86	1,26	0,96	0,94	0,76
<b>FeO<sub>t</sub></b>	11,71	10,33	9,51	9,24	9,41	9,16	10,25	9,22	9,80	9,89
<b>MnO</b>	0,48	0,02	0,00	0,53	0,62	0,70	0,71	0,87	1,09	1,18
<b>MgO</b>	13,25	14,66	15,41	13,81	13,61	13,67	14,32	13,75	13,96	13,54
<b>CaO</b>	19,80	19,63	19,20	21,04	21,00	20,66	19,49	21,40	20,94	21,52
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,07	0,10	0,13	0,08	0,14	0,12	0,12	0,13	0,21	0,19
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,04	0,01	0,13	0,05	0,11	0,12	0,08	0,19	0,09	0,14
<b>Toplam</b>	100,75	99,53	99,92	100,11	100,40	99,22	100,77	100,99	99,57	100,02
<b>Si</b>	1,88	1,96	1,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,97	1,97
<b>Ti</b>	0,05	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01
<b>Al<sub>iv</sub></b>	0,12	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
<b>Al<sub>vi</sub></b>	0,03	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,01	0,01
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0,36	0,32	0,30	0,28	0,29	0,28	0,32	0,28	0,28	0,28
<b>Fe<sup>+3</sup></b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
<b>Mn</b>	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04
<b>Mg</b>	0,74	0,82	0,85	0,76	0,75	0,76	0,79	0,75	0,78	0,76
<b>Ca</b>	0,79	0,79	0,76	0,83	0,83	0,82	0,77	0,84	0,84	0,86
<b>Na</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
<b>K</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
<b>Jd</b>	3,62	3,29	5,89	3,76	3,89	3,89	5,72	4,32	0,94	0,73
<b>Ae</b>	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,44	3,13
<b>Aug</b>	96,06	96,71	94,11	96,24	96,11	96,11	94,28	95,68	95,63	96,13
<b>Wo</b>	41,47	40,80	39,95	43,97	43,96	43,62	40,63	44,20	42,84	43,88
<b>En</b>	38,60	42,40	44,61	40,14	39,65	40,12	41,52	39,53	39,74	38,45
<b>Fs</b>	19,93	16,80	15,45	15,90	16,39	16,26	17,85	16,27	17,43	17,67
<b>Mg#</b>	66,85	71,68	74,28	72,74	72,05	72,67	71,33	72,68	71,74	70,95
6 Oksijene göre hesaplanmıştır										
c: merkez, r: kenar										



GRUP	GÖRDELES İgn.			TAHAR İGNİMBİRİTİ				KARAHÜYÜK				
	örnek	KPD-08-021	KPD-08-021	KPD-08-021	K-342	K-342	K-342	K-342	K-176	K-176	K-176	K-176
kmid	122	123	130	1250	1251	1253	1254	1985	1986	1987	1988	1989
yer	c	r	c	c	r	r	c	c	r	c	c	c
boy				180	180	140	220	80	80	20	25	40
SiO <sub>2</sub>	51,50	53,85	53,54	51,54	53,12	52,99	53,77	45,73	48,90	44,20	48,18	47,41
TiO <sub>2</sub>	0,47	0,00	0,11	0,45	0,23	0,48	0,00	4,93	2,43	4,82	2,57	3,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,70	0,87	1,32	2,54	2,29	2,55	2,54	6,65	5,43	6,18	5,01	5,46
FeO <sub>t</sub>	10,28	9,36	9,06	7,50	6,49	6,85	7,24	12,06	10,50	11,51	11,70	11,09
MnO	1,33	0,38	0,53	0,23	0,17	0,24	0,11	0,23	0,27	0,15	0,18	0,05
MgO	13,36	13,57	13,12	15,39	15,82	15,76	14,99	10,02	11,20	10,03	11,41	10,84
CaO	22,78	21,36	21,00	21,21	20,88	21,51	20,41	20,43	19,96	21,72	20,22	20,53
Na <sub>2</sub> O	0,15	0,22	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,48	0,36	0,52	0,44
K <sub>2</sub> O	0,35	0,06	0,29	0,16	0,12	0,14	0,06	0,09	0,10	0,22	0,10	0,22
Toplam	100,92	99,67	99,10	99,02	99,13	100,51	99,12	100,72	99,26	99,18	99,88	99,60
Si	1,92	2,00	2,00	1,92	1,97	1,95	2,00	1,73	1,86	1,70	1,82	1,80
Ti	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,14	0,07	0,14	0,07	0,10
Al <sub>iv</sub>	0,03	0,00	0,00	0,08	0,03	0,05	0,00	0,27	0,14	0,28	0,18	0,20
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,04	0,06	0,04	0,07	0,06	0,11	0,03	0,10	0,00	0,05	0,05
Fe <sup>+2</sup>	0,18	0,29	0,28	0,21	0,20	0,21	0,23	0,38	0,33	0,29	0,34	0,35
Fe <sup>+3</sup>	0,14	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,03	0,00
Mn	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Mg	0,74	0,75	0,73	0,86	0,88	0,86	0,83	0,57	0,63	0,58	0,64	0,62
Ca	0,91	0,85	0,84	0,85	0,83	0,85	0,81	0,83	0,81	0,90	0,82	0,84
Na	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
K	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Jd	0,00	3,85	5,92	3,57	7,39	5,61	11,13	3,40	10,95	0,00	4,99	5,47
Ae	8,89	0,00	0,00	2,45	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	6,89	2,93	0,00
Aug	91,11	96,15	94,08	93,98	92,61	94,39	88,87	96,25	89,05	93,11	92,07	94,53
Wo	45,15	44,64	44,93	43,60	43,42	43,95	43,43	46,49	45,42	48,51	44,56	46,32
En	36,85	39,44	39,05	44,01	45,77	44,78	44,39	31,69	35,42	31,17	34,98	34,03
Fs	18,00	15,91	16,03	12,39	10,82	11,27	12,18	21,82	19,16	20,33	20,46	19,65
Mg#	69,84	72,07	72,09	78,53	81,26	80,41	78,69	59,66	65,50	60,85	63,47	63,53
6 Oksijene göre hesaplanmıştır												
c: merkez, r: kenar												

GRUP	EVREN					KUYULUTATLAR									
örnek	K-110	K-110	K-110	K-078	K-078	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	
kmid	216	217	224	538	545	901	902	903	905	906	907	908	909	910	
yer	c	r	c	c	r	c	r	c	r	c	r	c	r	c	
boy															
<b>SiO<sub>2</sub></b>	51,64	52,15	51,59	51,84	49,98	47,76	52,17	51,59	52,07	51,82	51,90	50,06	47,31	51,19	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1,36	1,32	1,13	1,53	2,82	1,82	1,33	1,08	1,27	1,71	1,12	2,10	4,45	1,36	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3,28	3,17	1,45	2,63	3,79	5,42	2,83	3,86	3,07	3,84	4,04	3,76	4,23	4,47	
<b>FeO<sub>t</sub></b>	8,58	8,36	10,10	8,41	9,73	10,85	9,07	8,49	8,78	7,46	7,70	9,16	11,18	8,09	
<b>MnO</b>	0,07	0,03	0,22	0,08	0,20	0,55	0,23	0,50	0,23	0,00	0,02	0,00	0,39	0,18	
<b>MgO</b>	14,92	15,09	14,45	14,42	13,21	13,05	14,96	14,65	14,99	14,98	14,76	14,14	11,15	14,59	
<b>CaO</b>	18,37	18,48	19,20	19,27	19,56	20,54	19,17	19,81	19,92	20,24	19,72	20,73	20,06	20,76	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,58	0,54	0,46	0,40	0,68	0,43	0,33	0,41	0,38	0,51	0,43	0,17	1,30	0,35	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,01	0,00	0,11	0,00	0,15	0,09	0,03	0,07	0,11	0,00	0,00	0,13	0,17	0,07	
<b>Toplam</b>	98,82	99,14	98,71	98,56	100,11	100,50	100,11	100,46	100,83	100,55	99,70	100,26	100,25	101,05	
<b>Si</b>	1,93	1,95	1,95	1,96	1,87	1,78	1,94	1,90	1,92	1,90	1,92	1,86	1,78	1,88	
<b>Ti</b>	0,04	0,04	0,03	0,04	0,08	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,13	0,04	
<b>Al<sub>iv</sub></b>	0,07	0,05	0,05	0,04	0,13	0,22	0,06	0,10	0,09	0,10	0,08	0,14	0,19	0,12	
<b>Al<sub>vi</sub></b>	0,08	0,08	0,01	0,07	0,04	0,02	0,06	0,07	0,05	0,07	0,10	0,03	0,00	0,07	
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0,27	0,26	0,30	0,27	0,30	0,20	0,28	0,26	0,27	0,23	0,24	0,28	0,25	0,24	
<b>Fe<sup>+3</sup></b>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,01	
<b>Mn</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
<b>Mg</b>	0,83	0,84	0,81	0,81	0,74	0,72	0,83	0,81	0,82	0,82	0,82	0,78	0,63	0,80	
<b>Ca</b>	0,74	0,74	0,78	0,78	0,78	0,82	0,76	0,78	0,79	0,80	0,78	0,83	0,81	0,82	
<b>Na</b>	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,01	0,10	0,03	
<b>K</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	
<b>Jd</b>	8,23	8,73	1,25	7,54	3,83	1,72	6,28	7,44	5,01	7,35	10,33	2,98	0,00	7,21	
<b>Ae</b>	0,00	0,00	1,56	0,00	0,00	14,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	7,89	0,94	
<b>Aug</b>	91,77	91,27	97,19	92,46	96,17	83,37	93,72	92,56	94,99	92,65	89,67	96,07	92,11	91,85	
<b>Wo</b>	40,03	40,13	40,53	41,97	42,81	43,15	40,60	41,96	41,67	43,17	42,60	43,59	45,00	43,68	
<b>En</b>	45,25	45,62	42,46	43,64	40,24	38,15	44,06	43,14	43,63	44,42	44,34	41,37	34,78	42,71	
<b>Fs</b>	14,72	14,25	17,01	14,39	16,95	18,70	15,34	14,90	14,70	12,41	13,06	15,04	20,22	13,61	
<b>Mg#</b>	75,59	76,27	71,84	75,35	70,77	68,17	74,64	75,45	75,27	78,17	77,32	73,34	64,01	76,27	
6 Oksijene göre hesaplanmıştır															
c: merkez, r: kenar															

GRUP	KARAKEPEZ				COPLAN									
	K-145	K-145	K-145	K-145	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111
örnek	K-145	K-145	K-145	K-145	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111
kmid	2012	2013	2032	2033	1093	1094	1161	1168	1169	1173	1174	1176	1177	
yer	c	r	c	r	c	r	c	c	r	c	r	c	r	
boy	220	220	250	250										
SiO <sub>2</sub>	47,20	50,52	47,54	49,31	52,07	52,79	50,29	53,33	54,72	54,12	54,06	54,00	54,35	
TiO <sub>2</sub>	3,77	2,02	3,51	2,46	0,47	0,24	0,64	0,39	0,02	0,00	0,24	0,00	0,00	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,81	4,29	5,96	5,78	1,62	2,97	4,77	2,97	1,43	1,30	1,68	1,23	1,37	
FeO <sub>t</sub>	7,98	8,17	8,51	7,79	5,64	9,34	9,91	8,72	8,75	8,22	7,83	8,51	8,85	
MnO	0,21	0,11	0,26	0,09	0,28	0,24	0,00	0,00	0,12	0,00	0,01	0,05	0,12	
MgO	11,91	13,10	12,36	12,89	16,89	15,57	15,31	14,27	15,11	14,85	15,37	15,00	15,03	
CaO	22,51	20,55	22,49	22,11	22,80	18,13	18,58	20,56	20,45	20,82	21,04	20,40	20,51	
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,21	0,22	0,00	0,00	0,00	0,16	0,17	0,00	0,00	0,10	0,01	
K <sub>2</sub> O	0,08	0,00	0,12	0,07	0,33	0,00	0,16	0,12	0,08	0,08	0,12	0,12	0,08	
Toplam	99,47	98,75	100,97	100,74	100,08	99,29	99,65	100,52	100,86	99,40	100,35	99,40	100,32	
Si	1,79	1,92	1,77	1,83	1,91	1,97	1,87	1,97	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Ti	0,11	0,06	0,10	0,07	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
Al <sub>iv</sub>	0,21	0,09	0,23	0,17	0,07	0,03	0,13	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al <sub>vi</sub>	0,05	0,11	0,03	0,08	0,00	0,10	0,08	0,10	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06	
Fe <sup>+2</sup>	0,25	0,26	0,24	0,24	0,07	0,29	0,28	0,27	0,27	0,25	0,24	0,26	0,27	
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,03	0,00	0,11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mg	0,67	0,74	0,69	0,71	0,92	0,87	0,85	0,79	0,82	0,82	0,85	0,83	0,83	
Ca	0,91	0,83	0,90	0,88	0,89	0,73	0,74	0,82	0,80	0,82	0,83	0,81	0,81	
Na	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	
K	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	
Jd	5,08	11,41	3,13	8,41	0,00	10,36	7,94	10,31	6,23	5,70	6,85	5,41	6,02	
Ae	0,00	0,00	3,36	0,00	8,49	0,00	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Aug	94,92	88,59	93,51	91,59	91,51	89,64	89,61	89,69	93,77	94,30	93,15	94,59	93,98	
Wo	49,48	45,40	48,33	47,85	44,77	38,32	39,03	43,54	42,27	43,46	43,36	42,56	42,36	
En	36,46	40,28	36,95	38,84	46,12	45,82	44,73	42,04	43,43	43,14	44,03	43,56	43,19	
Fs	14,05	14,32	14,72	13,31	9,11	15,86	16,24	14,42	14,30	13,40	12,61	13,89	14,45	
Mg#	72,73	74,07	72,11	74,71	84,19	74,81	73,36	74,46	75,50	76,31	77,74	75,89	75,21	
6 Oksijene göre hesaplanmıştır														
c: merkez, r: kenar														





GRUP	SUVERMEZ							OBRUK			
örnek	K-024	K-024	K-024	K-024	K-024	K-024	K-024	K-135	K-135	K-135	K-135
kmid	930	935	938	945	946	953	954	2274	2275	2286	2287
yer	c	c	c	c	r	c	r	c	c	c	c
boy								5	7	5	8
SiO <sub>2</sub>	52,79	52,70	51,84	51,82	52,13	53,50	53,03	49,23	50,36	50,09	50,16
TiO <sub>2</sub>	0,49	0,57	0,39	0,89	0,52	0,46	0,42	2,49	1,89	1,80	1,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,42	3,98	4,36	1,24	3,14	3,34	3,45	4,80	3,61	4,68	4,00
FeO <sub>t</sub>	22,66	7,97	8,05	21,10	9,59	7,19	10,44	11,07	10,19	9,75	9,81
MnO	0,43	0,02	0,01	0,45	0,23	0,00	0,10	0,10	0,14	0,13	0,08
MgO	16,18	16,42	15,73	18,64	15,16	16,70	16,11	13,52	13,83	12,19	12,76
CaO	6,12	18,77	18,69	6,31	18,79	18,82	17,22	19,03	18,28	18,39	18,66
Na <sub>2</sub> O	0,12	0,09	0,11	0,28	0,13	0,10	0,02	0,48	0,31	1,15	0,90
K <sub>2</sub> O	0,27	0,12	0,00	0,10	0,07	0,12	0,00	0,09	0,24	0,55	0,65
Toplam	100,48	100,64	99,19	100,84	99,76	100,24	100,79	100,81	98,85	98,73	98,60
Si	2,00	1,93	1,93	1,93	1,94	1,96	1,95	1,83	1,90	1,89	1,89
Ti	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,07	0,05	0,05	0,05
Al <sub>iv</sub>	0,00	0,07	0,08	0,05	0,06	0,04	0,05	0,17	0,10	0,11	0,11
Al <sub>vi</sub>	0,06	0,10	0,12	0,00	0,08	0,10	0,10	0,04	0,06	0,10	0,07
Fe <sup>+2</sup>	0,72	0,24	0,25	0,60	0,30	0,22	0,32	0,31	0,32	0,28	0,27
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,04
Mn	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Mg	0,91	0,90	0,87	1,04	0,84	0,91	0,88	0,75	0,78	0,69	0,72
Ca	0,25	0,74	0,74	0,25	0,75	0,74	0,68	0,76	0,74	0,74	0,76
Na	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,02	0,08	0,07
K	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03
Jd	6,58	10,07	11,73	0,00	7,87	10,54	10,25	4,21	6,91	10,26	7,56
Ae	0,00	0,00	0,00	4,37	0,00	0,00	0,00	3,56	0,00	2,54	4,41
Aug	93,42	89,93	88,27	95,63	92,13	89,46	89,75	92,23	93,09	87,20	88,03
Wo	13,14	39,20	39,89	12,85	39,53	39,50	36,00	40,85	40,10	42,70	42,27
En	48,23	47,73	46,70	52,88	44,38	48,74	46,82	40,42	42,21	39,37	40,20
Fs	38,63	13,07	13,40	34,27	16,09	11,76	17,18	18,73	17,69	17,93	17,53
Mg#	56,00	78,58	77,70	61,18	73,84	80,57	73,34	68,53	70,78	68,98	69,84
6 Oksijene göre hesaplanmıştır											
c: merkez, r: kenar											

FELDİSPAT

GRUP	ERDAŞ ADAKİT								KEŞLİK ADAKİT					
	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-152	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236
örnek	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1694	1697	1698	1699	1700	1701
kmid	c	r	c	r	c	r	c	r	r	c	r	c	r	c
yer														
boy									200	400	400	250	250	250
SiO <sub>2</sub>	53,95	54,79	58,14	60,77	61,54	52,87	52,56	54,55	50,95	51,22	52,15	50,47	53,78	52,10
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,99	28,22	26,04	24,77	24,93	29,61	29,99	27,72	31,94	31,35	28,81	30,60	29,00	31,20
FeO <sub>t</sub>	0,46	0,51	0,29	0,25	0,22	0,24	0,66	0,59	0,44	0,42	0,71	0,72	1,01	1,09
MnO	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,10	0,00	0,05	0,00	0,08
CaO	11,61	10,66	8,30	6,60	6,19	12,71	12,71	11,32	13,75	14,03	12,90	13,95	11,97	12,86
Na <sub>2</sub> O	4,25	4,13	5,52	6,45	6,55	3,36	3,41	4,28	2,72	2,98	3,72	2,93	4,15	3,26
K <sub>2</sub> O	0,74	0,59	0,75	0,90	1,03	0,57	0,50	0,75	0,32	0,40	0,57	0,42	0,46	0,29
<b>Toplam</b>	99,09	99,01	99,03	99,74	100,46	99,37	99,84	99,39	100,19	100,51	99,19	99,14	100,42	100,94
Si	9,87	9,97	10,49	10,84	10,88	9,64	9,56	9,94	9,24	9,28	9,59	9,29	9,73	9,39
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Al	6,03	6,05	5,54	5,21	5,20	6,36	6,43	5,95	6,83	6,70	6,24	6,64	6,18	6,63
Fe	0,07	0,08	0,04	0,04	0,03	0,04	0,10	0,09	0,07	0,06	0,11	0,11	0,15	0,16
Mn	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,02
Ca	2,28	2,08	1,61	1,26	1,17	2,48	2,48	2,21	2,67	2,72	2,54	2,75	2,32	2,48
Na	1,51	1,46	1,93	2,23	2,25	1,19	1,20	1,51	0,96	1,05	1,33	1,05	1,46	1,14
K	0,17	0,14	0,17	0,20	0,23	0,13	0,12	0,17	0,07	0,09	0,13	0,10	0,11	0,07
<b>Toplam</b>	19,94	19,80	19,79	19,78	19,76	19,84	19,89	19,90	19,86	19,94	19,98	19,96	19,96	19,90
Ab	38,11	39,65	52,07	60,38	61,52	31,19	31,70	38,82	25,86	27,07	33,15	26,87	37,49	30,85
An	57,51	56,59	43,29	34,10	32,14	65,31	65,25	56,70	72,13	70,52	63,50	70,59	59,77	67,33
Or	4,38	3,76	4,63	5,52	6,34	3,50	3,05	4,49	2,01	2,41	3,36	2,54	2,74	1,82
8 oksijene göre hesaplanmıştır														
c: merkez r: kenar														

GRUP	KEŞLİK ADAKİT									HAMURCU ADAKİT		
örnek	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-212	K-212	K-212
kmid	1702	1704	1706	1708	1709	1710	1711	1712	1713	1814	1816	1818
yer	r	c	c	c	c	c	c	c	c	r	c	c
boy	250	15	15	20	80	20	15	10	15	1100	550	400
SiO <sub>2</sub>	53,84	61,49	53,86	53,23	52,37	54,61	56,02	55,30	56,37	60,78	55,05	56,49
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,13	23,08	28,50	28,91	29,58	28,48	27,16	28,82	26,65	25,16	29,11	27,64
FeO <sub>t</sub>	1,14	1,24	0,98	1,02	1,10	1,15	1,54	0,97	1,22	0,44	0,27	0,23
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,20	0,00	0,00	0,08	0,00	0,04
MgO	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	11,00	7,03	11,50	11,38	11,89	11,63	9,70	10,63	9,82	7,95	11,36	9,64
Na <sub>2</sub> O	4,44	5,71	4,27	3,97	3,77	4,24	4,97	4,49	5,44	5,30	4,10	4,85
K <sub>2</sub> O	0,55	1,30	0,47	0,40	0,38	0,56	0,66	0,44	0,58	0,81	0,54	0,52
<b>Toplam</b>	99,10	99,85	99,65	98,91	99,12	100,96	100,26	100,66	100,09	100,52	100,42	99,40
Si	9,86	11,01	9,80	9,75	9,60	9,83	10,12	9,92	10,19	10,77	9,88	10,19
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	6,07	4,87	6,12	6,24	6,39	6,04	5,78	6,09	5,68	5,25	6,16	5,87
Fe	0,17	0,19	0,15	0,16	0,17	0,17	0,23	0,15	0,18	0,06	0,04	0,03
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Mg	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	2,16	1,35	2,24	2,23	2,34	2,24	1,88	2,04	1,90	1,51	2,19	1,86
Na	1,57	1,98	1,51	1,41	1,34	1,48	1,74	1,56	1,91	1,82	1,43	1,70
K	0,13	0,30	0,11	0,09	0,09	0,13	0,15	0,10	0,13	0,18	0,12	0,12
<b>Toplam</b>	19,96	19,70	19,95	19,88	19,92	19,93	19,93	19,86	19,99	19,61	19,81	19,78
Ab	40,80	54,61	39,08	37,76	35,62	38,41	46,15	42,16	48,38	51,83	38,17	46,09
An	55,89	37,18	58,11	59,76	62,04	58,26	49,84	55,12	48,25	42,94	58,52	50,63
Or	3,31	8,21	2,82	2,48	2,34	3,34	4,01	2,72	3,37	5,23	3,31	3,27
8 oksijene göre hesaplanmıştır												
c: merkez r: kenar												

GRUP	HAMURCU ADAKİT													HAMURCU ADAKİT	
	örnek	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212
kmid	1820	1822	1823	1833	1836	1837	1838	1841	1842	1843	1844	1845	1846	1847	1848
yer	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
boy	140	40	450	30	35	40	25	15	10	8	5	10	5	15	10
SiO <sub>2</sub>	58,85	53,53	53,58	54,40	52,05	52,57	58,69	66,19	68,39	66,86	65,56	68,65	67,53	63,70	65,65
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,00	0,00	0,33	0,23	0,00	0,00	0,21	0,40	0,61	0,44	0,20	0,00	0,60	0,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,68	29,22	30,23	27,37	29,52	28,70	26,23	17,79	17,81	17,47	18,80	16,41	17,86	20,53	18,96
FeO <sub>t</sub>	0,36	0,87	0,30	0,69	0,87	1,05	1,17	1,02	0,79	0,91	1,18	0,94	1,20	0,60	1,10
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,08	0,00	0,05	0,18	0,03	0,15	0,48	0,01	0,33
MgO	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	8,15	11,83	12,15	11,32	13,50	11,98	8,95	0,62	0,65	0,91	1,57	0,67	0,60	3,24	1,62
Na <sub>2</sub> O	5,69	3,63	3,44	4,15	3,22	3,75	4,81	3,84	3,73	4,55	5,82	3,79	4,40	4,59	4,34
K <sub>2</sub> O	0,92	0,59	0,33	0,73	0,52	0,59	0,57	9,28	8,92	8,47	5,70	8,20	7,78	6,34	7,87
Toplam	99,99	99,67	100,04	99,17	99,90	98,94	100,69	98,96	100,75	99,96	99,11	99,00	99,85	99,62	100,28
Si	10,54	9,73	9,66	9,94	9,50	9,68	10,45	12,08	12,19	12,07	11,85	12,40	12,15	11,51	11,83
Ti	0,05	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,03	0,05	0,08	0,06	0,03	0,00	0,08	0,06
Al	5,42	6,26	6,43	5,89	6,35	6,23	5,51	3,83	3,74	3,72	4,01	3,49	3,79	4,37	4,03
Fe	0,05	0,13	0,04	0,11	0,13	0,16	0,17	0,15	0,12	0,14	0,18	0,14	0,18	0,09	0,17
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,07	0,00	0,05
Mg	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,56	2,30	2,35	2,22	2,64	2,36	1,71	0,12	0,12	0,18	0,30	0,13	0,12	0,63	0,31
Na	1,98	1,28	1,20	1,47	1,14	1,34	1,66	1,36	1,29	1,59	2,04	1,33	1,53	1,61	1,52
K	0,21	0,14	0,08	0,17	0,12	0,14	0,13	2,16	2,03	1,95	1,31	1,89	1,78	1,46	1,81
Toplam	19,80	19,84	19,76	19,89	19,92	19,95	19,69	19,73	19,55	19,76	19,76	19,43	19,62	19,76	19,76
Ab	52,68	34,37	33,19	38,11	29,25	34,86	47,46	37,30	37,45	42,81	55,74	39,66	44,64	43,52	41,68
An	41,69	61,97	64,72	57,50	67,68	61,55	48,84	3,33	3,62	4,74	8,33	3,86	3,39	16,95	8,62
Or	5,63	3,66	2,09	4,40	3,08	3,59	3,69	59,37	58,93	52,45	35,93	56,48	51,96	39,53	49,70
8 oksijene göre hesaplanmıştır															
c: merkez r: kenar															



GRUP	ERDAŞ ANDEZİT												ERDAŞ ANDEZİT			
	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
örnek	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
kmid	1346	1347	1348	1350	1351	1352	1354	1355	1356	1358	1359	1361	1362	1369	1370	1371
yer	c	r	c	c-r	r	r	c	c	c	r	c	c-r	r	c	r	c
boy	300	300	400	400	400	400	60	150	80	80	40	40	40	150	150	200
SiO <sub>2</sub>	48,33	56,35	56,42	53,37	58,32	55,92	52,35	52,86	53,11	58,88	50,14	51,21	54,46	52,74	54,89	59,08
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33,63	26,60	26,63	28,93	26,30	27,39	31,01	30,39	30,83	25,47	32,72	31,57	27,66	30,60	28,11	25,83
FeO <sub>t</sub>	0,57	0,91	0,73	0,72	1,15	0,40	0,31	0,49	0,34	0,82	0,40	0,57	0,81	0,64	0,42	0,48
MnO	0,00	0,00	0,00	0,14	0,42	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,07	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00	0,02	0,01	0,00
CaO	15,95	9,35	9,09	12,29	7,67	9,63	13,38	13,11	12,96	7,54	14,29	13,82	10,64	12,67	10,47	8,14
Na <sub>2</sub> O	1,37	5,26	5,14	4,00	5,97	5,03	3,23	3,37	3,38	5,88	2,20	2,89	4,50	3,56	4,51	6,00
K <sub>2</sub> O	0,37	0,90	0,78	0,61	0,80	0,69	0,49	0,49	0,38	0,90	0,23	0,46	0,70	0,41	0,61	1,02
Toplam	100,24	99,64	98,80	100,06	100,63	99,09	100,85	100,90	101,00	99,48	100,04	100,67	98,81	100,64	99,04	100,78
Si	8,82	10,21	10,27	9,70	10,43	10,15	9,43	9,52	9,53	10,60	9,11	9,27	9,97	9,51	9,99	10,52
Ti	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03
Al	7,24	5,68	5,72	6,20	5,54	5,86	6,58	6,45	6,52	5,40	7,01	6,74	5,97	6,51	6,03	5,42
Fe	0,09	0,14	0,11	0,11	0,17	0,06	0,05	0,07	0,05	0,12	0,06	0,09	0,12	0,10	0,06	0,07
Mn	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	3,12	1,81	1,77	2,39	1,47	1,87	2,58	2,53	2,49	1,45	2,78	2,68	2,09	2,45	2,04	1,55
Na	0,49	1,85	1,81	1,41	2,07	1,77	1,13	1,18	1,17	2,05	0,78	1,01	1,60	1,25	1,59	2,07
K	0,09	0,21	0,18	0,14	0,18	0,16	0,11	0,11	0,09	0,21	0,05	0,11	0,16	0,09	0,14	0,23
Toplam	19,84	19,94	19,87	19,98	19,93	19,88	19,89	19,90	19,85	19,83	19,80	19,92	19,92	19,91	19,86	19,89
Ab	13,16	47,77	48,12	35,74	55,62	46,55	29,49	30,85	31,30	55,26	21,50	26,69	41,50	32,88	42,18	53,70
An	84,51	46,87	47,07	60,67	39,50	49,24	67,53	66,20	66,40	39,19	77,01	70,54	54,24	64,64	54,07	40,29
Or	2,33	5,35	4,81	3,60	4,88	4,21	2,97	2,96	2,30	5,55	1,48	2,77	4,26	2,48	3,75	6,01
8 oksijene göre hesaplanmıştır																
c: merkez r: kenar																

GRUP	ERDAŞ ANDEZİT									ERDAŞ ANDEZİT					
	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
örnek	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
kmid	1372	1373	1376	1377	1379	1380	1382	1401	1402	1425	1426	1427	1428	1429	1430
yer	r	r	c	r	r	r	r	c	r	c	r	c	r	c	r
boy	200	200	100	100	150	150	30	200	200	600	600	200	200	220	220
SiO <sub>2</sub>	57,83	66,74	52,72	56,07	55,76	66,33	57,45	56,85	51,74	55,17	59,87	52,73	54,28	52,05	53,50
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,54	0,00	0,07	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,20	19,08	30,48	26,94	26,93	18,17	26,69	26,31	29,99	28,08	25,18	29,88	28,62	30,72	29,30
FeO <sub>t</sub>	0,76	0,46	0,27	0,44	0,79	0,36	0,61	0,42	0,81	0,17	0,84	0,40	0,71	0,36	0,70
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,14	0,02	0,00
CaO	8,40	0,65	12,47	9,62	9,74	0,90	8,40	8,92	12,87	10,44	6,75	12,25	11,50	13,07	11,67
Na <sub>2</sub> O	5,41	3,67	3,31	4,93	5,01	3,59	5,64	5,47	3,32	4,48	6,24	3,44	4,09	2,97	3,92
K <sub>2</sub> O	0,91	9,51	0,40	0,82	0,78	9,44	0,81	0,90	0,49	0,66	0,85	0,49	0,75	0,46	0,62
Toplam	99,52	100,60	99,70	98,83	99,02	99,33	99,60	98,94	99,26	99,03	99,76	99,24	100,10	99,64	99,71
Si	10,43	11,95	9,56	10,21	10,16	12,04	10,35	10,33	9,48	10,02	10,71	9,62	9,83	9,47	9,72
Ti	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	5,57	4,03	6,52	5,78	5,79	3,89	5,67	5,63	6,48	6,01	5,31	6,42	6,11	6,59	6,28
Fe	0,11	0,07	0,04	0,07	0,12	0,05	0,09	0,06	0,12	0,03	0,13	0,06	0,11	0,05	0,11
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00
Ca	1,62	0,12	2,42	1,88	1,90	0,17	1,62	1,74	2,53	2,03	1,30	2,39	2,23	2,55	2,27
Na	1,89	1,27	1,16	1,74	1,77	1,26	1,97	1,93	1,18	1,58	2,16	1,22	1,44	1,05	1,38
K	0,21	2,17	0,09	0,19	0,18	2,18	0,19	0,21	0,11	0,15	0,20	0,11	0,17	0,11	0,14
Toplam	19,84	19,69	19,81	19,86	19,92	19,67	19,89	19,91	19,92	19,83	19,81	19,84	19,92	19,82	19,90
Ab	50,77	35,70	31,59	45,71	45,94	34,88	52,14	49,75	30,86	41,91	59,22	32,68	37,40	28,28	36,38
An	43,60	3,47	65,87	49,30	49,35	4,81	42,93	44,85	66,16	54,00	35,45	64,27	58,09	68,82	59,84
Or	5,63	60,83	2,53	4,98	4,72	60,32	4,92	5,40	2,97	4,09	5,34	3,06	4,51	2,90	3,78
8 oksijene göre hesaplanmıştır															
c: merkez r: kenar															

GRUP	ERDAŞ ANDEZİT						ERDAŞ ANDEZİT									
	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
örnek	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
kmid	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1475	1477	1480	1516	1517	1518	1520	1521	1522	
yer	c	r	c	r	c	r	c	c	c	r	c	c	c	c	c	
boy	1200	1200	650	650	300	300	5	12	15					45		
SiO <sub>2</sub>	57,69	56,81	57,15	55,83	56,32	56,54	66,79	66,90	64,67	54,62	55,94	50,17	55,20	54,21	55,92	
TiO <sub>2</sub>	0,13	0,00	0,03	0,09	0,00	0,07	0,23	0,00	0,46	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,07	27,31	27,02	26,97	27,03	27,72	18,70	18,25	20,40	28,79	26,98	32,60	27,28	28,50	26,92	
FeO <sub>t</sub>	0,54	0,46	0,52	0,47	0,64	0,55	0,40	0,94	0,41	0,46	1,24	0,59	0,88	0,88	1,00	
MnO	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,03	0,14	0,22	0,01	0,00	0,03	0,04	0,26	0,26	0,00	
MgO	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	
CaO	8,59	9,69	9,39	9,96	9,15	10,08	1,42	1,36	2,90	11,15	9,41	14,21	9,68	11,15	9,80	
Na <sub>2</sub> O	5,74	5,44	5,29	5,07	5,11	5,05	3,97	4,63	6,10	4,28	4,95	2,19	5,00	4,31	5,06	
K <sub>2</sub> O	0,93	0,73	0,83	0,77	0,69	0,75	7,82	7,20	4,85	0,64	0,65	0,23	0,74	0,67	0,72	
Toplam	99,69	100,48	100,48	99,15	98,95	100,82	99,48	99,50	99,80	99,97	99,60	100,03	99,06	99,97	99,44	
Si	10,40	10,19	10,25	10,15	10,23	10,11	12,02	12,06	11,59	9,87	10,14	9,12	10,08	9,84	10,16	
Ti	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Al	5,54	5,77	5,71	5,78	5,79	5,85	3,97	3,88	4,31	6,13	5,76	6,99	5,87	6,10	5,76	
Fe	0,08	0,07	0,08	0,07	0,10	0,08	0,06	0,14	0,06	0,07	0,19	0,09	0,14	0,13	0,15	
Mn	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,04	0,00	
Mg	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ca	1,66	1,86	1,80	1,94	1,78	1,93	0,27	0,26	0,56	2,16	1,83	2,77	1,89	2,17	1,91	
Na	2,01	1,89	1,84	1,79	1,80	1,75	1,39	1,62	2,12	1,50	1,74	0,77	1,77	1,52	1,78	
K	0,21	0,17	0,19	0,18	0,16	0,17	1,80	1,66	1,11	0,15	0,15	0,05	0,17	0,15	0,17	
Toplam	19,92	19,96	19,91	19,92	19,86	19,92	19,56	19,64	19,81	19,88	19,92	19,80	19,96	19,95	19,93	
Ab	51,68	48,23	48,00	45,74	48,12	45,45	40,10	45,73	55,98	39,38	46,81	21,48	46,11	39,53	46,23	
An	42,80	47,51	47,04	49,70	47,60	50,09	7,92	7,43	14,73	56,75	49,14	77,03	49,37	56,44	49,44	
Or	5,52	4,26	4,96	4,56	4,29	4,46	51,97	46,84	29,29	3,86	4,05	1,49	4,52	4,03	4,33	
8 oksijene göre hesaplanmıştır																
c: merkez r: kenar																

GRUP	GÖRE ANDEZİT													
	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117
örnek	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117
kmid	179	180	181	182	183	185	186	187	189	190	191	192	194	
yer	c	r	c	r	c	c	r	c	r	c	r	c	c	
boy														
SiO <sub>2</sub>	56,68	54,30	55,82	55,58	57,75	54,82	59,36	54,97	56,54	56,19	57,30	55,93	55,94	
TiO <sub>2</sub>	0,43	0,03	0,00	0,00	0,00	0,28	0,17	0,05	0,00	0,00	0,26	0,00	0,05	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,07	26,87	27,09	27,72	26,08	27,70	23,88	26,43	26,55	27,93	25,99	27,66	27,37	
FeO <sub>t</sub>	1,07	2,13	1,17	0,81	1,22	0,55	0,96	1,01	0,91	0,64	0,86	0,74	0,74	
MnO	0,00	0,00	0,22	0,00	0,01	0,00	0,09	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	0,51	1,53	0,00	0,01	0,04	0,45	0,53	0,42	0,06	0,05	0,00	0,05	0,06	
CaO	9,97	11,31	9,74	10,78	8,52	11,26	6,74	9,98	9,87	10,65	9,07	10,60	10,27	
Na <sub>2</sub> O	5,01	4,06	5,02	4,63	5,47	4,60	6,73	5,05	5,44	4,76	5,44	4,83	5,11	
K <sub>2</sub> O	0,72	0,63	0,66	0,64	0,69	0,56	0,95	0,70	0,81	0,66	0,85	0,68	0,81	
Toplam	100,45	100,87	99,72	100,18	99,78	100,22	99,39	98,85	100,17	100,89	99,75	100,48	100,34	
Si	10,20	9,84	10,13	10,03	10,41	9,91	10,72	10,08	10,21	10,06	10,35	10,06	10,08	
Ti	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	
Al	5,53	5,74	5,79	5,90	5,54	5,90	5,08	5,71	5,65	5,89	5,53	5,86	5,81	
Fe	0,16	0,32	0,18	0,12	0,18	0,08	0,14	0,15	0,14	0,10	0,13	0,11	0,11	
Mn	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mg	0,14	0,41	0,00	0,00	0,01	0,12	0,14	0,12	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	
Ca	1,92	2,20	1,89	2,08	1,64	2,18	1,30	1,96	1,91	2,04	1,75	2,04	1,98	
Na	1,75	1,43	1,76	1,62	1,91	1,61	2,36	1,80	1,90	1,65	1,90	1,68	1,79	
K	0,16	0,14	0,15	0,15	0,16	0,13	0,22	0,16	0,19	0,15	0,20	0,16	0,19	
Toplam	19,93	20,08	19,94	19,91	19,86	19,97	20,00	20,03	20,01	19,90	19,90	19,93	19,99	
Ab	45,57	37,89	46,31	42,06	51,44	41,14	60,73	45,81	47,61	42,95	49,40	43,39	45,18	
An	50,15	58,27	49,70	54,10	44,28	55,59	33,65	50,00	47,75	53,11	45,53	52,61	50,13	
Or	4,28	3,83	4,00	3,84	4,29	3,27	5,62	4,20	4,64	3,94	5,08	4,01	4,68	
8 oksijene göre hesaplanmıştır														
c: merkez r: kenar														



GRUP	GÖRE ANDEZİT					HODUL BAZ.ANDEZİT						
	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237
örnek	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237
kmid	195	196	199	200	202	1604	1605	1608	1609	1611	1612	1613
yer	r	c	c	r	c	r	c	r	c	c	r	c
boy						240		180	110	150	150	120
SiO <sub>2</sub>	58,69	55,94	55,38	54,85	53,19	52,88	49,27	53,01	55,53	53,53	54,81	54,18
TiO <sub>2</sub>	0,28	0,00	0,12	0,22	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,82	28,20	28,17	26,80	27,68	28,66	31,42	30,08	28,36	28,93	28,35	29,34
FeO <sub>t</sub>	0,73	0,89	0,74	0,85	0,68	1,03	0,62	0,53	0,98	0,73	0,47	0,67
MnO	0,08	0,00	0,02	0,03	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
MgO	0,00	0,04	0,01	0,05	0,18	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
CaO	7,86	10,55	11,14	10,57	11,98	11,80	15,10	12,87	10,63	11,63	10,89	11,85
Na <sub>2</sub> O	6,27	4,74	4,68	4,97	4,42	4,06	2,19	3,61	4,71	4,18	4,65	4,09
K <sub>2</sub> O	0,95	0,59	0,68	0,79	0,71	0,60	0,41	0,67	0,64	0,42	0,54	0,48
<b>Toplam</b>	99,66	100,97	100,93	99,12	98,92	99,29	99,04	100,76	100,85	99,42	99,72	100,70
Si	10,58	10,01	9,94	10,04	9,79	9,70	9,10	9,56	9,96	9,76	9,93	9,75
Ti	0,04	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	5,27	5,95	5,96	5,78	6,01	6,20	6,84	6,40	6,00	6,21	6,05	6,22
Fe	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,16	0,10	0,08	0,15	0,11	0,07	0,10
Mn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Mg	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,52	2,02	2,14	2,07	2,36	2,32	2,99	2,49	2,04	2,27	2,11	2,28
Na	2,19	1,64	1,63	1,76	1,58	1,45	0,79	1,26	1,64	1,48	1,63	1,43
K	0,22	0,13	0,16	0,18	0,17	0,14	0,10	0,15	0,15	0,10	0,13	0,11
<b>Toplam</b>	19,95	19,91	19,96	20,01	20,07	20,00	19,92	19,94	19,93	19,92	19,93	19,91
Ab	55,81	43,24	41,48	43,86	38,42	37,01	20,29	32,32	42,80	38,40	42,18	37,34
An	38,63	53,21	54,57	51,58	57,52	59,40	77,21	63,75	53,39	59,07	54,57	59,76
Or	5,56	3,55	3,95	4,56	4,06	3,59	2,51	3,93	3,82	2,53	3,25	2,90
8 oksijene göre hesaplanmıştır												
c: merkez r: kenar												



GRUP	HODUL BAZ.ANDEZİT					BOZCA TrANDEZİT			BOZCA TrANDEZİT								
	örnek	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200
kmid	1653	1656	1657	1684	1685	1879	1880	1881	1882	1883	1886	1887	1889	1892	1893	1896	1898
yer	c	r	c	c	r	c	r	c	r	c	r	c	c	r	c	c	r
boy	1400	400		400	400	2500	2500	2000	2000	1500	1600	3200	2000	2000	35	20	30
SiO <sub>2</sub>	46,91	51,40	46,35	50,93	58,54	57,48	53,25	55,11	54,91	54,88	53,73	56,43	54,89	53,39	54,21	55,98	65,02
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,50	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,17	30,98	33,57	31,46	25,84	27,72	28,58	27,43	29,22	28,36	29,17	27,57	29,12	29,06	29,20	27,25	20,15
FeO <sub>t</sub>	0,46	0,79	0,53	0,90	1,02	0,85	1,02	0,40	0,46	0,19	0,74	0,86	0,47	0,69	0,81	0,74	1,08
MnO	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
MgO	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,11	0,12	0,02	0,01	0,02	0,04	0,06	0,03	0,00
CaO	17,24	13,72	17,64	14,28	8,14	9,27	11,87	11,35	11,40	11,26	12,05	9,51	11,38	12,01	12,01	10,33	2,17
Na <sub>2</sub> O	1,01	2,76	0,91	2,66	6,00	4,80	3,66	4,46	3,82	4,08	3,77	4,51	4,20	3,67	3,99	4,91	7,05
K <sub>2</sub> O	0,27	0,40	0,33	0,32	0,87	0,73	0,76	1,15	0,66	0,73	0,82	0,87	0,62	0,68	0,57	0,98	4,51
<b>Toplam</b>	100,06	100,11	99,33	100,59	100,46	100,85	99,27	100,41	100,60	99,82	100,32	99,77	100,72	99,54	100,85	100,42	100,34
Si	8,62	9,35	8,60	9,24	10,48	10,23	9,75	9,96	9,85	9,92	9,73	10,18	9,85	9,73	9,75	10,09	11,62
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Al	7,40	6,64	7,34	6,73	5,45	5,82	6,16	5,84	6,18	6,04	6,22	5,86	6,16	6,24	6,19	5,79	4,24
Fe	0,07	0,12	0,08	0,14	0,15	0,13	0,16	0,06	0,07	0,03	0,11	0,13	0,07	0,10	0,12	0,11	0,16
Mn	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Mg	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Ca	3,39	2,67	3,51	2,78	1,56	1,77	2,33	2,20	2,19	2,18	2,34	1,84	2,19	2,34	2,31	1,99	0,42
Na	0,36	0,97	0,33	0,93	2,08	1,66	1,30	1,56	1,33	1,43	1,32	1,58	1,46	1,30	1,39	1,72	2,44
K	0,06	0,09	0,08	0,07	0,20	0,16	0,18	0,27	0,15	0,17	0,19	0,20	0,14	0,16	0,13	0,23	1,03
<b>Toplam</b>	19,90	19,86	19,93	19,90	19,93	19,77	19,89	19,96	19,80	19,83	19,92	19,78	19,87	19,88	19,91	19,96	19,96
Ab	9,45	26,03	8,39	24,69	54,20	46,14	34,14	38,79	36,19	37,86	34,36	43,61	38,55	34,11	36,28	43,62	62,83
An	88,91	71,52	89,61	73,35	40,64	49,26	61,21	54,61	59,66	57,67	60,69	50,83	57,70	61,73	60,34	50,65	10,70
Or	1,64	2,46	2,01	1,96	5,16	4,60	4,65	6,60	4,14	4,48	4,94	5,56	3,75	4,16	3,38	5,73	26,47
8 oksijene göre hesaplanmıştır																	
c: merkez r: kenar																	

GRUP	BOZCA TrANDEZİT				BOZCA TrANDEZİT								
	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	
örnek	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	
kmid	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1906	1907	1909	1910	1911	1912	
yer	c	c	c	r	r	c	r	r	r	c	c-r	r	
boy	60	20	35	35			5	5	20	30	30	30	
SiO <sub>2</sub>	54,54	56,74	64,82	65,68	66,62	54,39	55,98	65,64	65,50	56,58	62,03	64,64	
TiO <sub>2</sub>	0,24	0,00	0,94	0,25	0,17	0,02	0,19	0,53	0,40	0,02	0,10	0,19	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,53	27,24	18,99	18,47	18,84	28,30	27,25	19,76	19,07	27,05	22,61	19,01	
FeO <sub>t</sub>	1,29	1,08	0,38	0,57	0,65	1,06	0,74	0,74	0,77	1,13	0,71	0,76	
MnO	0,00	0,01	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,10	0,37	0,00	0,06	0,00	
MgO	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	
CaO	10,89	9,63	0,99	0,45	0,70	11,78	10,33	1,33	0,82	9,67	4,37	1,00	
Na <sub>2</sub> O	4,53	4,88	5,17	4,44	4,48	3,97	4,91	5,32	4,89	4,95	6,69	4,55	
K <sub>2</sub> O	1,13	0,90	8,14	9,52	9,05	0,77	0,98	7,49	7,97	1,00	2,53	8,81	
<b>Toplam</b>	99,16	100,49	99,44	99,50	100,51	100,35	100,42	100,92	99,80	100,42	99,11	98,97	
Si	10,02	10,19	11,77	11,95	11,96	9,85	10,09	11,73	11,84	10,18	11,18	11,83	
Ti	0,03	0,00	0,13	0,03	0,02	0,00	0,03	0,07	0,05	0,00	0,01	0,03	
Al	5,74	5,77	4,06	3,96	3,99	6,04	5,79	4,16	4,06	5,74	4,80	4,10	
Fe	0,20	0,16	0,06	0,09	0,10	0,16	0,11	0,11	0,12	0,17	0,11	0,12	
Mn	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,01	0,00	
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
Ca	2,14	1,85	0,19	0,09	0,13	2,28	1,99	0,26	0,16	1,87	0,84	0,20	
Na	1,61	1,70	1,82	1,57	1,56	1,39	1,72	1,84	1,72	1,73	2,34	1,61	
K	0,26	0,21	1,89	2,21	2,07	0,18	0,23	1,71	1,84	0,23	0,58	2,06	
<b>Toplam</b>	20,02	19,88	19,92	19,92	19,84	19,92	19,96	19,89	19,85	19,92	19,87	19,93	
Ab	40,15	45,21	46,66	40,53	41,40	36,17	43,62	48,42	46,20	45,21	62,11	41,74	
An	53,29	49,29	4,96	2,26	3,57	59,23	50,65	6,71	4,30	48,82	22,43	5,07	
Or	6,56	5,51	48,38	57,21	55,03	4,60	5,73	44,88	49,50	5,98	15,46	53,20	
8 oksijene göre hesaplanmıştır													
c: merkez r: kenar													



GRUP	KAVAK İĞNİMBİRİTLERİ				SARIMADEN İĞNİMBİRİTİ					SOFULAR İĞNİMBİRİTİ			
	örnek	KPD-08-034	KPD-08-034	KPD-08-034	KPD-08-034	GA10-15	GA10-15	GA10-15	GA10-15	GA10-15	K-332	K-332	K-332
kmid	18	19	20	21	2172	2173	2182	2194	2196	1321	1323	1324	1325
yer	c	r	c	r	c	r	c	c	c	r	c	r	c
boy					600	600	150	430	550	70	750	750	500
SiO <sub>2</sub>	63,25	61,70	62,04	65,65	49,48	63,09	69,60	61,61	62,30	61,01	62,55	60,95	62,18
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,09	24,33	23,98	23,25	32,69	23,44	19,47	23,32	24,32	24,18	23,90	23,79	23,71
FeO <sub>t</sub>	0,30	0,42	0,53	0,37	0,46	0,30	0,15	0,38	0,48	0,43	0,29	0,44	0,33
MnO	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,08	0,31	0,07	0,24	0,12	0,10	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	5,16	5,58	5,50	4,43	15,76	5,60	0,00	5,55	5,69	6,06	5,04	5,56	5,38
Na <sub>2</sub> O	5,98	6,20	7,32	4,15	1,94	7,21	9,13	7,15	7,06	7,37	7,40	7,14	7,53
K <sub>2</sub> O	0,74	0,77	0,74	1,00	0,34	1,11	0,44	1,01	0,92	0,81	0,96	0,88	1,04
Toplam	99,53	99,00	100,22	98,84	100,75	100,92	98,88	99,33	100,85	100,10	100,26	99,04	100,42
Si	11,17	11,02	11,00	11,54	8,98	11,10	12,17	11,04	10,98	10,88	11,07	10,95	11,01
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03
Al	5,02	5,12	5,01	4,81	7,00	4,86	4,01	4,93	5,05	5,08	4,98	5,04	4,95
Fe	0,04	0,06	0,08	0,05	0,07	0,04	0,02	0,06	0,07	0,06	0,04	0,07	0,05
Mn	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,01	0,04	0,02	0,01	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,98	1,07	1,04	0,83	3,07	1,06	0,00	1,07	1,07	1,16	0,96	1,07	1,02
Na	2,05	2,15	2,52	1,41	0,68	2,46	3,10	2,48	2,41	2,55	2,54	2,49	2,59
K	0,17	0,18	0,17	0,22	0,08	0,25	0,10	0,23	0,21	0,18	0,22	0,20	0,23
Toplam	19,43	19,59	19,84	18,88	19,89	19,80	19,42	19,85	19,80	19,95	19,82	19,85	19,89
Ab	64,16	63,33	67,50	57,16	17,81	65,35	96,90	65,68	65,32	65,49	68,40	66,17	67,31
An	30,60	31,50	28,00	33,76	80,14	28,06	0,00	28,21	29,10	29,77	25,76	28,49	26,58
Or	5,24	5,17	4,50	9,08	2,05	6,60	3,10	6,11	5,58	4,74	5,84	5,34	6,11
8 oksijene göre hesaplanmıştır													
c: merkez r: kenar													

GRUP	CEMİLKÖY İGİNİMBİRİTİ											CEMİLKÖY İGİNİMBİRİTİ			
	örnek	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023	KPD-08-023
<b>kmid</b>	43	44	45	47	48	49	50	53	54	61	63	66	67	70	71
<b>yer</b>															
<b>boy</b>															
<b>SiO<sub>2</sub></b>	49,02	48,64	48,32	49,00	48,77	48,10	49,77	48,55	46,37	49,27	62,56	60,82	58,70	47,23	48,48
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	33,24	33,54	33,31	33,31	33,30	32,89	31,96	32,80	33,49	33,93	23,81	25,20	26,47	34,21	34,05
<b>FeO<sub>t</sub></b>	0,67	0,51	0,51	0,55	0,37	0,62	0,35	0,41	0,14	0,45	0,29	0,34	0,38	0,38	0,21
<b>MnO</b>	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<b>CaO</b>	15,15	16,05	16,58	15,58	15,48	15,94	15,00	16,14	17,84	15,51	5,48	6,69	8,08	16,79	16,62
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,71	1,53	1,47	1,68	1,54	1,47	1,73	1,70	0,81	1,60	7,48	6,75	5,92	1,15	1,24
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,35	0,35	0,34	0,30	0,33	0,37	0,55	0,42	0,44	0,20	1,00	0,72	0,53	0,33	0,28
<b>Toplam</b>	100,18	100,63	100,56	100,43	99,79	99,39	99,37	100,03	99,09	100,97	100,91	100,52	100,08	100,09	100,90
<b>Si</b>	8,94	8,85	8,82	8,92	8,92	8,87	9,13	8,90	8,61	8,90	11,02	10,77	10,48	8,66	8,79
<b>Ti</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Al</b>	7,14	7,19	7,16	7,14	7,18	7,15	6,91	7,08	7,33	7,22	4,94	5,26	5,57	7,39	7,27
<b>Fe</b>	0,10	0,08	0,08	0,08	0,06	0,10	0,05	0,06	0,02	0,07	0,04	0,05	0,06	0,06	0,03
<b>Mn</b>	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Mg</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Ca</b>	2,96	3,13	3,24	3,04	3,03	3,15	2,95	3,17	3,55	3,00	1,04	1,27	1,55	3,30	3,23
<b>Na</b>	0,60	0,54	0,52	0,59	0,55	0,52	0,61	0,61	0,29	0,56	2,55	2,32	2,05	0,41	0,44
<b>K</b>	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,13	0,10	0,10	0,05	0,23	0,16	0,12	0,08	0,07
<b>Toplam</b>	19,83	19,87	19,90	19,84	19,81	19,87	19,79	19,91	19,92	19,80	19,86	19,84	19,82	19,89	19,83
<b>Ab</b>	16,57	14,36	13,53	16,05	14,94	13,95	16,66	15,63	7,36	15,55	66,96	61,80	55,14	10,76	11,69
<b>An</b>	81,18	83,49	84,42	82,08	82,95	83,73	79,84	81,86	89,98	83,18	27,14	33,84	41,62	87,22	86,55
<b>Or</b>	2,25	2,15	2,05	1,87	2,11	2,32	3,51	2,51	2,66	1,27	5,90	4,36	3,24	2,01	1,76
8 oksijene göre hesaplanmıştır															
c: merkez r: kenar															







GRUP	TAHAR			TAHAR İGİNİMBİRİTİ								
	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342
örnek	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342	K-342
kmid	1261	1262	1263	1265	1266	1267	1268	1270	1272	1278	1279	1280
yer	r	c	r	r	c	c	c	r	r	c	r	c
boy	400	130	130	420	80	60	40	480	140	80	80	240
SiO <sub>2</sub>	58,22	54,08	56,00	55,35	58,15	56,48	58,18	53,49	46,08	49,14	51,14	48,42
TiO <sup>2</sup>	0,00	0,00	0,00	0,24	0,17	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,55	28,81	28,80	28,57	26,12	27,48	27,32	29,10	34,18	33,20	31,97	32,33
FeO <sub>t</sub>	0,23	0,28	0,52	0,22	0,49	0,24	0,42	0,61	0,79	0,64	0,62	0,54
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,23	0,00	0,30	0,21	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	8,55	11,64	11,26	11,55	8,80	10,22	9,23	11,87	17,50	15,16	14,47	16,49
Na <sub>2</sub> O	5,36	4,02	3,97	4,40	5,38	4,61	5,36	3,74	0,55	1,57	2,16	1,64
K <sub>2</sub> O	0,39	0,33	0,36	0,49	0,45	0,39	0,45	0,34	0,18	0,19	0,15	0,32
<b>Toplam</b>	99,30	99,16	100,91	100,83	99,58	99,45	100,97	99,38	99,28	100,20	100,73	99,84
Si	10,46	9,84	9,98	9,91	10,45	10,18	10,32	9,74	8,54	8,95	9,24	8,90
Ti	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Al	5,62	6,18	6,05	6,03	5,53	5,84	5,71	6,25	7,47	7,13	6,80	7,01
Fe	0,03	0,04	0,08	0,03	0,07	0,04	0,06	0,09	0,12	0,10	0,09	0,08
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,03	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	1,65	2,27	2,15	2,22	1,69	1,97	1,76	2,32	3,47	2,96	2,80	3,25
Na	1,87	1,42	1,37	1,53	1,88	1,61	1,84	1,32	0,20	0,55	0,76	0,59
K	0,09	0,08	0,08	0,11	0,10	0,09	0,10	0,08	0,04	0,04	0,04	0,08
<b>Toplam</b>	19,71	19,82	19,72	19,86	19,75	19,74	19,80	19,83	19,85	19,78	19,76	19,91
Ab	51,81	37,63	38,04	39,60	51,06	43,86	49,83	35,54	5,34	15,57	21,04	14,97
An	45,69	60,31	59,70	57,49	46,14	53,71	47,42	62,32	93,54	83,17	77,97	83,10
Or	2,50	2,06	2,26	2,90	2,80	2,43	2,75	2,14	1,12	1,26	0,99	1,93
8 oksijene göre hesaplanmıştır												
c: merkez r: kenar												

GRUP	KIZILKAYA			KIZILKAYA İĞNİMBİRİTİ				
	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139
örnek	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139	K-139
kmid	142	143	144	145	147	148	151	157
yer								
boy								
SiO <sub>2</sub>	50,86	60,67	59,94	61,76	46,32	52,89	62,68	48,40
TiO <sup>2</sup>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,23	24,39	24,91	24,05	35,02	30,02	23,73	32,49
FeO <sub>t</sub>	0,22	0,27	0,38	0,15	0,48	0,57	0,41	0,93
MnO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,09
CaO	13,41	5,95	6,56	5,55	16,98	12,57	5,30	15,08
Na <sub>2</sub> O	2,91	7,04	6,56	7,28	0,84	3,37	7,39	1,73
K <sub>2</sub> O	0,33	0,76	0,65	0,78	0,26	0,45	0,82	0,31
<b>Toplam</b>	98,96	99,09	98,99	99,56	99,91	100,06	100,34	99,03
Si	9,33	10,88	10,77	11,00	8,51	9,59	11,08	8,94
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	6,75	5,16	5,28	5,05	7,58	6,41	4,94	7,08
Fe	0,03	0,04	0,06	0,02	0,07	0,09	0,06	0,14
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03
Ca	2,63	1,14	1,26	1,06	3,34	2,44	1,00	2,99
Na	1,03	2,45	2,28	2,51	0,30	1,18	2,53	0,62
K	0,08	0,17	0,15	0,18	0,06	0,10	0,18	0,07
<b>Toplam</b>	19,85	19,85	19,80	19,82	19,87	19,85	19,81	19,86
Ab	27,59	65,03	61,81	67,05	8,05	31,76	68,05	16,81
An	70,36	30,38	34,16	28,25	90,30	65,46	26,98	81,20
Or	2,05	4,59	4,03	4,70	1,65	2,78	4,97	1,99
8 oksijene göre hesaplanmıştır								
c: merkez r: kenar								

GRUP	GÖRE ANDEZİT								EVREN			KARAHÜYÜK			
	örnek	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-117	K-078	K-078	K-078	K-176	K-176	K-176
kmid	191	192	194	195	196	199	200	202	555	563	580	1981	1982	1983	1984
yer												c	c	c	r
boy												60	50	120	120
SiO <sub>2</sub>	57,30	55,93	55,94	58,69	55,94	55,38	54,85	53,19	53,87	56,13	53,55	51,99	51,41	51,10	51,78
TiO <sub>2</sub>	0,26	0,00	0,05	0,28	0,00	0,12	0,22	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25,99	27,66	27,37	24,82	28,20	28,17	26,80	27,68	29,99	27,70	29,18	29,45	31,20	30,72	30,04
FeO <sub>t</sub>	0,86	0,74	0,74	0,73	0,89	0,74	0,85	0,68	0,38	0,71	0,76	0,87	0,90	0,62	0,57
MnO	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,05	0,06	0,00	0,04	0,01	0,05	0,18	0,10	0,08	0,06	0,07	0,06	0,05	0,03
CaO	9,07	10,60	10,27	7,86	10,55	11,14	10,57	11,98	11,63	9,22	10,76	12,41	13,49	13,31	13,31
Na <sub>2</sub> O	5,44	4,83	5,11	6,27	4,74	4,68	4,97	4,42	4,30	5,60	4,47	3,54	2,96	2,95	3,33
K <sub>2</sub> O	0,85	0,68	0,81	0,95	0,59	0,68	0,79	0,71	0,40	0,52	0,42	0,48	0,36	0,31	0,45
<b>Toplam</b>	99,75	100,48	100,34	99,66	100,97	100,93	99,12	98,92	100,68	99,96	99,21	98,81	100,40	99,05	99,65
Si	10,35	10,06	10,08	10,58	10,01	9,94	10,04	9,79	9,68	10,11	9,76	9,57	9,33	9,37	9,46
Ti	0,04	0,00	0,01	0,04	0,00	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Al	5,53	5,86	5,81	5,27	5,95	5,96	5,78	6,01	6,35	5,88	6,27	6,39	6,67	6,64	6,47
Fe	0,13	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,13	0,11	0,06	0,11	0,12	0,13	0,14	0,09	0,09
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Ca	1,75	2,04	1,98	1,52	2,02	2,14	2,07	2,36	2,24	1,78	2,10	2,45	2,62	2,62	2,60
Na	1,90	1,68	1,79	2,19	1,64	1,63	1,76	1,58	1,50	1,96	1,58	1,26	1,04	1,05	1,18
K	0,20	0,16	0,19	0,22	0,13	0,16	0,18	0,17	0,09	0,12	0,10	0,11	0,08	0,07	0,11
<b>Toplam</b>	19,90	19,93	19,99	19,95	19,91	19,96	20,01	20,07	19,94	19,98	19,94	19,93	19,90	19,86	19,93
Ab	49,40	43,39	45,18	55,81	43,24	41,48	43,86	38,42	39,13	50,72	41,79	33,06	27,79	28,04	30,29
An	45,53	52,61	50,13	38,63	53,21	54,57	51,58	57,52	58,45	46,17	55,63	64,02	69,98	70,02	66,99
Or	5,08	4,01	4,68	5,56	3,55	3,95	4,56	4,06	2,42	3,11	2,59	2,92	2,23	1,94	2,72
8 oksijene göre hesaplanmıştır															
c: merkez r: kenar															

GRUP	KUYULUTATLAR					KUYULUTATLAR										
örnek	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028
kmid	853	854	855	856	858	859	860	863	867	870	871	872	873	874	875	
yer																
boy																
SiO <sub>2</sub>	50,97	52,70	52,75	55,47	53,86	51,64	54,39	52,74	53,17	56,31	52,52	51,38	51,76	54,44	52,06	
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,11	0,00	0,08	0,00	0,17	0,07	0,18	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,57	29,34	28,73	27,87	27,42	31,15	28,34	29,39	29,18	26,96	30,12	31,19	30,08	28,26	30,48	
FeO <sub>t</sub>	0,96	1,13	0,82	1,36	1,44	0,74	1,13	0,89	0,70	1,58	0,48	0,67	0,65	1,30	0,67	
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05	
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	
CaO	13,26	12,26	11,87	10,17	10,91	13,38	11,29	12,00	12,08	9,35	12,50	13,94	12,95	11,00	13,04	
Na <sub>2</sub> O	3,17	3,99	4,17	4,96	4,55	3,14	4,53	4,08	4,11	5,25	3,70	3,19	3,50	4,67	3,46	
K <sub>2</sub> O	0,37	0,48	0,47	0,43	0,57	0,40	0,52	0,44	0,47	0,48	0,37	0,38	0,41	0,47	0,42	
<b>Toplam</b>	99,30	99,90	98,92	100,26	98,84	100,51	100,37	99,61	99,89	99,94	99,69	100,89	99,34	100,22	100,19	
Si	9,36	9,61	9,69	10,01	9,91	9,35	9,84	9,62	9,67	10,18	9,55	9,29	9,48	9,86	9,45	
Ti	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	
Al	6,61	6,30	6,22	5,93	5,94	6,65	6,04	6,32	6,25	5,74	6,46	6,65	6,49	6,04	6,52	
Fe	0,15	0,17	0,13	0,20	0,22	0,11	0,17	0,14	0,11	0,24	0,07	0,10	0,10	0,20	0,10	
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ca	2,61	2,39	2,34	1,97	2,15	2,60	2,19	2,35	2,35	1,81	2,44	2,70	2,54	2,14	2,54	
Na	1,13	1,41	1,49	1,74	1,62	1,10	1,59	1,44	1,45	1,84	1,30	1,12	1,24	1,64	1,22	
K	0,09	0,11	0,11	0,10	0,13	0,09	0,12	0,10	0,11	0,11	0,09	0,09	0,09	0,11	0,10	
<b>Toplam</b>	19,94	20,00	19,98	19,94	19,99	19,92	19,97	19,98	19,96	19,93	19,91	19,97	19,94	19,99	19,94	
Ab	29,54	36,00	37,77	45,68	41,52	29,04	40,77	37,09	37,06	48,95	34,09	28,60	32,02	42,24	31,60	
An	68,21	61,16	59,41	51,70	55,06	68,51	56,14	60,28	60,14	48,12	63,66	69,14	65,54	54,94	65,87	
Or	2,25	2,84	2,82	2,62	3,43	2,45	3,09	2,63	2,80	2,93	2,25	2,26	2,44	2,82	2,53	
8 oksijene göre hesaplanmıştır																
c: merkez r: kenar																



GRUP	KUYULUTATLAR						KARAKEPEZ					COPLAN					
örnek	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-145	K-145	K-145	K-145	K-145	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111	K-111
kmid	876	883	892	894	895	897	2042	2043	2044	2045	2048	1096	1097	1098	1099	1102	1103
yer							c	r	c	c	r	c	r	c	r	c	r
boy							250	250	200	500							
SiO <sub>2</sub>	51,96	60,16	55,23	52,21	62,59	54,95	51,69	52,85	50,63	50,71	52,94	50,21	56,31	57,08	56,00	58,71	58,95
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,19	0,28	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	31,01	22,86	26,51	30,81	22,15	27,77	30,94	29,18	31,21	30,23	29,92	30,32	28,58	27,13	28,22	26,01	24,80
FeO <sub>t</sub>	0,82	2,06	2,14	1,11	1,29	1,63	0,45	0,87	0,94	1,02	0,74	0,77	0,45	0,41	0,42	0,77	0,89
MnO	0,08	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,13	0,52	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	1,29	0,04	0,04	0,11	0,03	0,08	0,06	0,00	0,11	0,15	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	12,91	5,61	9,90	12,54	4,30	10,07	13,41	12,01	13,89	13,83	12,76	14,40	9,92	8,89	10,46	7,85	7,57
Na <sub>2</sub> O	3,27	7,19	5,22	3,43	8,25	4,78	2,97	3,90	2,74	3,10	3,74	3,02	4,88	5,23	4,90	5,65	5,91
K <sub>2</sub> O	0,30	0,92	0,57	0,32	1,44	0,46	0,29	0,37	0,35	0,45	0,45	0,63	0,58	0,71	0,65	0,88	1,04
<b>Toplam</b>	100,35	100,40	99,89	100,45	100,41	99,69	99,83	99,41	99,89	99,97	100,69	99,70	100,76	99,45	100,65	99,87	99,16
Si	9,41	10,79	10,06	9,45	11,16	9,98	9,40	9,66	9,25	9,30	9,56	9,24	10,05	10,29	10,03	10,52	10,66
Ti	0,00	0,03	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	6,62	4,83	5,69	6,57	4,65	5,95	6,63	6,28	6,72	6,54	6,37	6,58	6,01	5,76	5,96	5,50	5,28
Fe	0,12	0,31	0,33	0,17	0,19	0,25	0,07	0,13	0,14	0,16	0,11	0,12	0,07	0,06	0,06	0,12	0,13
Mn	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,08	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg	0,00	0,35	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	2,50	1,08	1,93	2,43	0,82	1,96	2,61	2,35	2,72	2,72	2,47	2,84	1,90	1,72	2,01	1,51	1,47
Na	1,15	2,50	1,84	1,20	2,85	1,68	1,05	1,38	0,97	1,10	1,31	1,08	1,69	1,83	1,70	1,96	2,07
K	0,07	0,21	0,13	0,07	0,33	0,11	0,07	0,09	0,08	0,11	0,10	0,15	0,13	0,16	0,15	0,20	0,24
<b>Toplam</b>	19,89	20,12	20,04	19,91	20,07	19,94	19,84	19,93	19,91	20,03	19,96	20,05	19,85	19,82	19,91	19,81	19,85
Ab	30,87	65,97	47,17	32,48	71,26	44,89	28,12	36,14	25,73	28,06	33,74	26,49	45,43	49,29	44,10	53,48	54,82
An	67,27	28,47	49,45	65,55	20,54	52,26	70,07	61,58	72,08	69,24	63,61	69,88	51,02	46,32	52,03	41,04	38,84
Or	1,86	5,57	3,38	1,97	8,19	2,85	1,81	2,28	2,18	2,70	2,65	3,63	3,55	4,40	3,87	5,48	6,34
8 oksijene göre hesaplanmıştır																	
c: merkez r: kenar																	





GRUP	OBRUK							BOĞAZKÖY				
örnek	K-135	K-135	K-135	K-135	K-135	K-135	K-135	K-011	K-011	K-011	K-011	K-011
kmid	2241	2242	2243	2244	2245	2262	2265	1002	1004	1005	1006	1008
yer	c	c	c	c	c	c	r					
boy	40	20	25	25	15	100	100					
SiO <sub>2</sub>	54,87	55,32	56,57	54,97	55,55	53,40	53,31	63,43	63,80	63,08	62,89	61,96
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,00	0,17	0,41	0,15	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26,90	27,60	26,44	27,05	26,14	29,33	28,21	22,78	23,39	22,75	23,85	23,88
FeO <sub>t</sub>	1,64	1,63	1,05	0,80	1,80	0,83	0,65	0,34	0,43	0,25	0,53	0,33
MnO	0,02	0,30	0,00	0,00	0,15	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	10,34	10,23	9,36	10,66	9,12	12,23	10,13	4,36	4,84	4,41	5,09	5,35
Na <sub>2</sub> O	4,76	4,96	5,60	4,88	5,45	3,86	4,28	7,81	7,58	7,93	7,70	7,45
K <sub>2</sub> O	0,54	0,57	0,69	0,48	0,74	0,57	0,54	1,09	0,82	1,14	0,94	0,86
<b>Toplam</b>	99,21	100,62	99,89	99,24	99,11	100,34	99,19	99,84	100,87	99,58	100,99	99,93
Si	10,04	9,99	10,23	10,02	10,17	9,67	9,89	11,25	11,19	11,23	11,06	11,02
Ti	0,02	0,00	0,02	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	5,80	5,87	5,64	5,81	5,64	6,26	6,17	4,76	4,84	4,77	4,94	5,00
Fe	0,25	0,25	0,16	0,12	0,28	0,13	0,10	0,05	0,06	0,04	0,08	0,05
Mn	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	2,03	1,98	1,81	2,08	1,79	2,37	2,01	0,83	0,91	0,84	0,96	1,02
Na	1,69	1,74	1,96	1,73	1,93	1,36	1,54	2,69	2,58	2,74	2,63	2,57
K	0,13	0,13	0,16	0,11	0,17	0,13	0,13	0,25	0,18	0,26	0,21	0,19
<b>Toplam</b>	19,95	20,01	19,99	19,93	20,04	19,94	19,86	19,83	19,77	19,88	19,88	19,86
Ab	43,98	45,14	49,86	44,03	49,65	35,14	41,83	71,43	70,22	71,31	69,16	67,94
An	52,76	51,43	46,09	53,13	45,92	61,45	54,68	22,02	24,78	21,94	25,27	26,93
Or	3,26	3,43	4,05	2,84	4,43	3,41	3,49	6,55	5,00	6,75	5,57	5,13
8 oksijene göre hesaplanmıştır												
c: merkez r: kenar												



GRUP	KOCADAĞ					ACIGÖL	
	K-067	K-067	K-067	K-067	K-067	K-092	K-092
örnek	K-067	K-067	K-067	K-067	K-067	K-092	K-092
kmid	603	606	607	609	610	2344	2347
yer						c	c
boy						10	140
SiO <sub>2</sub>	64,08	65,86	66,25	66,11	65,69	70,68	66,86
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,05	0,09	0,00	0,00	0,02	0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22,56	22,00	20,72	21,44	21,19	16,64	18,37
FeO <sub>t</sub>	0,62	0,54	0,49	0,43	0,44	0,34	0,43
MnO	0,11	0,00	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	3,84	3,33	2,79	2,92	3,05	0,63	0,23
Na <sub>2</sub> O	8,34	7,21	7,53	7,91	7,13	5,81	3,51
K <sub>2</sub> O	1,15	1,69	1,91	1,96	1,85	5,56	11,03
<b>Toplam</b>	100,70	100,69	99,78	100,76	99,36	99,82	100,74
Si	11,29	11,53	11,70	11,59	11,64	12,49	12,04
Ti	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
Al	4,69	4,54	4,31	4,43	4,43	3,47	3,90
Fe	0,09	0,08	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06
Mn	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Mg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca	0,73	0,63	0,53	0,55	0,58	0,12	0,04
Na	2,85	2,45	2,58	2,69	2,45	1,99	1,23
K	0,26	0,38	0,43	0,44	0,42	1,25	2,53
<b>Toplam</b>	19,92	19,61	19,64	19,76	19,58	19,40	19,85
Ab	74,35	70,93	72,95	73,19	71,06	59,19	32,25
An	18,93	18,12	14,91	14,90	16,81	3,55	1,16
Or	6,72	10,95	12,14	11,91	12,13	37,26	66,60
8 oksijene göre hesaplanmıştır							
c: merkez r: kenar							

## İLMENİT

GRUP	ERDAŞ ANDEZİT		KAVAK İgn.	EVREN	KÖYTEPE	HODUL B.ANDEZİT		KUYULUTATLAR
	K-009	K-285				K-237	K-237	
örnek	K-009	K-285	KPD-08-034	K-110	K-254	K-237	K-237	K-028
kmid	1087	1481	38	243	2312	1688	1691	911
yer	c	c	c	c	c	c	c	c
boy	0	40	0	0	15	0	0	0
SiO <sub>2</sub>	0,38	0,15	0,68	0,47	1,05	0,00	1,40	0,34
TiO <sub>2</sub>	47,14	49,04	46,34	49,11	41,75	26,78	41,94	51,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,42	0,13	0,25	0,29	1,07	0,03	0,22	0,10
FeO	36,61	39,38	37,93	36,06	30,77	21,48	32,09	23,50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,59	6,50	11,81	5,74	19,01	48,35	19,97	9,98
MnO	1,80	1,13	1,24	0,78	0,33	0,57	0,08	0,99
MgO	2,48	2,11	1,85	4,43	4,11	1,08	4,05	12,09
CaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,30	0,09	0,00	0,75
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,05	0,09	0,00	0,00	0,08	0,15	0,00	0,13
Toplam	100,49	98,52	100,10	97,13	98,46	98,52	99,77	99,69
Si	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,03	0,01
Ti	0,88	0,93	0,87	0,93	0,78	0,52	0,78	0,90
Al	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00
Fe <sup>+2</sup>	0,76	0,83	0,79	0,76	0,64	0,47	0,66	0,46
Fe <sup>+3</sup>	0,22	0,12	0,22	0,11	0,36	0,95	0,37	0,17
Mn	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02
Mg	0,09	0,08	0,07	0,17	0,15	0,04	0,15	0,42
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
Na	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ilm (mol)	88,57	93,59	88,56	93,94	80,62	52,49	81,17	91,10
4 oksijene göre hesaplanmıştır								
c:merkez r:kenar								

MANYETİT

GRUP	ERDAŞ ADAKİT	HAMURCU ADK.		KEŞLİK ADAKİT				ERDAŞ ANDEZİT	BOZCA TrANDEZİT		
		K-212	K-212	K-236	K-236	K-236	K-236		K-285	K-200	K-200
örnek	K-152	K-212	K-212	K-236	K-236	K-236	K-236	K-285	K-200	K-200	K-200
kmid	1226	1849	1851	1749	1746	1744	1748	1368	1943	1949	1946
yer		c	r	c	c	c	c	c	c	c	c
boy	0	120	110	8	20	10	5	30	15	20	20
SiO <sub>2</sub>	0,33	2,24	0,53	1,95	0,40	0,57	5,29	0,39	0,60	0,41	0,85
TiO <sub>2</sub>	12,42	4,27	34,99	16,79	25,18	7,19	14,36	13,80	17,02	18,18	14,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,20	0,79	0,58	1,17	1,06	1,34	2,72	1,51	1,64	1,44	1,41
FeO	38,66	32,12	60,35	47,84	52,96	37,98	47,84	43,12	47,53	47,36	44,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41,91	54,46	0,67	30,09	19,49	53,67	24,04	41,09	33,61	30,49	38,41
MnO	0,35	0,48	0,36	0,14	0,84	0,29	0,14	0,32	0,00	0,00	0,05
MgO	2,12	1,81	2,35	0,59	1,01	0,64	1,56	1,00	0,45	0,59	0,58
CaO	0,03	1,77	0,02	0,15	0,12	0,00	0,35	0,06	0,00	0,00	0,00
Na <sub>2</sub> O	0,44	0,00	0,00	0,19	0,16	0,23	0,92	0,26	0,14	0,13	0,27
K <sub>2</sub> O	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,11	0,02	0,00	0,04	0,08
Toplam	97,51	97,94	99,85	98,91	101,25	101,91	97,32	101,56	101,00	98,65	100,88
Si	0,01	0,08	0,02	0,07	0,01	0,02	0,20	0,01	0,02	0,02	0,03
Ti	0,36	0,12	0,96	0,47	0,69	0,20	0,40	0,38	0,47	0,52	0,40
Al	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,06	0,12	0,07	0,07	0,06	0,06
Fe <sup>+2</sup>	1,23	1,02	1,84	1,50	1,62	1,18	1,48	1,33	1,47	1,50	1,39
Fe <sup>+3</sup>	1,20	1,55	0,02	0,85	0,54	1,49	0,67	1,14	0,93	0,87	1,07
Mn	0,01	0,02	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mg	0,12	0,10	0,13	0,03	0,05	0,04	0,09	0,05	0,02	0,03	0,03
Ca	0,00	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,07	0,02	0,01	0,01	0,02
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Usp (mol)	36,82	20,64	97,82	54,74	70,73	22,15	59,63	39,62	49,55	53,27	43,02
3 Oksijene göre hesaplanmıştır											
c:merkez r:kenar											

GRUP	KAVAK	S.MADEN	B.SARNIÇ	COPLAN	EVREN	KARAKEPEZ		K:HÜYÜK	KÖYTEPE	OBRUK	YALÇI
örnek	KPD-08-034	GA10-15	K-093	K-111	K-078	K-145	K-145	K-176	K-254	K-135	K-100
kmid	39	2214	530	1155	573	2059	2057	2004	2318	2285	399
yer		c				c	c	c	c	c	
boy	0	200	0	0	0	10	20	20	15	10	0
SiO <sub>2</sub>	1,24	0,34	1,16	0,58	0,48	0,66	0,73	0,41	3,42	0,38	1,07
TiO <sub>2</sub>	6,39	8,27	8,69	8,41	17,45	30,86	17,55	28,92	25,93	6,57	18,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,17	4,94	0,30	2,50	1,54	0,67	0,62	1,06	1,32	3,68	1,95
FeO	35,04	32,70	38,41	37,36	43,95	58,19	44,60	55,33	53,62	34,78	43,73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50,68	47,65	48,68	50,69	31,46	6,99	32,43	12,43	9,11	51,13	27,66
MnO	0,90	1,06	0,00	0,37	0,70	1,04	1,18	0,96	0,17	0,58	0,61
MgO	1,60	3,84	1,18	1,87	1,75	0,84	1,43	1,64	3,14	1,62	2,96
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,38	0,06	0,25
Na <sub>2</sub> O	1,32	0,01	0,38	0,21	0,38	0,00	0,03	0,09	0,14	0,49	0,72
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,04	0,18	0,01
<b>Toplam</b>	99,35	98,82	98,80	101,99	97,70	99,26	98,59	101,00	97,28	99,48	97,61
Si	0,05	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,13	0,01	0,04
Ti	0,18	0,23	0,25	0,23	0,50	0,86	0,50	0,79	0,72	0,18	0,52
Al	0,10	0,21	0,01	0,11	0,07	0,03	0,03	0,05	0,06	0,16	0,09
Fe <sup>+2</sup>	1,10	1,00	1,22	1,14	1,39	1,81	1,41	1,68	1,65	1,08	1,36
Fe <sup>+3</sup>	1,43	1,31	1,39	1,39	0,90	0,20	0,92	0,34	0,25	1,43	0,78
Mn	0,03	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02
Mg	0,09	0,21	0,07	0,10	0,10	0,05	0,08	0,09	0,17	0,09	0,16
Ca	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Na	0,10	0,00	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,05
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
<b>Usp (mol)</b>	22,64	23,96	29,28	25,10	51,46	88,75	52,57	80,60	84,37	19,81	56,28
3 Oksijene göre hesaplanmıştır											
c:merkez r:kenar											

## OLİVİN

GRUP	ERDAŞ ANDEZİT		KEŞLİK ADAKİT				BOZCA TrANDEZİT			BOZCA TrANDEZİT			
	örnek	K-009	K-009	K-236	K-236	K-236	K-236	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200
kmid	1036	1067	1733	1736	1739	1742	1863	1864	1866	1867	1869	1872	1873
yer			c	c	c	r	c	r	r	c	c	r	c
boy			500	320	200	200	700	700	1000	850	140	300	200
SiO <sub>2</sub>	36,31	35,42	37,76	38,71	37,76	37,70	38,55	38,47	34,74	36,97	37,02	33,17	36,25
TiO <sub>2</sub>	0,57	0,00	0,03	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,32	0,36	0,26	0,09	0,00	0,87	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,19
FeO <sub>t</sub>	35,56	38,88	26,17	18,79	22,18	39,34	17,47	19,50	34,08	26,14	26,52	36,66	32,33
MnO	0,33	0,88	0,18	0,25	0,20	0,19	0,00	0,35	0,26	0,37	0,12	1,01	0,51
MgO	25,38	22,58	34,38	42,32	40,08	20,99	42,74	42,33	29,08	36,56	35,22	28,40	30,70
CaO	0,50	0,37	0,12	0,00	0,00	0,70	0,01	0,00	0,35	0,05	0,12	0,26	0,21
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,20	0,08	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,03	0,00	0,18
K <sub>2</sub> O	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,08	0,02
Toplam	99,03	98,69	98,98	100,45	100,22	100,08	98,81	100,65	98,99	100,10	99,03	99,58	100,39
Si	1,02	1,02	1,01	0,99	0,98	1,06	0,99	0,98	0,98	0,98	0,99	0,94	0,99
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Fe	0,84	0,94	0,59	0,40	0,48	0,92	0,38	0,42	0,80	0,58	0,60	0,87	0,74
Mn	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01
Mg	1,06	0,97	1,37	1,61	1,55	0,88	1,64	1,61	1,22	1,45	1,41	1,20	1,25
Ca	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Na	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fo	55,75	50,30	69,93	79,85	76,14	48,63	81,35	79,17	60,14	71,07	70,20	57,33	62,49
Fa	43,83	48,58	29,87	19,89	23,64	51,13	18,65	20,47	39,55	28,51	29,66	41,52	36,92
Tp	0,42	1,11	0,20	0,26	0,22	0,25	0,00	0,37	0,31	0,41	0,14	1,16	0,58
4 oksijene göre hesaplanmıştır													
c:merkez r:kenar													





GRUP	YALÇI								COPLAN			BASANSARNIÇ		KARAKEPEZ	
örnek	K-100	K-100	K-100	K-100	K-100	K-100	K-100	K-100	K-098	K-098	K-098	K-093	K-093	K-145	K-145
kmid	366	370	371	372	376	377	393	396	443	445	446	504	505	2015	2017
yer	c	c	r	c	c	r	c	c	c	c	r	c	r	c	c
boy														70	50
SiO <sub>2</sub>	33,56	38,54	37,17	35,96	38,92	37,29	37,47	34,39	33,01	33,57	29,69	35,35	37,00	38,42	38,42
TiO <sub>2</sub>	0,06	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,48	0,11	0,05	0,13	0,18	0,00	0,03	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	0,11	0,40	0,38	0,11	0,27	1,81	0,00	0,35	0,03	0,00	0,18	0,25	0,00	0,01
FeO <sub>t</sub>	43,79	14,00	25,22	28,87	14,01	26,11	32,43	40,56	39,26	40,09	48,79	29,45	32,14	17,99	20,99
MnO	1,13	0,02	0,51	0,69	0,13	0,51	0,29	0,89	1,12	1,14	1,12	0,58	0,47	0,13	0,28
MgO	20,83	45,91	34,91	31,95	46,90	36,40	25,62	23,03	25,96	25,47	18,70	33,19	30,33	41,95	40,46
CaO	0,69	0,10	0,24	0,50	0,10	0,07	1,23	0,63	0,24	0,32	0,42	0,14	0,00	0,25	0,23
Na <sub>2</sub> O	0,38	0,26	0,15	0,67	0,24	0,17	0,35	0,00	0,50	0,00	0,00	0,08	0,27	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,07	0,06	0,01	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	100,57	98,94	98,61	99,20	100,40	100,82	99,71	99,69	100,55	100,76	99,19	98,97	100,49	98,74	100,39
Si	0,98	0,98	1,00	0,98	0,97	0,98	1,03	0,99	0,94	0,96	0,91	0,97	1,01	0,99	0,99
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Fe	1,07	0,30	0,57	0,66	0,29	0,58	0,74	0,98	0,94	0,96	1,26	0,68	0,73	0,39	0,45
Mn	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01
Mg	0,91	1,73	1,40	1,30	1,75	1,43	1,05	0,99	1,11	1,08	0,86	1,36	1,23	1,62	1,55
Ca	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Na	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fo	45,24	85,38	70,74	65,82	85,53	70,90	58,25	49,75	53,39	52,40	40,04	66,32	62,36	80,49	77,22
Fa	53,37	14,60	28,67	33,37	14,34	28,53	41,37	49,15	45,30	46,27	58,60	33,02	37,09	19,37	22,48
Tp	1,40	0,02	0,59	0,81	0,13	0,57	0,37	1,10	1,31	1,33	1,36	0,66	0,55	0,14	0,30
4 oksijene göre hesaplanmıştır															
c:merkez r:kenar															

GRUP	KUYULUTATLAR							BOGAZKÖY	
örnek	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-028	K-150	K-150
kmid	851	886	888	889	890	891	900	2411	2412
yer	c	c	c	r	c	r	c	c	r
boy									
SiO <sub>2</sub>	38,39	37,35	37,78	37,92	38,09	37,41	37,89	29,51	30,53
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,07	0,13	0,13	0,11	0,14	0,13	1,45	2,54
FeO <sub>t</sub>	18,20	19,90	19,36	21,46	18,43	21,08	19,53	62,48	59,10
MnO	0,38	0,51	0,55	0,63	0,43	0,71	0,79	4,34	3,74
MgO	42,40	41,55	41,59	39,41	42,95	39,70	41,48	1,91	1,72
CaO	0,21	0,09	0,05	0,03	0,16	0,36	0,21	0,92	0,35
Na <sub>2</sub> O	0,57	0,15	0,10	0,33	0,10	0,06	0,17	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,26	0,35
<b>Toplam</b>	100,69	99,61	99,56	99,91	100,28	99,65	100,19	100,90	99,60
Si	0,98	0,97	0,98	0,99	0,97	0,98	0,98	0,96	0,97
Ti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,05
Fe	0,39	0,43	0,42	0,47	0,39	0,46	0,42	1,71	1,69
Mn	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,12	0,07
Mg	1,61	1,61	1,60	1,53	1,64	1,55	1,59	0,10	0,09
Ca	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01
Na	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
Fo	80,26	78,39	78,82	76,06	80,23	76,44	78,43	4,84	4,23
Fa	19,33	21,06	20,59	23,24	19,31	22,78	20,72	88,90	91,47
Tp	0,41	0,55	0,59	0,69	0,46	0,78	0,85	6,26	4,30
4 oksijene göre hesaplanmıştır									
c:merkez r:kenar									

## ORTOPIROKSEN

GRUP	ERDAŞ ADAKİT			KEŞLİK ADAKİT									KEŞLİK ADAKİT			
	K-152	K-152	K-152	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236
örnek	K-152	K-152	K-152	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236	K-236
kmid	1224	1227	1228	1715	1717	1718	1721	1722	1723	1724	1725	1726	1728	1729	1731	1732
yer				c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
boy				15	5	10	10		6	40	30	15				
SiO <sub>2</sub>	54,85	52,88	52,91	52,17	53,05	53,85	53,29	53,93	53,58	53,66	54,11	54,39	52,31	53,83	52,68	53,93
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,51	0,14	0,19	0,04	0,25	0,68	0,00	0,06	0,64	0,41	0,28	0,45	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,89	0,85	0,65	0,88	0,94	1,32	1,12	1,48	0,69	1,51	1,23	1,37	1,04	1,24	0,82	1,48
FeO <sub>t</sub>	16,03	19,00	20,15	18,46	17,96	17,23	17,52	18,18	17,83	18,25	18,33	17,69	19,52	17,97	18,24	18,18
MnO	0,96	1,23	1,48	0,59	0,33	0,19	0,21	0,33	0,40	0,50	0,30	0,15	0,99	0,52	0,26	0,33
MgO	27,07	24,04	24,05	23,84	24,52	24,81	24,57	23,96	25,14	24,87	24,68	24,88	24,30	25,00	24,67	23,96
CaO	1,07	0,96	0,79	2,43	1,78	1,63	1,72	1,74	1,87	1,43	1,79	1,85	2,03	2,21	1,88	1,74
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,15	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,08	0,00	0,03
K <sub>2</sub> O	0,04	0,01	0,07	0,21	0,07	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	0,17	0,00
Toplam	101,01	99,13	100,10	99,13	98,79	99,24	98,47	99,90	100,25	100,22	100,53	100,98	100,65	101,16	99,18	99,90
Si	1,96	1,96	1,95	1,93	1,96	1,98	1,98	1,98	1,95	1,96	1,97	1,97	1,91	1,94	1,94	1,98
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Al <sub>iv</sub>	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,04	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04
Fe <sup>+2</sup>	0,43	0,53	0,54	0,49	0,53	0,53	0,54	0,56	0,51	0,53	0,55	0,54	0,48	0,49	0,50	0,56
Fe <sup>+3</sup>	0,05	0,06	0,08	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,00	0,11	0,05	0,06	0,00
Mn	0,03	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01
Mg	1,44	1,33	1,32	1,32	1,35	1,36	1,36	1,31	1,37	1,35	1,34	1,34	1,32	1,35	1,36	1,31
Ca	0,04	0,04	0,03	0,10	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07
Na	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Jd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	3,54	2,42	4,48	0,00	2,13	2,12	2,86	0,00	0,00	0,00	4,48
Ae	5,05	5,52	5,66	5,58	3,04	0,00	0,00	0,00	1,44	2,44	1,21	0,00	7,20	5,12	4,29	0,00
Aug	94,95	94,48	94,34	94,42	96,55	96,46	97,58	95,52	98,56	95,43	96,66	97,14	92,80	94,88	95,71	95,52
Wo	2,06	1,91	1,54	4,80	3,52	3,27	3,44	3,49	3,66	2,83	3,54	3,68	3,94	4,28	3,70	3,49
En	72,44	66,58	65,41	65,73	68,02	69,41	68,71	67,33	68,47	68,30	67,75	68,66	65,17	67,66	67,77	67,33
Fs	25,50	31,51	33,05	29,47	28,46	27,32	27,85	29,17	27,87	28,87	28,71	27,66	30,89	28,07	28,54	29,17
Mg#	75,08	69,26	68,01	69,70	70,87	71,98	71,42	70,14	71,52	70,84	70,57	71,47	68,94	71,28	70,66	70,14
6 oksijene göre hesaplanmıştır																
c:merkez r: kenar																

GRUP	HAMURCU ADAKİT								HAMURCU ADAKİT							
	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212
örnek	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212	K-212
kmid	1794	1796	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1807	1808	1809	1810	1811	1812	1829	1830
yer	r	r	r	c	c	r	c	c	c	r	c	r	c	r	c	r
boy	110	200	60	150	80	80	22	50	140	140	210	210	140	140	800	800
SiO <sub>2</sub>	55,92	55,95	57,61	55,03	55,62	55,14	56,48	55,81	56,86	55,45	57,87	58,74	58,20	57,53	57,45	56,15
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,00	0,00	0,45	0,24	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,06	2,06	0,58	1,86	2,43	3,83	1,96	1,41	2,96	2,99	1,77	1,83	2,01	2,46	1,87	0,96
FeO <sub>t</sub>	9,13	9,95	9,13	13,53	9,33	12,36	9,81	10,09	10,00	13,04	8,96	8,94	9,89	11,10	5,52	14,06
MnO	0,09	0,13	0,09	0,25	0,00	0,23	0,15	0,06	0,19	0,27	0,00	0,00	0,15	0,03	0,14	0,51
MgO	30,09	30,35	31,29	26,16	30,68	27,57	28,98	29,57	29,26	26,49	29,97	30,73	29,38	25,28	33,49	26,65
CaO	1,16	1,36	1,27	1,73	0,94	1,40	1,68	1,46	0,87	1,62	1,38	0,76	1,36	2,04	0,95	0,35
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,00	0,04	0,00	0,08	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Toplam	99,46	99,83	99,97	99,11	99,25	100,81	99,06	98,40	100,14	99,88	99,95	100,99	100,99	98,98	99,41	98,68
Si	1,97	1,97	2,00	2,00	1,97	1,95	2,00	2,00	2,00	1,99	2,00	2,00	2,00	2,00	1,99	2,00
Ti	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Al <sub>iv</sub>	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Al <sub>vi</sub>	0,10	0,06	0,02	0,08	0,07	0,11	0,08	0,06	0,12	0,12	0,07	0,07	0,08	0,10	0,07	0,04
Fe <sup>+2</sup>	0,27	0,29	0,27	0,41	0,28	0,37	0,29	0,30	0,29	0,39	0,26	0,25	0,28	0,32	0,16	0,42
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Mg	1,58	1,59	1,62	1,42	1,62	1,45	1,53	1,58	1,53	1,42	1,54	1,56	1,51	1,31	1,73	1,42
Ca	0,04	0,05	0,05	0,07	0,04	0,05	0,06	0,06	0,03	0,06	0,05	0,03	0,05	0,08	0,04	0,01
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jd	10,03	5,72	2,41	8,16	6,64	11,23	8,24	5,91	12,37	12,00	7,20	7,30	8,13	10,25	6,93	4,07
Ae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aug	89,97	94,28	97,59	91,84	93,36	88,77	91,76	94,09	87,63	88,00	92,80	92,70	91,87	89,75	93,07	95,93
Wo	2,32	2,63	2,43	3,57	1,87	2,82	3,39	2,89	1,77	3,30	2,75	1,52	2,71	4,44	1,81	0,70
En	83,36	82,08	83,71	74,42	83,82	77,34	80,94	81,44	82,16	75,44	83,28	84,68	81,66	76,61	89,69	75,95
Fs	14,32	15,29	13,86	22,01	14,32	19,84	15,67	15,67	16,07	21,27	13,97	13,80	15,63	18,95	8,50	23,35
Mg#	85,48	84,47	85,93	77,52	85,41	79,89	84,01	83,95	83,92	78,35	85,64	85,99	84,13	80,22	91,54	77,15
6 oksijene göre hesaplanmıştır																
c:merkez r: kenar																



GRUP	ERDAŞ ANDEZİT												ERDAŞ ANDEZİT			
	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285	K-285
örnek	1440	1441	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1493	1494	1495	1498	1499	1500	1501	1502
kmid	1440	1441	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1493	1494	1495	1498	1499	1500	1501	1502
yer	r	c	c	r	c	r	c	r	c	c	c	c	c	c	c	c
boy	70	35	160	160	110	110	422	422	40	45	65				30	15
SiO <sub>2</sub>	52,91	52,19	53,98	53,27	53,05	53,53	52,65	53,03	51,89	53,59	55,08	53,66	53,05	53,58	53,29	53,43
TiO <sub>2</sub>	0,33	0,06	0,00	0,03	0,19	0,00	0,36	0,00	0,42	0,00	0,00	0,48	0,17	0,19	0,12	0,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,37	0,83	1,05	1,43	0,54	0,57	0,80	1,04	0,91	0,92	0,71	0,81	0,94	0,80	0,78	0,99
FeO <sub>t</sub>	19,53	19,62	19,52	19,35	19,72	20,35	19,89	18,39	19,57	20,03	19,03	19,61	20,85	20,12	20,25	20,39
MnO	1,00	1,53	0,47	0,61	0,93	1,24	0,87	0,65	1,03	0,61	0,62	0,66	1,21	0,88	0,76	0,93
MgO	24,63	23,56	24,86	24,60	24,16	24,51	23,80	24,52	23,91	23,74	24,61	24,28	24,15	24,04	24,02	24,26
CaO	0,88	0,98	1,04	1,04	1,09	0,83	0,99	0,87	0,84	0,71	0,49	1,00	0,79	0,98	0,79	0,80
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,07	0,02	0,03	0,00	0,13	0,15	0,04	0,02	0,01	0,04	0,00	0,11	0,03	0,04	0,00	0,00
Toplam	99,72	98,80	100,97	100,32	99,82	101,17	99,40	98,51	98,59	99,63	100,55	100,61	101,18	100,63	100,01	100,80
Si	1,95	1,95	1,96	1,95	1,96	1,95	1,95	1,97	1,94	1,98	2,00	1,96	1,94	1,96	1,96	1,95
Ti	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Al <sub>iv</sub>	0,02	0,04	0,04	0,05	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,02	0,00	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe <sup>+2</sup>	0,53	0,55	0,56	0,55	0,55	0,54	0,58	0,56	0,55	0,62	0,58	0,58	0,56	0,59	0,59	0,57
Fe <sup>+3</sup>	0,07	0,06	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,02	0,06	0,00	0,00	0,02	0,08	0,03	0,03	0,05
Mn	0,03	0,05	0,02	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03
Mg	1,35	1,31	1,35	1,34	1,33	1,33	1,32	1,36	1,33	1,31	1,33	1,32	1,31	1,31	1,32	1,32
Ca	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Jd	0,00	0,00	0,51	0,92	0,00	0,00	0,00	1,53	0,00	2,34	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ae	3,65	5,16	3,65	4,59	4,14	5,82	2,80	1,53	3,98	0,00	0,00	1,76	5,85	2,69	3,19	4,74
Aug	96,35	94,84	95,84	94,49	95,86	94,18	97,20	96,94	96,02	97,66	96,94	98,24	94,15	97,31	96,81	95,26
Wo	1,73	1,94	2,06	2,06	2,14	1,63	1,95	1,77	1,69	1,42	0,98	1,97	1,54	1,90	1,55	1,55
En	66,95	65,16	67,45	67,30	66,14	65,81	65,83	68,43	66,25	66,24	68,38	66,73	65,11	65,81	66,03	65,92
Fs	31,32	32,90	30,49	30,64	31,72	32,56	32,22	29,80	32,06	32,34	30,65	31,30	33,35	32,28	32,42	32,53
Mg#	69,21	68,14	69,40	69,39	68,60	68,21	68,08	70,38	68,54	67,86	69,74	68,81	67,38	68,03	67,90	67,95
6 oksijene göre hesaplanmıştır																
c:merkez r: kenar																





GRUP	HODUL BAZ.ANDEZİT						BOZCA TrANDEZİT				
örnek	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-237	K-200	K-200	K-200	K-200	K-200
kmid	1676	1677	1679	1680	1681	1682	1933	1934	1936	1937	1941
yer	r	c	c	r	c	r	c	c	c	c	c
boy	110	400	200	200	700	700	20	10	3	15	30
SiO <sub>2</sub>	53,19	53,15	53,01	53,27	52,46	51,72	51,34	46,71	48,65	48,35	48,08
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,08	0,26	0,44	0,25	0,61	0,28	0,48	0,68	1,47	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,54	1,07	0,93	1,44	1,07	1,40	0,15	0,03	0,55	0,35	0,00
FeO <sub>t</sub>	17,11	17,95	17,85	15,71	19,59	18,71	29,30	36,06	27,89	29,81	33,61
MnO	0,27	0,39	0,14	0,16	0,21	0,35	0,70	0,76	1,20	0,64	0,67
MgO	25,98	24,96	25,35	26,25	23,85	24,12	15,05	11,28	13,41	13,15	12,33
CaO	1,25	1,10	1,17	1,63	1,05	1,47	3,05	3,73	5,89	6,13	3,57
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,06	0,02	0,12	0,03	0,00	0,15	0,10	0,29	0,33	0,23	0,32
Toplam	99,50	98,72	98,84	98,93	98,48	98,52	99,98	99,33	98,59	100,13	99,13
Si	1,94	1,97	1,95	1,95	1,96	1,93	2,00	1,89	1,93	1,90	1,93
Ti	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02
Al <sub>iv</sub>	0,06	0,03	0,04	0,05	0,04	0,06	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00
Al <sub>vi</sub>	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe <sup>+2</sup>	0,47	0,53	0,51	0,46	0,59	0,52	0,96	1,00	0,84	0,87	1,00
Fe <sup>+3</sup>	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02	0,06	0,00	0,22	0,09	0,11	0,13
Mn	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02
Mg	1,41	1,38	1,39	1,43	1,33	1,34	0,87	0,68	0,79	0,77	0,74
Ca	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,06	0,13	0,16	0,25	0,26	0,15
Na	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Jd	0,40	1,12	0,00	0,92	0,61	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00
Ae	5,46	2,13	3,84	2,14	2,13	5,04	0,00	10,64	4,79	2,78	6,04
Aug	94,14	96,75	96,16	96,95	97,26	94,96	99,28	89,36	95,21	97,22	93,96
Wo	2,46	2,22	2,31	3,23	2,11	2,96	6,42	7,73	12,45	12,72	7,50
En	70,94	69,23	69,88	72,26	66,75	67,24	44,16	32,58	39,49	37,95	36,13
Fs	26,60	28,55	27,81	24,51	31,14	29,80	49,42	59,69	48,06	49,33	56,37
Mg#	73,03	71,24	71,68	74,87	68,44	69,69	47,79	35,79	46,16	44,00	39,54
6 oksijene göre hesaplanmıştır											
c:merkez r: kenar											

GRUP	SARIMADEN İGN.	TAHAR İGN.			KIZILKAYA İGN.			
örnek	GA10-15	K-342	K-342	K-342	K-139	K-139	K-139	K-139
kmid	2183	1245	1255	1284	152	153	154	155
yer	c	c	r	c	c	r	c	r
boy	140	10	220	20	100	100	120	120
SiO <sub>2</sub>	53,70	52,00705	53,38201	53,98907	52,72553	52,33188	52,46789	52,27629
TiO <sub>2</sub>	0,00	0,000763	0,092283	0,342676	0,159574	0,000548	0,258148	0,014518
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,52	1,215907	1,758524	0,504446	0,657882	0,482114	0,555806	0,484641
FeO <sub>t</sub>	16,87	23,78613	15,75524	21,38468	20,47389	21,1265	20,41461	21,4528
MnO	0,52	1,171143	0,34898	0,832248	2,696071	3,236838	2,709085	3,247792
MgO	26,48	20,82259	26,53709	22,89418	22,37647	21,7137	21,90837	22,1136
CaO	1,11	0,564336	0,908839	0,699098	0,577364	0,514928	0,679366	0,66693
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,000502	0,000474	0,000475	0,000352	0,000355	0,000368	0,000374
K <sub>2</sub> O	0,00	0,028351	0,030997	0,089488	0,047552	0,039977	0,045808	0,000274
<b>Toplam</b>	100,20	99,59677	98,81443	100,7364	99,71469	99,44684	99,03945	100,2572
Si	1,94	1,963	1,949	1,992	1,97	1,97	1,978	1,95
Ti	0,00	0	0,003	0,01	0,004	0	0,007	0
Al <sub>iv</sub>	0,06	0,037	0,051	0,008	0,029	0,021	0,022	0,021
Al <sub>vi</sub>	0,01	0,017	0,025	0,014	0	0	0,003	0
Fe <sup>+2</sup>	0,46	0,727	0,457	0,66	0,613	0,623	0,638	0,594
Fe <sup>+3</sup>	0,05	0,024	0,024	0	0,027	0,042	0,006	0,075
Mn	0,02	0,037	0,011	0,026	0,085	0,103	0,086	0,103
Mg	1,43	1,171	1,444	1,259	1,246	1,218	1,231	1,23
Ca	0,04	0,023	0,036	0,028	0,023	0,021	0,027	0,027
Na	0,00	0	0	0	0	0	0	0
K	0,00	0,001	0,001	0,004	0,002	0,002	0,002	0
Jd	0,61	1,765317	2,535497	1,452282	0	0	0,330761	0
Ae	5,49	2,492212	2,434077	0	2,854007	3,67893	0,661521	5,128205
Aug	93,90	95,74247	95,03043	98,54772	97,14599	96,32107	99,00772	94,87179
Wo	2,16	1,16	1,83	1,42	1,15	1,05	1,36	1,33
En	71,48	59,08	73,23	63,81	62,49	60,69	61,92	60,62
Fs	26,37	39,76	24,95	34,77	36,36	38,27	36,72	38,05
Mg#	73,66	60,92612	75,01299	65,60709	66,06575	64,68401	65,65333	64,77093
6 oksijene göre hesaplanmıştır								
c:merkez r: kenar								



GRUP	BASANSARNIÇ			COPLAN									
	K-093	K-093	K-093	K-098	K-098	K-098	K-098	K-098	K-098	K-098	K-098	K-111	K-111
örnek	480	491	479	459	457	432	427	411	404	406	1192	1154	1152
kmid	480	491	479	459	457	432	427	411	404	406	1192	1154	1152
yer	c	c	c	c	c	c	c	r	c	c	r	c	r
boy													
SiO <sub>2</sub>	53,22	50,59	52,99	50,84	51,60	51,97	52,44	52,71	52,05	52,27	52,72	53,37	52,18
TiO <sub>2</sub>	0,17	0,11	0,46	0,75	0,23	0,75	0,17	0,94	0,21	0,18	0,25	0,07	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,49	0,23	1,04	0,43	0,35	0,89	0,47	0,68	0,98	1,43	2,05	0,50	1,25
FeO <sub>t</sub>	21,24	25,73	22,43	25,61	25,20	25,12	25,74	25,80	20,07	17,30	17,84	20,71	20,47
MnO	0,44	1,00	0,48	0,67	0,90	0,71	0,72	0,62	0,78	0,67	0,37	0,90	0,34
MgO	20,44	21,07	20,02	17,97	19,34	17,57	17,81	17,48	23,04	22,03	24,97	23,40	22,95
CaO	3,29	0,63	2,37	2,98	2,75	2,57	2,57	2,25	1,35	4,99	1,32	1,03	1,25
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,16	0,24	0,00	0,00	0,14	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K <sub>2</sub> O	0,00	0,14	0,17	0,09	0,16	0,39	0,18	0,00	0,16	0,18	0,09	0,02	0,10
Toplam	99,28	99,65	100,19	99,33	100,55	100,12	100,10	100,67	98,65	99,04	99,62	99,98	98,79
Si	2,00	1,91	1,99	1,96	1,95	1,98	2,00	2,00	1,95	1,94	1,93	1,98	1,95
Ti	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Al <sub>iv</sub>	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,06	0,07	0,02	0,05
Al <sub>vi</sub>	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01
Fe <sup>+2</sup>	0,67	0,63	0,70	0,79	0,71	0,80	0,82	0,82	0,58	0,49	0,50	0,62	0,61
Fe <sup>+3</sup>	0,00	0,18	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	0,05	0,02	0,03
Mn	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,03	0,01
Mg	1,15	1,19	1,12	1,03	1,09	1,00	1,01	0,99	1,29	1,22	1,36	1,29	1,28
Ca	0,13	0,03	0,10	0,12	0,11	0,11	0,11	0,09	0,05	0,20	0,05	0,04	0,05
Na	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Jd	2,24	0,00	3,19	0,00	0,00	2,30	2,16	3,15	0,00	0,72	1,83	0,00	0,71
Ae	0,00	10,47	0,00	0,73	5,08	0,00	0,00	0,00	4,54	4,93	4,59	2,16	3,36
Aug	97,76	89,53	96,81	99,27	94,92	97,70	97,84	96,85	95,46	94,35	93,58	97,84	95,93
Wo	6,74	1,22	4,92	6,15	5,49	5,45	5,35	4,74	2,71	10,06	2,64	2,05	2,52
En	58,45	57,68	57,90	51,53	53,78	51,82	51,61	51,54	64,49	61,70	69,07	64,52	64,61
Fs	34,81	41,10	37,18	42,32	40,73	42,74	43,04	43,72	32,80	28,25	28,30	33,43	32,86
Mg#	63,15	59,33	61,39	55,56	57,78	55,50	55,21	54,70	67,15	69,41	71,38	66,82	66,67
6 oksijene göre hesaplanmıştır													
c:merkez r: kenar													

GRUP	Kavak İgnimbiriti (POMZA)			Zelve İgnimbiriti (POMZA)			Sarımavent. İgn.		Sofular İgn.	
	K-448	K-386	K-379	K-387	K-390	K-395	K-303	C08-03	KPD-09-130	C08-14
Örnek	K-448	K-386	K-379	K-387	K-390	K-395	K-303	C08-03	KPD-09-130	C08-14
X (UTM)	640262	672526	671287	672526	668596	675011	664691	662361	671083	661220
Y (UTM)	4284709	4282207	4278830	4282207	4284743	4287251	4271227	4265785	4282464	4282698
SiO <sub>2</sub>	68	64,31	71,34	66,32	68,66	70,52	75,07	64,62	69,78	70,88
TiO <sub>2</sub>	0,15	0,34	0,12	0,3	0,14	0,23	0,16	0,27	0,23	0,13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,04	16,3	12,75	13,1	11,85	13,86	10,38	14,51	12,55	12,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,28	3,23	1,52	4,31	0,99	1,44	1,38	1,56	2,22	1
MnO	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07	0,14	0,07	0,06
MgO	1,04	1,9	0,31	0,53	0,34	0,3	0,21	1,4	0,29	0,2
CaO	2,8	5,54	1,69	2,31	2,88	1,57	0,96	1,54	0,92	1,12
Na <sub>2</sub> O	2,42	2,78	2,29	2,13	1,58	2,99	1,03	1,67	1,79	1,72
K <sub>2</sub> O	3,5	1,2	4,03	3,59	4,57	4,66	3,38	4,12	4,86	4,65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,07	0,04	0,11	0,03	0,04	0,02	0,04	0,04	0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	6,5	4,2	5,7	7,1	8,7	4,2	7,2	10	7,1	8
Toplam	99,86	99,88	99,85	99,86	99,83	99,88	99,83	99,82	99,86	99,84
Sc	2	9	2	7	2	1				
V	12	72	8	90	12	13	18	40	17	12
Ni	1,3	1,7	0,9	7,9	0,6	1,3	0,6	1,5	1,6	0,4
Co	5,3	16,2	12	15,3	11,8	11,4	11,5	7,3	6,7	9,6
Cu	1,5	3,3	2,7	10,9	2,3	3,1	3,7	13,9	2,8	1,4
Zn	10	5	16	64	17	4	4	37	11	5
Ga	13,5	15,6	12,2	13,8	12	14,2	9,5	14,9	12	11,4
Rb	124	49,1	174,5	167,6	191,5	139,3	130	150,1	194,2	165
Sr	268,2	330,1	222,2	201,8	192,9	201,1	87,7	133,5	85,9	162,9
Y	12,3	8,8	11,6	16,2	11,6	9,6	14,5	15,5	19,7	9,8
Zr	82,2	88,5	77,1	173,3	83,7	179,6	110,7	159,7	136,5	80,9
Nb	10,6	4	13,6	10,1	13,6	14,4	10,8	12	13,5	13,4
Cs	6,1	10,9	11,2	25,8	7,7	7,5	4,1	4,5	14,3	7,1
Ba	639	206	872	506	1039	643	780	815	790	1036
La	31	10,5	23,9	25,3	34,9	26,2	25,2	28,4	36,7	33,6



GRUP	CEMİLKÖY İGİNİMBİRİTİ (POMZA)							CEMİLKÖY İGİNİMBİRİTİ (POMZA)				
	Örnek	K-320	C08-19	K-172	K-193	K-288	K-315	K-316	KPD-09-097	KPD-09-209	KPD-09-214	K-366
X (UTM)	669196	671803	662333	625559	675057	668562	668562	669476	616215	622279	605668	669159
Y (UTM)	4264717	4249612	4264997	4299378	4245098	4264513	4264513	4264720	4241523	4245719	4247002	4264727
SiO <sub>2</sub>	73,88	69,53	74,14	71,68	58,9	72,86	73,15	63,96	74	73,68	73,55	73,8
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,17	0,09	0,13	0,17	0,1	0,09	0,29	0,09	0,09	0,09	0,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,46	12,21	12,41	12,99	14,97	12,52	12,76	13,85	12,54	12,67	12,5	12,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,81	1,07	0,78	1,33	1,77	0,84	0,8	2,57	0,78	0,78	0,9	0,74
MnO	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
MgO	0,14	0,27	0,16	0,58	3,68	0,19	0,14	1,5	0,18	0,13	0,15	0,18
CaO	0,75	1,23	0,77	1,33	2,03	0,9	0,85	1,84	0,84	0,83	0,76	0,81
Na <sub>2</sub> O	2,27	2,08	2,75	2,44	0,98	2,37	2,38	1,49	2,87	3,27	3,04	2,46
K <sub>2</sub> O	5,75	5,23	5,09	5,07	1,43	5,36	5,59	3,22	4,99	4,88	5,13	5,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,24	0,04	0,02	0,01	0,03
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	3,6	8	3,6	4,2	15,8	4,6	4	10,8	3,5	3,5	3,7	3,6
Toplam	99,88	99,9	99,88	99,88	99,82	99,88	99,88	99,83	99,89	99,9	99,88	99,86
Sc											1	
V	9	8	8	10	26	16	16	163	8	12	8	10
Ni	0,3	0,2	0,3	3,7	10	0,5	0,5	15,7	0,5	0,4	0,2	0,5
Co	22,6	8,1	5,8	21,7	5,8	6,6	9,3	13,3	5	5,4	14,9	31
Cu	0,6	0,5	2,1	37,4	4,5	1	1,3	11,9	0,8	0,4	0,6	0,7
Zn	4	11	2	8	24	2	6	31	4	3	3	4
Ga	12,2	11,1	11,4	12,3	13,6	12	12,5	13,4	11,6	11,4	11,4	12,9
Rb	186,9	175,8	169	157,7	82,6	176,7	181,3	161,1	163,8	168,5	164,2	177
Sr	72,1	106,7	73,6	99,2	194,8	84,1	77,9	167,2	75	75,2	66,8	78,4
Y	13,4	12,3	13,6	13,1	8,5	13,3	12,6	46	12,5	13,3	13	13,7
Zr	76,1	105,6	89,4	79,1	102,9	73,3	65	96,9	71,6	72,8	65,1	74,6
Nb	12,3	11,2	12,9	11,9	8,5	12,5	11,5	11,3	12,2	12,1	12,5	13,2
Cs	7,1	6	6,8	6,7	11,7	7	6,2	5,4	7,1	6,6	6,7	7,1





GRUP	CEMİLKÖY İGNİMBİRİTİ (POMZA)							CEMİLKÖY İGN. LİTİKLER				
	Örnek	K-317	K-319	K-439	K-321	KPD-08-019	KPD-08-023	KPD-09-083	C08-04-1	KPD-09-208	KPD-09-213	C08-06
X (UTM)	669159	669196	689557	669500	662318	658734	661379	662333	616215	622279	670520	662333
Y (UTM)	4264727	4264717	4305090	4264782	4264971	4261370	4265243	4264997	4241523	4245719	4261805	4264997
SiO <sub>2</sub>	71,58	73,05	66,56	72,62	73,99	73,6	73,34	59,34	55,89	60,08	59,58	60,2
TiO <sub>2</sub>	0,1	0,09	0,1	0,09	0,06	0,07	0,12	0,75	0,87	0,66	0,76	0,66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,72	12,63	12,13	12,72	12,78	12,76	12,58	16,6	17,66	17,66	17,97	16,86
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,87	0,8	0,88	0,86	0,78	0,93	1,09	6,26	7,97	5,27	5,01	6,11
MnO	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,13	0,13	0,08	0,11	0,08
MgO	0,34	0,24	0,62	0,32	0,13	0,17	0,24	2,78	3,98	2	2,16	1,61
CaO	1,17	0,82	2,14	0,86	0,8	0,89	0,99	5,17	7,83	4,78	5,83	5,52
Na <sub>2</sub> O	2,33	2,15	2,88	2,54	2,97	2,39	2,18	3,12	3,17	2,67	3,8	3,33
K <sub>2</sub> O	5,69	5,77	5,88	5,23	5,08	5,73	5,71	2,03	1,54	2,75	2,69	2,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,18	0,21	0,19	0,22	0,15
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002
LOI	5	4,2	8,6	4,5	3,2	3,3	3,5	3,3	0,5	3,6	1,5	3,2
Toplam	99,88	99,87	99,88	99,87	99,84	99,89	99,88	99,7	99,77	99,78	99,63	99,76
Sc			2		1	1						
V	13	12	8	8	8	8	14	138	181	113	120	125
Ni	0,7	0,4	1,5	0,3	0,2	0,2	0,4	28,4	3,4	3,2	8	6,2
Co	10,2	12,8	10,8	9,6	48,3	13,9	12,1	18,9	27,5	18,8	23,9	21,2
Cu	1,2	1,4	2,1	1,1	82,3	1,8	6,9	23,5	6,3	5	38,7	15,9
Zn	4	4	4	2	2	3	6	44	28	13	24	23
Ga	12,1	12,4	10,6	12,6	13,4	12,6	11,7	16,1	17,4	17,3	18,5	16,3
Rb	178,9	193	150	175,4	189,5	192,2	178	96,5	41	143,7	90,2	52,7
Sr	100,3	77,6	143,5	73,5	82,2	89,7	89,9	396	416,9	377,2	516,9	420,9
Y	12,7	13,7	12,5	13,3	13,6	13,9	13,6	25,1	24,1	27,6	32,8	21,7
Zr	71	77,6	69,8	71,2	72,7	77,8	69,5	174,9	130,8	194,7	225,2	173
Nb	11,4	12,8	11,2	12,1	13,4	13	12,5	10,9	9,3	12,1	13,1	11,2
Cs	7	7,2	5,8	6,7	7	6,8	6,6	5,5	3,3	4	1,9	1,1

Ba	790	799	748	775	818	817	775	1104	396	686	1575	854
La	29,7	34,1	28	30,4	31	30,2	31,1	28,7	25,4	35,6	40,5	31,9
Ce	49,3	52	46,4	51,7	52	52,4	51,9	57,1	47,7	62,8	75	58
Pr	4,49	5,11	4,37	4,65	5,02	4,97	4,72	6,38	5,61	7,96	8,59	6,52
Nd	13,3	15,1	14,1	14,3	16,4	14,6	14,1	23,2	21,4	30,2	32,3	23,3
Sm	2,05	2,38	2,16	2,15	2,28	2,21	2,18	4,44	4,3	5	5,49	4,44
Eu	0,29	0,31	0,29	0,29	0,3	0,29	0,31	1,08	1,21	1,18	1,34	1,04
Gd	1,56	1,7	1,82	1,6	1,85	1,93	1,76	4,33	4,09	4,48	5,29	3,88
Tb	0,3	0,34	0,3	0,32	0,31	0,32	0,34	0,75	0,76	0,78	0,89	0,67
Dy	1,78	1,93	1,74	1,97	1,93	2,01	2,03	4,07	4	4,24	5	3,53
Ho	0,38	0,41	0,38	0,41	0,41	0,4	0,42	0,9	0,86	0,88	1,06	0,75
Er	1,17	1,2	1,26	1,18	1,34	1,29	1,36	2,72	2,5	2,51	3,04	2,22
Tm	0,18	0,22	0,2	0,22	0,22	0,22	0,23	0,4	0,42	0,4	0,44	0,34
Yb	1,62	1,59	1,54	1,63	1,58	1,57	1,6	2,68	2,38	2,41	2,95	2,13
Lu	0,23	0,26	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,4	0,41	0,39	0,45	0,34
Hf	2,3	2,6	2,8	2,5	2,8	2,8	2,7	4,7	3,7	5,4	6	4,7
Ta	1,1	1,2	1,1	1,1	1,6	1,3	1,1	0,7	0,6	0,8	1	0,8
Pb	1	0,8	1,1	0,6	1,2	0,8	1,4	20,3	5,7	2,5	3,9	7,2
Th	23,1	24,2	23,3	25	25,2	24,3	23	14,5	7,5	19	16,9	14,1
U	6,8	7,1	6,6	7,1	7,5	7,3	6,9	4,4	1,8	4,3	4,6	3,3
Mg#	60,74	54,29	73,61	59,56	39,75	41,98	46,57	63,74	66,41	60,04	63,05	51,05
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$							0,70695					
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$							0,512497					
$\epsilon_{\text{Nd}}$							-2,750478895					
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							18,90139309					
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							15,69831457					
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							39,08361371					
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							0,83054054					
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							2,067777193					

GRUP	GÖRDELES İGNİMBİRİTİ (POMZA)							GÖRDELES İGNİMBİRİTİ (POMZA)						
	Örnek	KPD-09-142	K-173	K-242	K-299	K-300	K-301	K-302	KPD-08-004	KPD-08-005	KPD-08-021	KPD-09-101	KPD-09-125	K-461
X (UTM)	665089	669983	677216	669167	669167	669167	669167	658460	658460	661557	669082	671962	625658	625119
Y (UTM)	4267495	4260057	4258603	4261538	4261538	4261538	4261538	4253373	4253373	4262949	4261358	4251352	4239424	4245177
SiO <sub>2</sub>	70,81	68,08	71,64	68,52	67,7	67,32	68,11	70,33	72,89	67,95	67,81	77,22	67,43	66,05
TiO <sub>2</sub>	0,24	0,28	0,22	0,28	0,28	0,32	0,29	0,22	0,18	0,27	0,29	0,16	0,31	0,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,64	14,47	12,92	14,59	14,84	14,56	14,61	13,43	12,7	14,47	14,61	10,19	14,87	13,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	1,83	1,76	2,04	2,13	2,83	2,23	1,49	1,25	2,32	2,34	0,99	2,28	1,91
MnO	0,05	0,05	0,04	0,07	0,07	0,08	0,07	0,06	0,05	0,08	0,08	0,04	0,05	0,08
MgO	0,83	0,55	0,39	0,62	0,66	0,69	0,71	0,45	0,31	0,92	0,64	0,27	0,65	0,85
CaO	1,25	1,9	1,33	2,01	2,05	2,41	2,11	1,62	1,19	2,13	1,98	1,02	1,93	3,55
Na <sub>2</sub> O	2,53	2,83	2,69	2,65	2,7	2,5	2,46	2,62	2,92	2,38	2,48	1,69	2,28	2,13
K <sub>2</sub> O	4,43	5,5	4,77	5,81	5,39	5,62	5,7	4,78	4,95	5,45	5,67	4,71	5,76	5,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,05	0,07	0,08	0,03	0,08	1,32
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	5,4	4,3	4,1	3,2	3,9	3,4	3,4	4,8	3,4	3,8	3,9	3,6	4,2	5
Toplam	99,87	99,85	99,87	99,82	99,81	99,81	99,79	99,86	99,87	99,86	99,84	99,93	99,88	99,85
Sc									1	3			2	
V	23	17	21	22	22	32	20	11	11	22	32	12	26	24
Ni	3,3	2,2	4,5	2	2	2,4	2	0,9	1,2	1,6	1,8	6,8	1,4	4,1
Co	9	7	17,1	11	11,5	12,7	49,9	10,2	24	12,2	11	5	5,3	8,7
Cu	7,1	6,4	46,2	4	9,6	8	7,6	2,2	35,6	10,5	5,9	2,5	2,4	12,6
Zn	42	30	15	14	17	17	18	12	16	20	23	12	12	25
Ga	11,8	13,6	11,8	13,7	14,6	14,2	13,4	12	12,4	15,6	13,7	9,5	14,1	12,1
Rb	156,5	176,1	163,7	188,8	174,7	192,2	186,6	151,9	190,5	193,3	180,6	148,8	262,8	164,2
Sr	120,9	171,6	133,3	187,9	193,1	208,7	181,7	156,2	121,7	188,9	179,6	94,9	178,1	202
Y	10,7	19	9,6	19,9	19,3	19,9	19,1	12,2	9,7	19,6	20	7,5	18,9	16,5
Zr	121,3	206,5	119,7	197,4	196,8	198,7	199,4	146,5	115,1	207,2	212,9	88,7	206,9	185,4
Nb	12,1	14,4	11,7	14,8	14,9	13,6	14,4	11,7	12,1	15,3	14,6	9,5	14,9	13,6
Cs	13,1	6,6	10,8	7,2	6,6	6,6	6,6	8	9,2	7	6,7	7,6	13,5	7,6

Ba	629	649	620	663	656	622	646	750	673	660	680	510	639	587
La	30,9	35,4	29,6	35,5	34,1	34,5	34,9	31,8	30	35	37,8	24,3	33,5	31,4
Ce	45,9	63,8	45,8	63	61,5	61,2	60,9	54,4	47,8	62,3	66,2	37,3	62,8	57,4
Pr	4,3	6,26	4,11	6,31	6,06	6,22	6,23	4,76	4,35	6,45	6,6	3,25	5,97	5,45
Nd	12,9	21,5	12,1	21,1	20,4	20,9	19,4	14,9	13,4	20,8	22,4	9	21,1	17,8
Sm	1,88	3,19	1,69	3,33	3,08	3,29	3,3	2,33	1,77	3,27	3,46	1,32	3,35	2,89
Eu	0,38	0,54	0,37	0,62	0,61	0,62	0,58	0,5	0,33	0,59	0,64	0,25	0,56	0,52
Gd	1,4	2,47	1,37	3,08	2,78	2,95	2,84	1,66	1,49	2,9	2,85	1,08	3,1	2,38
Tb	0,26	0,47	0,25	0,5	0,48	0,5	0,49	0,32	0,23	0,47	0,52	0,18	0,48	0,43
Dy	1,4	2,82	1,52	2,88	2,88	2,9	2,68	1,76	1,38	2,88	3,02	1,08	2,74	2,43
Ho	0,34	0,6	0,32	0,64	0,62	0,62	0,62	0,4	0,3	0,61	0,63	0,23	0,6	0,55
Er	1,04	2,01	0,94	2,01	1,92	1,98	2,01	1,12	0,95	1,99	2,1	0,79	1,94	1,81
Tm	0,2	0,29	0,18	0,34	0,34	0,33	0,34	0,21	0,17	0,33	0,34	0,13	0,32	0,3
Yb	1,37	2,22	1,21	2,26	2,19	2,22	2,15	1,53	1,23	2,36	2,3	1,03	2,31	1,96
Lu	0,23	0,36	0,21	0,38	0,36	0,35	0,36	0,25	0,22	0,37	0,37	0,17	0,36	0,32
Hf	3,8	5,3	3,1	5,4	6,1	5,1	5,9	4	3,5	5,9	5,8	2,7	5,7	5
Ta	1,4	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1	1,4	1,3	1,2	1	1,3	1,2
Pb	3,1	1,3	2,6	2,1	1,4	1,4	2,5	1,7	4,4	2,6	2,9	1,6	3,1	2,4
Th	31,2	25	27,9	25,7	26,3	24	25,8	23,4	30,2	24,1	25,4	23,7	22,3	23,8
U	8,1	7,5	7,9	7,6	7,5	7	7,6	6,5	8,8	7,1	7,3	8,1	6,9	6,2
Mg#	66,03	54,33	46,73	54,61	55,09	49,11	55,76	54,45	49,54	61,09	51,99	51,91	53,02	63,79
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$										0,706392				
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$										0,512532				
$\epsilon_{\text{Nd}}$										-2,067735907				
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$										18,85369042				
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$										15,68192694				
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$										38,99794571				
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$										0,831779829				
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$										2,068469473				

GRUP	GÖRDELES İGNİMBİRİTİ (POMZA)							GÖRDELES İGN.	
	Örnek	K-460	K-444	K-378	KPD-09-211	KPD-09-122	KPD-09-207	KPD-09-143	KPD-09-152
X (UTM)	625658	631781	626047	618284	664646	626718	665089	666846	673432
Y (UTM)	4239424	4240566	4245242	4238779	4261821	4244389	4267495	4265721	4267176
SiO <sub>2</sub>	69,56	67,74	71,79	72,82	72,85	71,31	71,98	71,41	72,89
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,33	0,23	0,2	0,22	0,21	0,21	0,22	0,21
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,73	14,55	13,2	12,63	12,89	12,64	13,14	13,89	12,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,34	2,52	1,47	1,23	1,42	1,28	1,42	1,38	1,41
MnO	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07	0,05	0,05
MgO	0,88	0,98	0,33	0,33	0,38	0,71	0,49	0,38	0,43
CaO	1,6	2,78	1,27	1,28	1,31	1,46	1,43	1,41	1,36
Na <sub>2</sub> O	2,05	2,98	2,47	2,23	2,96	2	2,99	3	2,89
K <sub>2</sub> O	4,53	4,25	5,5	5,4	4,85	4,98	4,55	4,35	4,89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	5,9	3,6	3,5	3,7	2,9	5,2	3,5	3,7	3,1
Toplam	99,91	99,85	99,88	99,9	99,89	99,89	99,81	99,88	99,87
Sc	2	5	2						
V	13	34	14	12	17	21	28	14	17
Ni	0,9	2,7	5,3	1,6	1,8	5,7	1,9	1,2	3,3
Co	3,9	8,8	8,4	6,7	7	3,8	38,3	4,8	14,9
Cu	2,1	9,3	12,5	4,4	2,7	6,1	7	5,2	2,7
Zn	6	14	7	15	9	10	67	8	13
Ga	13,4	13,7	10,7	11,8	11,8	11,6	11,9	12,7	11,9
Rb	168,2	174,9	172,1	192,8	170,3	164	154,6	148,1	165,5
Sr	143,6	207,7	134,9	128,5	126,5	120,2	150,1	137,3	124,1
Y	8,7	19,3	9,6	8,8	9,1	8,8	12	11,6	10,4
Zr	117,4	203,8	133,8	104,9	108,2	110,4	118,8	119	120,9
Nb	11,1	12,5	12	11,9	10,8	11,2	11,8	11,9	12
Cs	9,7	9,2	10,4	10,9	8,6	8,8	10,7	8,2	8,5





GRUP	TAHAR İGİNİMBİRİTİ (POMZA)						
Örnek	KPD-08-029	C08-11	K-335	K-336	K-337	K-338	K-339
X (UTM)	675632	673460	675603	675594	675594	675660	675656
Y (UTM)	4268501	4268613	4268647	4268597	4268597	4268560	4268512
SiO <sub>2</sub>	67,13	64,67	70,29	69,48	65,64	64,11	66,55
TiO <sub>2</sub>	0,26	0,39	0,15	0,15	0,39	0,39	0,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,91	15,37	14,11	14,24	15,35	15,69	14,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5	3,24	1,82	1,84	3,29	3,2	2,77
MnO	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,07	0,09
MgO	0,83	1,17	0,33	0,33	1,12	1,33	0,86
CaO	2,98	3,8	1,95	1,97	3,86	3,67	2,97
Na <sub>2</sub> O	2,88	3,1	3,52	3,09	2,95	2,76	2,76
K <sub>2</sub> O	2,62	2,12	3,37	3,48	2,03	1,89	2,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,12	0,07	0,07	0,15	0,13	0,11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	5,6	5,8	4,2	5,1	5	6,6	5,9
Toplam	99,86	99,87	99,87	99,87	99,86	99,85	99,87
Sc	4						
V	10	47	8	8	36	36	20
Ni	1,2	1,3	0,5	0,7	1,4	1,4	1,9
Co	14,8	10,6	10,1	12,7	20,2	17,4	11
Cu	14,9	4,8	1,9	2,5	6,8	3,8	4,3
Zn	11	7	4	7	6	5	13
Ga	14,8	15,7	14,8	14,6	14,5	15	15,8
Rb	78,5	72,8	120,2	121,9	68,8	63	77,9
Sr	251,3	276,5	228,7	218,3	255,9	267,3	260,2
Y	13,7	14,8	14,3	13,5	14,2	14,5	13,7
Zr	155,4	140	145,7	138,4	137,1	145,1	161,5
Nb	7,6	7,2	10,4	9,4	6,9	7,1	7,8
Cs	5	4,9	5,6	6,2	4,1	4,3	5,4

Ba	424	420	598	581	414	416	468
La	22,5	21,6	27,5	26,6	20,2	20,4	22,2
Ce	39,7	39	50,7	49,7	37,5	38,5	41,7
Pr	4,32	4,13	5,11	4,88	3,97	3,95	4,18
Nd	15,2	14,9	17,4	16,7	14,4	15,3	14,7
Sm	2,62	2,6	2,73	2,63	2,69	2,61	2,6
Eu	0,66	0,72	0,64	0,63	0,77	0,74	0,7
Gd	2,23	2,38	1,94	1,9	2,3	2,2	2,08
Tb	0,36	0,43	0,36	0,35	0,4	0,4	0,37
Dy	2,08	2,2	2	2,02	2,23	2,31	2,07
Ho	0,41	0,48	0,44	0,43	0,46	0,49	0,47
Er	1,42	1,45	1,33	1,37	1,39	1,33	1,19
Tm	0,22	0,24	0,25	0,24	0,24	0,22	0,24
Yb	1,51	1,57	1,75	1,64	1,55	1,61	1,65
Lu	0,24	0,26	0,27	0,27	0,24	0,24	0,25
Hf	4,3	3,8	3,9	3,9	3,5	4	4,6
Ta	0,8	0,7	1	0,9	0,8	0,7	0,7
Pb	1,4	1,7	1	0,9	1,7	1,7	1,6
Th	12	10,1	13,3	13,5	9,6	9,9	11,3
U	3,1	2,8	3,9	3,8	2,8	2,8	3,1
Mg#	56,79	58,84	41,78	41,52	57,40	62,20	55,14
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$							
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$							
$\epsilon_{\text{Nd}}$							
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							

GRUP	TAHAR İGİNİMBİRİTİ (POMZA)							TAHAR İGİNİMBİRİTİ (POMZA)					
	K-340	C08-09	K-342	K-431	KPD-08-030	KPD-08-031	KPD-09-102	KPD-09-104	KPD-09-131	KPD-09-151	KPD-09-169	K-391	K-341
Örnek													
X (UTM)	675626	675604	669766	677718	675632	673454	669720	669713	671083	666965	681652	672415	669766
Y (UTM)	4268418	4268489	4261582	4271733	4268501	4268634	4261342	4261301	4282464	4265767	4253312	4286041	4261582
SiO <sub>2</sub>	55,88	70,65	64,2	63,36	69,26	65,33	63,26	64,24	69,27	63,82	63,29	67,97	59,97
TiO <sub>2</sub>	0,38	0,29	0,33	0,43	0,28	0,37	0,38	0,39	0,22	0,44	0,44	0,25	0,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,4	15,32	14,92	16,07	15,19	15,33	15,13	14,94	13,37	15,37	15,66	13,44	14,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,26	2,44	2,77	3,58	2,21	3,37	3,11	3,25	1,41	3,56	3,54	1,59	2,99
MnO	0,06	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,1	0,05	0,05	0,08
MgO	1,56	0,6	1,12	1,55	0,39	1,12	1,47	1,2	0,39	1,28	0,98	0,58	1,93
CaO	8,05	2,84	3,81	3,94	2,76	3,77	4,07	3,79	2,53	4,14	3,36	2,39	4,76
Na <sub>2</sub> O	1,87	4,4	2,13	2,26	3,55	3,04	2,07	2,33	2,4	2,49	1,53	2,42	2,98
K <sub>2</sub> O	1,5	2,54	2,11	1,7	3,13	2,09	1,88	2,05	4,21	1,9	1,47	4,28	1,76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,1	0,11	0,13	0,1	0,14	0,11	0,13	0,05	0,13	0,11	0,06	0,11
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	11,8	0,6	8,3	6,8	2,9	5,2	8,3	7,5	6	6,6	9,4	6,8	10,4
Toplam	99,87	99,87	99,87	99,88	99,86	99,87	99,88	99,87	99,89	99,88	99,86	99,85	99,84
Sc				7		5						3	
V	37	8	22	45	8	52	39	36	14	49	64	36	52
Ni	2,3	0,3	1,2	2	0,7	1,3	1,3	1,5	0,7	1,3	9,6	9,3	1,9
Co	10,5	6,3	13,5	20,6	7,7	12,9	12,2	10,5	7,5	14,5	24,3	19,7	15,6
Cu	7,9	1,4	2,5	3,5	2,5	5,2	7,6	3,5	1,3	4,1	9	8	6,3
Zn	11	9	5	7	5	6	10	5	6	6	20	7	7
Ga	14,2	15	14,3	15,6	13,9	16,8	15,4	14,3	12,4	14,5	14,8	14,2	14
Rb	47,1	87,3	67,8	57,4	89,2	77,7	61,5	69,9	118,1	63,5	49,8	120,5	57,2
Sr	257,2	258,6	246,6	238,9	256,6	282,6	251	248	190,8	252,8	264,8	221,2	277,2
Y	12,7	18,6	13,1	14,3	13	14,8	13	14	8,6	14,3	13,4	10	12,6
Zr	130,2	168,7	148,7	128,9	177,9	145	126	130,2	150,2	123,5	116,8	162,6	130,4
Nb	5,9	8,6	7,3	6,1	8,7	7,4	6,7	6,6	13,2	6,5	6,3	13,5	6,2
Cs	4,1	2,2	3,1	3,1	4,8	5,1	2,6	3	8,9	2,7	2,2	5,5	2,5

Ba	324	533	475	360	551	413	429	425	532	445	364	575	452
La	14,9	27,8	21,7	18,8	25,2	20,3	19	20,3	24,1	19,1	18,5	25,1	17,7
Ce	30,1	49,4	38,4	33,4	47,2	36,6	33,1	37	37,8	35,5	34	40,6	32,7
Pr	2,89	5,13	4,06	3,73	4,57	4,11	3,71	3,92	3,47	3,76	3,67	4,04	3,4
Nd	10,8	17,5	14,7	14,1	15,8	14,8	14,2	13,8	10,5	13,3	13,6	12,4	12,3
Sm	2,08	2,96	2,7	2,65	2,73	2,59	2,43	2,53	1,47	2,53	2,58	1,94	2,39
Eu	0,59	0,8	0,73	0,73	0,76	0,71	0,66	0,67	0,4	0,73	0,71	0,46	0,66
Gd	1,82	2,64	2,18	2,38	2,1	2,36	2,12	2,3	1,09	2,35	2,39	1,51	2,08
Tb	0,35	0,46	0,39	0,4	0,38	0,38	0,38	0,41	0,22	0,43	0,42	0,25	0,37
Dy	1,96	2,69	2,06	2,34	2,11	2,28	2,25	2,06	1,24	2,39	2,25	1,44	2,06
Ho	0,45	0,58	0,45	0,47	0,46	0,46	0,42	0,47	0,26	0,49	0,46	0,33	0,43
Er	1,23	1,97	1,31	1,45	1,3	1,39	1,35	1,44	0,9	1,42	1,36	1,02	1,21
Tm	0,22	0,29	0,24	0,23	0,24	0,22	0,22	0,22	0,16	0,23	0,22	0,17	0,21
Yb	1,54	2,05	1,47	1,46	1,64	1,51	1,5	1,43	1,14	1,52	1,42	1,23	1,47
Lu	0,24	0,35	0,24	0,24	0,25	0,25	0,23	0,24	0,19	0,24	0,22	0,21	0,22
Hf	3,3	4,5	3,9	3,2	4,5	4,1	3,6	3,5	4	3,4	3,3	4	3,8
Ta	0,5	0,7	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6	0,6	1,3	0,5	0,7	1,4	0,6
Pb	2,9	1	2	1,5	1	1,9	2,1	1,5	0,8	1,2	8,5	2	2,3
Th	8,5	12,5	10,9	8,6	12,1	9,4	9,6	9,7	17,2	9,4	8,8	20,2	9,3
U	3	3,3	2,9	2,5	3,7	3,1	2,6	2,8	5,6	2,5	2,4	6,1	3,5
Mg#	65,45	49,33	61,55	63,15	41,13	56,81	65,17	59,38	52,27	58,73	52,29	59,08	71,87
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$						0,70563							
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$						0,512603							
$\epsilon_{\text{Nd}}$						-0,682742988							
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						18,79852002							
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						15,67956931							
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						38,99528515							
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$						0,834068463							
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$						2,074388429							



GRUP	KIZILKAYA İGİNİMBİRİTİ (POMZA)							KIZILKAYA İGN.		
	KPD-09-212	KPD-08-025	K-314	K-313	K-312	K-311	K-310	K-122	K-121	K-120
Örnek										
X (UTM)	622279	661493	671845	671845	671845	671845	671845	619537	619861	620043
Y (UTM)	4245719	4260438	4251401	4251401	4251401	4251401	4251401	4269378	4269279	4268612
SiO <sub>2</sub>	71,2	72,77	80,29	81,36	74,89	80,39	71,83	71,62	74,12	73,17
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,17	0,15	0,13	0,2	0,14	0,22	0,24	0,25	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,88	12,6	8,73	8,6	11,83	8,47	13,17	13,1	13,64	13,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,24	1,29	0,79	0,66	1,24	0,92	1,66	1,38	1,44	1,48
MnO	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,05	0,06	0,05	0,04
MgO	0,54	0,39	0,26	0,18	0,36	0,25	0,38	0,48	0,3	0,28
CaO	1,27	1,5	0,88	0,89	1,19	0,85	1,44	1,04	1,04	1,15
Na <sub>2</sub> O	2,02	2,95	1,44	1,64	2,41	1,42	2,51	3,28	4,03	4,01
K <sub>2</sub> O	5,53	4,62	4,11	3,67	4,78	3,79	5,27	4,49	4,33	4,44
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003
LOI	4,9	3,5	3,2	2,7	2,9	3,6	3,3	4,1	0,6	1
Toplam	99,9	99,88	99,92	99,92	99,85	99,87	99,85	99,81	99,86	99,86
Sc		1						2	2	2
V	25	16	23	20	10	8	18	21	23	16
Ni	2,1	1	4,6	4	2,8	2	2,3	0,4	0,7	1,4
Co	7,7	11,9	10,1	8,7	9,3	9,1	9,4	7,4	6,6	6,7
Cu	4,5	3,6	1,3	1,2	1,4	1,1	1,7	2,5	3,8	2,9
Zn	9	6	10	11	14	9	11	13	25	28
Ga	11,4	13,3	9,5	8,8	10,9	7,9	11,8	12,6	11,9	14,5
Rb	182,7	216,9	124,6	118	166,5	122,2	167,7	155,9	151,5	140,4
Sr	117,9	136,6	85,2	95,5	125,1	90,5	154,3	92,4	97,8	112,6
Y	10,6	10,5	7,1	6,7	8	6,4	9,4	20,3	20,6	18,1
Zr	110,9	129,7	79,8	80,1	105,4	78,6	111,5	156,9	165,2	179,1
Nb	11,7	13	8,5	8,1	11,1	7,9	11,2	14,3	14,4	15,9
Cs	11,2	12,4	6,9	6,9	8,8	6,4	9,2	5,3	3,8	3,6
Ba	587	704	474	446	605	494	640	861	918	930

La	32,4	31	22,2	21,6	27,1	20,2	30	38,8	38,9	37,8
Ce	49,8	48,5	35	34,7	43,3	31	47,2	68	70,4	64,3
Pr	4,49	4,46	3,06	2,97	3,65	2,75	4,09	7,24	7,24	6,98
Nd	12,7	13	9	9,6	10,8	7,7	12,1	22,3	22	23,2
Sm	1,84	1,76	1,29	1,29	1,59	1,24	1,78	3,37	3,55	3,59
Eu	0,36	0,34	0,24	0,27	0,34	0,25	0,38	0,54	0,57	0,6
Gd	1,4	1,51	0,87	0,88	1,35	1,08	1,5	3,02	3,08	2,96
Tb	0,26	0,24	0,17	0,16	0,23	0,17	0,24	0,52	0,52	0,53
Dy	1,41	1,59	1,01	0,97	1,23	0,89	1,39	3	3,03	3,02
Ho	0,33	0,32	0,22	0,21	0,27	0,2	0,28	0,64	0,65	0,64
Er	1,04	1,05	0,56	0,57	0,91	0,67	1	1,97	2,08	1,9
Tm	0,19	0,17	0,11	0,12	0,16	0,11	0,17	0,29	0,28	0,33
Yb	1,25	1,28	0,94	0,83	1,1	0,81	1,18	2,35	2,55	2,35
Lu	0,21	0,22	0,15	0,14	0,19	0,14	0,2	0,39	0,4	0,35
Hf	3,3	4	2,2	2,6	3,2	2,3	3,5	5,2	4,6	4,8
Ta	1,3	1,5	1	0,9	1,3	0,9	1,3	1,3	1,1	1,2
Pb	2,6	1,8	1,4	1	0,5	0,4	0,7	1,5	5,4	3,3
Th	32,2	31,2	24	22,3	28,2	21,2	28,5	26,4	25,2	29
U	7,9	9,2	11,1	11,5	9,3	10,1	8,3	7,3	7	7,9
Mg#	63,29	54,48	56,58	51,91	53,47	51,82	47,54	57,93	45,20	42,82
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$		0,705789								
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$		0,512562								
$\epsilon_{\text{Nd}}$		-1,482527632								
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		18,85608766								
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		15,68492087								
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		39,037031								
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		0,831807953								
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		2,070238284								

GRUP	KIZILKAYA İGİNİBİRİTİ (POMZA)						
Örnek	K-309	K-298	K-297	K-144	K-140	K-139	K-127
X (UTM)	671845	668352	668352	628540	625388	625388	625794
Y (UTM)	4251401	4261419	4261419	4265722	4268741	4268741	4270625
SiO <sub>2</sub>	72,54	72,25	70,91	70,95	71,45	72,09	72,28
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,23	0,23	0,27	0,26	0,25	0,27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,62	13,11	12,65	13,82	13,5	13,47	14,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,45	1,63	1,53	1,61	1,55	1,5	1,66
MnO	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08
MgO	0,41	0,37	0,53	0,44	0,34	0,36	0,27
CaO	1,31	1,3	1,67	1,2	1,19	1,28	1,28
Na <sub>2</sub> O	2,61	2,48	2,84	3,35	3,47	3,75	4,04
K <sub>2</sub> O	5	5,41	5,04	4,43	4,46	4,18	4,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06	0,05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	3,6	3	4,3	3,7	3,5	2,8	1,6
Toplam	99,83	99,84	99,82	99,84	99,82	99,81	99,85
Sc				2	2	2	3
V	14	16	19	11	14	13	18
Ni	2	3,3	3,5	2,1	0,7	0,7	1,4
Co	10,6	11,7	16,3	7,3	9	9,4	6,9
Cu	2,6	2,2	3,2	3,8	3,7	3,5	7,8
Zn	10	16	14	24	16	13	34
Ga	11,7	12,5	12,4	13,6	14,5	13,3	12,3
Rb	174,5	170,8	181	147,2	153	150,1	132,9
Sr	130,6	126,2	137,7	124,2	120,9	131,2	123,5
Y	9,4	10,8	11	20,9	20,3	19,4	19,1
Zr	135,1	125,9	132,4	216,2	180,2	171,6	180,3
Nb	11,6	12,1	12,2	14,7	14,5	14,1	13,7
Cs	9,6	9,4	12,9	5,5	5,2	4,9	2,7
Ba	647	671	667	979	886	913	994

La	30,2	30,8	31,1	37	37,3	36,5	37,6
Ce	48	48,8	47,9	63,4	65,7	64,5	68
Pr	4,22	4,32	4,44	7,03	7,04	6,84	7,18
Nd	12,2	12,7	14	22,8	23,3	21,5	22,3
Sm	1,65	1,85	1,91	3,43	3,56	3,3	3,55
Eu	0,37	0,36	0,37	0,61	0,58	0,58	0,63
Gd	1,54	1,58	1,56	2,85	2,97	2,87	3,06
Tb	0,24	0,26	0,26	0,48	0,49	0,48	0,5
Dy	1,37	1,43	1,57	2,97	2,8	2,91	2,8
Ho	0,28	0,32	0,31	0,67	0,64	0,61	0,62
Er	1,01	1,09	1,07	2,15	2,06	1,93	1,95
Tm	0,17	0,19	0,18	0,29	0,27	0,27	0,28
Yb	1,19	1,3	1,34	2,51	2,38	2,16	2,25
Lu	0,2	0,22	0,23	0,4	0,41	0,37	0,36
Hf	3,7	3,8	4	6,2	5	5,5	5,5
Ta	1,4	1,4	1,5	1,2	1,3	1,1	1,1
Pb	0,5	4,2	2,1	8,9	0,9	0,6	3
Th	30,4	33	33,3	26,7	25,3	23,3	26,2
U	8,5	8,8	8,8	6,9	7,6	7,1	6,1
Mg#	52,82	47,33	57,83	51,97	46,48	48,72	39,17
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$							
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$							
$\epsilon_{\text{Nd}}$							
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$							
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$							

GRUP	VALİBABATEPE İGİNİMBİRİTİ (POMZA)									KUMTEPE İgn.		
Örnek	ERC-95-25	KPD-08-050	KPD-08-049	KPD-08-044	KPD-08-043	KPD-08-042	C08-17	C08-16	C08-15	KPD-09-094	KPD-09-098	KPD-09-106
X (UTM)	723000	728262	728262	679235	679235	679235	689333	689333	681888	665933	667886	661786
Y (UTM)	4280000	4282640	4282640	4289130	4289130	4289130	4277146	4277146	4286288	4268669	4261329	4273574
SiO <sub>2</sub>	61,35	60,8	59,72	55,07	58,06	60,69	66,92	67,97	65,91	71,89	72,5	72,67
TiO <sub>2</sub>	1,11	1,14	1,27	1,14	0,93	0,72	0,64	0,45	0,55	0,07	0,07	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,02	16,1	15,83	16,1	15,48	15,19	14,79	14,02	14,62	12,65	12,89	12,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,14	6,43	7,18	8,34	5,49	4,4	4,45	2,97	4,04	1,06	1,05	1,03
MnO	0,1	0,1	0,11	0,09	0,15	0,12	0,03	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05
MgO	2,19	2,3	2,3	1,59	1,47	0,88	0,51	0,57	0,79	0,08	0,08	0,08
CaO	5	5,02	5,17	5,42	3,68	2,71	1,98	1,67	2,79	0,93	0,81	0,76
Na <sub>2</sub> O	4,53	4,51	4,05	2,48	2,28	2	4,86	3,89	4,37	3,87	3,41	3,84
K <sub>2</sub> O	2,09	1,93	1,87	1,55	3,21	3,91	3,61	4,46	3,63	4,38	5,04	4,37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,28	0,31	0,24	0,3	0,2	0,15	0,11	0,13	0,01	0,02	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	1	1,2	2	7,8	8,7	9	1,9	3,6	2,9	4,9	4	4,3
Toplam	99,81	99,81	99,8	99,8	99,79	99,8	99,83	99,8	99,83	99,92	99,93	99,92
Sc	14	14										
V	128	169	175	136	53	29	25	9	23	8	8	8
Ni	1,5	2,3	3,3	6,2	3,5	2,5	3	1,2	7,9	0,2	0,1	0,2
Co	24,9	24,3	24,6	30	21,3	10,7	7,2	13,4	10,8	9,8	9	9,7
Cu	7,4	14	17,6	46,9	9,8	7,2	12	7,8	20,2	0,6	0,7	0,4
Zn	11	4	13	62	18	14	41	15	31	3	3	2
Ga	18	19,7	17,3	17,7	18,2	16,2	18,7	17,6	17,6	14	14,6	14,7
Rb	57,4	68	59,8	77,1	159,9	196,9	118,7	147,9	129,2	175	176,3	180,1
Sr	318,8	380,2	363	433,3	256,2	200	203,6	151,1	173	67,9	65,8	69,7
Y	23,6	27	27,4	30,3	41,1	41,2	36	40,9	34,3	21,9	21,8	21,6
Zr	225	227,7	213,6	206,6	337,9	392,2	383,1	474,5	398,5	101,4	105,3	107,9
Nb	13	13,3	13,1	12,2	19,3	22,3	20	21,8	19,3	19,5	18,6	19,3
Cs	2,4	2,3	2,2	13,9	11,5	12,9	1,9	6,1	2,1	7,9	7,7	7,8
Ba	397	411	411	325	456	498	546	691	599	312	363	327





GRUP	Erdaş Adakit			Erdaş Andezit			DAMSA	KEŞLİK ADAKİTİK Baz.ANDEZİTLERİ					
	Örnek	K-152	K-260	K-263	K-008	K-005		K-004	KPD-09-092	K-358	K-244	K-236	K-235
X (UTM)	636632	637332	635056	643490	646258	646238	664629	678396	676248	678005	678999	680010	678520
Y (UTM)	4262005	4256767	4258934	4262657	4258021	4258038	4271038	4250977	4256280	4251069	4251601	4244734	4245344
SiO <sub>2</sub>	59,09	56,15	59,84	60,62	61,81	62,87	57,74	54,95	55,79	56,89	59,96	61,78	61,65
TiO <sub>2</sub>	0,59	0,73	0,54	0,68	0,64	0,59	0,79	0,87	0,7	0,84	0,66	0,56	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,44	18,08	17,84	16,95	17,04	16,65	17,37	19,11	18,73	18,57	17,87	17,29	17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,4	5,92	5,05	5,77	5,22	5,09	6,02	6,91	6,41	6,55	5,16	4,75	4,52
MnO	0,11	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,09	0,11	0,11	0,11	0,09	0,08	0,08
MgO	2,96	3,24	2,11	2,43	2,09	2	3,17	3,04	3,33	3,15	3,41	2,98	3,03
CaO	6,47	7,3	6,06	5,75	4,88	4,95	7,76	7,55	8,18	7,22	5,85	6,13	6,39
Na <sub>2</sub> O	3,94	3,97	3,94	3,74	3,77	3,63	3,44	4,25	4,09	4,12	4,18	4,34	4,42
K <sub>2</sub> O	2,87	2,2	2,87	2,67	2,9	2,84	1,45	0,82	0,81	1,02	1,51	1,29	1,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25	0,25	0,24	0,17	0,15	0,16	0,16	0,21	0,15	0,21	0,2	0,12	0,12
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,006	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,011	0,008	0,005	0,008	0,006	0,007	0,01
LOI	0,6	1,7	1,1	0,9	1,2	0,9	1,8	2	1,5	1,1	0,9	0,5	0,8
Toplam	99,73	99,62	99,7	99,77	99,78	99,78	99,81	99,82	99,83	99,81	99,81	99,84	99,82
Sc	11			14	12	12		13					
V	99	191	133	122	97	97	160	65	96	112	100	107	89
Ni	4,6	5,9	6,1	4,9	2,8	4,1	6,1	12,4	16,5	21,6	7,4	5	13,3
Co	21,5	25,1	19,1	17,9	17,2	18,3	22,9	27,3	31,6	30,4	33	22,9	28,6
Cu	15,6	29,2	34,1	17	15,7	13,1	26,6	5,5	16,5	14,6	13	15,3	15,2
Zn	9	22	38	18	16	16	17	23	20	30	10	9	13
Ga	16,6	18,9	18,8	15,9	16,6	15,6	17,3	18,1	15,3	19,2	17,4	17,1	16,7
Rb	89,9	54,3	83,5	79,1	90,9	91,2	50,6	6,3	15,4	21,6	39,7	36	32,6
Sr	711,8	934,5	826,4	424,8	397,1	378,3	400,8	408,5	452,5	428,4	395,4	385,7	428,7
Y	15,1	17	15,2	22,3	23	22,8	19,9	15,3	13,4	16,9	14	11,1	10,7
Zr	141	116,9	157,6	163,2	174,5	181,5	113,2	111	88,7	121,4	118	81,1	89,5
Nb	9,6	6,5	9,6	10,9	12	11,9	6,1	8,7	6,2	9,1	10	5,6	5,8
Cs	2,2	1,1	2,3	1,4	1,6	1,3	1	0,1	0,5	0,8	0,7	1,4	0,5
Ba	816	1392	1006	711	752	786	316	289	237	301	381	323	337

La	31,7	25,7	39	29,4	32,3	32,2	18,5	13,9	10,1	14,5	17,4	16,6	16,9
Ce	60	50,5	69,1	54,2	58,4	61,4	34,8	29,3	21,7	31,1	34,1	30,8	33,1
Pr	6,94	6,3	7,64	6,26	6,79	6,92	3,94	3,6	2,79	3,88	3,85	3,32	3,32
Nd	23,8	24,8	28	21,8	23,8	25,3	15,1	14,8	13	15,1	14,2	11,6	12,5
Sm	3,75	4,33	4,08	4,21	4,36	4,3	3,03	3,27	2,78	3,34	2,98	2,48	2,35
Eu	1	1,22	1,09	1,05	1,07	0,97	0,94	1,13	1,01	1,15	0,99	0,85	0,83
Gd	3,16	3,44	3,03	3,95	4,09	4,04	3,05	3,22	2,67	3,29	2,73	2,25	2,19
Tb	0,47	0,56	0,49	0,65	0,65	0,63	0,58	0,51	0,46	0,55	0,47	0,38	0,36
Dy	2,5	2,89	2,65	3,72	3,71	3,46	3,19	2,93	2,38	2,99	2,49	2,11	1,89
Ho	0,52	0,57	0,53	0,8	0,81	0,77	0,7	0,54	0,45	0,6	0,49	0,4	0,38
Er	1,56	1,64	1,61	2,43	2,28	2,22	2,13	1,49	1,35	1,58	1,4	1,11	1,17
Tm	0,18	0,25	0,22	0,37	0,38	0,31	0,32	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19	0,16
Yb	1,5	1,57	1,68	2,46	2,47	2,37	2,08	1,46	1,19	1,47	1,24	1,05	1,13
Lu	0,24	0,23	0,25	0,39	0,4	0,39	0,32	0,21	0,19	0,23	0,2	0,17	0,17
Hf	4,1	3,6	4,4	4,9	5,2	5,3	3	3,2	2,2	3,2	3,2	2,5	2,4
Ta	0,8	0,5	0,8	0,9	1	1	0,5	0,8	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6
Pb	1,1	2,5	1,5	4,1	1,9	2,8	2	1	1,2	1,3	2,5	0,6	2,6
Th	21,8	9,9	23,9	12,9	14,4	14,4	8,4	2,9	2,1	3	5	5,8	6,3
U	5,3	3,4	5,9	3,7	3,8	4	2,5	0,7	0,7	1	1,9	1,7	1,7
Mg#	68,45	68,42	62,32	62,51	61,31	60,87	67,58	63,52	67,28	65,56	72,35	71,29	72,63
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$	0,705135									0,704986			
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	0,512603									0,51264			
$\epsilon_{\text{Nd}}$	-0,68274									0,039014			
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	19,04568									18,96823			
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15,67673									15,67669			
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	39,09944									39,09734			
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0,823116									0,826468			
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2,052949									2,061175			

GRUP	KEŞLİK ADAKİTİK Baz.ANDEZİTLERİ		HAMURCU ADAKİTİK ANDEZİT										
	K-243	K-240	K-396	K-398	K-210	K-213	K-216	K-399	K-226	K-227	K-228	K-397	K-222
Örnek													
X (UTM)	677109	679295	688221	690264	690070	689350	691193	688503	693295	689607	690191	687264	687395
Y (UTM)	4258403	4258031	4284556	4288278	4303799	4286849	4289572	4288757	4294992	4283917	4282500	4283197	4295394
SiO <sub>2</sub>	55,61	54,82	60,96	60,58	61,85	59,66	59,12	54,51	57,83	59,77	59,12	62,12	66,46
TiO <sub>2</sub>	0,75	0,89	0,59	0,53	0,55	0,66	0,53	1,11	0,81	0,5	0,54	0,55	0,41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,96	16,77	16,8	17,87	16,8	17,47	18,28	18,6	18,79	17,23	17,52	17,54	16,58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,42	5,87	4,99	4,69	4,59	5,54	4,9	7,42	5,31	4,74	5,04	4,45	3,37
MnO	0,1	0,1	0,1	0,06	0,08	0,09	0,07	0,11	0,08	0,08	0,09	0,08	0,05
MgO	2,47	4,89	3,22	3,12	2,89	3,05	3,46	2,9	3,81	4,15	4	2,47	1,47
CaO	7,45	8,76	6,02	6,88	6,41	6,58	7,41	7,73	7,99	7,97	7,7	5,99	4,94
Na <sub>2</sub> O	3,79	3,85	3,59	3,19	3,31	3,61	3,01	3,77	3,39	3,14	3,23	3,69	3,9
K <sub>2</sub> O	1,05	1,1	2,01	1,06	1,54	1,52	0,83	2,02	0,85	0,99	1,13	1,53	1,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,2	0,17	0,11	0,14	0,14	0,11	0,34	0,15	0,12	0,13	0,13	0,17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,005	0,029	0,01	0,005	0,005	0,004	0,005	0,002	0,003	0,013	0,011	0,003	0,002
LOI	2,1	2,5	1,3	1,7	1,7	1,5	2,1	1,2	0,8	1,1	1,3	1,3	0,7
Toplam	99,84	99,79	99,77	99,81	99,85	99,82	99,83	99,7	99,82	99,81	99,81	99,83	99,86
Sc			11	12				14				10	
V	98	126	106	121	110	123	110	189	146	105	105	76	58
Ni	6,1	37	23,9	7,8	4,5	4,3	2,8	13,3	1,9	5,1	6,2	4,2	2,4
Co	22,6	29,9	22,6	33,3	23,7	26	26,2	34,8	31,8	30,4	28,7	18,7	18,5
Cu	8,1	9,8	24,9	35,3	10,1	18	19,5	41,4	19,5	24,6	17,5	3,4	16,5
Zn	15	19	15	22	12	20	15	47	18	9	7	5	23
Ga	16,9	16	17,6	18,5	15,9	16,9	17	21	17,8	15,9	16,1	18,1	16,9
Rb	14,4	24,4	63,8	37,5	42,6	47,4	30,3	67,8	20,4	24,8	34,5	47,2	64,1
Sr	483	363,4	442,8	430,7	352,4	380,4	446	554,2	442,8	387,3	375,2	405,9	368,8
Y	13,8	15,8	17,5	11,1	14	15,1	8,8	27,2	13,2	9,1	10,4	18,6	13,5
Zr	96,8	122,9	154,4	107,8	97,8	113,5	70,2	247,4	77,2	72,5	76,2	127,3	140,2
Nb	6,8	8,9	10,2	6,7	5,6	7	4,4	18	5	4,5	5	8,2	8,3
Cs	0,8	0,2	2,9	1,4	2,8	2,2	1,7	2,8	0,9	1	1,5	2,4	2,2





GRUP	HAMURCU ADAKİTİK ANDEZİT				HAMURCU ANDEZİT						
	K-218	K-214	K-212	K-211	K-220	K-205	K-215	K-217	C08-18	K-219	KPD-09-056
Örnek											
X (UTM)	688371	691554	689622	690782	680934	681314	691193	690792	687092	688511	693919
Y (UTM)	4290003	4286406	4286619	4284552	4292505	4298942	4289572	4288421	4278543	4290965	4288067
SiO <sub>2</sub>	66,78	62,71	63,87	64,23	57,42	60,73	58,46	58,38	60,24	57,04	61,2
TiO <sub>2</sub>	0,37	0,47	0,45	0,38	0,96	0,86	0,73	0,85	0,66	0,95	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,91	16,47	16,21	16,34	18,13	17,3	16,97	18,13	17,87	18,49	16,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,15	3,57	3,57	3,13	7,13	5,36	5,75	5,06	5,95	6,26	5,31
MnO	0,06	0,06	0,07	0,06	0,11	0,12	0,11	0,08	0,11	0,13	0,1
MgO	1,54	2,7	2,67	2,21	2,5	1,97	2,99	2,66	1,93	2,25	2,19
CaO	4,97	6,9	5,71	6,31	7	5,14	6,66	6,92	5,78	7,05	5,34
Na <sub>2</sub> O	3,78	3,54	3,71	3,82	3,89	4,44	3,84	3,86	4,41	3,84	3,82
K <sub>2</sub> O	1,59	1,48	1,81	1,72	2,05	2,23	2,58	2,11	1,94	2,02	2,71
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,13	0,22	0,15	0,29	0,35	0,17	0,22	0,24	0,29	0,17
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,007	0,008	0,006	0,002	0,002	0,007	0,013	0,002	0,002	0,003
LOI	0,6	1,8	1,5	1,5	0,3	1,3	1,5	1,5	0,7	1,4	1,5
Toplam	99,87	99,85	99,8	99,87	99,78	99,79	99,78	99,79	99,82	99,72	99,81
Sc											
V	45	64	51	38	147	86	116	149	82	137	105
Ni	1,6	2,9	5,4	5,6	3,2	1	15,5	16,8	1,9	8,9	7,3
Co	23,3	20,8	19,9	18,1	25,2	18,9	26,1	26,5	17,3	23,5	19
Cu	4,9	7,9	2,7	3,3	15,5	7,1	42,4	43	7,5	39,5	24,8
Zn	10	5	4	5	52	23	26	38	18	32	32
Ga	16	15,8	15,5	14,6	18,4	16,9	17,3	18,2	18,7	18,7	16,6
Rb	53,7	43,6	47,3	44,9	62,5	76,2	79,8	68,3	55	70,7	89,3
Sr	335,1	406	534,1	373,8	532	450,7	414	416,1	417,3	493,7	367,8
Y	10,4	8,8	10,1	9,5	26,1	28,8	19,8	21,4	22,8	23,9	18,4
Zr	101,7	89,2	108,8	91,3	212,2	249,7	176,6	201,5	167,5	214,2	199,3
Nb	6	7,2	10,1	7,4	15,6	16	12,6	14,3	11	15,1	13,2
Cs	0,8	2,3	0,4	0,5	2,8	3,5	3,5	1,9	1,4	1,8	2
Ba	286	334	481	358	357	426	413	340	355	905	466



GRUP	HAMURCU MÜJEARİT						ÇARDAK ADAKİT					GÖRE ANDEZİT	
Örnek	KPD-09-058	KPD-09-078	K-224	K-225	K-209	K-208	K-185	K-184	K-180	K-118	K-079	K-117	K-115
X (UTM)	688374	687190	689070	690295	689214	688804	643185	643007	638213	652127	652736	649519	648953
Y (UTM)	4288706	4296065	4298597	4297080	4300937	4301074	4275119	4278995	4269896	4274473	4269691	4272313	4275852
SiO <sub>2</sub>	53,64	53,34	53,53	54,32	55,88	53,76	57,59	55,17	61,77	59,94	64,3	60,46	60,86
TiO <sub>2</sub>	1,01	1,03	0,97	0,97	0,96	1,15	0,86	0,81	0,35	0,76	0,32	0,82	0,81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,51	19,54	18,66	18,75	17,9	18,05	18,31	17,26	18,44	17,66	17,54	16,1	15,79
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,63	7,98	7,6	8,14	7,85	8,03	6,85	6,4	3,98	6,02	3,19	5,24	5,12
MnO	0,14	0,12	0,15	0,11	0,12	0,13	0,11	0,11	0,06	0,1	0,06	0,1	0,1
MgO	3,07	2,77	2,23	2,02	2,66	3,14	3,24	3,41	2,8	2,36	2,14	3,53	3,39
CaO	7,97	8,45	8,66	7,57	6,87	8,41	6,61	8,71	7,74	6,38	6,61	5,54	5,25
Na <sub>2</sub> O	4,03	3,74	4,02	4,14	4,02	3,72	4,22	3,9	2,93	4,09	3,37	3,77	3,73
K <sub>2</sub> O	1,68	1,32	1,58	1,72	2,06	1,5	1,04	0,99	0,55	1,16	1,03	2,72	2,88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,28	0,32	0,33	0,33	0,26	0,26	0,22	0,13	0,22	0,14	0,17	0,14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,003	0,003	0,01	0,012
LOI	0,8	1,2	2	1,7	1,1	1,6	0,7	2,8	1,1	1,1	1,2	1,4	1,7
Toplam	99,77	99,75	99,76	99,77	99,76	99,77	99,79	99,79	99,88	99,8	99,86	99,82	99,82
Sc										12	8	13	13
V	174	179	146	159	140	225	96	85	74	107	40	96	96
Ni	2,8	4,5	4,9	4,2	2	6,9	1,3	2,3	4,9	6,3	3,5	1,8	3,8
Co	23,3	28,2	27,9	22,3	25,8	31,6	28,8	26,9	22,4	23,8	16	27,9	28,2
Cu	15	10,7	26,6	31,4	39,4	71,3	7,1	8,6	13,1	24,4	2,9	16,2	7,9
Zn	39	17	42	30	33	39	9	6	11	37	5	11	8
Ga	17,3	19,2	19,1	19,7	18,1	19,1	18,7	17,8	17	18,8	14,6	15,4	15,4
Rb	41,9	30,2	44,2	52,5	68,6	44,3	25,7	25	11,9	34,1	31,9	78,6	82,6
Sr	579,1	604,8	573,6	563,4	519	505,9	468,1	478	336,4	459	389	323,6	325,1
Y	25,6	27,2	28,8	28	31	23,1	19,8	18,5	7,1	16,9	8,1	18,2	18
Zr	186,3	189	206,1	210,1	257,4	150	141,4	128,9	61,8	141	89,4	139,8	133,1
Nb	13,4	13	15,3	14,9	18,1	11,1	9,4	7,8	3,3	8,6	5,7	12,1	12,1
Cs	0,9	1,1	1,7	1	1,2	0,9	1,2	0,9	0,6	0,8	0,9	3,9	3,8
Ba	317	389	480	398	324	288	371	360	132	593	235	344	422

La	23,6	22,6	22,5	23,5	27,5	18,2	20,8	20,2	11,7	20,7	15,8	26,4	26,9
Ce	47,8	49,3	49,3	50,8	59,4	38,5	42,6	39	21	38,3	26,4	47,2	46,5
Pr	5,73	5,77	5,9	6,04	6,9	4,53	4,71	4,4	2,05	4,36	2,83	5,11	5,12
Nd	22,4	23	23,9	23,3	28,3	18,5	19,8	17,9	8,2	17,8	10,6	18,4	18,2
Sm	4,58	4,82	4,89	5,18	5,63	3,81	3,99	3,65	1,51	3,6	1,95	3,35	3,42
Eu	1,28	1,38	1,37	1,41	1,39	1,15	1,35	1,22	0,48	1,17	0,56	0,92	0,95
Gd	4,55	4,75	4,98	5,04	5,52	4,06	3,82	3,56	1,38	3,62	1,78	3,29	3,16
Tb	0,78	0,84	0,83	0,87	0,92	0,68	0,64	0,6	0,2	0,59	0,27	0,58	0,57
Dy	4,54	4,78	4,69	4,57	5,15	3,61	3,46	3,35	1,17	3,05	1,4	3,2	2,92
Ho	0,91	0,95	0,97	0,98	1,06	0,8	0,67	0,65	0,2	0,62	0,29	0,64	0,64
Er	2,68	2,78	2,86	2,88	3,18	2,34	2,11	1,88	0,71	1,74	0,88	2,12	1,87
Tm	0,41	0,42	0,45	0,42	0,47	0,36	0,25	0,23	0,07	0,25	0,1	0,3	0,29
Yb	2,64	2,77	2,93	2,81	3,18	2,28	1,66	1,73	0,63	1,67	0,87	2,02	1,99
Lu	0,4	0,39	0,45	0,43	0,48	0,34	0,26	0,24	0,08	0,25	0,13	0,31	0,29
Hf	4,6	5,3	5,7	5,9	6,7	3,8	3,7	3,3	1,8	3,9	2,6	3,7	3,8
Ta	0,9	0,9	1	1	1,2	0,8	0,8	0,7	0,4	0,6	0,5	1,2	1,2
Pb	1,6	1,3	1,9	2,1	3,2	2,5	1,1	0,6	1,7	4,2	1,8	1	0,6
Th	9,2	7,1	9,2	9,3	12,7	7,6	5,4	6,2	4	7,1	6,1	17	16,4
U	2,8	2,1	2,8	2,8	3,8	2,3	1,5	1,4	0,9	2,2	1,7	4,3	4,6
Mg#	58,48	57,88	53,74	49,55	57,29	60,75	65,19	67,84	73,58	60,81	72,64	72,73	72,38
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$	0,704082										0,705237	0,704283	
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	0,512755										0,512674	0,512646	
$\epsilon_{\text{Nd}}$	2,282312										0,70225	0,156056	
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	18,9212										18,86591	18,90909	
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	15,66038										15,68638	15,68065	
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	38,96499										39,00872	39,04897	
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	0,827686										0,831483	0,829285	
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2,059335										2,067661	2,065121	

GRUP	BOZCA (Baz)TrANDEZİT							TOPUZDAĞ Baz.ANDEZİT			DERİN KUYU ADAKİT	
Örnek	K-221	K-207	K-206	K-204	K-201	K-200	K-199	K-202	K-203	C08-13	K-430	K-076
X (UTM)	680110	681574	681574	673889	674856	674801	675263	676642	669935	671507	662622	655388
Y (UTM)	4295138	4297572	4297572	4296977	4293895	4293844	4293632	4279850	4278481	4279785	4256630	4252314
SiO <sub>2</sub>	59,65	58,79	59,47	52,74	48,67	50,44	53,08	53,38	51,77	58,28	64,59	60,32
TiO <sub>2</sub>	1,39	1,39	1,4	1,4	1,17	1,47	1,04	0,89	1,2	1,3	0,37	0,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,16	16,66	17,02	17,49	16,15	17,55	16,78	18,1	17,41	15,91	17,28	18,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,88	7,16	6,14	8,61	8,45	8,72	7,46	7,48	7,97	8,25	3,5	3,59
MnO	0,12	0,06	0,07	0,13	0,15	0,14	0,14	0,12	0,12	0,14	0,06	0,06
MgO	0,58	0,73	0,89	4,03	3,36	2,89	3,59	5,9	2,27	2,43	2,4	2,93
CaO	4,3	4,2	4,2	7,79	9,35	8,66	8,43	8,24	8,56	5,3	6,36	8,54
Na <sub>2</sub> O	4,88	4,93	4,99	3,65	3,16	3,68	3,61	3,54	3,41	3,81	3,15	3,13
K <sub>2</sub> O	3,23	3,2	3,22	2,01	1,79	2	1,78	1,14	2,07	2,66	1,09	0,65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,59	0,6	0,59	0,45	0,31	0,48	0,33	0,21	0,3	0,42	0,13	0,14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,006	0,005	0,003	0,016	0,019	0,003	0,002	0,004	0,005
LOI	2	2,1	1,8	1,4	7,2	3,7	3,5	0,7	4,7	1,2	0,9	1,8
Toplam	99,79	99,79	99,79	99,72	99,76	99,75	99,77	99,74	99,79	99,71	99,87	99,85
Sc										17	9	8
V	102	96	98	183	195	177	164	153	181	177	60	69
Ni	2	3,7	1,9	23,2	19,9	14,6	41	58	8,1	0,2	3,9	3,2
Co	18,4	13,7	15,4	27,7	31,7	27,4	29,2	38,3	30,8	26,8	17,6	19,5
Cu	17,3	21,4	19,8	150	106,9	120,8	22,6	26,2	77	8,1	5,5	12,3
Zn	65	63	62	54	61	60	47	27	52	39	4	6
Ga	21,3	20,8	20,9	19,2	17,4	20,1	17,7	17,3	17,3	20	16,9	17,5
Rb	103,1	101,9	100,6	70,4	68	70,5	53,6	32	94,9	167	34,3	16,5
Sr	388	370,2	386,6	430,2	452,8	488,2	505,9	474,8	299,7	299,6	278,8	422,2
Y	34,6	36,8	37,2	32,3	26,4	34,7	25,5	18,3	34	54,3	8,7	7,1
Zr	331,7	323,4	332,5	260,8	197,8	260,5	185,5	116,9	235,6	426,4	75,7	73,9
Nb	26,6	26	26,9	20,5	15,3	20,8	13,1	10,4	13,4	19,9	5	4,6
Cs	2,3	2,9	2,4	1,1	1,8	1,5	2,3	1,1	5,1	8,8	2	0,9



Ba	541	527	526	328	278	330	299	354	310	767	256	165
La	38,4	39	39,3	30,3	23,3	30	22,6	20,2	26,2	39,3	12,1	12,2
Ce	81,7	80,2	80,9	65,6	48,8	64,8	49	38,7	55,8	81,8	22,6	20,5
Pr	9,27	9,06	9,41	7,47	5,62	7,58	5,62	4,31	6,45	9,96	2,41	2,4
Nd	37	36,2	39,4	31,1	22,3	30,9	23,7	18,2	26,6	39,8	9,3	9,3
Sm	7,16	6,86	7,24	6,03	4,6	5,96	4,51	3,24	5,4	8,09	1,87	1,72
Eu	1,85	1,74	1,76	1,37	1,14	1,48	1,24	1,07	1,22	1,61	0,57	0,59
Gd	6,82	6,71	6,82	5,81	4,58	6,19	4,38	3,17	5,44	8,48	1,77	1,7
Tb	1,11	1,12	1,18	0,98	0,79	1,02	0,77	0,54	0,99	1,44	0,28	0,26
Dy	5,97	5,93	6,29	5,27	4,53	5,57	4,21	2,92	5,6	8,35	1,52	1,27
Ho	1,24	1,26	1,29	1,11	0,92	1,22	0,88	0,61	1,17	1,77	0,31	0,24
Er	3,57	3,71	3,54	3,24	2,67	3,47	2,67	1,77	3,52	5,06	0,93	0,74
Tm	0,53	0,54	0,54	0,5	0,39	0,53	0,39	0,25	0,53	0,8	0,14	0,09
Yb	3,33	3,48	3,43	3,05	2,63	3,33	2,5	1,6	3,35	5,1	0,83	0,68
Lu	0,49	0,52	0,52	0,46	0,38	0,48	0,38	0,24	0,51	0,74	0,13	0,09
Hf	8,9	8,3	8,5	6,5	4,8	6,4	4,6	3,2	6,5	10,5	2,3	2,2
Ta	1,7	1,8	1,9	1,4	1	1,3	0,9	0,9	1,1	1,4	0,6	0,3
Pb	3,7	7,9	5,7	5,8	3,5	2,2	1,3	4,6	2,2	1	0,7	1,3
Th	18,1	16	17,6	13,4	10,2	12,1	7,8	6	17,1	27,9	6,2	4,4
U	4,8	5,5	5,5	4,1	3,3	4	2,4	1,6	5,4	9,2	1,7	1,5
Mg#	28,08	28,75	36,46	64,95	61,15	56,75	65,58	75,74	53,00	53,83	73,08	76,36
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$						0,704477				0,70482		0,705052
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$						0,512797				0,5127		0,512697
$\epsilon_{\text{Nd}}$						3,101604				1,20943		1,15091
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						18,89813				18,89582		18,8593
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						15,66019				15,67346		15,68481
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$						38,95331				38,99955		39,02762
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$						0,828661				0,829476		0,831676
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$						2,061238				2,063948		2,069455

GRUP	DERİN KUYU ADAKİT		DERİNKUYU-KAYMAKLI RİYODASİT					HODUL Baz.ANDEZİT					
	K-073	K-072	K-085	K-084	K-083	K-082	K-081	K-245	K-239	K-238	K-237	C08-12	C08-08
Örnek	K-073	K-072	K-085	K-084	K-083	K-082	K-081	K-245	K-239	K-238	K-237	C08-12	C08-08
X (UTM)	648035	646916	650922	651345	651947	651256	651720	684517	685585	678601	677589	679807	675665
Y (UTM)	4242167	4246681	4258044	4259531	4260410	4262578	4262322	4267051	4264112	4262215	4263869	4268503	4268435
SiO <sub>2</sub>	62,24	62,92	67,67	69,24	68,28	64,21	63,06	62,12	57,01	51,32	65,62	56,24	55,99
TiO <sub>2</sub>	0,67	0,49	0,38	0,29	0,28	0,68	0,62	0,48	0,7	0,89	0,39	0,64	0,65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,27	17,37	16,3	15,98	15,32	15,8	15,2	17,05	18,57	17,73	16,66	16,66	17,23
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,78	4,23	3,25	2,16	2,12	4,49	4,22	4,56	5,9	7,61	3,42	6,19	6,49
MnO	0,07	0,07	0,12	0,09	0,09	0,09	0,09	0,06	0,1	0,13	0,06	0,1	0,1
MgO	2,44	2,67	0,72	0,59	0,58	2,96	2,92	3,07	4,28	6,57	2,02	6,31	5,64
CaO	6,24	6,64	2,83	2,75	2,46	4,7	4,85	6,54	7,48	10,1	5,62	7,95	8,21
Na <sub>2</sub> O	3,99	3,5	4,08	4,54	4,01	4,1	3,82	3,33	4,03	3,47	3,59	3,35	3,43
K <sub>2</sub> O	1,29	0,95	3,31	3,4	3,77	2,84	3,08	1,31	0,98	0,78	1,1	1,25	1,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,21	0,12	0,11	0,07	0,08	0,14	0,13	0,12	0,16	0,23	0,1	0,17	0,16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,005	0,004	0,003	0,002	0,002	0,009	0,009	0,01	0,012	0,038	0,004	0,035	0,025
LOI	0,6	0,9	1	0,7	2,8	-0,2	1,9	1,2	0,6	0,9	1,3	0,9	0,6
Toplam	99,82	99,85	99,8	99,81	99,79	99,81	99,83	99,85	99,81	99,76	99,88	99,75	99,76
Sc	10	11	4	2	2	11	10					17	18
V	72	81	44	23	25	92	79	93	110	199	64	163	156
Ni	6,2	1,4	8,7	1,1	0,5	1,7	4	5,7	16,5	73,8	2,3	71,1	55,7
Co	20,9	22,3	13	10,9	15,1	25,9	24,3	22,2	31	39,6	23,3	41,5	40,8
Cu	32	15,4	10,4	2,2	5,5	3,3	14,8	21,3	16	39,5	7,6	17,4	20,9
Zn	16	5	30	24	13	6	3	21	20	31	8	25	17
Ga	17,5	17	16	16,5	14,2	17,3	16,2	15,3	16,1	16,1	15,6	18,3	18
Rb	30,2	28,7	105,4	98,5	112,2	103,6	102,4	46,5	18,7	12,7	26,7	39,8	34,9
Sr	411,3	349,4	335,3	344,4	341,7	314,9	278,1	331,5	380,8	423,4	286,2	431,4	439,2
Y	16,5	13,8	19,1	14	15,1	21,4	19,8	12,9	12,3	15,9	11,3	15,9	16,2
Zr	138,4	104,7	184,5	198,7	198,3	144,6	125,7	101,3	99,6	82,7	85,1	133,8	132,5
Nb	9,7	6,6	11,8	12	11,7	14	12,9	5,5	6,9	7,8	4,3	8,4	8,7
Cs	0,8	1,3	1,9	1,8	4,1	4,8	5,1	1,3	0,6	0,2	0,3	1,3	0,5



GRUP	EVREN		KARAHÜYÜK	KUYULUTATLAR LAVLARI						KIZILTEPELER	KARAKEPEZ
Örnek	K-452	K-414	K-175	K-264	K-158	K-035	K-028	K-007	K-006	K-108	K-250
X (UTM)	632231	636453	622925	632770	633606	636966	638286	646333	646257	631392	621801
Y (UTM)	4291183	4285198	4302625	4257345	4247203	4248853	4250624	4257988	4258015	4270647	4260559
SiO <sub>2</sub>	51,04	51,08	47,07	48,07	46,99	46,98	47,2	48,73	48,6	48,26	48,66
TiO <sub>2</sub>	2,23	2,23	1,55	1,74	2,05	2,35	1,98	1,93	1,97	2,01	1,45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,18	17,06	17,96	17,28	17,53	17,35	18,13	17,22	17,84	17,77	17,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,36	10,5	9,43	10,26	10,55	11,84	10,51	9,78	10,13	10,7	9,6
MnO	0,18	0,18	0,15	0,16	0,16	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,15
MgO	4,65	4,71	6,95	6,93	7,2	6,47	7,01	6,46	6,49	5,54	8,9
CaO	7,47	7,39	10,9	9,62	9,95	9,45	9,35	10,02	9,76	9,02	9,64
Na <sub>2</sub> O	4,74	4,8	3,44	3,76	4,17	4,1	4	3,93	3,66	4,33	3,4
K <sub>2</sub> O	1,49	1,5	0,55	0,54	0,4	0,66	0,53	0,54	0,53	0,85	0,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,67	0,65	0,31	0,32	0,36	0,4	0,33	0,28	0,28	0,37	0,22
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,003	0,004	0,009	0,013	0,012	0,007	0,005	0,015	0,016	0,005	0,043
LOI	-0,3	-0,4	1,4	1	0,3	-0,1	0,5	0,7	0,3	0,7	-0,2
Toplam	99,73	99,7	99,71	99,74	99,71	99,7	99,71	99,74	99,75	99,71	99,72
Sc	21	22	28		30	29	27	31	32	26	
V	211	208	195	188	255	234	215	203	203	220	166
Ni	17,6	19,1	68,7	68,5	54,6	46	53	34,7	45,1	18,7	165,5
Co	34	35,4	44,9	47	44,1	56,7	59,3	45,1	41,9	42	48,5
Cu	21,2	27,1	37,7	59,3	46,7	52,3	35,5	49,3	32,2	26,9	52,6
Zn	54	68	51	55	58	79	65	52	54	35	42
Ga	20,8	21,5	16,4	17,7	15,8	20,5	20,5	16,5	16,9	20,2	15,7
Rb	31,8	33,5	7	9,4	4,7	5,6	5,3	8,4	6	10,6	10,4
Sr	584,9	621,9	650,3	448	483,5	530,1	548	447,7	445,1	515,2	405,5
Y	38,4	38,7	23,2	29,5	28,2	37,7	34,6	30,2	29,2	27,1	23,9
Zr	282,2	293,6	137	194,5	183,9	245,9	235,9	183,9	181,6	174,7	140,2
Nb	18,3	18,8	8,6	6,1	5,7	10,6	10,5	7,1	7	9,8	6,3
Cs	0,4	0,9	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
Ba	345	372	273	126	74	119	160	166	182	180	186





GRUP	ÖREN LAVLARI			BEKARLAR LAVLARI									
	K-037	K-027	K-026	K-422	K-421	K-377	K-376	K-251	K-161	K-054	K-053	K-051	K-050
Örnek	K-037	K-027	K-026	K-422	K-421	K-377	K-376	K-251	K-161	K-054	K-053	K-051	K-050
X (UTM)	632491	638400	638596	630575	630741	630210	632306	628324	628799	630267	629606	625547	626862
Y (UTM)	4250650	4251500	4251090	4253274	4254074	4245714	4244387	4251244	4242776	4243784	4246142	4249870	4250421
SiO <sub>2</sub>	47,58	45,39	46,32	51,01	48,62	48,86	49,26	50,4	49,22	48,96	50	50,93	50,49
TiO <sub>2</sub>	2,52	2,75	2,86	1,11	1,73	1,69	1,67	1,26	1,41	1,76	1,49	1,14	1,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,87	17,01	17,62	16,75	17,5	17,67	17,62	18,36	19,07	17,87	18,84	17,08	19,17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,24	11,29	12,29	7,76	10,04	8,87	8,93	7,5	9,02	8,9	9,21	7,99	7,33
MnO	0,2	0,17	0,19	0,13	0,17	0,14	0,14	0,12	0,14	0,14	0,14	0,13	0,12
MgO	4,93	5,51	5,49	7,42	7,42	6,74	6,75	5,87	5,83	6,72	5,65	7,26	6,17
CaO	7,9	9,86	8,29	10,28	9,7	9,99	9,89	10,39	9,69	9,88	9,57	9,49	10,42
Na <sub>2</sub> O	4,24	3,86	3,36	3,44	3,88	3,68	3,87	3,62	3,75	3,87	3,85	3,53	3,47
K <sub>2</sub> O	1,53	1,03	1,1	1,07	0,5	1,22	1,24	0,76	0,87	1,23	0,9	1,09	0,92
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,71	0,47	0,52	0,28	0,31	0,41	0,4	0,26	0,27	0,4	0,34	0,29	0,25
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,032	0,017	0,018	0,018	0,013	0,008	0,018	0,007	0,031	0,015
LOI	1	2,3	1,6	0,4	-0,2	0,4	-0,1	1,2	0,5	-0,1	-0,3	0,7	0,3
Toplam	99,69	99,68	99,65	99,7	99,7	99,7	99,7	99,77	99,76	99,65	99,72	99,68	99,72
Sc	20	27	28	23	28	22	22		24	24	25	22	20
V	195	312	351	168	216	177	185	157	179	199	212	178	154
Ni	24,3	13,6	27,2	79,3	78,3	65,8	61,7	33,7	40,1	63,2	34,7	84,6	41,1
Co	40,3	50,7	52,5	38	55,9	39,4	42,1	36,5	37,4	45	41,8	43,3	41,3
Cu	52,7	22,3	17,5	21,6	49,8	38,3	34,4	13,9	44,1	44,7	30,2	29,4	21,3
Zn	88	51	78	38	62	52	49	20	56	59	55	46	32
Ga	19,6	24,5	25,4	16,8	18,8	15,8	16	16,2	15,9	18	18,9	17,8	17,9
Rb	18	15,7	13,6	23,3	7,4	17,1	18,9	13,2	12	23,7	18,3	27,5	23,4
Sr	576,2	660,8	622,4	555,8	523,4	663,2	666,3	525,3	525,3	736,3	615,5	592,5	640,8
Y	35,1	35,9	38,4	20,9	31,3	23	22,9	19,2	19,3	25,3	24,8	23,1	20,9
Zr	291	242,5	253	126,6	224,6	157,9	153,4	112,7	120	201,6	173,1	160,8	140,7
Nb	22,2	17,6	18,1	10,3	6,8	15,7	15,5	6,9	9,5	17	11,6	11,5	9,7
Cs	0,6	0,5	0,2	0,8	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,6	0,6
Ba	367	226	436	310	143	274	270	183	216	288	267	326	275



GRUP	BEKARLAR LAVLARI		COPLAN		YALÇI		KAYIRLI LAVLARI						
	K-049	K-048	K-454	K-187	K-373	K-055	K-166	K-036	K-029	K-033	K-034	K-030	K-156
Örnek	K-049	K-048	K-454	K-187	K-373	K-055	K-166	K-036	K-029	K-033	K-034	K-030	K-156
X (UTM)	628111	631494	633797	632298	637609	632877	633850	635248	636846	636707	636701	636846	633606
Y (UTM)	4250340	4250182	4288873	4282186	4245008	4245796	4242993	4248298	4249393	4248976	4248861	4249393	4243944
SiO <sub>2</sub>	50,17	49,6	55,4	56,32	49,28	48,46	48,68	48,74	49,39	49,48	50,01	49,78	47,01
TiO <sub>2</sub>	1,07	1,03	1,21	1,28	1,15	1,19	1,61	1,31	1,36	1,34	1,34	1,33	1,63
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,26	16,47	16,62	16,74	17,67	18,21	17,73	17,97	18,63	17,87	17,91	18,07	17,51
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,33	7,88	7,28	6,91	9,23	9,5	9,33	8,85	8,81	8,9	8,93	8,79	9,32
MnO	0,12	0,13	0,12	0,11	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
MgO	5,99	8,64	5,37	4,36	7,57	7,23	6,98	6,53	6,68	6,71	6,52	6,68	6,98
CaO	10,45	10,65	7,64	6,95	11,08	10,78	9,81	10,91	10,21	10,29	10,01	10,32	10,47
Na <sub>2</sub> O	3,44	2,99	3,91	3,89	3,09	3,17	3,63	3,24	3,47	3,27	3,4	3,28	3,54
K <sub>2</sub> O	0,91	0,9	1,85	2,3	0,49	0,56	1,2	0,75	0,85	0,81	0,88	0,79	1,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,27	0,3	0,21	0,27	0,19	0,18	0,39	0,28	0,26	0,26	0,25	0,25	0,41
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,012	0,048	0,018	0,008	0,014	0,006	0,012	0,005	0,006	0,006	0,005	0,005	0,013
LOI	0,7	1	0,1	0,6	-0,2	0,3	0,2	1	-0,1	0,6	0,3	0,3	1,6
Toplam	99,7	99,65	99,75	99,75	99,74	99,73	99,71	99,72	99,72	99,71	99,71	99,73	99,69
Sc	20	27	21		29	30	26	25	25	25	24	25	27
V	164	182	137	137	207	207	195	200	217	216	225	198	201
Ni	33,1	106,1	49,9	39,7	35,1	24,4	71,6	32,6	35,1	16,4	25,5	34,6	66,8
Co	49,8	44,9	32,2	35,7	47,8	50,4	41,7	48,8	51,4	51,6	48,6	50,4	41,2
Cu	41,5	33,7	19	33,8	22,6	20,5	52,6	35,8	34,3	23,5	25,1	43	58,8
Zn	29	39	38	33	43	44	55	50	52	25	31	52	53
Ga	17,7	16	16,3	16,8	15,9	16,6	14,6	17,5	18,1	18,9	19,6	17,9	15,5
Rb	21,8	19	38,9	46,9	8	10,2	17,5	12,7	15,7	19,6	18,7	14,8	15,1
Sr	653,1	600,1	371,7	426,3	467,6	488,9	602,3	586,7	599,2	602,7	611	587,7	627,4
Y	21,1	21,5	22,5	21,4	20,5	20,4	20,8	22	22,8	22,5	24,2	22,5	22,9
Zr	141,5	132,9	174,2	192,8	95,2	92,3	148,3	131	131,1	134,2	146,1	127,1	139,6
Nb	9,9	10,6	9,6	15,6	5,3	5,4	14,5	11	10,9	11	11,9	10,8	14,5
Cs	0,6	0,5	1,3	1,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	0,4
Ba	290	316	384	513	132	157	287	262	246	235	265	244	275



GRUP	KURUGÖL LAVLARI			KÖYTEPE	BASANSARNIÇ LAVLARI							
	K-040	K-045	K-046		K-038	K-451	K-453	K-455	K-456	K-457	K-458	K-459
Örnek												
X (UTM)	633218	634145	633084	632572	635375	633298	632641	632146	637239	635558	633989	
Y (UTM)	4262849	4257118	4256457	4253468	4291577	4289437	4288587	4286741	4281511	4280427	4279060	
SiO <sub>2</sub>	47,61	48,28	47,46	49,59	53,08	51,7	51,5	51,45	53,26	51,73	52,46	
TiO <sub>2</sub>	1,41	1,52	1,67	1,74	1,21	1,21	1,23	1,27	1,16	1,19	1,25	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,27	17,6	16,98	18,12	16,79	17,26	17,2	17,09	16,97	17,4	16,89	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,48	9,33	9,92	9,8	7,92	8,14	8,25	8,37	7,8	8,19	8,18	
MnO	0,15	0,14	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
MgO	7,68	7,39	7,74	4,72	6,67	7,38	7,34	7,28	6,68	7,22	6,9	
CaO	10,82	10,06	10,38	8,99	8,46	9,22	9,06	9,13	8,51	9,16	9,01	
Na <sub>2</sub> O	3,44	3,37	3,43	3,97	3,73	3,61	3,7	3,62	3,61	3,66	3,72	
K <sub>2</sub> O	0,8	0,98	0,95	1,16	1,34	1,05	1,03	1,07	1,4	1,07	1,18	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3	0,43	0,46	0,3	0,19	0,19	0,16	0,18	0,18	0,18	0,2	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,024	0,025	0,028	0,002	0,022	0,023	0,024	0,023	0,021	0,022	0,022	
LOI	0,7	0,5	0,4	1,2	0,2	-0,2	0,1	0,1	0	-0,2	-0,2	
Toplam	99,67	99,63	99,61	99,73	99,74	99,74	99,74	99,74	99,75	99,77	99,76	
Sc	28	25	26	23	24	25	25	26	24	25	25	
V	203	206	217	251	144	150	153	156	139	143	144	
Ni	71,6	74,9	80	9,2	87,8	108,6	98,5	100,3	84,6	89,5	91,3	
Co	46,4	47,6	54,7	41,7	38,1	41,6	40,8	41	35,8	40,4	35,3	
Cu	44,7	45,7	46,2	32,5	28,1	33,7	35,1	32,7	29,1	45,1	34,4	
Zn	52	52	59	35	36	37	41	40	43	41	39	
Ga	16,7	18,6	19,1	19,2	16,1	15,6	16,5	16,1	15,6	16,7	16	
Rb	12,9	17,9	16,6	20,3	28,7	21,6	21,5	21,4	27,1	22,6	25,7	
Sr	658,1	732,6	775,4	604,5	355,2	391,4	401,7	388,4	358,8	353,2	356,1	
Y	23,4	24,9	27,3	25,5	21,8	21,4	20,4	22,3	21,8	21,8	22,7	
Zr	144,8	163,9	180	159,5	148,8	138,2	146,8	150,1	145,9	139	146,4	
Nb	10,5	16,4	17,6	11,7	6,8	6,2	6,6	6,7	6,3	6,3	6,5	
Cs	0,3	0,4	0,2	0,3	0,9	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	
Ba	324	430	368	360	278	223	225	236	277	241	246	





GRUP	SUVERMEZ LAVLARI						OBRUK	
Örnek	K-020	K-021	K-022	K-023	K-024	K-025	K-010	K-132
X (UTM)	642791	641453	641299	641227	641603	639188	640716	643219
Y (UTM)	4247228	4256041	4255829	4255466	4255029	4253510	4262919	4264794
SiO <sub>2</sub>	57,8	55,93	56,51	56,28	58,04	57,15	52,33	50,99
TiO <sub>2</sub>	1,08	1,47	1,45	1,44	0,91	1,43	2,19	1,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,59	17,45	17,36	17,18	17,73	17,6	17,21	17,41
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,6	7,9	7,76	7,73	6,03	7,58	9,6	8,27
MnO	0,11	0,13	0,12	0,13	0,1	0,12	0,15	0,13
MgO	3,12	2,9	2,88	2,9	3,46	2,82	3,96	5,43
CaO	6,31	6,03	5,97	6,16	6,79	5,93	7,09	8,61
Na <sub>2</sub> O	4,26	4,52	4,43	4,53	3,99	4,76	4,6	4,19
K <sub>2</sub> O	1,85	2,04	2,09	2,07	1,85	2,03	2,07	1,68
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,35	0,53	0,55	0,56	0,24	0,53	0,43	0,4
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,013
LOI	0,7	0,9	0,6	0,8	0,6	-0,2	0,1	0,8
Toplam	99,78	99,75	99,72	99,74	99,77	99,75	99,74	99,76
Sc	12	13	13	13	15	13	20	21
V	111	155	152	152	128	147	199	158
Ni	2,3	3,6	2,6	5,4	2,1	1,7	10,8	38,8
Co	28	31,1	31,9	45,3	29,4	26,9	40,8	32,8
Cu	18,7	15	15,3	62,7	12,6	15	33,8	27,4
Zn	17	43	48	42	11	39	44	46
Ga	17,8	20,6	19,7	20,7	20,1	22,7	19,2	15
Rb	53,3	55	54,2	55,9	46,5	60	41,7	34,1
Sr	459,2	492,6	478,5	494,5	432,7	504	479,3	566,9
Y	25,9	33,5	32,8	32,7	24	33,3	29,1	24,9
Zr	211,7	237,5	233,1	236,4	175,6	251,1	215,4	186,7
Nb	15,7	18,3	17,7	17,7	11,4	18,5	17,9	16,5
Cs	1,8	1,8	1,8	1,8	1,2	1,3	1,3	0,4
Ba	425	466	482	527	408	488	371	291

La	31	34,7	34,2	33,5	24,1	34,4	23,9	21,2
Ce	58,4	67,1	67,2	65,2	47,1	67,4	49,9	43,5
Pr	6,68	8,04	7,84	7,73	5,41	7,83	6,18	5,54
Nd	25,3	31,6	32	30,9	21,4	31,4	24,8	22,6
Sm	4,79	6,13	5,88	5,75	4,11	5,8	5,3	4,69
Eu	1,39	1,73	1,68	1,68	1,15	1,64	1,7	1,55
Gd	4,61	6,02	5,73	5,72	3,87	5,65	5,51	4,72
Tb	0,77	0,98	0,92	0,92	0,67	0,92	0,9	0,79
Dy	4,49	5,62	5,38	5,53	3,89	5,16	5,24	4,6
Ho	0,89	1,14	1,1	1,09	0,79	1,06	1,06	0,9
Er	2,58	3,31	3,16	3,09	2,29	3,01	3,05	2,47
Tm	0,4	0,48	0,48	0,48	0,36	0,46	0,45	0,31
Yb	2,51	3	2,96	2,97	2,27	2,94	2,91	2,51
Lu	0,39	0,46	0,47	0,45	0,35	0,45	0,45	0,36
Hf	5	5,3	5,7	5,1	4,5	5,3	5	4,6
Ta	1,1	1,2	1,4	1,2	0,9	1,1	1,5	1,1
Pb	1,4	0,8	19,6	0,7	0,4	5,1	0,7	0,4
Th	8,6	8,9	9,1	8,7	5,9	8,7	5,6	4,3
U	2,1	2,4	2,4	2,4	1,6	2,4	1,5	1,2
Mg#	65,17	59,24	59,50	59,76	69,43	59,56	62,02	72,22
$^{86}\text{Sr}/^{87}\text{Sr}$					0,705172			
$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$					0,51261			
$\epsilon_{\text{Nd}}$					-0,54619			
$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$					18,91783			
$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$					15,68469			
$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$					39,06121			
$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$					0,829095			
$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$					2,064728			

GRUP	KÖMÜRCÜ						GÖLLÜDAĞ					
	Örnek	K-165	K-162	K-062	K-061	K-060	K-059	K-368	KPD-09-206	KPD-09-198	K-164	K-160
X (UTM)	636272	628342	636970	636970	631440	631484	621380	626718	632078	629407	626357	626833
Y (UTM)	4242516	4242298	4238218	4238218	4236895	4237150	4239002	4244389	4241043	4242450	4248901	4249156
SiO <sub>2</sub>	73,4	73,91	76,97	76,69	73,8	74,29	72,09	69,66	70,48	74,19	74,32	71,62
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,1	0,19	0,1	0,11	0,13	0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,5	13,12	12,75	12,8	12,48	12,54	12,78	12,97	13,25	13,71	13,85	13,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,69	0,76	0,81	0,8	0,88	0,73	0,79	1,59	0,97	1,03	1,17	1,22
MnO	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,1	0,07	0,06	0,07	0,07
MgO	0,04	0,04	0,03	0,04	0,06	0,06	0,15	0,49	0,12	0,1	0,16	0,15
CaO	1,47	0,77	0,45	0,48	0,57	0,59	0,66	1,45	0,9	0,92	1,09	1,08
Na <sub>2</sub> O	3,74	3,8	4,05	4,03	3,71	3,81	3,5	2,45	3,26	4,39	4,24	3,76
K <sub>2</sub> O	4,78	4,75	4,63	4,64	4,59	4,56	4,49	5,18	5,54	4,2	4,33	4,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
LOI	3,2	2,7	0,2	0,4	3,7	3,2	5,3	5,8	5,2	1,2	0,5	3,7
Toplam	100	99,94	99,97	99,96	99,93	99,92	99,9	99,89	99,91	99,95	99,86	99,9
Sc	2	2	2	2	1	1	2			1	1	1
V	8	8	8	8	8	8	8	19	8	8	8	8
Ni	1	1,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	4,9	0,6	0,2	0,2	0,4
Co	12,4	8,4	7,5	11,1	15,5	16,2	12	21,5	8,1	8,8	15,5	13,1
Cu	12,7	1,9	0,1	4,3	25,6	11,2	0,5	2,1	0,8	3,6	0,5	8,2
Zn	4	5	1	2	2	3	2	5	2	7	2	3
Ga	13,1	13,3	14,9	14,1	13,9	13,2	12,4	13,2	13,2	13,1	12,8	14,8
Rb	185,2	171,9	187,7	173,1	156	154,9	118,5	156,3	168,1	143,4	146,1	145,5
Sr	25,8	21,2	10,1	15,9	38,1	37,7	70,4	95,5	68,4	72,2	92,7	100,7
Y	19,5	25,4	20,6	20,1	17,2	17,4	13	17,6	18,9	15,6	15,5	17,6
Zr	58,4	56	71,7	73,1	71,8	74,1	51,7	97,1	100,7	104	110,9	124,1
Nb	25,5	20,7	23	22,2	19	19,7	14	17,7	18,1	18	16,8	18,5
Cs	8,9	8,2	8,1	7,4	6,4	6,4	5	6,1	7	6,8	6	6,5
Ba	20	75	81	185	429	437	832	516	556	482	497	551









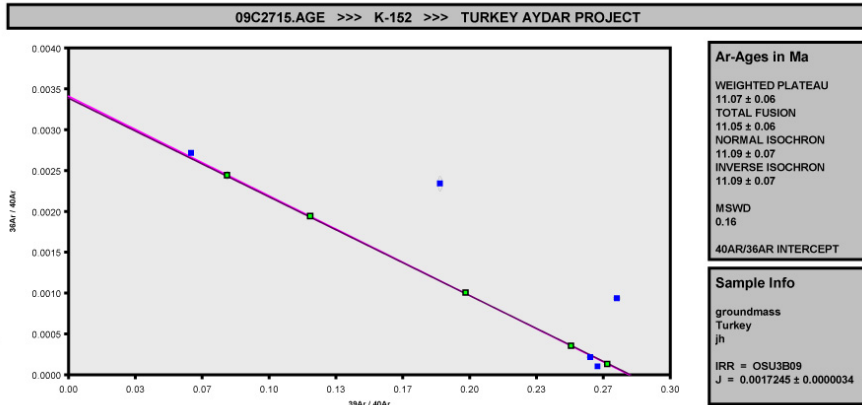
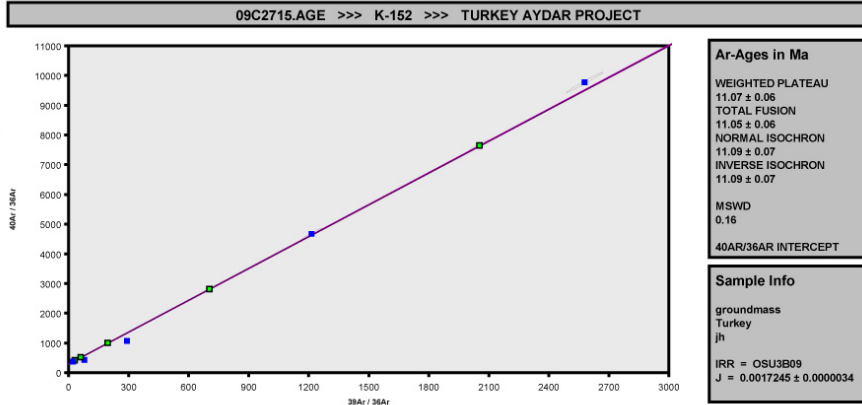
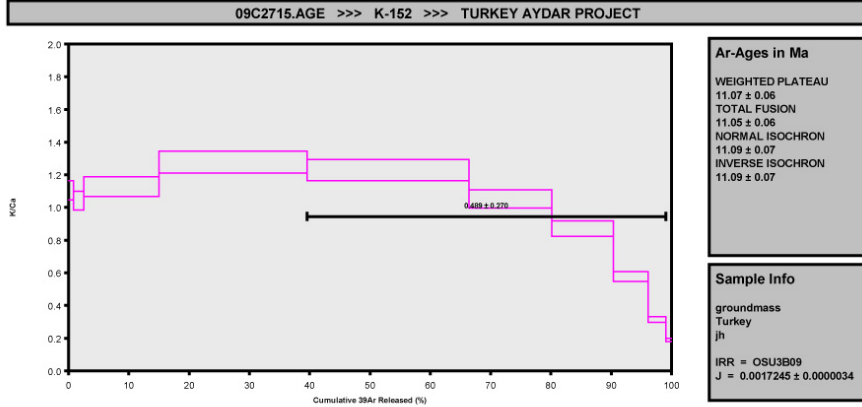
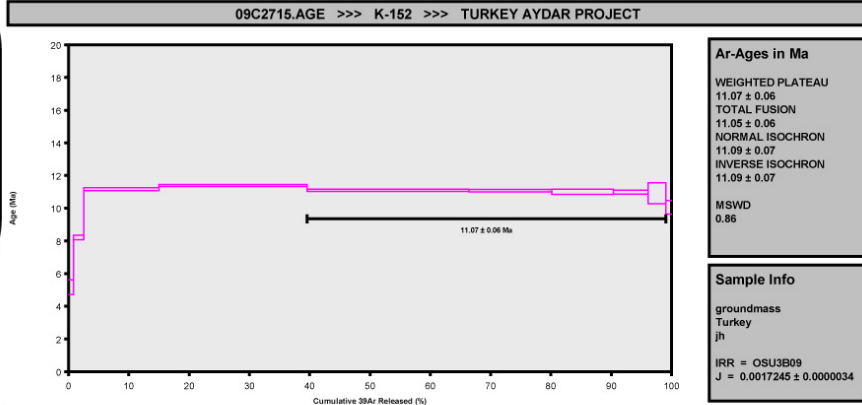
# EK-3

## Kapadokya Bölgesi Volkanitleri üzerinde yapılan 40Ar-39Ar radyometrik yaş tayinleri

### K-152 ERDAŞ Adakit

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	40Ar/39Ar ± 2σ	40Ar/36Ar ± 2σ	Results
0.16	11.09 ± 0.07 External Error ± 0.63% Analytical Error ± 0.05	3.57% ± 0.0173 3.57% ± 0.49%	292.2654 ± 2.5798 ± 0.88%	Isochron
0.000000351	170	2.60	1.0000	Statistics
Weighted York-2	Convergence	Statistical F Ratio	n	
	Number of Iterations	Error Magnification		
	Calculated Line			

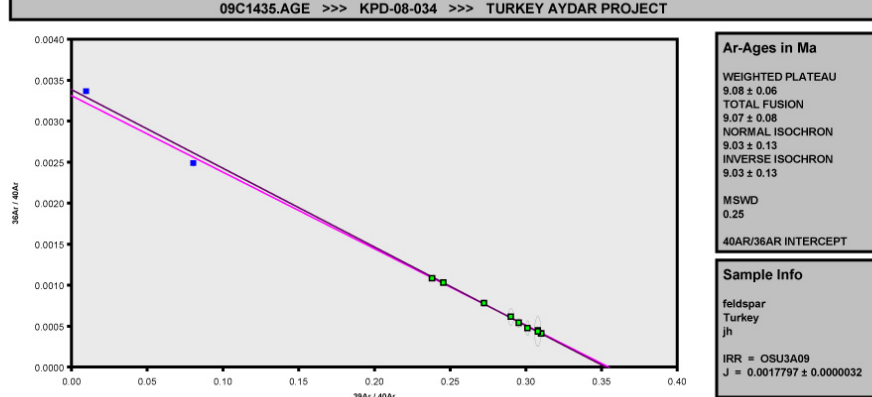
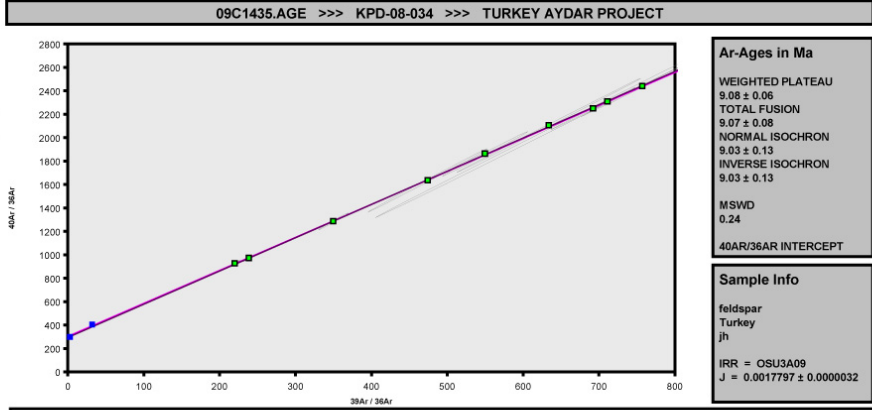
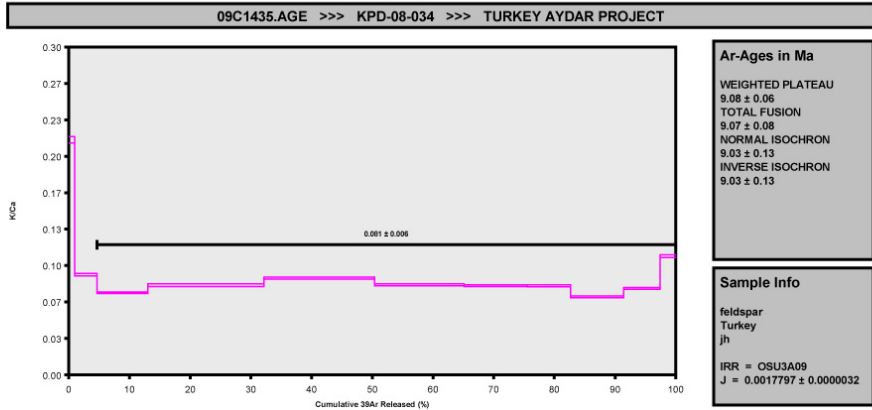
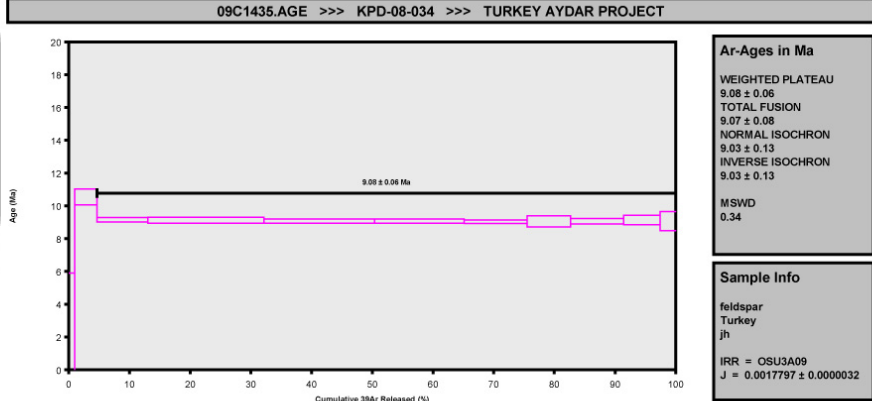
QMSW	Age ± 2σ (Ma)	39Ar/K (% n)	K/Ca ± 2σ	Results
0.86	11.07 ± 0.06 External Error ± 0.57% Analytical Error ± 0.05	59.50	0.489 ± 0.270	
2.78	11.05 ± 0.06 External Error ± 0.54% Analytical Error ± 0.04	5	10	
1.0000	3.5617 ± 0.0128 3.561% ± 0.38%	2.78	0.965 ± 0.019	
	3.561% ± 0.41%	Statistical T Ratio		
		Error Magnification		



# KPD-08-034 KAVAK Pomza

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	9.05 ± 0.13 External Error ± 1.43% Analytical Error ± 0.12
40(t)/39(K) ± 2σ	40(t)/39(K) ± 2σ	2.8180 ± 1.38% Convergence Number of Iterations Calculated Line
40(t)/36(e) ± 2σ	40(t)/36(e) ± 2σ	302.1430 ± 13.3464 Statistical F Ratio Error Magnification n
Results	Isochron	0.000000281 Weighted York-2
	Statistics	2.01 1.0000 9

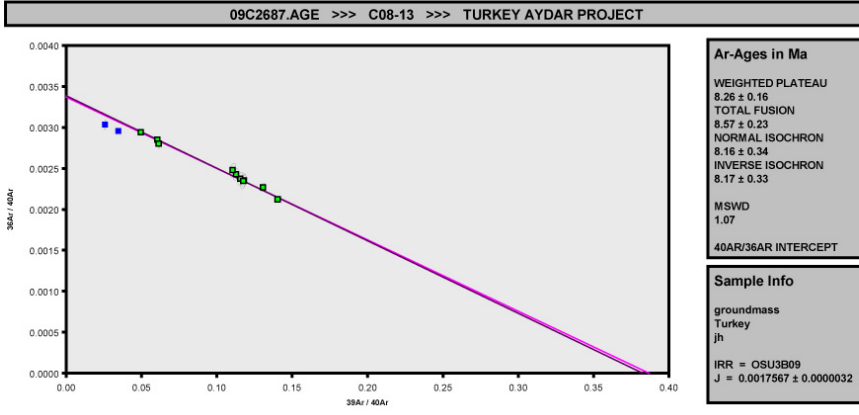
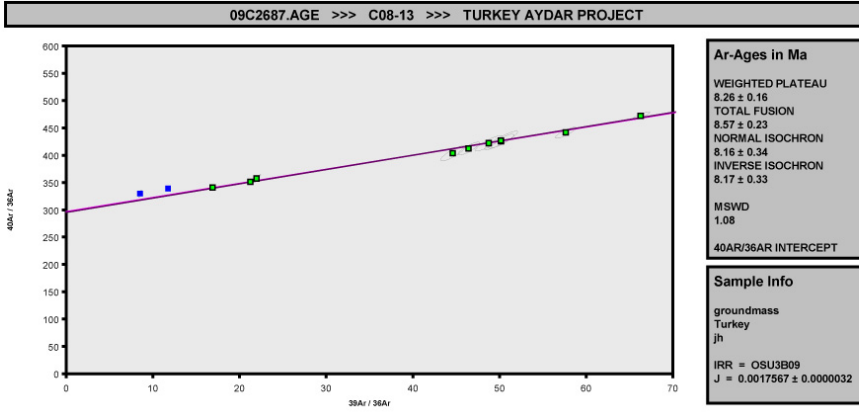
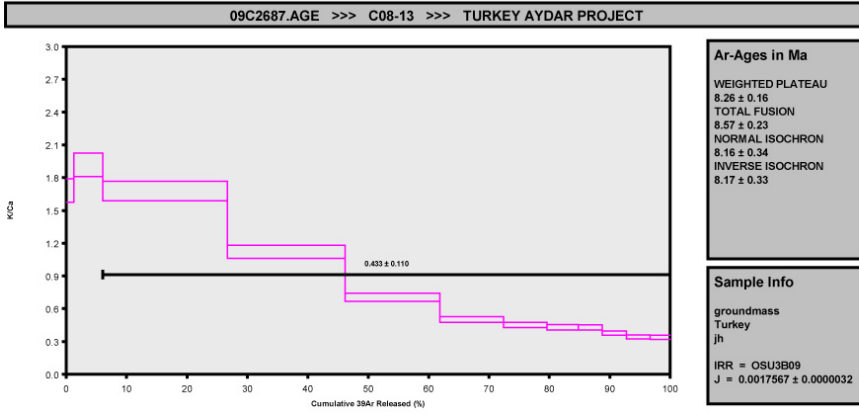
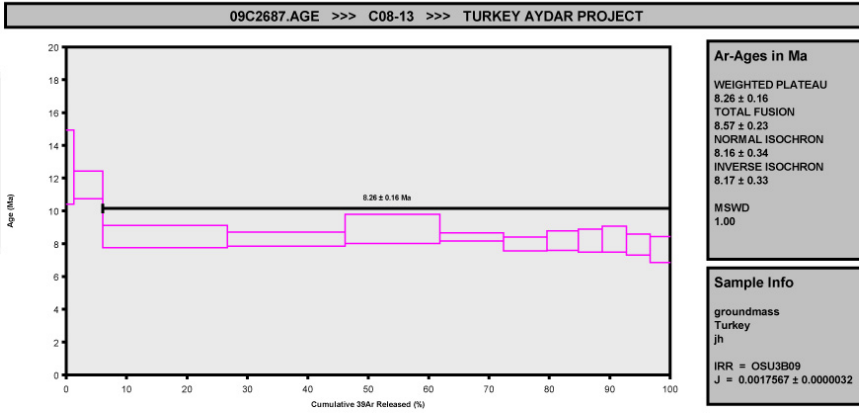
QMSW	Age ± 2σ (Ma)	9.05 ± 0.06 External Error ± 0.70% Analytical Error ± 0.05
40(t)/39(K) ± 2σ	40(t)/39(K) ± 2σ	2.8359 ± 0.0172 Weighted Plateau
39Ar(K) (%) (n)	K/Ca ± 2σ	95.38 0.081 ± 0.006
Results	Total Fusion Age	2.8326 ± 0.0231 Total Fusion Age
	Statistics	11 0.008 ± 0.000



# C08-13 TOPUZDAĞ Bazaltik Andezit

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	40(t)/39(k) ± 2σ	40(e)/36(e) ± 2σ	Results
1.08	8.16 ± 0.34 External Error ± 4.12% Analytical Error ± 0.34	2.5909 ± 0.1063 2.5909 ± 4.12%	296.6965 ± 3.7950 296.6965 ± 1.27%	Isochron
0.000000231	Convergence	Statistical F Ratio	n	Statistics
13	Number of Iterations	1.94	10	5
Weighted York-2	Calculated Line	Error Magnification		
		1.0386		

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	40(t)/39(k) ± 2σ	39Ar(k) (%), n	K/Ca ± 2σ	Results
1.00	8.26 ± 0.16 External Error ± 1.95% Analytical Error ± 0.16	2.6122 ± 1.92%	93.92 10	0.433 ± 0.110	Weighted Plateau
2.26	8.57 ± 0.23 External Error ± 2.74% Analytical Error ± 0.23	2.7116 ± 2.72%	1.0002	Statistical T Ratio	Total Fusion Age
1.0002			12	0.688 ± 0.012	
				External Error ± 0.27 Analytical Error ± 0.23	

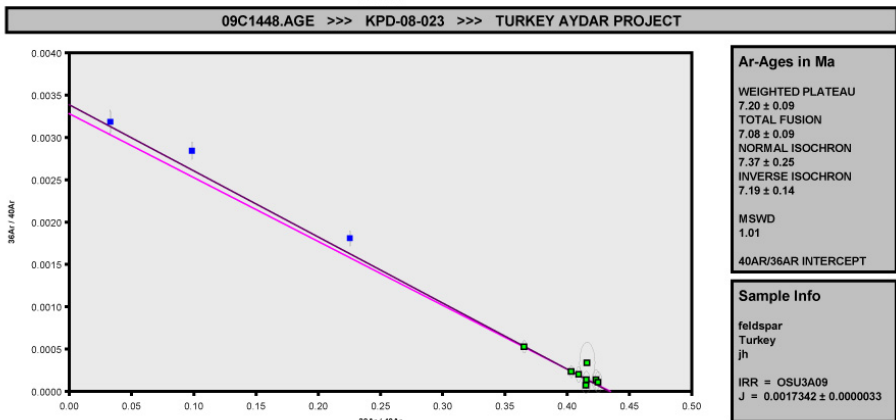
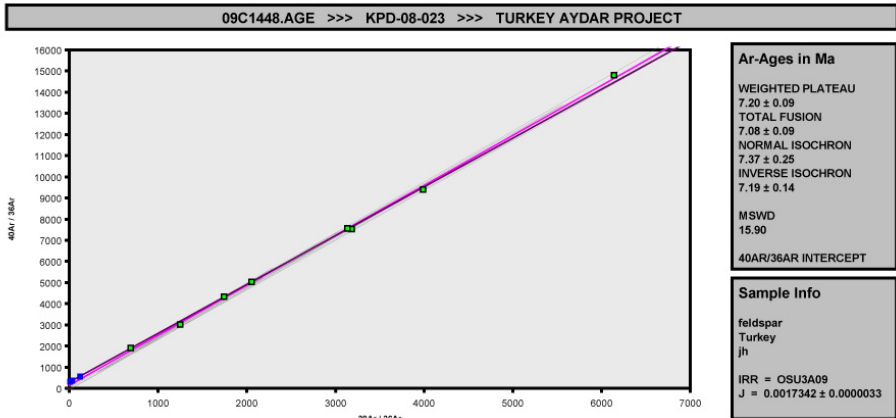
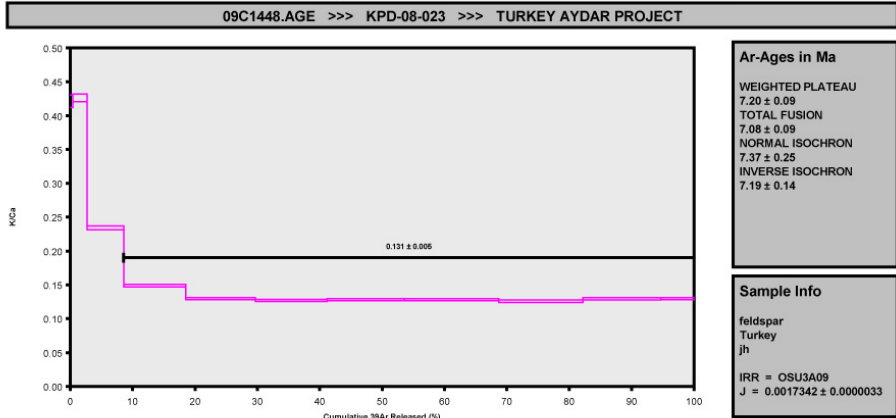
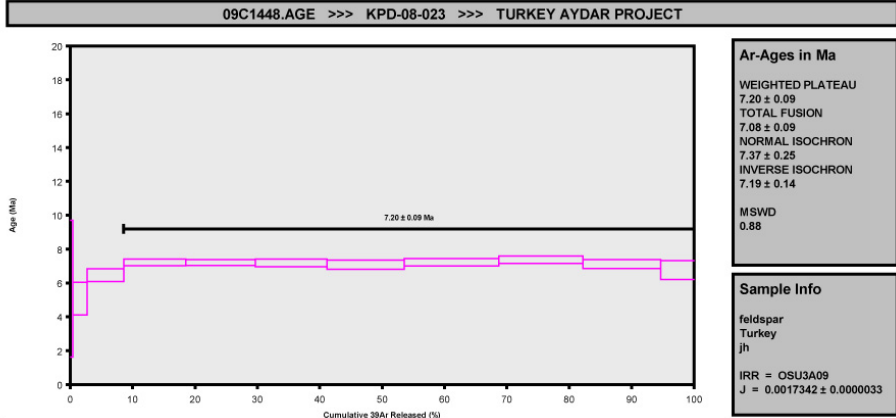




# KPD-08-023 CEMILKÖY Pomza

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	40(t)/39(k) ± 2σ	40(e)/36(e) ± 2σ
15.90	7.37 ± 0.25 External Error ± 3.34% Analytical Error ± 0.24	142.4204 ± 119.85% Statistical F Ratio 2.10 Error Magnification 3.8973	2.3612 ± 3.33% Convergence 0.0000051938 Number of Iterations 500 Weighted York-2
No. Convergence	5 statistics		

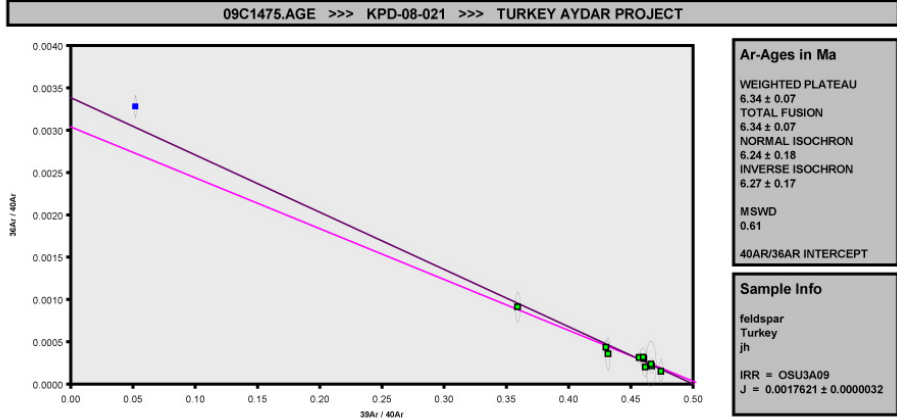
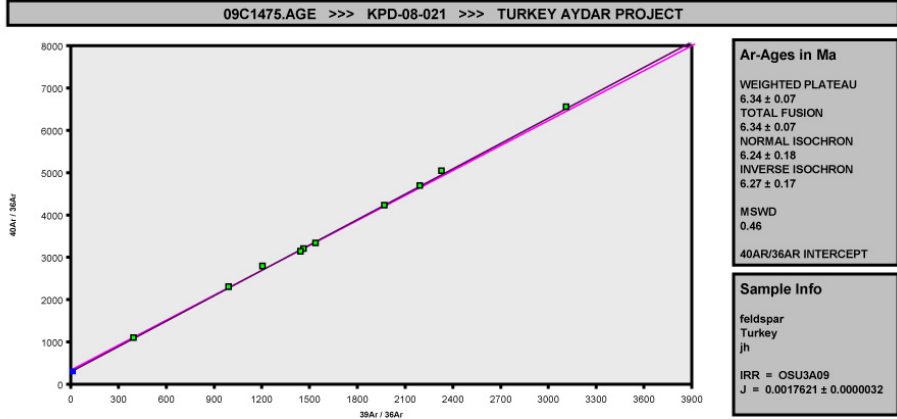
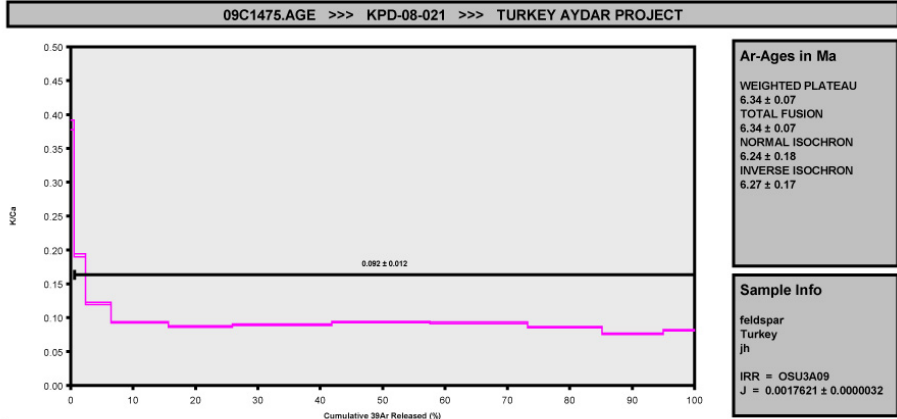
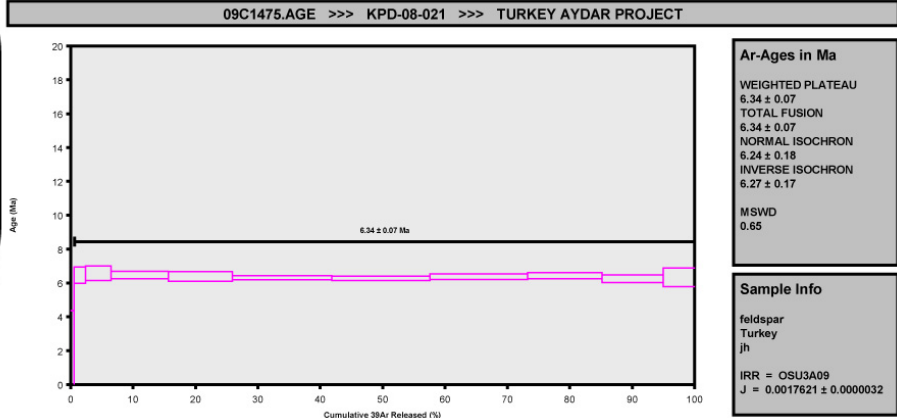
QMSW	39Ar(k) (% n)	K/Ca ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	40(t)/39(k) ± 2σ
0.88	91.42	0.131 ± 0.005	7.20 ± 1.18% External Error ± 0.14 Analytical Error ± 0.08	2.3009 ± 1.12% Weighted Plateau
11	0.136 ± 0.001	7.08 ± 1.30% External Error ± 0.15 Analytical Error ± 0.08	1.0000	2.2680 ± 0.0283 Total Fusion Age



# KPD-08-021 GÖRDELES Pomza

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	0.46	6.24 ± 0.18 External Error ± 2.92% Analytical Error ± 0.18
Results	40(t)/39(K) ± 2σ	332.2659 ± 22.855%	No Convergence
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.9672 ± 2.90%	Convergence
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.94	Number of Iterations
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.0000	Calculated Line
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.94	Weighted York-2
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.0000	500
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.0000	Weighted York-2

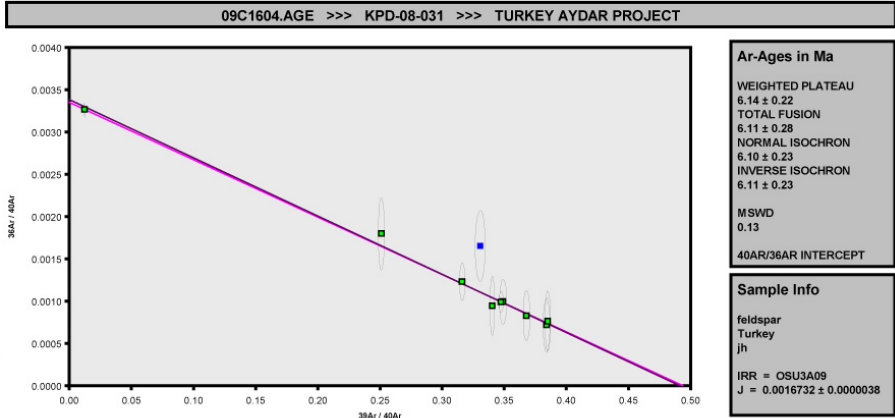
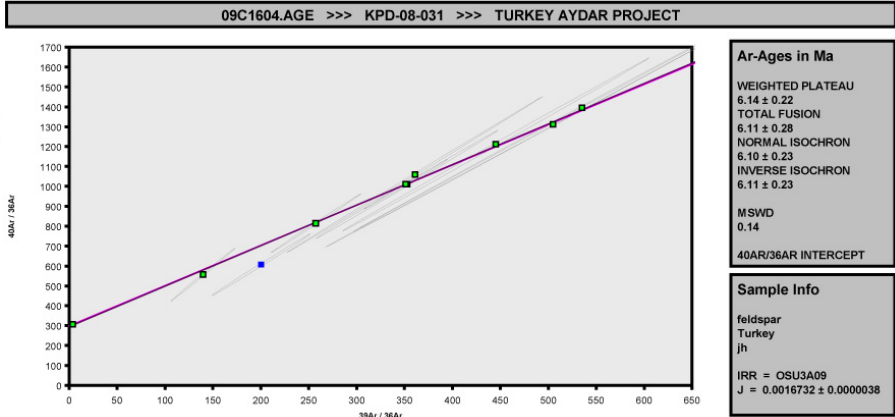
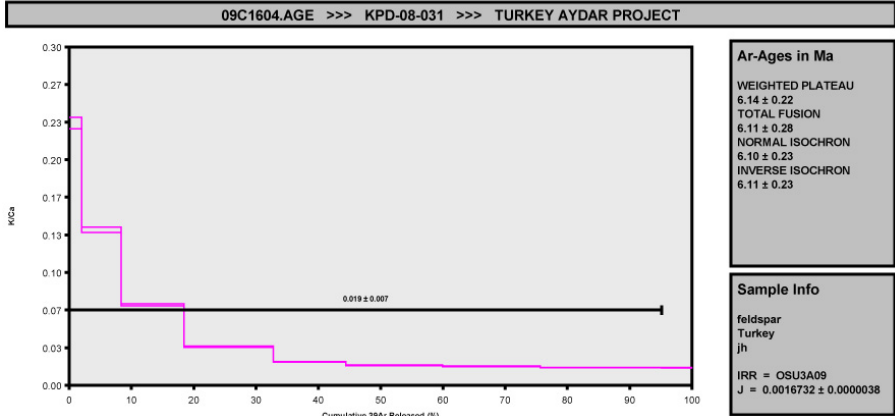
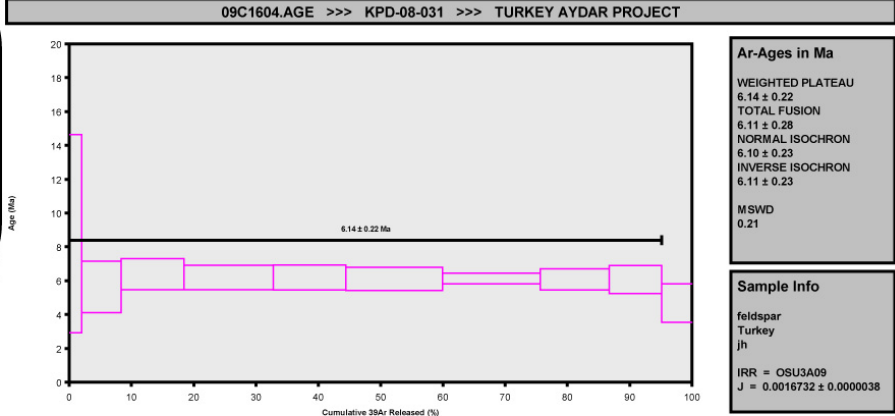
QMSW	Age ± 2σ (Ma)	0.65	6.34 ± 0.07 External Error ± 1.04% Analytical Error ± 0.06
Results	40(t)/39(K) ± 2σ	1.9693 ± 0.38%	Weighted Plateau
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.9685 ± 1.12%	Total Fusion Age
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.9685 ± 1.12%	6.34 ± 0.07 External Error ± 1.18% Analytical Error ± 0.07
	40(t)/39(K) ± 2σ	1.9685 ± 1.12%	6.34 ± 0.07 External Error ± 1.18% Analytical Error ± 0.07



# KPD-08-031 TAHAR Pomza

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	0.14	6.10 ± 0.23 External Error ± 3.81% Analytical Error ± 0.23
	40(t)/39(k) ± 2σ	2.0231 ± 0.0787 ± 3.79%	Convergence Number of Iterations Calculated Line
	40(t)/36(s) ± 2σ	298.6569 ± 7.5001 ± 2.51%	2.01 1.0000 9
Results	Isochron	0.019 ± 0.007	Statistics

QMSW	39Ar/(K) (% n)	95.16	0.019 ± 0.007
	Age ± 2σ (Ma)	6.14 ± 0.22 External Error ± 3.54% Analytical Error ± 0.24	2.31 1.0000 Error Magnification
	40(t)/39(k) ± 2σ	2.0263 ± 0.0715 ± 3.51%	2.0263 ± 0.0715 ± 3.51%
Results	Weighted Plateau	6.11 ± 0.28 External Error ± 4.55% Analytical Error ± 0.28	6.11 ± 0.28 External Error ± 4.55% Analytical Error ± 0.28

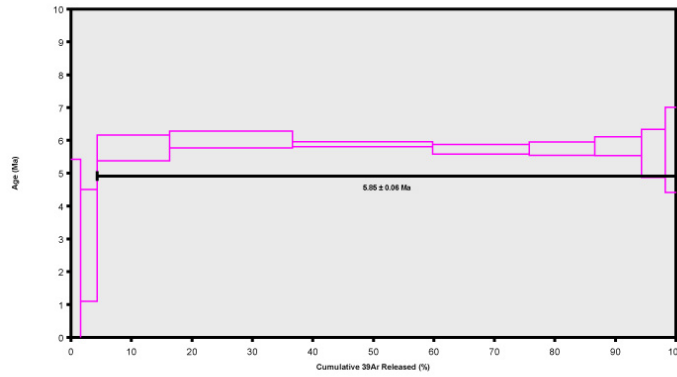


# C08-08 HODUL Bazaltik Andezit

Results	40(t)/39(k) ± 2σ	40(a)/36(a) ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	DMSW
Isotopon	288.9350 ± 11.1815 ± 3.87%	1.8739 ± 0.0259 ± 1.38%	5.97 ± 0.08 External Error ± 1.43% Analytical Error ± 0.08	0.88
Statistics	Statistical F Ratio Error Magnification n	2.10 1.0000 8	Convergence Number of Iterations Calculated Line	0.000000177 156 Weighted York2

Results	40(t)/39(k) ± 2σ	39Ar(k) (%), n	K/Ca ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	DMSW
Weighted Plateau	1.8659 ± 0.0190 ± 1.02%	96.63 8	0.109 ± 0.050	5.85 ± 0.06 External Error ± 1.08% Analytical Error ± 0.06	0.96
Total Fusion Age	1.8182 ± 0.0359 ± 1.97%	10	0.202 ± 0.004	5.70 ± 0.11 External Error ± 2.01% Analytical Error ± 0.11	1.0000

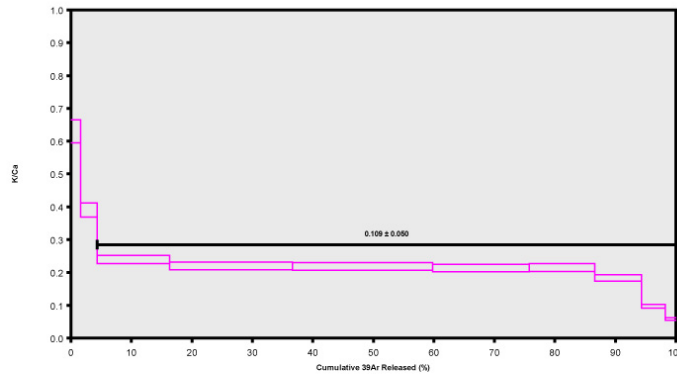
09C2702.AGE >>> C08-8 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.85 ± 0.06  
TOTAL FUSION  
5.70 ± 0.11  
NORMAL ISOCHRON  
5.87 ± 0.08  
INVERSE ISOCHRON  
5.88 ± 0.08  
MSWD  
0.96

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017399 ± 0.0000033

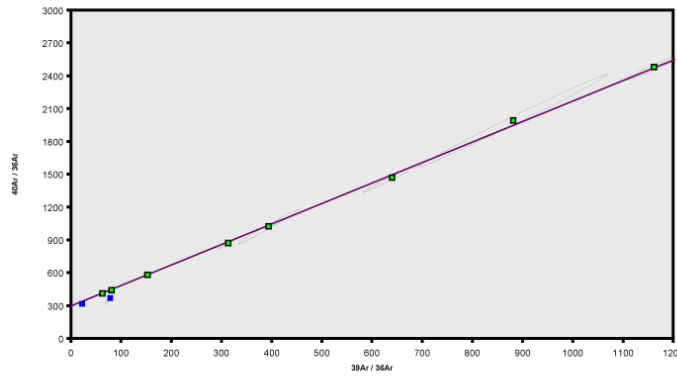
09C2702.AGE >>> C08-8 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.85 ± 0.06  
TOTAL FUSION  
5.70 ± 0.11  
NORMAL ISOCHRON  
5.87 ± 0.08  
INVERSE ISOCHRON  
5.88 ± 0.08

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017399 ± 0.0000033

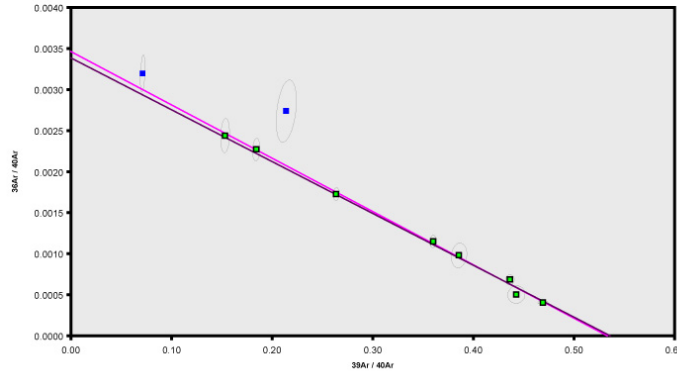
09C2702.AGE >>> C08-8 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.85 ± 0.06  
TOTAL FUSION  
5.70 ± 0.11  
NORMAL ISOCHRON  
5.87 ± 0.08  
INVERSE ISOCHRON  
5.88 ± 0.08  
MSWD  
0.88  
40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017399 ± 0.0000033

09C2702.AGE >>> C08-8 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.85 ± 0.06  
TOTAL FUSION  
5.70 ± 0.11  
NORMAL ISOCHRON  
5.87 ± 0.08  
INVERSE ISOCHRON  
5.88 ± 0.08  
MSWD  
0.89  
40AR/36AR INTERCEPT

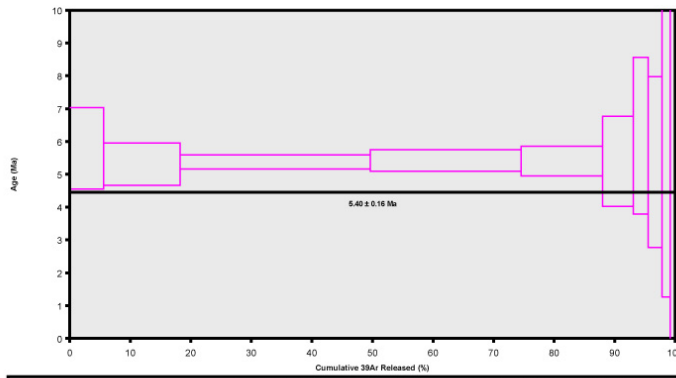
**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017399 ± 0.0000033

# C08-12 HODUL Bazaltik Andezit

Results	40(t)/36(t) ± 2σ	40(t)/39(t) ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)
Isochron	286.0275 ± 8.0206 2.89%	1.7056 ± 0.1545 9.04%	5.26 ± 0.48 9.04%
Statistics	Statistical F Ratio Error Magnification n	1.94 1.0000 10	Convergence Number of Iterations Calculated Line
			0.0000000060 9 Weighted York,2

Results	40(t)/39(t) ± 2σ	39Ar(K) (%), n	K/Ca ± 2σ
Weighted Plateau	1.7536 ± 0.0522 3.00%	100.00 10	0.075 ± 0.041 0.54%
Total Fusion Age	1.7672 ± 0.0584 3.32%		0.256 ± 0.006 2.34%
	External Error ± 0.18 Analytical Error ± 0.16	Statistical T Ratio Error Magnification	
			5.44 ± 0.21 3.94%

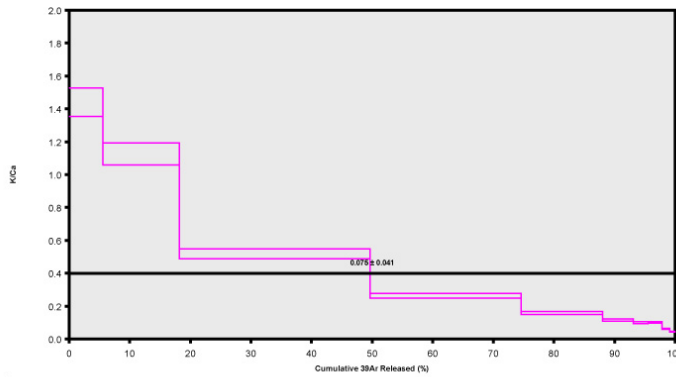
09C2802.AGE >>> C08-12 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.40 ± 0.16  
TOTAL FUSION  
5.44 ± 0.21  
NORMAL ISOCHRON  
5.26 ± 0.48  
INVERSE ISOCHRON  
5.26 ± 0.47  
MSWD  
0.12

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017086 ± 0.0000036

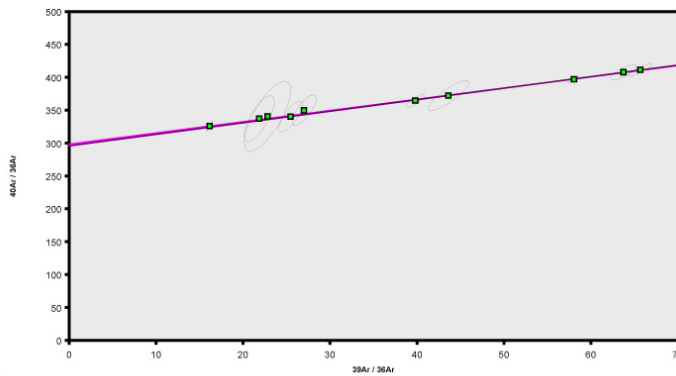
09C2802.AGE >>> C08-12 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.40 ± 0.16  
TOTAL FUSION  
5.44 ± 0.21  
NORMAL ISOCHRON  
5.26 ± 0.48  
INVERSE ISOCHRON  
5.26 ± 0.47

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017086 ± 0.0000036

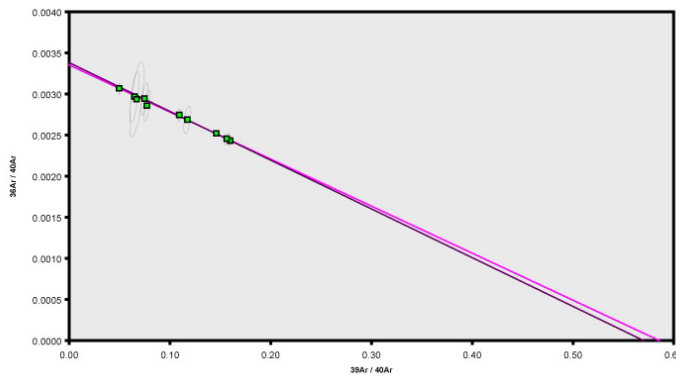
09C2802.AGE >>> C08-12 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.40 ± 0.16  
TOTAL FUSION  
5.44 ± 0.21  
NORMAL ISOCHRON  
5.26 ± 0.48  
INVERSE ISOCHRON  
5.26 ± 0.47  
MSWD  
0.08  
40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017086 ± 0.0000036

09C2802.AGE >>> C08-12 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
5.40 ± 0.16  
TOTAL FUSION  
5.44 ± 0.21  
NORMAL ISOCHRON  
5.26 ± 0.48  
INVERSE ISOCHRON  
5.26 ± 0.47  
MSWD  
0.08  
40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017086 ± 0.0000036

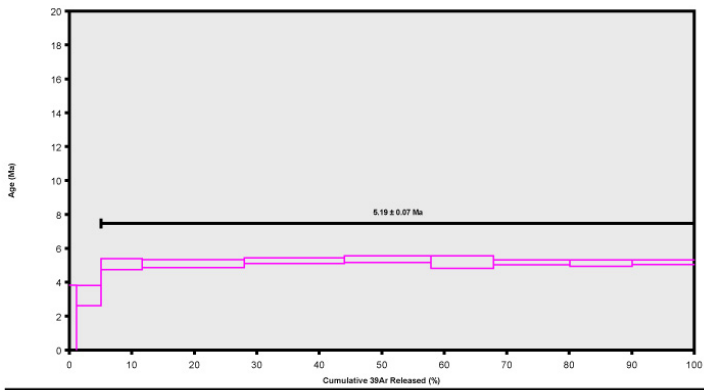


# KPD-08-025 KIZILKAYA Pomza

QMSW	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	40(t)/36(e) $\pm 2\sigma$	Results
0.91	5.20 $\pm$ 0.08 External Error $\pm$ 1.52% Analytical Error $\pm$ 0.08	1.6501 $\pm$ 0.0344 1.6501 $\pm$ 1.48%	294.4342 $\pm$ 2.7466 294.4342 $\pm$ 0.93%	Isochron
0.000000161	0.000000161 Weighted York-2	Convergence Number of Iterations Calculated Line	2.10 1.0000 8	Statistics
252		Statistical F Ratio Error Magnification n	1.0000 1.0000 8	

QMSW	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	39Ar(k) (% n)	K/Ca $\pm 2\sigma$	Results
0.92	5.19 $\pm$ 0.07 External Error $\pm$ 1.31% Analytical Error $\pm$ 0.07	1.6472 $\pm$ 0.0307 1.6472 $\pm$ 1.25%	94.91 8	0.096 $\pm$ 0.006 Statistical T Ratio Error Magnification	Isochron
1.0000	5.07 $\pm$ 0.09 External Error $\pm$ 1.70% Analytical Error $\pm$ 0.08	1.6079 $\pm$ 0.0266 1.6079 $\pm$ 1.65%	10	0.099 $\pm$ 0.000	Statistics
	Weighted Plateau	Total Fusion Age			

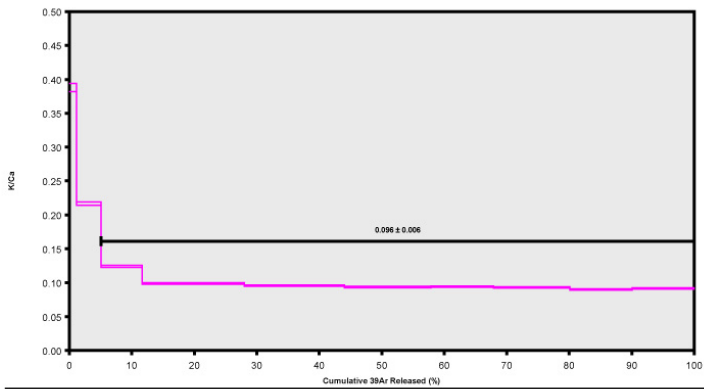
09C1462.AGE >>> KPD-08-025 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
 WEIGHTED PLATEAU  
 5.19  $\pm$  0.07  
 TOTAL FUSION  
 5.07  $\pm$  0.09  
 NORMAL ISOCHRON  
 5.20  $\pm$  0.08  
 INVERSE ISOCHRON  
 5.21  $\pm$  0.08  
 MSWD  
 0.92

**Sample Info**  
 feldspar  
 Turkey  
 jh  
 IRR = OSU3A09  
 J = 0.0017493  $\pm$  0.0000033

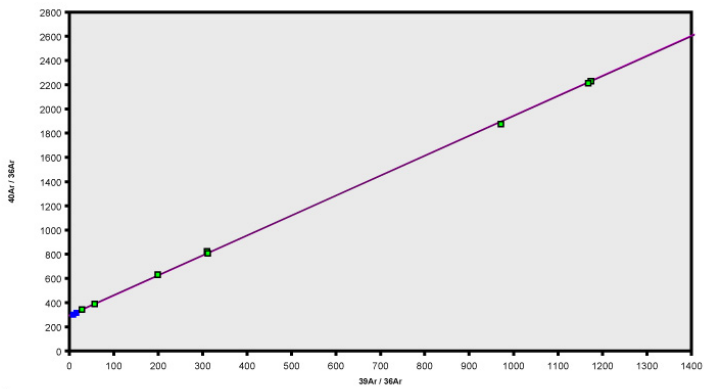
09C1462.AGE >>> KPD-08-025 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
 WEIGHTED PLATEAU  
 5.19  $\pm$  0.07  
 TOTAL FUSION  
 5.07  $\pm$  0.09  
 NORMAL ISOCHRON  
 5.20  $\pm$  0.08  
 INVERSE ISOCHRON  
 5.21  $\pm$  0.08

**Sample Info**  
 feldspar  
 Turkey  
 jh  
 IRR = OSU3A09  
 J = 0.0017493  $\pm$  0.0000033

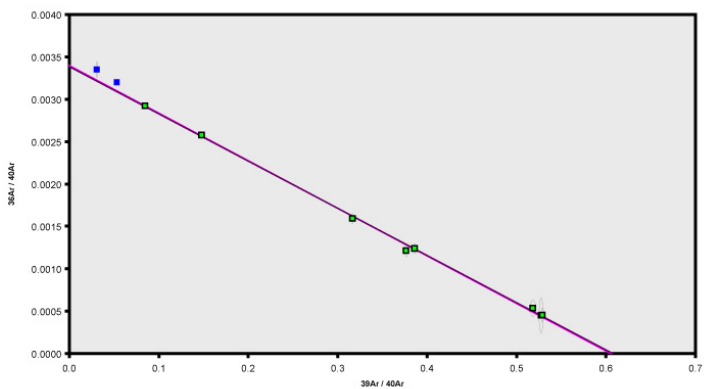
09C1462.AGE >>> KPD-08-025 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
 WEIGHTED PLATEAU  
 5.19  $\pm$  0.07  
 TOTAL FUSION  
 5.07  $\pm$  0.09  
 NORMAL ISOCHRON  
 5.20  $\pm$  0.08  
 INVERSE ISOCHRON  
 5.21  $\pm$  0.08  
 MSWD  
 0.91  
 40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
 feldspar  
 Turkey  
 jh  
 IRR = OSU3A09  
 J = 0.0017493  $\pm$  0.0000033

09C1462.AGE >>> KPD-08-025 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



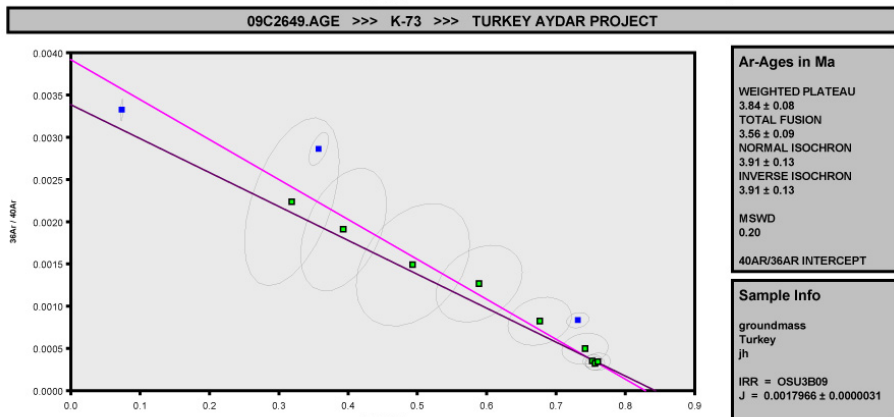
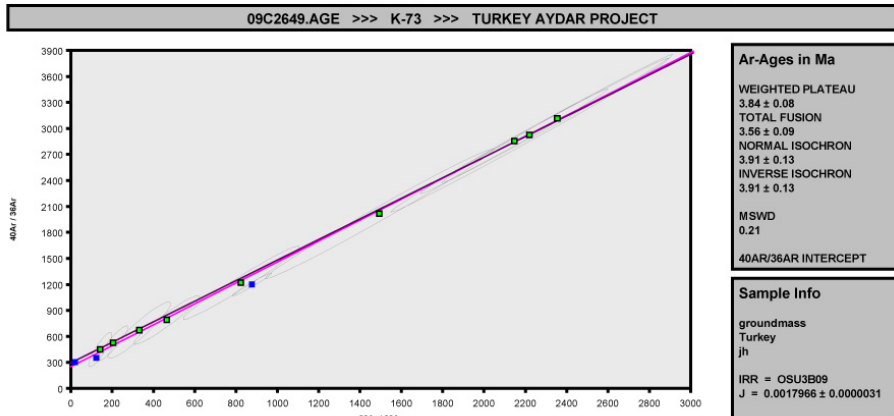
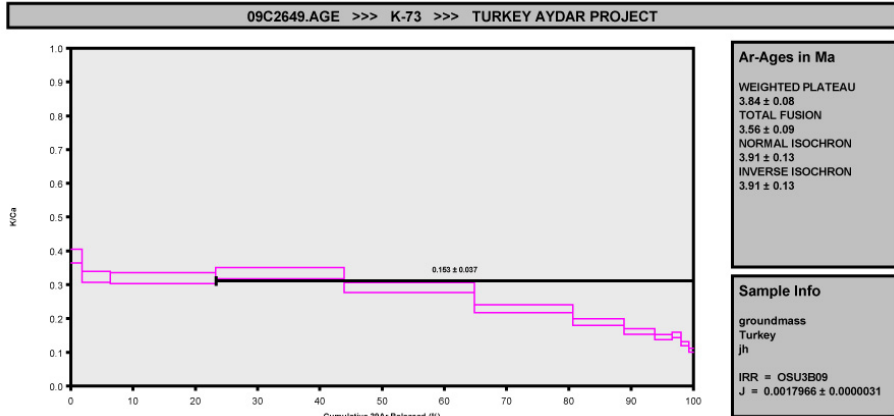
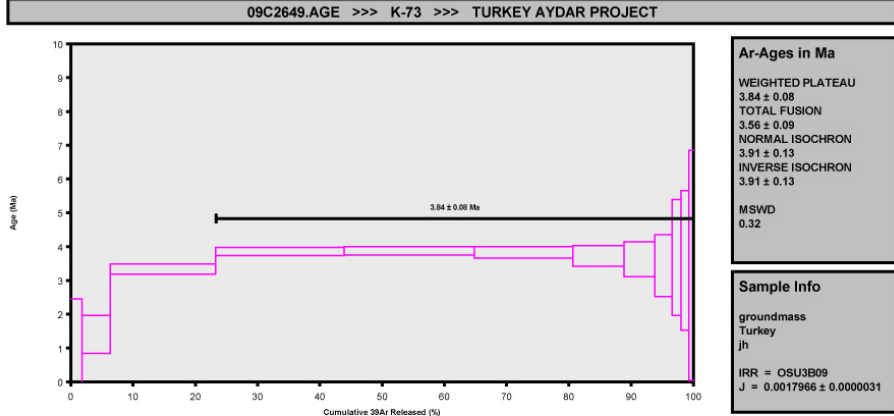
**Ar-Ages in Ma**  
 WEIGHTED PLATEAU  
 5.19  $\pm$  0.07  
 TOTAL FUSION  
 5.07  $\pm$  0.09  
 NORMAL ISOCHRON  
 5.20  $\pm$  0.08  
 INVERSE ISOCHRON  
 5.21  $\pm$  0.08  
 MSWD  
 0.95  
 40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
 feldspar  
 Turkey  
 jh  
 IRR = OSU3A09  
 J = 0.0017493  $\pm$  0.0000033

# K-073 DERİNKUYU Adakit

Results	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	40(p)/36(e) $\pm 2\sigma$	Statistics
	3.91 $\pm$ 0.13 External Error $\pm$ 0.15 Analytical Error $\pm$ 0.13	1.2085 $\pm$ 0.0414 $\pm$ 3.43%	246.2219 $\pm$ 70.7013 $\pm$ 28.37%	Convergence Number of Iterations Calculated Line 307 9
	0.000000119 Weighted York-2			
		Statistical F Ratio Error Magnification 2.01 1.0000		

Results	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	39Ar(k) (% n)	K/Ca $\pm 2\sigma$	GMSW
	3.84 $\pm$ 0.08 External Error $\pm$ 0.10 Analytical Error $\pm$ 0.07	70.70	0.153 $\pm$ 0.0037	0.32
	1.1865 $\pm$ 0.0229 $\pm$ 1.93%	2.31	Statistical T Ratio Error Magnification 1.0000	2.31
	1.0988 $\pm$ 0.0278 $\pm$ 2.50%	12	0.254 $\pm$ 0.005	
	0.000000119 Weighted York-2			

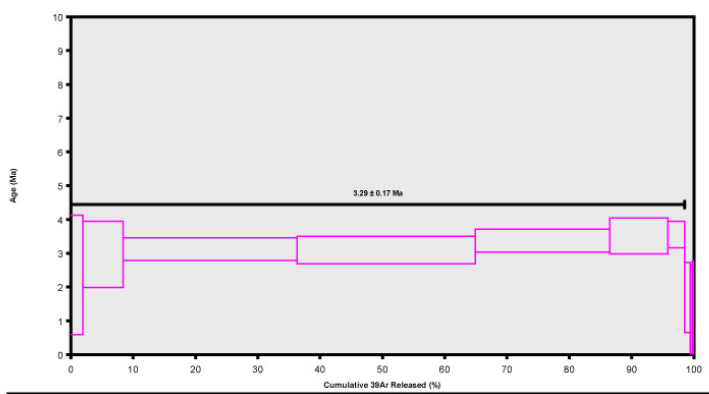


# K-072 DERİNKUYU Adakit

Results	40(e)/36(e) ± 2σ	40(p)/36(k) ± 2σ	Age ± 2σ (Ma)	QMSW
Isochron	286.9176 ± 0.3529 ± 0.35%	1.3395 ± 0.3196 ± 23.88%	4.30 ± 0.103 External Error ± 2.43% Analytical Error ± 1.03	0.48
Statistics	Statistical F Ratio Error Magnification n	2.21 1.0050 7	Convergence Number of Iterations Calculated Line	0.000000061 8 Weighted York-2

Results	40(p)/39(k) ± 2σ	39Ar(k) (%n)	K/Ca ± 2σ	QMSW	Age ± 2σ (Ma)
Weighted Plateau	1.0229 ± 0.0586 ± 5.76%	96.50	0.095 ± 0.001	1.04	3.29 ± 0.17 External Error ± 5.26% Analytical Error ± 0.17
Total Fusion Age	0.8820 ± 0.0586 ± 6.65%	11	0.179 ± 0.004	2.45	3.16 ± 0.19 External Error ± 0.20 Analytical Error ± 0.19
			Statistical F Ratio Error Magnification	1.0196	

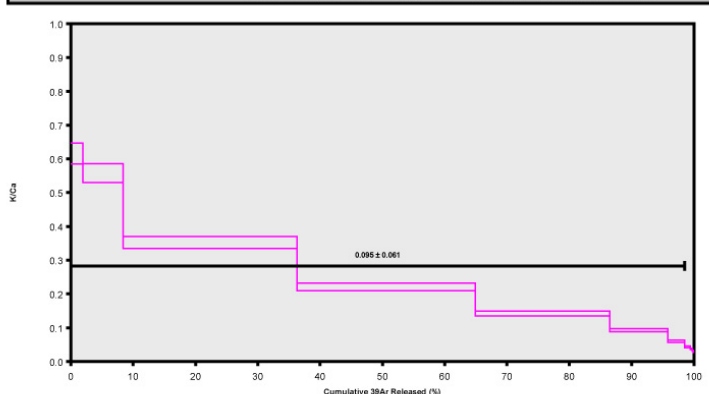
09C2664.AGE >>> K-72 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
3.29 ± 0.17  
TOTAL FUSION  
3.16 ± 0.19  
NORMAL ISOCHRON  
4.30 ± 1.03  
INVERSE ISOCHRON  
4.30 ± 1.00  
MSWD  
1.04

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017831 ± 0.0000032

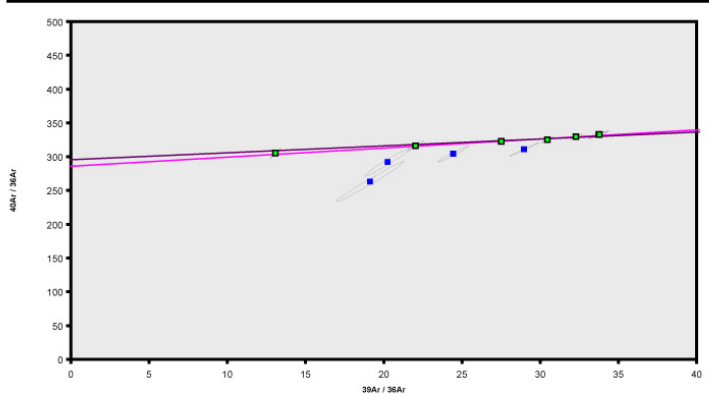
09C2664.AGE >>> K-72 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
3.29 ± 0.17  
TOTAL FUSION  
3.16 ± 0.19  
NORMAL ISOCHRON  
4.30 ± 1.03  
INVERSE ISOCHRON  
4.30 ± 1.00

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017831 ± 0.0000032

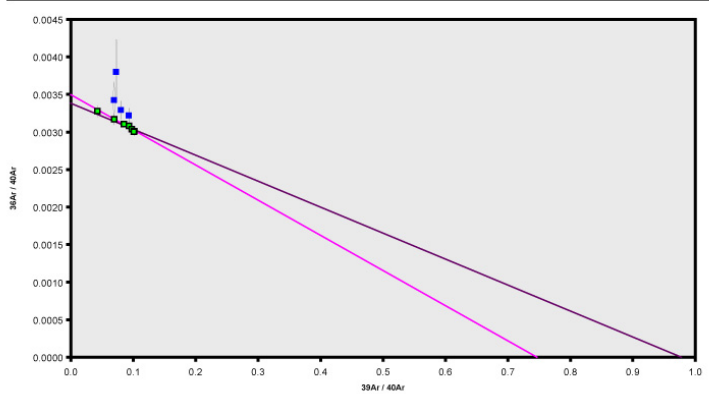
09C2664.AGE >>> K-72 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
3.29 ± 0.17  
TOTAL FUSION  
3.16 ± 0.19  
NORMAL ISOCHRON  
4.30 ± 1.03  
INVERSE ISOCHRON  
4.30 ± 1.00  
MSWD  
0.48  
40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017831 ± 0.0000032

09C2664.AGE >>> K-72 >>> TURKEY AYDAR PROJECT



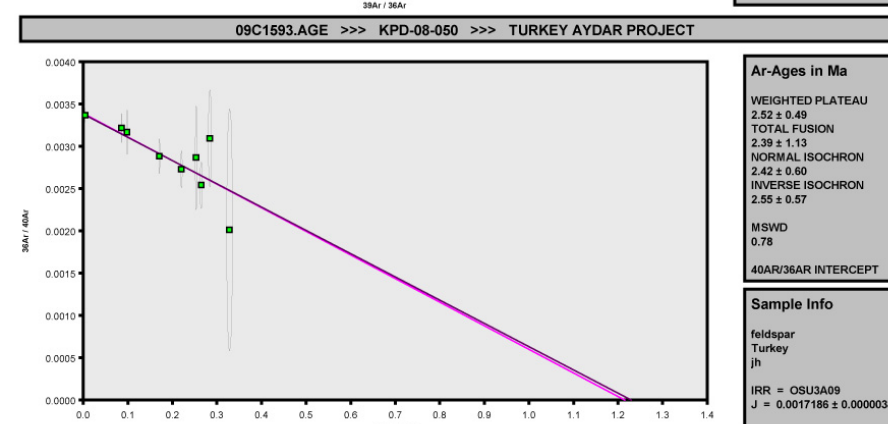
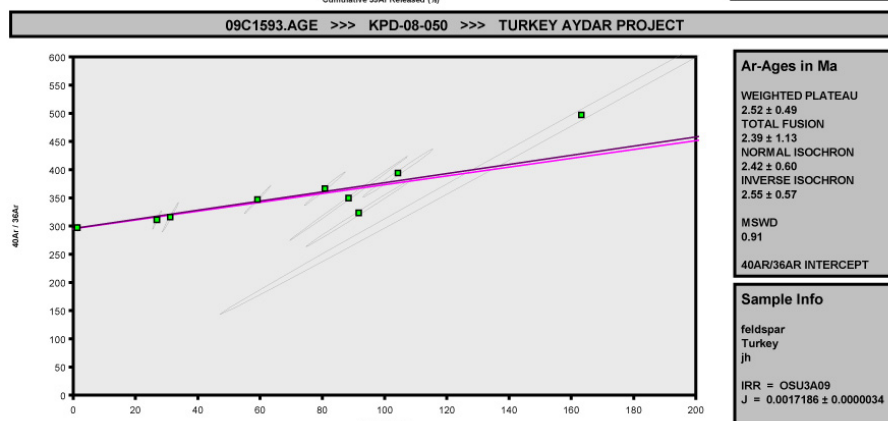
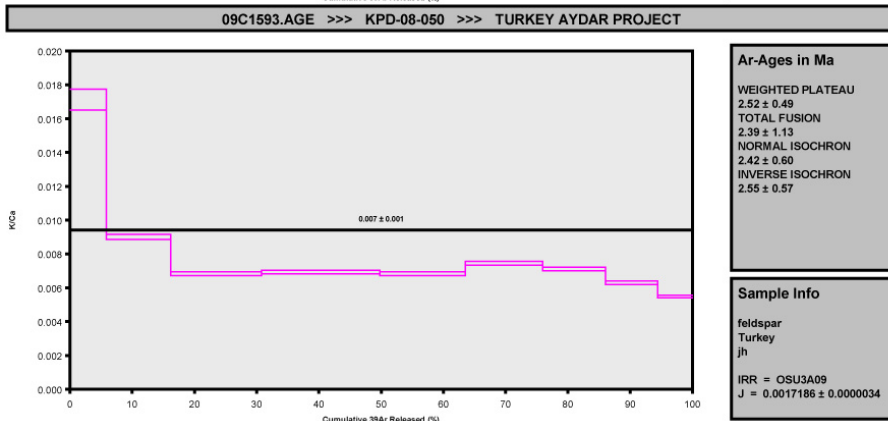
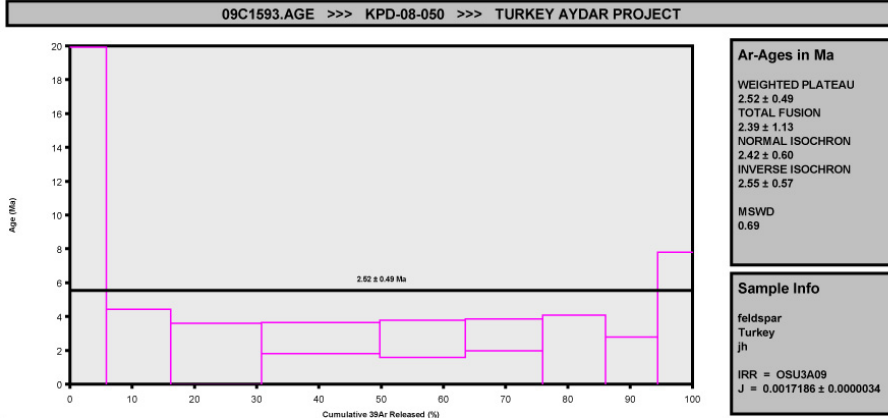
**Ar-Ages in Ma**  
WEIGHTED PLATEAU  
3.29 ± 0.17  
TOTAL FUSION  
3.16 ± 0.19  
NORMAL ISOCHRON  
4.30 ± 1.03  
INVERSE ISOCHRON  
4.30 ± 1.00  
MSWD  
0.48  
40AR/36AR INTERCEPT

**Sample Info**  
groundmass  
Turkey  
jh  
IRR = OSU3B09  
J = 0.0017831 ± 0.0000032

# KPD-08-050 VALİBABA Pomza

QMSW	Age ± 2σ (Ma)	0.91	2.42 ± 0.60 2.42 ± 24.88% External Error ± 0.60 Analytical Error ± 0.60
Results	40(t)/39(k) ± 2σ	0.8130 ± 0.1584 0.8130 ± 19.48%	Weighted Plateau
	40(t)/36(e) ± 2σ	295.2389 ± 7.0552 295.2389 ± 2.38%	Convergence
	K/Ca ± 2σ	0.007 ± 0.001	Number of Iterations
	39Ar(k) (% n)	100.00	9
	Statistical F Ratio	2.01	2.01
	Error Magnification	1.0000	1.0000
	Statistical T Ratio	2.31	2.31
	Error Magnification	1.0000	1.0000
	Age ± 2σ (Ma)	2.52 ± 0.49 2.52 ± 19.47% External Error ± 0.49 Analytical Error ± 0.49	Weighted York-2
	40(t)/39(k) ± 2σ	0.7712 ± 0.3642 0.7712 ± 47.22%	Calculated Line
	Total Fusion Age	2.39 ± 1.13 2.39 ± 47.19% External Error ± 1.13 Analytical Error ± 1.13	

Results	Weighted Plateau	0.8130 ± 0.1584 0.8130 ± 19.48%
	Total Fusion Age	2.39 ± 1.13 2.39 ± 47.19% External Error ± 1.13 Analytical Error ± 1.13



# K-159 GÖLLÜDAĞ Riyolit

QMSW	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	1.50 $\pm$ 0.05	0.84
	External Error $\pm$ 3.02%		
	Analytical Error $\pm$ 0.04		
Results	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	0.4595 $\pm$ 0.0138	0.000000029
	External Error $\pm$ 3.00%		
	Convergence	2.01	8
	Number of Iterations	1.0000	9
	Calculated Line		
	Statistical F Ratio	2.01	
	Error Magnification	1.0000	
	n		
Statistics	Isochron	294.5539 $\pm$ 2.2098	2.01
	External Error $\pm$ 0.75%		
	Statistical T Ratio		
	Error Magnification		
	Statistics	11	3.725 $\pm$ 0.065

QMSW	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	1.48 $\pm$ 0.03	0.83
	External Error $\pm$ 1.88%		
	Analytical Error $\pm$ 0.03		
Results	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	0.4544 $\pm$ 0.0184	0.000000029
	External Error $\pm$ 1.88%		
	Convergence	2.31	8
	Number of Iterations	1.0000	9
	Calculated Line		
	Statistical F Ratio	2.31	
	Error Magnification	1.0000	
	n		
Statistics	Isochron	294.5539 $\pm$ 2.2098	2.01
	External Error $\pm$ 0.75%		
	Statistical T Ratio		
	Error Magnification		
	Statistics	11	3.725 $\pm$ 0.065

QMSW	Age $\pm 2\sigma$ (Ma)	1.48 $\pm$ 0.03	0.84
	External Error $\pm$ 1.88%		
	Analytical Error $\pm$ 0.03		
Results	40(t)/39(k) $\pm 2\sigma$	0.4544 $\pm$ 0.0184	0.000000029
	External Error $\pm$ 1.88%		
	Convergence	2.31	8
	Number of Iterations	1.0000	9
	Calculated Line		
	Statistical F Ratio	2.31	
	Error Magnification	1.0000	
	n		
Statistics	Isochron	294.5539 $\pm$ 2.2098	2.01
	External Error $\pm$ 0.75%		
	Statistical T Ratio		
	Error Magnification		
	Statistics	11	3.725 $\pm$ 0.065

