İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARMUTLU YARIMADASI EOSEN VOLKANİKLERİNİN PALEOMANYETİZMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ümit AVŞAR

Anabilim Dalı: Jeofizik Mühendisliği

Programı: Jeofizik Mühendisliği

Tez Danışmanları: Yrd. Doç. Dr. Turgay İŞSEVEN
Doç. Dr. Ş. Can GENÇ

ARALIK 2003

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ARMUTLU YARIMADASI EOSEN VOLKANİKLERİNİN PALEOMANYETİZMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Ümit AVŞAR
(505001503)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 Aralık 2003
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Ocak 2004

Tez Danışmanları : Yrd.Doç.Dr. Turgay İŞSEVEN
Doç.Dr. Ş. Can GENÇ

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Haluk EYİDOĞAN (İ.T.Ü.)
Prof.Dr. Naci ORBAY (İ.Ü.)
Doç.Dr. M. Kemal TUNÇER (B.Ü.)

OCAK 2004

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, Kuzey Anadolu Fayı'nın iki önemli kolu arasında yer alan Armutlu Yarımadası'nda yer alan Eosen yaşlı volkanik kayaçlardan paleomanyetik örnekleme yapılarak, bölgenin tektonik gelişimine paleomanyetik açıdan bir yorum getirilmiştir.

Lisans öğrenimim boyunca fikir ve görüşleri ile beni yönlendiren, yüksek lisans eğitimim süresince tez danışmanlığımı yürüten ve her zaman beni sabırla dinleyip olumlu görüşlerini aktaran Yrd.Doç.Dr. Turgay İŞSEVEN'e teşekkürlerimi sunuyorum. Arazi çalışmalarında yardımlarını gördüğüm, jeolojik konularda sorularıma içtenlikle cevap veren ve verilerin tektonik yorumunda yardımlarını gördüğüm ikinci tez danışmanım Doç.Dr. Ş.Can GENÇ'e teşekkür ederim.

Gerek lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benim iyi bir mühendis olmamın yollarını gösteren tüm öğretim ve araştırma görevlileri ile her zaman soru ve problemlerime olumlu yaklaşan ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Emin Demirbağ'a teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

Paleomanyetik laboratuvar (İTÜ-BÜ'ne ortak anlaşmayla bağlı) çalışmalarını yaptığım KANTEK Paleomanyetizma laboratuvarının bağlı bulunduğu B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ve Jeomanyetizma Servisi çalışanlarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin hazırlanması sırasında karşılaştığım başta bilgisayar programları ile ilgili problemlerim olmak üzere, her ne koşulda olursa olsun bana yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Onur TAN'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Bu proje kapsamında 2002-2003 yaz aylarında paleomanyetik numune toplanması amacı ile yapılan arazi çalışması sırasında yardımlarından ötürü Prof.Dr. Okan TÜYSÜZ'e, Doç.Dr. Can GENÇ'e ve Yrd.Doç.Dr. Turgay İŞSEVEN'e teşekkür ederim.

Ayrıca bu tezin yapıldığı projeye maddi destek sağlayan; Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na ve bu tez çalışmasında kullanılmak üzere bilgisayar donanımı sağlayan İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu nezdinde, İ.T.Ü Fenbilimleri Enstitüsü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak beni tüm eğitimim boyunca maddi ve manevi olarak destekleyen ailem ile her zaman yanımda olan ve bana destek veren arkadaşım Sinem GÖÇ'e teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

OCAK 2003 Ümit AVŞAR

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **vii**
SEMBOL LİSTESİ **x**
ÖZET **xi**
SUMMARY **xiii**

1. GİRİŞ **1**

2. ARMUTLU YARIMADASI'NIN JEOLOJİSİ **2**
2.1 Çalışma Alanının Jeolojisi 2
2.1.1 Kuzey Zon (Armutlu Metamorfik Topluluğu) 3
2.1.2 Orta Zon 4
2.1.2a İznik Metamorfik Topluluğu 4
2.1.2b Geyve Metaofiyoliti 5
2.1.3 Güney Zon 7
2.2 Eosen Birimlerinin Jeolojisi 7
2.2.1 Fıstıklı Granitoyidi 7
2.2.2 Kızderbent Volkaniti 8

3. ARMUTLU YARIMADASI'NIN TEKTONİĞİ **13**

4. PALEOMANYETİK NUMUNELERİN TOPLANMASI ve ANALİZİ **18**
4.1 Paleomanyetik Numunelerin Toplanması ve Ölçmeye Hazırlanması 18
4.2 İkincil Mıknatıslanmaların Temizlenmesi 22
4.2.1 Isıl Temizleme Yöntemi 23
4.3 Spinner Manyetometresi 25
4.4 Demanyetizasyon Sonuçlarının Analizi 26
4.4.1 Stereografik Projeksiyon 27
4.4.2 As-Zijderveld Projeksiyonu 28
4.5 Paleomanyetik Verilerin İstatistik Analizi 30

5. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI **33**
5.1 Pilot Numunelerin Seçimi ve Analizi 33
5.2 Kalıntı Mıknatıslanma Ölçümleri 37

6. PALEOMANYETİK VERİLERİN YORUMLANMASI **43**

6.1 Armutlu Yarımadası Eosen Volkaniklerine Ait Ortalama Mıknatıslanma Doğrultularının Sapma Açılarının Değerlendirilmesi 43

6.2 Armutlu Yarımadası Eosen Volkaniklerine Ait Ortalama Mıknatıslanma Doğrultularının Eğim Açılarının Değerlendirilmesi 53

7. SONUÇLAR **55**

8. ÖNERİLER **56**

KAYNAKLAR **58**

EKLER **63**

ÖZGEÇMİŞ **91**

KISALTMALAR LİSTESİ

AAZ	**:** Armutlu-Almacık Zonu
A/m	**:** Amper/metre
CFR	**:** Centre des Faibles Radioactivites-Laboratorie
DAF	**:** Doğu Anadolu Fayı
DKM	**:** Doğal Kalıcı Mıknatıslanma
GPS	**:** Global Positioning System
İPSZ	**:** İntra-Pontid Sütur Zonu
KAF	**:** Kuzey Anadolu Fayı
K-Ar	**:** Potasyum-Argon metodu ile radyometrik yaş tayini
KANTEK	**:** Kandilli Rasathanesi-İstanbul Teknik Üniversitesi
MMTD60	**:** Magnetic Measurements Thermal Demagnetiser 60
my	**:** milyon yıl
MTA	**:** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
TÜBİTAK	**:** Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 5.1 Armutlu Yarımadasına ait 50 mevki için temizleme sonrası elde edilen tektonik düzeltme öncesi ve sonrası kalıcı mıknatıslanma doğrultuları. Koyu renkli satırlar değerlendirme dışı bırakılan mevkileri göstermektedir. AD: Doğrultu açısını, I: Eğim açısını, k: Prezisyon parametresini ve α_{95} : Emniyet çemberini göstermektedir… 38

Tablo 6.1 Armutlu Yarımadası'na ait temizleme sonrası elde edilen saat yönlü kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalamaları. Parantez içindeki değerler negatif eğimin pozitif eğime dönüştürülmesi sonucu elde edilen doğrultu açılarıdır. "*" Saat yönlü rotasyonların ortalamaları hesaplanırken atılan mevkileri gösterir……. 45

Tablo 6.2 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden Tatar vd. (1995)'de elde ettikleri kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalaması…….. 48

Tablo 6.3 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden Orbay vd. (1996)'da elde ettikleri kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalaması…….. 49

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	Türkiye'de bulunan tektonik birlikler. Haritada AAZ: Armutlu Almacık Zonu, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, İPSZ: İntra-Pontid Sütur Zonu. Yılmaz vd., (1997)'den değiştirilerek alınmıştır.....	2
Şekil 2.2	(a)Armutlu Yarımadası ve civarının jeoloji haritası. (b) Armutlu Yarımadası' ndaki başlıca tektonik zonlar. Haritadaki altıgen semboller paleomanyetik örneklemelerin yapıldığı mevkilerin dağılımını sembollerin yanındaki yazılar ise mevki adlarını göstermektedir. (Genç ve Yılmaz,1997'den değiştirilerek)…….……....	6
Şekil 2.3	Teşvikiye köyü Çınarcık yolu, bazalt–bazaltik andezitik kayaçlar…….	10
Şekil 2.4	Kızderbent köyü yakınlarında yer alan bir dayktan görünüm…….....	11
Şekil 2.5	Mecidiye köyü yakınlarında yer alan andezitik lavlar…….…….	12
Şekil 2.6	Bahçecik köyü yakınlarında bulunan soğuma kolonlu bazaltik kayaçlar…...…….	12
Şekil 3.1	Türkiye'nin Permiyen-Eosen arası tektonik gelişimini gösteren paleotektonik haritalar. Haritalarda vv: volkanik yayları, koyu kalın çizgiler dalma-batma zonlarını, BY:Biga Yarımadası'nı İ:İstanbul'u ve Z:Zonguldak'ı göstermektedir. Yılmaz vd. (1997)'den değiştirilerek……..	14
Şekil 3.2	Türkiye ve çevresinin röliyef haritası. Topoğrafik veriler Amerika Birleşik Devletleri, National Geophysical Data Center (NGDC)'den alınmıştır. Haritanın hazırlanmasında Generic Mapping Tool (Wessel ve Smith, 1995) yazılım programı kullanılmıştır. Ortalama levha hızları McClusky vd. (2000)'den alınmıştır. Haritada Kuzey Anadolu "KAF", Doğu Anadolu Faylarını "DAF" ile belirtilmektedir. Dikdörtgen ile işaretli alan Armutlu Yarımadası'nı göstermektedir……...	16
Şekil 4.1	Portatif karot alma makinası yardımıyla araziden numune toplanması…….	19
Şekil 4.2	Portatif karot alma makinası yardımıyla araziden toplanan numunelere örnekler…….	19
Şelil 4.3	Arazide numunenin yönlendirilmesi ve adlandırılması (İşseven, 2001)……..	20
Şekil 4.4	Güneş pusulası yardımıyla doğrultu ve eğimin ölçülmesi…	21
Şekil 4.5	(a) Numunelerin kesilerek ölçüme hazırlanması, (b) 1 inch'lik silindirik numuneler……	22

Şekil 4.6 Isıl demanyetizasyon işlemlerinde kullanılan fırın (MMTD60)..……. 25
Şekil 4.7 KANTEK paleomanyetizma laboratuvarında kullanılan Fransız CFR kuruluşunca imal edilen spinner manyetometresi……. 26
Şekil 4.8 Stereografik projeksiyonun kullanımı……... 27
Şekil 4.9 Mıknatıslanma vektör bileşenleri diyagramı: (a) Mıknatıslanma vektörünün yatay düzlemde gösterimi. (b) Kuzey-güney doğrultulu düşey düzlemde doğal kalıcı mıknatıslanma vektörünün bileşenleri ile görünümü. (c) Yatay ve düşey projeksiyonun birlikte gösterildiği diyagram. İçi dolu kareler yatay projeksiyondaki vektör iz düşümünü, içi boş kareler düşey projeksiyondaki vektör iz düşümününü göstermektedir. Kareler üzerindeki sayılar ise demanyetizasyon adımlarını belirtir. Şekillerin eksenlerinde yer alan mıknatıslanma şiddetleri 'A/m' cinsindendir (Buttler, 1992)…….. 28
Şekil 4.10 Normalize edilmiş sıcaklık-mıknatıslanma şiddet diyagramı……... 30
Şekil 5.1 Kızderbent (İZ6-4a) ve İrşadiye köyü (İZ25-7a) mevkilerine ait pilot numune sonuçları. a-d) Zijderveld projeksiyonu, b-e) Stereografik Projeksiyon ve c-f) Normalize edilmiş sıcaklık mıknatıslanma şiddet diyagramı……... 34
Şekil 5.2 Dumanlı tepe (İZ23-3a) ve Mecidiye doğusu (İZ11-5a) mevkilerine ait pilot numune sonuçları. a-d) Zijderveld projeksiyonu, b-e) Stereografik Projeksiyon ve c-f) Normalize edilmiş sıcaklık-mıknatıslanma şiddet diyagramı……... 36
Şekil 5.3 İkincil mıknatıslanmaların temizlenmesi için numunelere uygulanması gereken temizleme sıcaklık aralıkları…….. 37
Şekil 5.4 Kırkharman (İZ23) ve İrşadiye köyü (İZ25) mevkilerine ait. a-c) Ortalama doğal kalıcı mıknatıslanma doğrultuları. b-d) Ortalama kalıcı mıknatıslanma doğrultuları…….. 41
Şekil 5.5 Mecidiye doğusu (IZ13) ve Mekece (IZ2) mevkilerine ait. a-c) Ortalama doğal kalıcı mıknatıslanma doğrultuları. b-d) Ortalama kalıcı mıknatıslanma doğrultuları…… 42
Şekil 6.1 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerine ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları. Haritada numarandırılmış alanlar saatin tersi yönlü rotasyonların görüldüğü alanları göstermektedir……... 44
Şekil 6.2 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinde daha önceden yapılmış paleomanyetizma çalışmaları ile bu çalışma sonucu elde edilen saat yönlü kalıcı mıknatıslanma doğrultularının dağılımı. Haritada okların yakınlarındaki yazılar mevki isimlerini belirtmektedir (U:Ulaşlı, S:Sarısu, B:Bahçecik, İK:Kızderbent, İM:Mekece)……. 46
Şekil 6.3 Sağ yönlü doğrultu atım karakterli iki fay kolu arasında

bulunan rijit bir blokun rotasyonu……. 47
Şekil 6.4 Armutlu Yarımadası Eosen volkanikleri saat yönlü rotasyonların mevki ortalamaları. (a) Bu çalışma ve önceki çalışmalarda elde edilen tüm saat yönlü rotasyonlar dahil edildiğinde, (b) Aykırı duran iki mevki değerlendirmeye katılmadığında elde edilen mevki ortalamaları……. 48
Şekil 6.5 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerine ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları ve bölgedeki lokal tektonik yapılar…… 51
Şekil 8.1 Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'nda günümüze kadar yapılan paleomanyetik çalışmalardan elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultuları…… 57

SEMBOL LİSTESİ

A	**:** Sabit
a	**:** Shear zonunun genişliği
c	**:** Sabit
D	**:** Mıknatıslanma Doğrultusunun sapma açısı
D	**:** Shear zonu boyunca oluşan toplam atım miktarı
$\mathbf{H_c}$	**:** İç direnme kuvveti (Koersif kuvvet)
I	**:** Mıknatıslanma Doğrultusunun eğim açısı
$\mathbf{J_o}$	**:** Doğal kalıcı mıknatıslanma şiddeti
$\mathbf{J_s}$	**:** Mıknatıslanma şiddeti
$\mathbf{J/ J_o}$	**:** Her bir demanyetizasyon adımında ölçülen mıknatıslanma şiddetinin, doğal kalıcı mıknatıslanma şiddetine oranı
k	**:** Boltzman Sabiti
k	**:** Prezisyon parametresi
N	**:** Numune sayısı
p	**:** Yoğunluk dağılımı
R	**:** Bileşke vektör
T	**:** Sıcaklık
$\mathbf{T_c}$	**:** Curie sıcaklığı
V	**:** Dane hacmi
α_{95}	**:** Emniyet çemberi
θ_{95}	**:** Emniyet çemberi yarıçapı
τ	**:** Rölaksasyon zamanı
ψ	**:** Radyan cinsinden rotasyon açısı
λ	**:** Coğrafik Enlem

ARMUTLU YARIMADASI EOSEN VOLKANİKLERİNİN PALEOMANYETİZMASI

ÖZET

Türkiye'de Neotektonik dönemin başlangıcı, Arap-Afrika ve Avrasya levhalarının etkileşime başladığı dönem olarak kabul edilir. Bu dönemin başlangıcıyla Anadolu levhası olarak adlandırılan levhanın, iki ayrı tektonik sınır boyunca batıya doğru hareketi görülmektedir. Bu levha sınırlarından biri Kuzey Anadolu Fayı (KAF) diğeri ise Doğu Anadolu Fayı (DAF)'dır. Kuzey Anadolu Fayı Türkiye'nin doğusundan başlayıp Yunanistan'a dek uzanan ve günümüzde de aktivitesini sürdüren önemli bir faydır. Nitekim 1999 depremleri de bunu göstermektedir. Kuzey Anadolu Fay'ı başlangıç noktası olan Karlıova'dan başlayıp neredeyse tek bir parça olarak Mudurnu vadisine dek uzanırken, bu noktadan sonra Marmara bölgesinde kuzey ve güney kollar olmak üzere iki kola ayrılır. Bu tezin çalışma bölgesi olan Armutlu Yarımadası da bu iki kolun arasında yer almaktadır. Armutlu Yarımadası'nın tektonik gelişimini aydınlatmak amacı ile günümüze değin değişik jeolojik tektonik ve paleomanyetizma çalışmaları yapılmıştır. Ancak, paleomanyetik çalışmalarda örnekleme yapılan mevkilerin çoğu Armutlu Yarımadası'na komşu alanlardadır. Dolayısıyla Armutlu Yarımadası üzerinde az sayıda paleomanyetik örneklenmiş mevki bulunmaktadır (Tatar vd., (1995); Orbay vd., (1996)). Paleomanyetik mevki sayısını yeterince arttırmak ve iyi bir dağılım sağlamak amacı ile bu bölgede paleomanyetik çalışma yapılmıştır.

Bu tez kapsamında, 102Y032 nolu "Armutlu Yarımadası (KB Anadolu) Eosen Magmatik Kayalarının Petrolojik Evrimi ve Paleomagnetizma Özelliklerinin Araştırılması" isimli TÜBİTAK projesi kapsamında elde edilen paleomanyetik veriler (Eosen volkaniklerinden her mevkiden en az 7 karot almak üzere toplam 50 mevki) ile bölgede daha önceden yapılmış çalışmalar topluca değerlendirilmiştir.

Söz konusu karot numuneler "KANTEK" paleomanyetizma laboratuvarında ölçmelere hazır hale getirildikten sonra, standart paleomanyetik yöntemler kullanılarak her mevkiye ait ortalama mıknatıslanma doğrultusu belirlenmiştir. 50 paleomanyetik mevkiden 32'sinin güvenilir mıknatıslanmaya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Güvenilir mevkilere ait ortalama mıknatıslanma doğrultularının sapma ve eğim açıları, bölgenin tektonik hareketleri ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Armutlu Yarımadası'nın çeşitli kesimlerinde yarımadayı temsil edebilecek saat yönlü rotasyonlar elde edilmiş ve söz konusu rotasyonların ortalamasının ~26° olduğu saptanmıştır.

Faylarla sınırlı alanlarda rijit blokları rotasyonu üzerine geliştirilmiş olan matematiksel modelleme Armutlu Yarımadası içinde uygulanarak test edilmiştir. Matematiksel modellemede Yarımada'yı sınırlayan faylardaki atım miktarları kullanılarak yarımadada beklenen rotasyon miktarı hesaplandığında bu değerin

~29° olduğu görülmüştür. Böylece elde edilen paleomanyetik rotasyon miktarı ile matematiksel modelden hesap edilen değerlerin uyum içinde olduğu belirlenmiştir.

Armutlu Yarımadası yukarıda belirtildiği gibi Kuzey Anadolu Fayı'nın kolları ile sınırlı bir alandır. Söz konusu fay doğrultu atımlı sağ yönlü bir fay olduğundan, bölgede saat yönlü rotasyonların beklenmesi doğaldır. Ancak bölgenin çeşitli kesimlerinde genel tektonik mekanizmaya uymayan saatin tersi yönlü rotasyonlarla da karşılaşılmıştır. Bu rotasyonların genellikle bulundukları mevkilerin civarındaki faylarla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultuları eğim açıları da değerlendirilmiştir. Bölge için beklenen manyetik eğim açısı I=~59° olup güvenilir paleomanyetik mevkilerin ortalama mıknatıslanma eğim açılarının genellikle bu değerden düşük olduğu görülmüştür. Benzer sonuçlara bölgenin hemen doğusunda yer alan Almacık Dağı'ndaki paleomanyetik çalışmalarda da rastlanmıştır.

Bu bilgiler ışığında, bölgenin Eosen'den bugüne güneyden kuzeye doğru "enlemsel bir hareket" yapmış olduğu da söylenebilmektedir.

THE PALAEOMAGNETISM OF THE EOCENE VOLCANICS IN ARMUTLU PENINSULA

SUMMARY

The beginning of the Neotectonic period in Turkey is accepted the beginning of the interaction of Arab-Africa and Eurasia plates. Since the beginning of this period, the Anatolian plate has been moving toward to west by using two different tectonic borders. These frontiers are the North Anatolian Fault (NAF) and the East Anatolian Fault (EAF) respectively. The North Anatolian Fault which is starting from eastern Turkey and continuating to Greece, continues its activity at the present time. Thus the 1999's earthquakes proved this. The North Anatolian Fault is extending from Karlıova to Mudurnu as a mainly single strand then splays into two branches called North and South in the Marmara region. The Armutlu Peninsula which is the research area in this study is located between these two branches. Many geologic, tectonic and paleomagnetic researchs have been done to explain the tectonic evolution of the Armutlu Peninsula. The palaeomagnetic sampling sites were generally at the neighbouring areas of the Armutlu Peninsula in the palaeomagnetic experiments so there is a few palaeomagnetic sampling sites in the Armutlu Peninsula (Tatar et al., 1995; Orbay et al., 1996). This palaeomagnetic experiment has been done to obtain a good distribution of palaeomagnetic sampling sites by increasing the number of them.

The data set (samples were collected 50 sites from the Eocene volcanics, there are at least 7 or more core samples for each site) which was used in this study were obtained from the TUBITAK's project named "The Petrological Evolution and Palaeomagnetism of the Eocene Volcanics in Armutlu Peninsula (NW Anatolia)". Then an overall evaluation was performed by considering the palaeomagnetic results of the previous studies.

In "KANTEK" palaeomagnetism laboratory, magnetization direction were obtained for each sites after the samples prepared for the measurements by applications of standart palaeomagnetic methods. It was determined that 32 palaeomagnetic sites out of 50 have reliable magnetization.

The declination and inclination of the mean magnetization direction of the reliable sites were related to the regional tectonic motions. Clockwise rotations were obtained from the different places of the Armutlu Peninsula. According to their distribution, these rotations can represent all of the peninsula. The mean magnetization direction of them is approximately 26°.

A mathematical model which was devoloped for calculating the rotations of bordering faults rigid blocks was applicated to Armutlu Peninsula. When the amount of rotation was calculated according to the displacements of the bordering faults by using the mathematical model. It was obtained 29°. As it is seen, the

rotations obtained from the palaeomagnetic study and calculated from the mathematical model are in a good agreement.

As it is mentioned above, Armutlu Peninsula is located between the branches of the North Anatolian Fault. On the mentioned fault, is a right-lateral strike slip fault so a clockwise rotation is expected in the research area. However, many anti-clockwise rotations were obtained in different places of the Armutlu Peninsula. These rotations may be related with the faults which are around the sites.

Also the inclination angles of the Eocene volcanics in Armutlu Peninsula was interpreted. The estimating inclination angle for the region is about 59°. It is observed that the inclination angles are smaller than 59°. Same results were seen at the previous palaeomagnetic studies in the Almacık Flake which is located east of Armutlu Peninsula.

According to the previous studies, we can claim that the region has a South-North movement since Eocene time.

1.GİRİŞ

Günümüzde yerkürenin çeşitli levhalardan oluştuğu ve bu levhalarında hareket halinde olduğu 1960'larda "Levha Tektoniği" kavramının ortaya çıkışından beri bilinmektedir. Paleomanyetizma çalışmalarında temel amaç yermanyetik alanının zaman içindeki özelliklerini ve levhaların birbirlerine göre bağıl konumlarını belirlemektir. Günümüzde paleomanyetizma çalışmaları bir bölgedeki tektonik problemlerin çözümüne yardımcı olmak amacıyla da yapılmaktadır.

Paleomanyetik çalışmalar sonucunda elde edilen mıknatıslanma doğrultularının doğrultu açıları kullanılarak örnekleme yapılan blokun ne kadar rotasyon miktarına sahip olduğu belirlenirken, eğim açıları kullanılarak blokun jeolojik zamanın herhangi bir anındaki paleocoğrafik konumu (enlem açısı olarak) belirlenebilir.

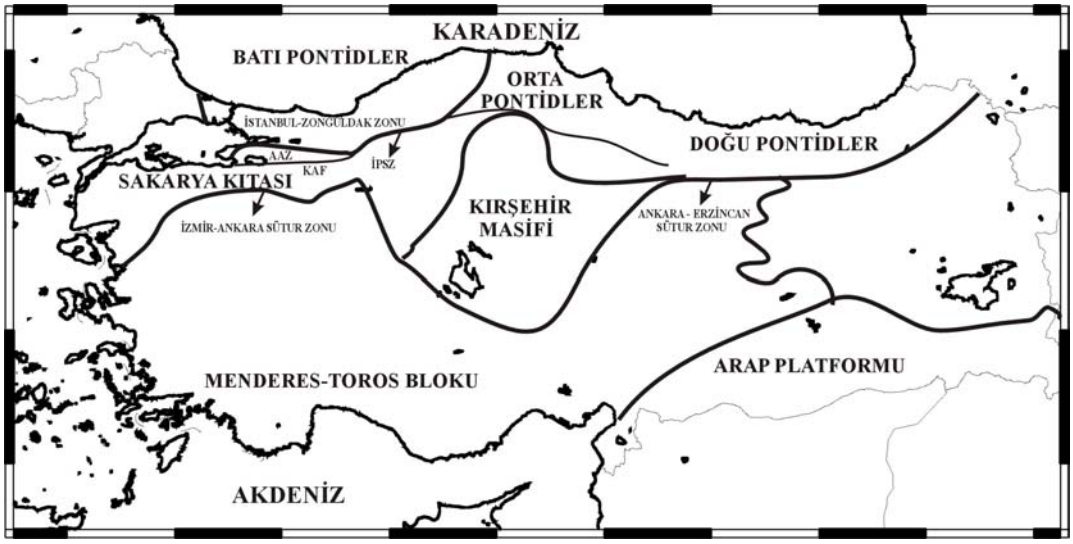
Armutlu Yarımadası ve civarında daha öncede paleomanyetik çalışmalar yapılmıştır (Sarıbudak vd., 1990; Tatar vd., 1995; Orbay vd., 1996). Ancak bu çalışmalar genelde komşu bölgeler üzerine yoğunlaşmış ve Armutlu Yarımadası'ndan az sayıda paleomanyetik örnekleme yapılmıştır. Bu çalışmadaki amaç bölgeyi paleomanyetik açıdan sağlıklı şekilde örnekleyip, bölgenin tektonik gelişimini açıklamaya yardımcı bilgiler ortaya çıkarmaktır.

Bu tez çalışmasında 2002-2003 yılları arasında 102Y032 nolu TÜBİTAK projesi kapsamında yürütülen paleomanyetizma araştırması çerçevesinde, Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden toplam 50 mevkiden paleomanyetik yönlü numune alınmıştır. Paleomanyetik laboratuar çalışmaları neticesinde elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultuları ile daha önceleri bölgede yapılmış olan çalışmaların sonuçları birleştirilerek, tektonik değerlendirmeye gidilmiştir

2. ARMUTLU YARIMADASI'NIN JEOLOJİSİ

2.1 Çalışma Alanının Jeolojisi

Armutlu Yarımadası batı Pontidlerin bir parçası olan Armutlu-Almacık Zonu içinde yer almaktadır. Yarımada kuzeyde İstanbul-Zonguldak Zonu Güneyde ise Sakarya Kıtası ile Kuzey Anadolu Fayı kolları ile sınırlıdır (Şekil 2.1). Bölgede genç örtü birimleri ile örtülü, birbirinden farklı özellik gösteren 3 farklı zondan söz edilebilir (Yılmaz ve diğ., 1995) (Şekil 2.2b).



Şekil 2.1 Türkiye'de bulunan tektonik birlikler. Haritada; AAZ: Armutlu-Almacık Zonu, KAF: Kuzey Anadolu Fayı, İPSZ: İntra-Pontid Sütur Zonu. Yılmaz vd., (1997)' den değiştirilerek alınmıştır.

Bu bölgelerin ana jeolojik unsurları şu şekilde sıralanabilir: Kuzey zon; Paleozoik istifin zayıf metamorfizmaya uğramış halini temsil eder ve Armutlu metamorfik topluluğu olarak adlandırılır (Yılmaz ve diğ., 1990; Yılmaz ve diğ., 1995). Orta zon; Intra-Pontid okyanusunun kalıntıları olan metaofiyolitik kayalar ve İznik metamorfik topluluğu olarak adlandırılan Sakarya Kıtası birimlerinin metamorfizmaya uğramış eşdeğerlerini temsil eden topluluklardan oluşur. Bu iki zonun üstü Geç Mesozoik-Geç Tersiyer birimleri ile örtülüdür. Güney zon ise Sakarya Kıtası birimlerinden meydana gelmektedir ve üstleri Erken-Geç Mesozoik

ve Tersiyer yaşlı örtü ile kaplıdır (Şekil 2.2b). Örtü öncesi her üç bölge kendine özgü bir tektonik geçmişe sahiptir (Yılmaz ve diğ., 1995). Bu bölgelerin jeolojik yapıları kısaca takip eden bölümlerde verilecektir.

2.1.1 Kuzey Zon (Armutlu Metamorfik Topluluğu)

Kuzey zon Armutlu Yarımadası kuzeyinde az çok D-B uzanımlı bir kuşak halindedir (Şekil 2.2b). Bölgede Yılmaz ve diğ. (1990) tarafından Armutlu metamorfik topluluğu olarak adlandırılan metamorfikler ile bu birimlerin üstünü örten Geç Kreatse-Tersiyer yaşlı örtü birimleri yer alır.

Armutlu metamorfik topluluğu Armutlu Yarımadası'nın batı kesimlerinde mostra verir (Şekil 2.2a). Armutlu metamorfik topluluğu kendi içinde bir birinden farklı özellik gösteren şu 4 statigrafik istife ayrılır (Yılmaz ve diğ., 1990);

1- Amfibol-Metagranit birimi (Büyük Kumla Amfiboliti, Narlı Metagraniti),
2- Amfibolit-Metabazit-Asidik Metalav / Meta tüf Metapelit birimi (Tazdağ Metavolkaniti),
3- Metakuvarsit birimi (Kapaklı formasyonu),
4- Metaşeyl-Metasilttaşı birimi (Tınaz tepe formasyonu).

Bu istifin genel özellikleri kısaca şu şekildedir;

Armutlu metamorfik topluluğunun temelini Büyük Kumla amfiboliti olarak adlandırılan, amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış asidik-bazik mağmatik kaya kompleksi oluşturur. Egemen olan kayalar gabro ve diyorit kökenli bazik kayalar ile granodiyorit ve granit ile gnays gibi asidik mağma kayalarıdır. Granitik kesimler Narlı metagraniti olarak adlandırılır. Bu birimin üstünde Tazdağ metavolkaniti yer almaktadır. Birim metabazit-metapelit ve bunlarla arakatlı asidik metalav, metatüf ve metaignimbrit ile temsil edilmektedir. Tazdağ metavolkaniti'nin üzerine uyumsuz olarak, zayıf metamorfizmaya uğramış kaba-ince taneli kuvarsitlerden oluşan ve Kapaklı formasyonu olarak adlandırılan birim oturmaktadır. Kapaklı formasyonu üste doğru kısmen homojen bir metaşeyl, metasilttaşı istifine geçer. Tınaztepe formasyonu olarak adlandırılan bu birim az derecede metamorfizmaya uğramış olup bazı bölgelerde kalkşist ve konglomera arakatkıları içerir.

Birimlerin yaşları konusunda şu bilgiler verilebilir; Kapaklı formasyonu birimlerinden elde edilen her hangi bir paleontolojik bilgi olmamasına karşın, kuzeyde yer alan İstanbul-Zonguldak paleozoik istifindeki Ordovisiyen kuvarsitleri ile benzer birimler olmasından ötürü birimin yaşı Ordovisiyen olarak kabul edilmiştir. Dolayısıyla bu birimin altında yer alan birimlerin yaşıda Kambriyen veya Prekambriyen olarak verilebilir. Bunu destekleyen diğer bir bilgi ise Büyük Kumla amfibolitine benzer birimleri bölgesel ölçekte Kambriyen birimlerinin altında yer almasıdır. Tınaztepe formasyonunun yaşı ise fosiller yardımı ile Silüriyen olarak belirlenmiştir (Yılmaz ve diğ., 1990).

2.1.2 Orta Zon

Orta zon metamorfik kayaların hakim olduğu bir bölgedir. Bu zonda İznik metamorfik topluluğu ve Geyve metaofiyoliti yer almaktadır (Şekil 2.2a). Bu iki birim arasındaki sınır günümüzde bir ters faydır. Bu birimlerin genel özellikleri şu şekilde özetlenebilir;

2.1.2a İznik Metamorfik Topluluğu

İznik metamorfik topluluğu orta zonun tabanında yer alır ve Sakarya Kıtası birimlerinin bölgesel ölçekte metamorfizmaya uğramış halini temsil eder. Birim doğuda Geyve boğazından başlayıp batıda Gemlik, Orhangazi dolaylarına dek uzanır (Şekil 2.2a). Bu uzanım sürekli olmayıp sık sık yanal atımlı faylar ile Armutlu metamorfik topluluğu ile yan yana gelir (Yılmaz ve diğ., 1990; Genç ve Yılmaz, 1997).

İznik metamorfik topluluğu; içinde stratigrafik olarak farklı düzeyler ayırt edilebilen ve çoğunluğu çökel kökenli bir istifin metamorfizmasından oluşan bir topluluktur. İstifte farklı iki kesim hemen dikkati çeker. Bunlar başlıca kırıntılı kayalardan oluşan alt kesim ile karbonat kayalarının egemen olduğu üst kesimdir. Bu genel ayrım yaklaşık olarak istifte Paleozoyik ve Mesozoyik'e karşılık gelmektedir (Yılmaz ve diğ., 1990).

İnceleme alanında İznik metamorfik topluluğunun görünür en altında kuvarsitik metakonglomera ve kuvarsitler yer alır. Metakonglomera ve metakuvarsitler düşey ve yanal olarak mermer-kalk-şist ve fillat, kuvarsit-serisitik şist, kuvars-feldispat şist istiflerine geçmektedirler. İznik kuzey ve kuzeydoğusunda bu istifin üstünde,

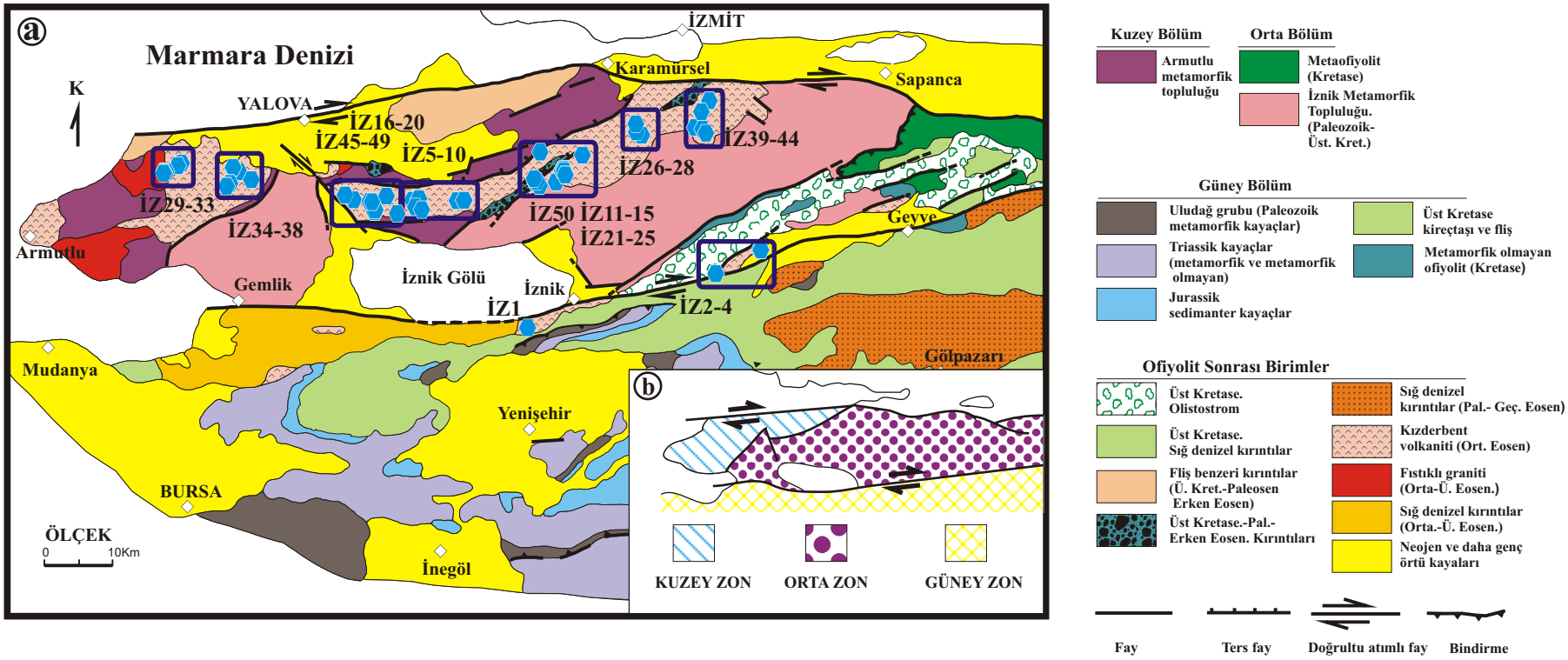
alt ve üsteki birimlerden litolojik olarak farklılıkları bulunan bir birim yer alır. Bu birimde bazik lav ve bazik lavlardan türemiş kırıntılı gereçler, karbonat ve şeyl silttaşı benzeri kırıntıların metamorfik eşdeğerleri bulunur. İznik'in kuzeyinde kalan alanlarda geniş yayılımlı olan bu birim kuzeydoğuya doğru yanal yönde giderek incelip kamalanır. Bu istiften daha üste olistromal bir metafliş bulunur. Fliş'i ise uyumsuz olarak Permo-Karbonifer yaşlı bir mermer dizisi izler. Permo-Karbonifer mermerlerin üzerinde Sakarya Kıtası'ndan bilinen Triyas yaşlı Karakaya formasyonunun eşdeğeri lav-çökel ve olistromal birimler yer alır. İznik metamorfitinin daha üst kesimleri ise mermer-rekristalize kireçtaşları, metafliş türü birimlerden oluşur ve alttaki birimleri diskordan olarak örter. Yaşı Alt Kretaseye kadar çıkan bu topluluk üsten Üst Kretase yaşlı bir bloklu metafliş ve metalav ile sonbulur (Yılmaz ve diğ., 1990).

2.1.2b Geyve Metaofiyoliti

Bölgesel metamorfizmaya uğramış olan bu topluluğa inceleme alanında Geyve boğazı ve civarında rastlanmaktadır. Ancak birim daha doğuda Almacık dağı civarında da yaygın mostralara sahiptir (Şekil 2.2a). Gerek doğu kesimlerde gerekse Geyve boğazı civarında birim iyi korunmuş ve düzenli bir ofiyolitik dizisi ile temsil edilir. Geyve bölgesinde alt birimler homojen gabro, diyorit ve granit sokulumları ile granitik damarlardan oluşurken üst birimler diyabaz ve bazaltik kayalardan meydana gelir (Yılmaz ve diğ., 1990).

Geyve metaofiyoliti çok evreli metamorfizmalara maruz kalmıştır. İlk olarak hidrotermal metamorfizma maruz kalmıştır ki bu metamorfizma muhtemelen birim daha okyanus tabanındayken meydana gelmiştir. İkinci olarak yeşilşist fasiyesinde bir bölgesel metamorfizma izleri görülmektedir. Asıl faz olan ikinci metamorfizma Geç Kretasede meydana gelmiştir (Yılmaz ve diğ., 1990; Yılmaz ve diğ., 1995; Bozcu, 1992).

Kuzey ve orta zon kayaları yaşları Üst Kretaseden başlayarak Alt Eosen sonuna kadar devam eden ortak bir örtü ile örtülürler. Bu tezin ana kapsamını oluşturan Eosen volkanizmasıda bu örtü topluluğunun içinde yer almaktadır. Bu birim ayrıntılı olarak ilerideki bölümlerde tanıtılmaktadır.



Şekil 2.2 (a) Armutlu Yarımadası ve civarının jeoloji haritası. (b) Armutlu Yarımadası'ndaki başlıca tektonik zonlar. Haritadaki altıgen semboller paleomanyetik örneklemelerin yapıldığı mevkilerin dağılımını, sembollerin yanındaki yazılar ise mevki adlarını göstermektedir (Genç ve Yılmaz 1997'den değiştirilerek).

2.1.3 Güney Zon

Güney zon, Kuzey Anadolu Fayı'nın güney kolu ile diğer zonlardan ayrılmakta olup başlıca Sakarya Kıtası birimlerinden oluşmaktadır (Şekil 2.2b). Bölgenin en altında Yenişehir metamorfik topluluğu olarak adlandırılan metamorfik bir birim yer almaktır. Bu birim Liyas yaşlı çökeller ile örtülmektedir. Bölgenin diğer bir temel kayası Genç (1993) tarafından tanıtılmış olan Yazılı metamorfitidir. Bu istif güney zonun gerçek, yaşlı (Paleozoik) temeli konumundadır. Yazılı metamorfiti üzerinde Permo-Karbonifer yaşlı kırıntılı birimler ve onunda üzerinde, KB Anadolu'da Karakaya karmaşığı olarak bilinen Triyas yaşlı bir topluluk bulunur (Bingöl ve diğ., 1973; Genç ve Yılmaz, 1995). Triyas yaşlı kayalar bölgesel bir uyumsuzlukla Liyas yaşlı çökeller ile örtülmekte ve bu dönemde başlayan çökelme bazı kesikliklerle Eosen'e kadar sürmektedir. Bunların hepsinin üstü ise Neojen çökelleri ile örtülüdür.

2.2 Eosen Birimlerinin Jeolojisi

Bu başlık altında asıl bu tez kapsamında olan Eosen dönemine ait birimler hakkında bilgi verilecektir. Çalışma alanı sınırları içerisinde Eosen dönemine ait iki önemli birim dikkati çekmektedir. Bunlar; granitik kayalar (Fıstıklı granitoyidi) ve volkanik kayalardır (Kızderbent volkaniti).

2.2.1 Fıstıklı Granitoyidi

Fıstıklı granitoidinin başlıca mostraları Armutlu Yarımadası'nın batı ucuna yakın kesimlerde Fıstıklı-Mecidiye-Selimiye-Hayriye köyleri dolayında, Esenköy güneydoğusunda ve yarımadanın daha doğu kesimlerinde ise Tacirköy kuzeyinde görülür (Şekil 2.2a).

Fıstıklı graniti hornblend-biyotit granit, biyotit granit, kuvars monzonit, granodiyorit ve diyorit. gibi çeşitli granitik kayaları içermektedir. Granitin etrafında kontak metamorfik bir zon mevcuttur (Genç ve Yılmaz, 1997).

Fıstıklı granitoyidi kabukta sığ derinliklere kadar yükselmiş olan epizonal bir plütondur (Yılmaz ve diğ., 1990; Genç ve Yılmaz, 1997). Bu granitoyid Armutlu metamorfik topluluğu ve ileriki bölümde tanıtılacak olan Kızderbent volkanitleri ile intrüsif dokanaklıdır (Yılmaz ve diğ., 1990). Her iki birimin de aynı dönemde

oluştuğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Şöyleki; Fıstıklı graniti andezitik, piroklastik kayaların içine bir skarn zonu geliştirerek yerleşmiştir ve albit-epidot hornfels fasiyesinde kontak metamorfizma oluşturmuştur. Bazı yörelerde bunun aksine granit de andezitik dayk ve damarla kesilmiştir (Yılmaz ve diğ., 1990).

Yılmaz ve diğ. (1990) yılında yapmış oldukları çalışmada granitin yaşını Orta Esosen olarak vermişlerdir. Nitekim bu sonuç Delaloye ve Bingöl (2000) tarafından yapılan çalışma ile de desteklenmektedir. Daha güncel olan bu araştırmada batı ve kuzeybatı Anadolu granitleri örneklenmiş Armutlu Yarımadası'nda yer alan Fıstıklı granitoyidinden de örnekler alınmış ve K-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Sonuçta radyometrik yaş olarak 35.4 ∓ 0.8 my ile 48.2 ∓ 1.0 my aralığı bulunmuştur ki bu aralık Orta Eosen'e (Bartoniyan-Lütesiyen) denk gelmektedir.

2.2.2 Kızderbent Volkaniti

Armutlu Yarımadası'nda geniş alanlar kaplayan volkanik birimler Yılmaz ve diğ. (1990) tarafından "Kızderbent volkanitleri", Erendil ve diğ. (1991) tarafından da "Sarısu volkanitleri" olarak adlandırılmışlardır.

Kızderbent volkaniti bölgede bir birinden kopuk iki kuşak halinde yer almaktadır. İlki batıdaki mostralardır ve Narlı-Kapaklı köyleri kuzeyinden başlayarak KD yönünde Çınarcık-Teşvikiye civarına kadar uzanmaktadır. Diğer kuşak ise yaklaşık D-B yönünde, batıda Yeniköy ve Esadiye dolaylarından Çakırlı, Keramet, Kızderbent, Mecidiye, Kırkharman, Fulacık, Tacirköy, Tahtalı, Selimiye, İzmit güneylerinden Bahçecik dolayları ve Servetiye civarlarına dek uzanmaktadır. İkincisi ise Mekece civarında ve Armutlu Yarımadası'nın güneyinde Derbent ve Aydınlı köyleri dolaylarındaki mostralardır (Şekil 2.2a). Armutlu Yarımadası'nın batı ucuna yakın olanlarda genellikle volkanik kayalar egemenken kuzeydeki ve yarımadanın güneyindeki kesimlerde ise volkanik kayalar ile Orta Eosen yaşlı çökel kayaları girik durumdadır.

Armutlu Yarımadası'nda Pamukova'nın kuzeyinde birime ait iki lokal mostra Bayrakçaşehir köyü ile Teşvikiye köyü civarında bulunmaktadır. Bu yüzeylenmeler mor renkli, kolay kırılgan, ayrışmış andezitik niteliktedir. Birim tektonizmadan etkilenmiş bozulmuş ve altere olmuştur.

Sarısu derede andezit, akma breşi, aglomera tüf ve bunları kesen bazaltlardan oluşan birim Mekece'nin kuzeybatısında Ahiler köyü çevresinde andezit ve tüflerle temsil edilir. Andezitler alterasyondan oldukça etkilenmişlerdir. Andezitleri kesen bazaltik dayklar çoğunlukla afanitik porfirik dokular gösterirler.

Birim İznik kuzeyinde KD-GB gidişli doruklar oluşturur ve Kızderbent köyü Korubaşı tepe, Kışla tepe, Dikmen tepe, Kartal tepe, Kıran tepe, Tahtalı ve Kavgalı tepeleri içine alan 2-4 km genişlikte bir kuşak boyunca izlenir. Başlıca andezit ve dasitik lav aglomera ve tüf litolojileri içerir.

Birim batı alanlarda Kızderbent köyü dolayında Korubaşı, Dikmen ve Bakır tepeler dolayında daha çok lavlarla temsil edilir. Çamdibi-Fulacık köyleri dolayı ile Kıran tepe Tahtalı ve Kavgalı tepe dolaylarında ise piroklastik gereç egemendir. Birim ayrıca bu alanlarda bazaltik dayklarla da yer yer kesilir. Daykların kalınlığı yer yer 5m nin üzerindedir.

Andezitik ve dasitik lavlar taze yüzeyde grimsi, altere yüzeyde yeşilimsi, kahverengimsi koyu renk tondadır. Birimin piroklastiklerce zengin kesimlerinde çoğunlukla büyük iri blok ve lapili boyunda taneler görülür. Tüm bu kaba kırıntılı volkanik gereç yine volkanik kökenli kil ve tüf gibi malzemeyle gevşek olarak tutturulmuştur.

Mekece'nin kuzeybatısında ve İznik güneyindeki alanlarda birim Kuzey Anadolu Fayı'na yakın kesimlerde mostralar verir (Şekil 2.2a). Bu alanlarda ileri derecede altere olan birim piroksen andezit, dasit, hornblend andezit ve ilişkili piroklastik kayalarla temsil edilir.

İznik güneyinde Bahçecik beldesinden güneye doğru giden yol boyunca volkanik istifin en üst kesimlerinde koyu-siyah renkli, yaygın soğuma kolonlu bazalt görünüşlü camsı lav akıntıları yer alır.

Genel olarak Kızderbent volkanitinin andezitleri porfirik dokuludur ve plajioklas, hornblend biyotit ile klinopiroksen minerallerinden oluşur (Genç ve Yılmaz, 1997).

Bölgedeki ilk çalışmalarda Kızderbent volkanik topluluğunun yaşı istifin altında yer alan çökel tabakalardan elde edilen fosillere dayanarak verilmiştir. Buna göre

birim Eosen (Lütesiyen) yaşlıdır (Akartuna, 1968; Göncüoğlu ve diğ., 1987; Yılmaz ve diğ., 1990). Ercan ve diğ. (1998) yılında İznik kuzeyinde Osmaniye-Sarısu köyleri arasındaki andezitik lav akıntılarından almış oldukları örneklerde yapmış oldukları radyometrik yaş tayini (K-Ar) sonucunda birimin yaşını 42,0 ∓ 0.8 my (Lütesiyen-Bartoniyen) olarak saptamışlardır.

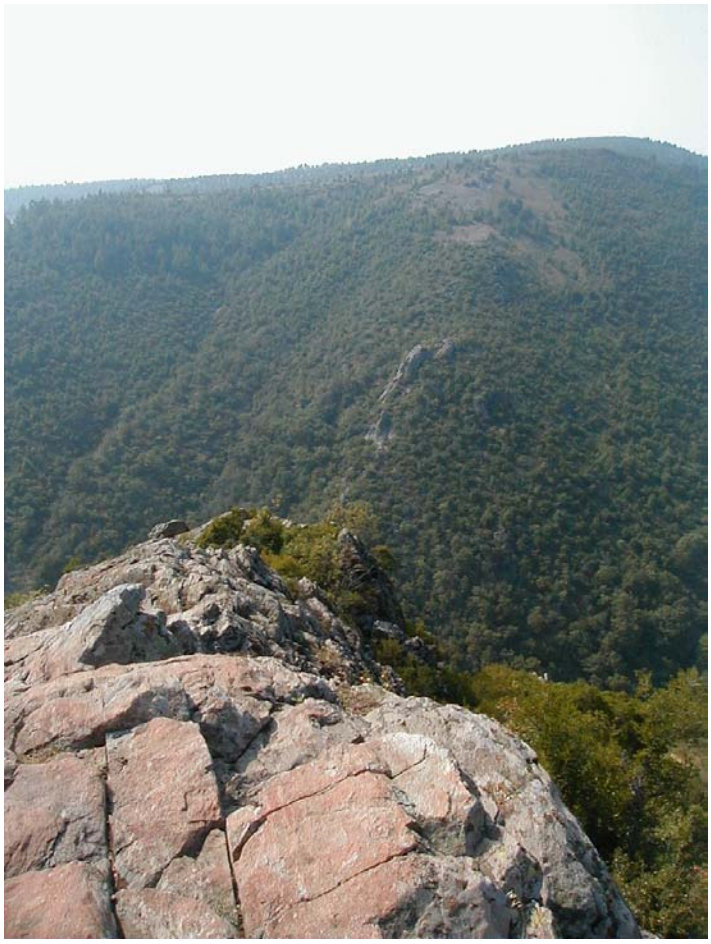
Kızderbent volkanizmasının oluşumu hakkında ilk görüşler birimin bir ada yayı volkanizmasını temsil ettiği yönündedir (Yılmaz ve diğ., 1981; Yılmaz ve diğ., 1990; Genç, 1993). Bunun nedeni volkanik kayaçların jeokimyasal özelliklerinin ada yayı kökenine işaret etmesidir. Ancak, bölgeden elde edilen jeolojik veriler bu görüşü desteklememektedir. Çünkü bölgedeki farklı tektonik birlikler Üst Kretase yaşlı ortak çökeller ile örtülüdür ki bu da farklı temellerin bu dönem öncesi bir araya geldiğini göstermektedir (Yılmaz ve diğ., 1990). Genç ve Yılmaz (1997) daha sonra yapmış oldukları çalışmada volkanizmanın bir dalma batma mekanizması sonucunda oluşmadığı, aksine dalma-batmayı takip eden çarpışma ile ilgili volkanizma olduğu neticesine varmışlardır. Bu çalışma sonucuna göre dalma-batma mekanizması Orta Eosen dönemi öncesinde sona ermiştir. Ancak dalma-batma olayının Orta Eosen mağmatizması üzerinde önemli etkileri olmuştur (Genç ve Yılmaz, 1997).



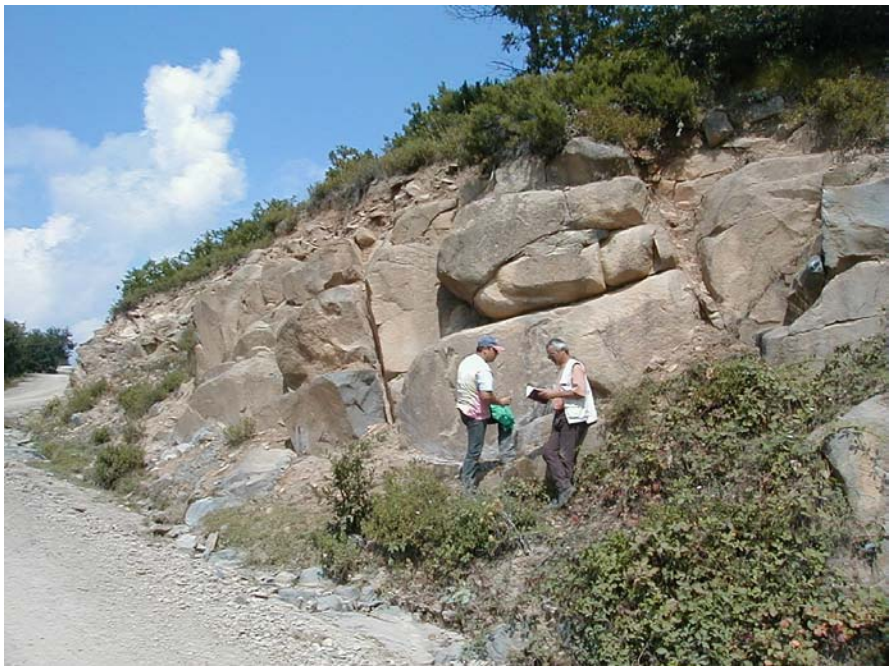
Şekil 2.3 Teşvikiye köyü Çınarcık yolu, bazalt-bazaltik andezitik kayaçlar.

Bu çalışma sırasında, yukarıda tanıtılan Kızderbent volkanik kayaçlarından toplam 50 adet mevkiden paleomanyetik örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.2a). Yarımadada batıdan doğuya doğru paleomanyetik örnekleme yapılan mevkiler özetle şu şekildedir: Armutlu Yarımadası'nın batı kesiminde yer alan Çınarcık-Teşvikiye-Gökçedere-Termal dolaylarından 10 mevkiden örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.3). Bu bölgede volkanik kayaçlar daha çok bazalt ve bazaltik andezit özelliğindedir.

Yarımadanın orta kesimlerinden İznik gölü kuzeyindeki Yeniköy-Kızderbent-Fulacık köyleri dolaylarından 16 mevkiden (Şekil 2.4), bu bölgenin biraz doğu kesimde yer alan Mecidiye-İrşadiye-Sarısu köyleri civarından da 11 mevkiden (Şekil 2.5) paleomanyetik çalışma amacıyla numuneler toplanmıştır. Bu bölgede volkanizma çoğunlukla andezitik niteliklidir ancak yer yer bazaltik volkanik ürünlerde görülür.



Şekil 2.4 Kızderbent köyü yakınlarında yer alan bir dayktan görünüm.



Şekil 2.5 Mecidiye köyü yakınlarında yer alan andezitik lavlar.

Bu mevkilerin kuzeydoğusunda yer alan Bahçecik-Yuvacık-Servetiye dolaylarından andezitik volkanik kayalardan, toplam 9 mevkiden örnekleme yapılmıştır (Şekil 2.6). Son paleomanyetik örnekleme yapılan mevkiler Armutlu Yarımadası'nın güneyinde, bir birinden kopuk şekilde bulunan İznik-Yenişehir dolaylarında yer alan mostralardandır.



Şekil 2.6 Bahçecik köyü yakınlarında bulunan soğuma kolonlu bazaltik kayaçlar.

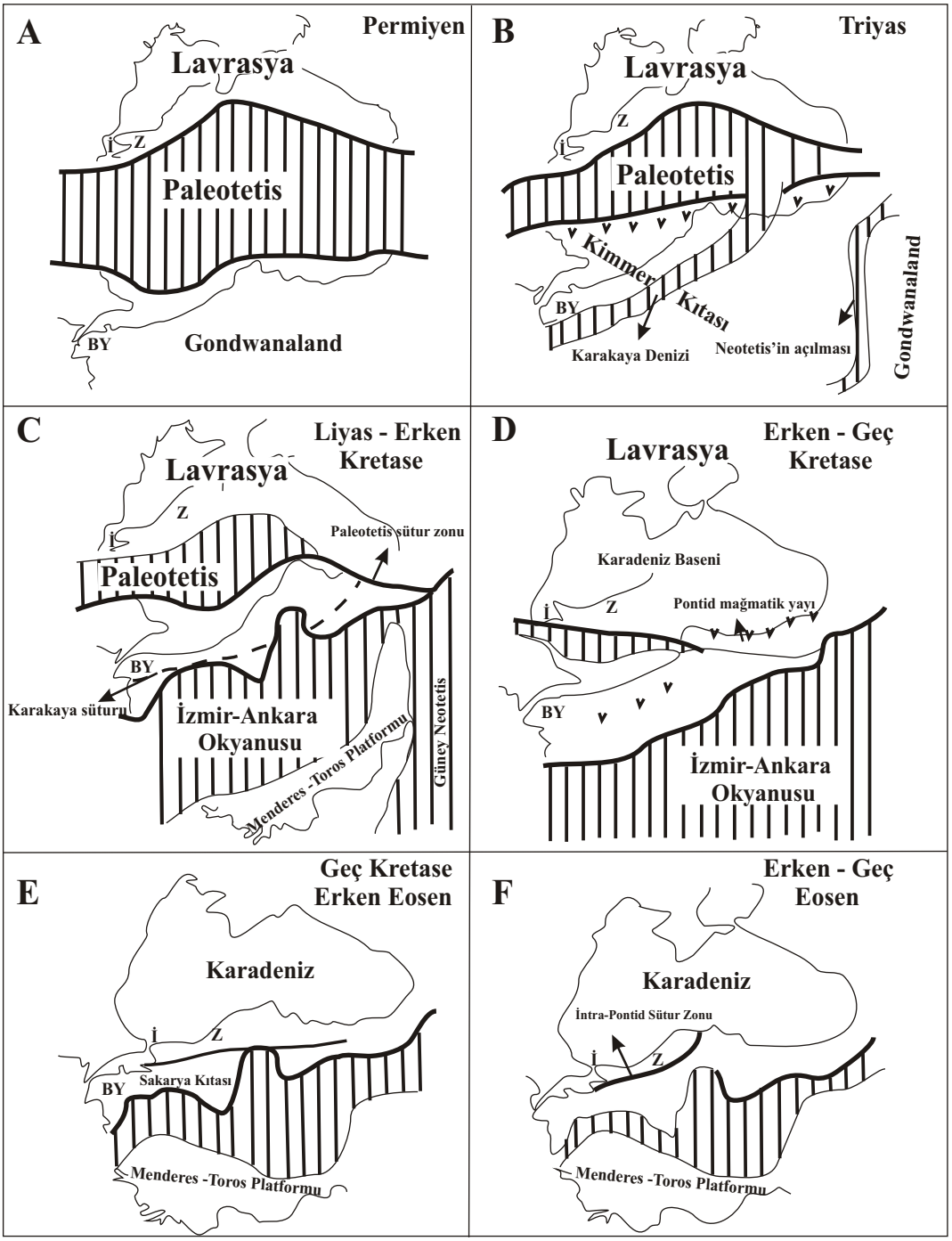
3. ARMUTLU YARIMADASI'NIN TEKTONİĞİ

Armutlu Yarımadası'nın tektonik geçmişi Kuzeybatı Türkiye'nin tektonik geçmişinden ayrı tutulamayacağından bu bölümde Kuzeybatı Türkiye'nin tektonik gelişimi anlatılacak, gerekli durumlarda çalışılan bölgenin tektoniği hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir.

Permiyen döneminde Pontidler İstanbul-Zonguldak bölümü hariç Gondwana-Land'ın bir parçasıydı ve bu kıtanın kuzeyinde Paleotetis adı verilen bir okyanus yer almaktaydı (Şengör ve diğ., 1984; Robertson ve Dixon, 1984; Şengör, 1990; Yılmaz ve diğ., 1995) (Şekil 3.1a). Paleotetis okyanusunun güney yönlü dalımı sonucunda Gondwana-Land'da farklı zamanlarda iki ayrı okyanus gelişimi görülür (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997). Birinci okyanus oluşumunda bugünkü Himalayalara kadar devam eden Neotetis okyanusu açılmıştır ve Gondwana-Land'dan Kimmer Kıtası adı verilen bir parçanın ayrılmasına neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997). İkinci okyanus oluşumu ise Biga Yarımadası ile Erzincan arasında uzanan Karakaya kenar denizinin açılmasıdır (Şekil 3.1b). Ancak bu havza Paleotetis dalma-batma zonu üzerinde açılan kısa ömürlü bir okyanus olup Geç Triyasda kapanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997).

Liyas döneminde Neotetis okyanusunun kuzey kolu olan İzmir-Ankara okyanusu açılmaya başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981 ;Yılmaz ve diğ., 1997). Bu açılan yeni kol Kimmer Kıtası'nın parçalanmasına ve Pontidlerle Sakarya Kıtası'nın Torid / Anatolid (Menderes-Toros) platformundan ayrılmasına neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997) (Şekil 3.1c).

Orta Jura döneminde Neotetis gelişimine devam ederken Paleotetis okyanusu güney yönlü dalımı sonucunda kapanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997) (Şekil 3.1d). Geç Kretase dönemi Neotetis tektonik gelişiminin değişime uğradığı ve tüm levhalarda yakınlaşma ve sıkışma rejiminin başladığı

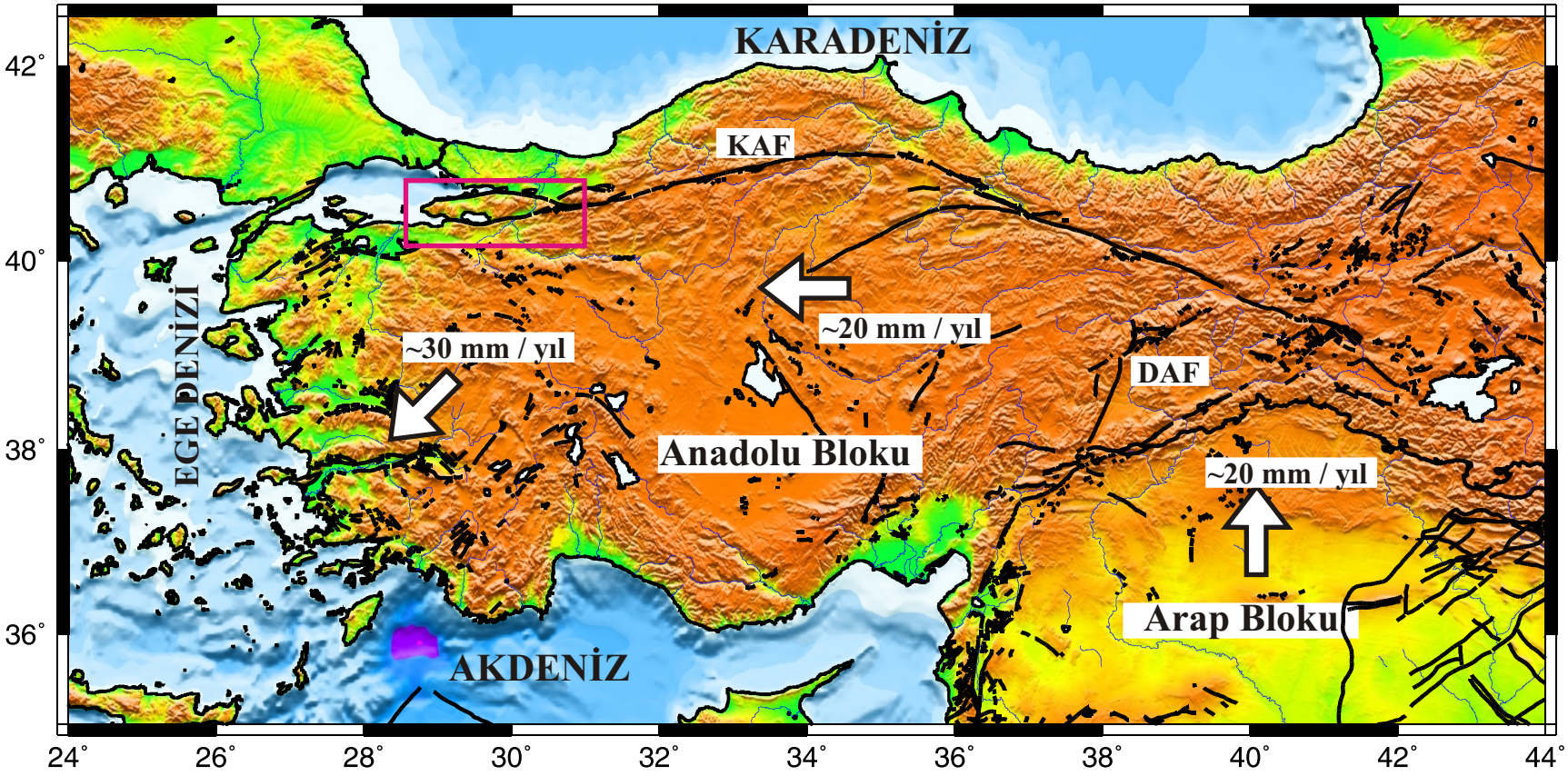


Şekil 3.1 Türkiye'nin Permiyen-Eosen arası tektonik gelişimini gösteren paleotektonik haritalar. Haritalarda vv: volkanik yayları, Koyu kalın çizgiler dalma-batma zonlarını, BY: Biga yarımadası'nı, İ:İstanbul'u ve Z: Zonguldak'ı göstermektedir. Yılmaz ve diğ. (1997)'den değiştirilerek alınmıştır..

dönem olarak kabul edilir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Kretase sonuna doğru Neotetis'in Sakarya Kıtası ile İstanbul-Zonguldak Zonu arasında kalan kesiminin kuzey yönlü dalıp tükenmesi sonucunda iki kıta çarpışarak İntra-Pontid Sütur Zonu'nu oluşturmuştur (Yılmaz ve diğ., 1995; Yılmaz ve diğ., 1997; Genç, 1993) (Şekil 3.1e). Bu çarpışma sonucu oluşan K-G sıkışma rejimi Eosen ortalarına kadar devam etmiştir (Yılmaz, 1990; Yılmaz ve diğ., 1995; Genç, 1993). Armutlu Yarımadası Eosen volkanizması da bu sıkışma rejimi sonucunda oluşmuştur (Genç ve Yılmaz, 1997). Erken ve Orta Eosen başı dönemi Pontidler ile Menderes-Toros platformunun çarpışma dönemi olarak kabul edilir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1995). Bu çarpışma sonucu, Menderes-Toros platformunu içinde büyük deformasyonlar gelişmiş Pontidlerde ise retroşaryajlar gelişmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981) (Şekil 3.1f). Geç Eosen ve Erken Miyosen döneminde Türkiye orojenik kuşağı K-G yönde sıkışmaya devam etmiştir. Geç Eosen döneminde Türkiye güney doğusunda yer alan İç Toros okyanusu ve Maden havzası kapanmıştır (Çalapkulu, 1978; Perinçek, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu kapanma olayından sonra Afrika'nın Avrasya'ya yakınlaşması bu kez güney Türkiye'nin altına doğru tümüyle kuzey yönlü gelişen bir dalma-batma zonu tarafından karşılanmaya başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Geç Miyosen dönemi Türkiye tektoniği açısından bir dönüm noktasıdır. Bu dönemde Doğu Anadoluda Bitlis kenet kuşağı boyunca Arabistan-Avrasya çarpışmasının başladığı görülür. Birbirine doğru yaklaşan Avrasya ve Arabistan arasında Doğu Anadolu kuzey-güney yönde kısalmaya başlamış ve daha sonra sıkışma ile gelişen yükselim, gravitasyonal kuvvetlerce de karşılanamayınca kütle yana doğru itilip aradan uzaklaştırılmıştır. Böylece Anadolu levhası Doğu Anadolu sıkışma bölsesinden batıya doğru kolaylıkla dalıp batabilen Doğu Akdeniz litosferi üzerine iki yeni levha sınırı boyunca yanal olarak itilmeye başlamıştır (Mc Kenzie, 1972; Şengör, 1979; Şengör, 1980; Şengör, 1981; Şengör ve Kidd, 1979) (Şekil 3.2). Bu iki levha sınırı Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu faylarıdır (Şekil 3.2) (Pavoni, 1961; McKenzie, 1972; Dewey ve Şengör, 1976, Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör, 1980; Şengör, 1981; Jackson ve McKenzie, 1988).

Günümüzde bu kaçış mekanizması halen sürmektedir. GPS verilerine göre Anadolu levhasının batıya kaçış hızı Orta ve Doğu Anadolu'da ~20 mm / yıl, Batı



Şekil 3.2 Türkiye ve çevresi röliyef haritası. Topoğrafik veriler Amerika Birleşik Devletleri, National Geophysical Data Center (NGDC)'den alınmıştır. Haritanın hazırlanmasında Generic Mapping Tool (GMT) (Wessel ve Smith, 1995) yazılım programı kullanılmıştır. Ortalama levha hızları McClusky ve diğ. (2000)'den alınmıştır. Haritada Kuzey Anadolu Fayı "KAF", Doğu Anadolu Fayı "DAF"ile belirtilmektedir. Dikdörgen ile işaretli alanArmutlu Yarımadası'nı göstermektedir

Anadolu'da ise hareket güney batıya doğru ~30 mm/yıl'dır (McClusky ve diğ., 2000) (Şekil 3.2).

Bu tez çalışması kapsamında paleomanyetik çalışmanın yapıldığı Armutlu Yarımadası konumu itibarıyla, Kuzey Anadolu Fayı'nın "KAF" etkisinin gözlendiği bir alandadır. Dolayısıyla çalışmanın bu bölümünde sadece KAF hakkında bilgi verilecektir.

Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yapılan jeolojik (Wallance, 1968; Allen, 1969; Allen, 1975; Ketin, 1969; Tatar, 1978; Barka 1981; Barka ve Hancock, 1984; Barka, 1992) ve jeofizik çalışmalar (Canıtez ve Üçer, 1967; McKenzie, 1972; McKenzie, 1978; Alptekin, 1973; Jackson ve McKenzie, 1984) fayın sağ yanal atım karakterli ve aktif bir fay olduğunu göstermektedir. Bu aktivite en son 1999 depremleri ile de belirgindir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşum yaşı tartışma konusu olmasına karşın araştırmacıların büyük bölümü yaş olarak Geç Miyosen-Erken Pliyosen aralığı üzerinde görüş birliği sağlamışlardır. Örneğin Şengör (1979), Şengör ve Yılmaz (1981), Şengör ve Dewey (1979), Şengör (1985), Dewey vd. (1986) yapmış oldukları çalışmalarda Kuzey Anadolu Fayı'nın daha öncede belirtildiği gibi Arabistan-Avrasya levhalarının çarpışması sonucu Erken Geç Miyosende hareketine başladığını söylemişlerdir. Buna karşın Ketin (1969), Tatar (1975), Barka ve Hancock (1984), Barka (1985), Barka ve Gülen (1989) ve Barka (1992) de Kuzey Anadolu Fayı'nın Erken Pliyosen döneminde geliştiğini vurgulamışlardır.

Kuzey Anadolu Fayı, Karlıova'dan Yunanistana kadar uzanır. Toplam uzunluğu yaklaşık 1500 km dolayındadır (Şekil 3.2). Karlıova ile Mudurnu vadisi arasında tek bir kol halinde iken buradan itibaren Marmara bölgesinde kuzey ve güney olmak üzere iki kola ayrılır (Şekil 3.2). Kuzey kol Mudurnu'dan geçip Sapanca gölünü takip ederek İzmit körfezinden Marmara Denizi'ne girer. Güney kol ise Mudurnu vadisinden başlar İznik gölünün güney kıyısını takip ederek Gemlik Körfezi'ne girer. Armutlu Yarımadası işte bu iki kolun sınırladığı bir alanda yer almaktadır.

4. PALEOMANYETİK NUMUNELERİN TOPLANMASI ve ANALİZİ

4.1 Paleomanyetik Numunelerin Toplanması ve Ölçmeye Hazırlanması

Paleomanyetizma çalışmalarında araştırıcılar paleomanyetik alanın anlık değerini kendisinde taşıyan bir volkanik akıntı, dayk veya çökel katmanlar bulmayı hedeflerler. Bu tür özelliklere sahip bölgeler, paleomanyetik mevki olarak adlandırılır. Türkiye'de paleomanyetik çalışmalar, mevcut laboratuvar koşulları nedeniyle yalnız volkanik kayalar üzerinde yapılabilmektedir. Ayrıca bir çalışmada, ele alınan tektonik olayın geçmişten günümüze kadar olan gelişim süreci ile ilgilenildiğinden, toplanacak numunelerin jeolojik yaşları ve bu numunelerin alınacağı kayaçların yerli yerinde olmalarıda önem kazanmaktadır. Bir paleomanyetik çalışmada tüm bu şartlar göz önüne alınarak, araziye çıkmadan önce literatür ve bu alanda yapılmış önceki çalışmalar incelenerek olası paleomanyetik mevkiler belirlenir. Arazi çalışması sırasında yerleri belirlenmiş olan paleomanyetik mevkilerden yönlü numuneler toplanır.

Yönlü numune, ya el numunesi şeklinde ya da portatif karot alma makinası yardımıyla toplanır (Şekil 4.1). El numuneleri genellikle 15x10x5 cm boyutlu 3-4 kg ağırlıklı bloklardır. Oysa karot alma makinası yardımıyla alınan numuneler yaklaşık 1 inch çapında 6-12 cm uzunluğunda karot numunelerdir (Şekil 4.2). Genelde bir paleomanyetik mevkiden yedi ve daha fazla yönlü karot numune toplanması istatistiki açıdan yeterlidir. Karot alma makinası kullanarak numune alımıyla hem büyük blokları laboratuvara getirme zorluğu ortadan kalkar hem de arazide daha hızlı bir şekilde çalışılabilir. Karot alma makinası ile örneklemenin asıl önemli avantajı ise ölçüleri doğrudan etkileyecek olan yönlendirme işlemleri sırasında oluşacak hata payının küçük olmasıdır (Buttler, 1992). El numunelerinde ise bu hata payı çok daha fazladır.

Bir paleomanyetik mevkiden numuneler toplanırken numunelere adlandırma ve yönlendirme işlemi uygulanır. Karot numunelerde yönlendirme işlemi, numune daha kayaçtan koparılmadan yapılmaktadır (Şekil 4.3). Yönlendirme işleminde,

kayaçta tutulu bulunan numuneye güneş pusulası delme yönü dikkate alınarak yerleştirilir ve yönlendirme tablası düzeçlenerek güneş pusulası okuması yapılır (Şekil 4.4). Daha sonra doğrultu okuması jeolog pusulasıyla da yapılır.

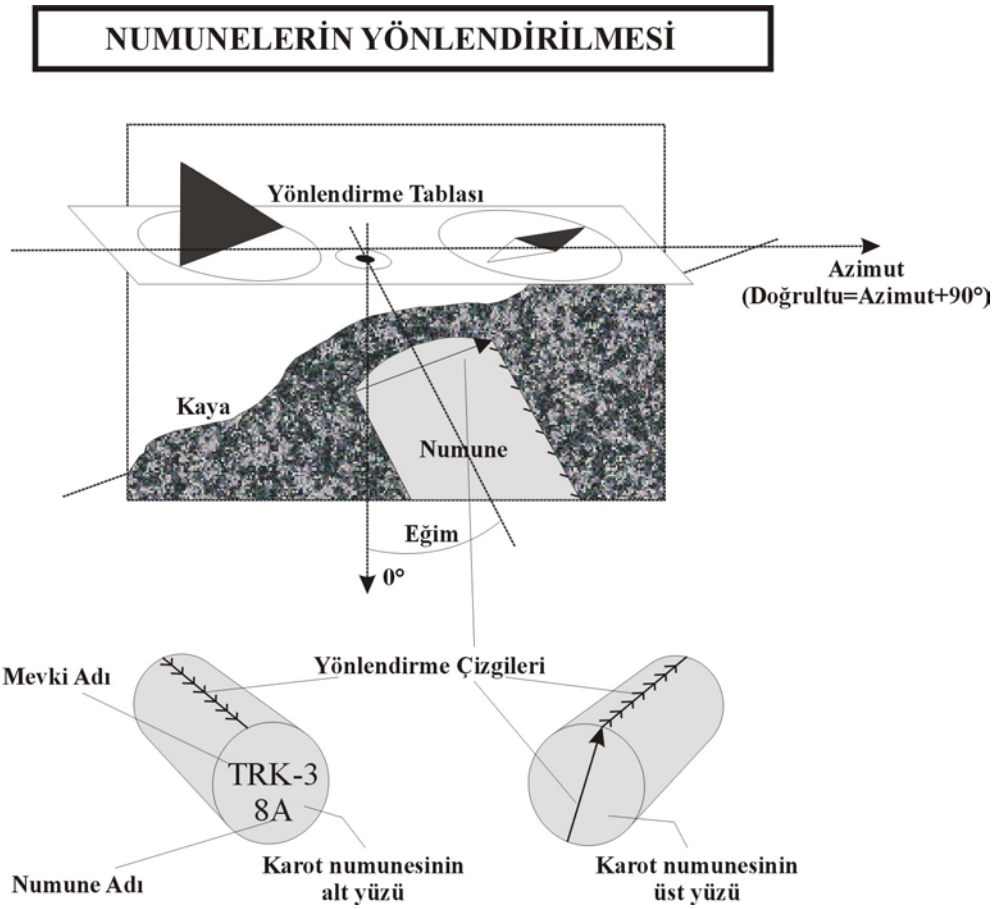


Şekil 4.1 Portatif karot alma makinası yardımı ile araziden numune toplanması.



Şekil 4.2 Portatif karot alma makinası yardımı ile araziden toplanan numunelerden örnekler.

Güneş pusulası kullanıldığında eğer, çalışılan mevkinin enlem ve boylamları 0.25° hassasiyetle ve ölçüm yapılan zaman 2 dakika kadar bir hassasiyetle bilinirse, azimut açıları doğru olarak tespit edilebilir (Creer ve Sanver, 1967). Jeolog pusulasında ise ölçümlerde kayacın sahip olduğu Doğal Kalıcı Mıknatıslanma "DKM" ile orantılı olacak şekilde hatalar meydana gelir (Sanver, 1992). Bunun nedeni, DKM'ye sahip kayacın manyetik pusula ibresini etkilemesidir. Karotun eğim açısı ise, düzeçleme tablasının altında yer alan kadrandan okunur. Okuma işlemleri bittikten sonra numuneye referans çizgisi çizilir. Adlandırma işlemi ise numune kayaçtan kopartıldıktan sonra numunenin alt yüzeyine mevki adı ve numarası yazılması işlemlerinden oluşur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Arazide numunenin yönlendirilmesi ve adlandırılması (İşseven, 2001).



Şekil 4.4 Güneş pusulası yardımıyla doğrultu ve eğimin ölçülmesi.

Arazide eğim ve doğrultu açılarının ölçülmesindeki amaç, kayaçların mıknatıslanma doğrultuları belirlenirken kullanılan aletlerin (Spinner Manyetometresi) numunenin üst yüzeyini yatay bir düzlem ve bu düzlem üzerinde yer alan referans çizgisini de coğrafik kuzey olarak almasıdır. Bu nedenle, ölçümler bu referansa göre yapılır. Oysa numunenin arazideki gerçek konumuna göre olan mıknatıslanma doğrultusu ve eğiminin belirlenmesi gerekmektedir. Numunenin arazideki konumunun doğrultusu ve eğim açısı bilindiğinden, arazi düzeltmesi ile numuneye ait gerçek mıknatıslanma doğrultusu ve eğimi elde edilir.

Armutlu Yarımadası Eosen Volkanikleri Paleomanyetizması adlı bu çalışmada, paleomanyetik mevki özelliği gösteren ve çalışma amacımıza uygun olan kesimlerden 2002-2003 yılları yaz aylarında toplam 50 adet mevkiden karot numune alınmıştır (Şekil 2.2a). Numuneler önceki bölümlerde belirtildiği gibi Kızderbent volkanik kayaçları olarak adlandırılan Eosen yaşlı volkanik kayaçlardan, portatif karot alma makinası kullanarak toplanmıştır.

Numune toplama işlemleri sonrası, karot numuneler laboratuvarda 1inch (2.54cm) boyunda kesilerek silindir şeklinde küçük numuneler haline dönüştürülür (Şekil 4.5). Karot numunesi üstündeki referans çizgisi ve mevki adı kesilen silindirik numunenin üzerine taşınarak numuneler paleomanyetik ölçmelere hazır hale getirilir.

(a)



(b)



Şekil 4.5 (a) Numunelerin kesilerek ölçüme hazırlanması,
(b) 1inch'lik silindirik numuneler.

Bu tez çalışması kapsamında alınan karot numunelerden 406 adet küçük silindirik numune elde edilmiştir.

4.2 İkincil Mıknatıslanmaların Temizlenmesi

Kayaçların oluşumları esnasında kazanmış oldukları mıknatıslanmaya birincil, oluşumları sonrası çeşitli fiziksel ve kimyasal etkiler sonucunda kazanmış oldukları mıknatıslanmaya ise ikincil mıknatıslanma denir. İkincil mıknatıslanmaların ne zaman ne şekilde kazanıldığı ve hangi yönlü oldukları bilinmediğinden, genellikle bunların temizlenmesi istenir. İkincil mıknatıslanmaların temizlenmesinde kullanılan iki yöntem vardır: 1) ısıl temizleme yöntemi 2) alternatif alan temizleme yöntemi. Bu tez kapsamında yalnız ısıl temizleme yöntemi uygulanmıştır. Bundan dolayı takip eden bölümde sadece söz konusu yöntemin fiziksel esasları hakkında bilgi verilecektir.

4.2.1 Isıl Temizleme Yöntemi:

Bir numunede bulunan manyetik daneler farklı kimyasal ve fiziksel bileşime sahip olabilirler. Mıknatıslanmadan sorumlu daneler tek yada çok domenli bir yapıya sahiptirler. Kayaç ister tek domenli ister çok domenli bir yapıda olsun, kayaç içindeki manyetik mineraller kayacın oluşumu sırasında o an içinde bulundukları manyetik alan doğrultusunda bir mıknatıslanma kazanırlar. Ancak bu mıknatıslanmanın kazanılabilmesi için içsel enerji engeli adı verilen bir engelin aşılması gerekir. Bu enerji seviyesi bloking sıcaklığı olarak adlandırılır ve "$J_s.V.H_c$" şeklinde hesaplanır. Bununla birlikte "k.T" ifadesi ile tanımlanan ve termal enerji olarak adlandırılan enerji kayacın sahip olduğu mıknatıslanmada salınımlara neden olur hatta kayacın sahip olduğu mıknatıslanmasını kaybetmesine bile yol açabilir. Demek ki bloking sıcaklığı ile termal enerji kayaç mıknatıslanmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardır. Buradan yola çıkarak Neel (1949) yılında "rölaksasyon zamanı" olarak adlandırılan bir kavramı geliştirmiştir. Rölaksasyon zamanı kısaca bloking sıcaklığının termal enerjiye oranı olarak tanımlanır ve aşağıdaki ifade ile belirtilir. Rölaksasyon zamanı manyetik danelerin mıknatıslanmalarını yitirme süresini tanımlar.

$$\frac{1}{\tau} = c.e^{-\left(\frac{VH_cJ_s}{2kT}\right)} \qquad (4.1)$$

- τ : Rölaksasyon zamanı
- c : Sabit
- V : Dane hacmi
- H_c : İçdirenme kuvveti
- J_s : Mıknatıslanma şiddeti
- k : Boltzman sabiti
- T : Sıcaklık

Denklemden anlaşılacağı gibi sabit bir sıcaklıkta verilen bir madde için rölaksasyon zamanı dane hacmi "V" ve iç direnme kuvvetleri "H_c" ye bağlıdır. Sonuçta eğer sabit bir sıcaklık söz konusu ise küçük daneler düşük rölaksasyon zamanına, büyük daneler de büyük rölaksasyon zamanına sahip olacaklardır.

Düşük rölaksasyon zamanına sahip olan danelerin zaman içinde asıl mıknatıslanmalarını yitirip kazandıkları ikincil mıknatıslanmalara Viskoz kalıcı mıknatıslanma adı verilir. Denklemden anlaşılacağı gibi rölaksasyon zamanını etkileyen diğer önemli etmen ise sıcaklıktır. Eğer (4.1) denkleminde "$H_c.J_s/2k$" oranını "A" gibi bir sabit olarak alınırsa denklem aşağıdaki şekle dönüşür,

$$\frac{1}{\tau} = c.e^{-\left(\frac{V}{T}A\right)} \tag{4.2}$$

Denklemdeki "c" ve "A" sabit olduğuna göre, "V/T" oranında T'deki değişim rölaksasyon zamanını önemli ölçüde değiştirecektir. Demek ki, ısıl demanyetizasyon işlemi sırasında numuneyi kademe kademe ısıtmakla, her aşamada numune içindeki belirli daneciklere ait "V/T" oranının küçülmesi sağlanır; dolayısıyla kayacın mıknatıslanmasından sorumlu bazı daneciklerin rölaksasyon zamanı küçülmüş ve sahip oldukları mıknatıslanmalar yok edilmiş olur. Yani, öncelikle düşük rölaksasyon zamanına sahip olan Viskoz kalıcı mıknatıslanmaya sahip manyetik daneciklerin mıknatıslanmaları yok edilir. Kayaç yüksek sıcaklıklara ısıtıldığında ise yavaş yavaş birincil mıknatıslanmaya sahip danecikler mıknatıslanmalarını kaybetmeye başlar.

Kayaçların ısı iletim katsayılarının çok düşük olması nedeniyle, ısıtma işlemlerinde dikkat edilmesi gereken husus, numuneleri yavaş yavaş ısıtarak ve uygulanan sıcaklık adımında 20-30 dakika kadar bekleterek sıcaklığın numunenin iç kesimlerine nüfuz etmesinin sağlanmasıdır.

Bu çalışmada, ısıl demanyetizasyon işleminde KANTEK paleomanyetizma laboratuvarında yer alan Magnetic Measurements Ltd. Firması tarafından üretilen MMTD60 model ısıl demanyetizasyon fırını kullanılmıştır (Şekil 4.6). Tüm ısıtma ve soğutma işlemleri istenildiği gibi kontrol edilebilen bu fırın, 4 katlı μ-metal bir kalkana sahiptir. Bu kalkan sayesinde ısıtma ve soğutma işlemleri sırasında fırın içinde yer alan silindirik numuneler yermanyetik alanının etkisinden korunmaktadır. Fırında aynı anda 60 numuneye ısıtma soğutma işlemi uygulanmaktadır. Armutlu Yarımadası Eosen volkanik numunelerine uygulanan sıcaklık aralıkları ve ayrıntılı bilgilere izleyen bölümlerde yer verilecektir.



Şekil 4.6 Isıl demanyetizasyon işlemlerinde kullanılan fırın (MMTD60).

4.3 Spinner Manyetometresi

KANTEK paleomanyetizma laboratuvarında mıknatıslanma ölçümleri için kullanılan manyetometre, Fransa'nın CFR kuruluşunca imal edilen düşük hızlı Spinner manyetometresidir (Şekil 4.7). Alet, bir bobin yakınında döndürülen numunenin manyetik alan kuvvet çizgilerinin bobinde bir alternatif akım doğuracağı esasına dayanır. İndüklenmiş alternatif akımın oluştuğu bobin aslında aynı merkezli iç içe iki bobinden meydana gelmiştir. Bobinler seri olarak bağlanmış olup sarımları birbirinin tersi yönündedir. Ayrıca sarım sayıları öyle ayarlanmıştır ki bobinin içinde bulunduğu yermanyetik alanındaki zaman içinde oluşan değişimlerin bobinlerde indükleyeceği akımlar eşit ve ters yönlü olup birbirlerini karşılamaktadır.

Ölçmeler sırasında numune x, y ve z eksenleri etrafında sabit bir hızla döndürülmektedir. Bu sayede mıknatıslanma bileşenlerinin bobinde indükleyeceği akım şiddetleri sahip oldukları mıknatıslanma şiddetleri ile orantılı olacaktır. Dikkat edilmesi gereken husus hızın sabit olmasıdır. Eğer numune farklı hızlarla döndürülürse bobinde indüklenen akım şiddetleri hıza bağlı olarak değişecek ve mıknatıslanma şiddetini hatalı bulunmasına neden olacaktır. Mıknatıslanma bileşenlerinin yönleri ise numunenin bobin sisteminde doğurduğu alternatif akım ile aletin oluşturduğu alternatif akım arasındaki faz farklarından belirlenir. Sonuçta

bu üç bileşen ve açılar kullanılarak mıknatıslanma vektörü yönü ve şiddeti elde edilmiş olur.



Şekil 4.7 KANTEK paleomanyetizma laboratuvarında kullanılan Fransız CFR kuruluşunca imal edilen Spinner manyetometresi.

KANTEK paleomanyetizma laboratuvarında kullanılan spinner manyetometresine özel olarak imal edilmiş bir kontrol ünitesi ve bir bilgisayar ilave edilmiştir. Bilgisayar, aletten aldığı verilerle, kullanılan numunenin üst yüzünü yatay bir düzlem ve bu yüz üzerindeki referans çizgisini coğrafik kuzey olarak kabul etmek sureti ile numunenin kalıcı mıknatıslanma doğrultusu ve şiddetini hesaplamaktadır. Bilgisayara yönlü numunenin arazideki konumunu belirleyen bilgilerin verilmesi halinde, kayacın mıknatıslanma doğrultusunu gerçek kuzey ve eğim açısını da yatay düzleme göre hesaplamaktadır.

4.4 Demanyetizasyon Sonuçlarının Analizi

Numunelerin ikincil mıknatıslanmaları temizlenirken her temizleme aşamasına ait paleomanyetik veriler mıknatıslanma doğrultusu "D", eğim açısı "I" ve mıknatıslanma şiddeti "J" elde edilir. Söz konusu büyüklükler çeşitli gösterim teknikleri kullanılarak grafiklenir. Demanyetizasyon işlemlerinin ardından sonuçların yorumlanmaya hazırlanması aşamasında kullanılan üç grafikleme yöntemi vardır. Bu yöntemler sırası ile;

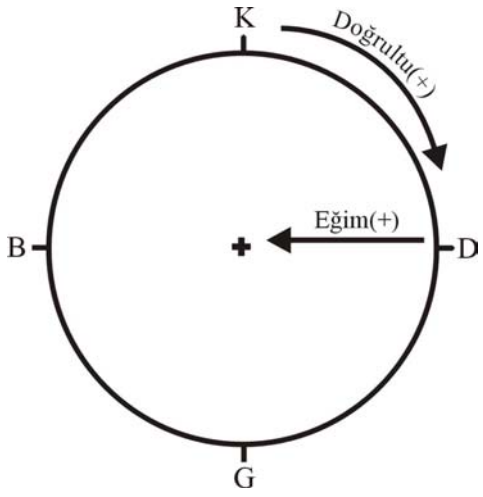
1) Eşit-alan Stereografik projeksiyonu,
2) As-Zijderveld projeksiyonu,

3) Mıknatıslanma-Şiddet diyagramıdır.

4.4.1 Stereografik Projeksiyon

Vektörel bir büyüklüğün yönündeki değişimlerin iki boyutlu düzlem üzerine aktarılması yollarından biri "izdüşümü" yöntemidir. İzdüşümü yönteminde vektörün şiddeti ile ilgili değişimler dikkate alınmaz. Sadece vektör yönündeki değişimler izlenir. Bu amaçla vektörün şiddeti ne olursa olsun "bir" kabul edilir. Yönleri bilinen vektörler merkezi "O" olan bir x-y-z koordinat sistemine başlangıç noktaları merkezde olacak şekilde yerleştirilirlerse vektörlerin bitiş noktalarının birim yarım çaplı bir küre yüzünde herhangi bir noktayı işaret edecekleri açıktır. Böylece üç boyutlu bir ortamda değişim gösteren vektörün ucunun hareketi küre yüzeyine aktarılmış olur. Küre yüzeyindeki bu hareketin iki boyutlu düzleme aktarılmasında kullanılan iki projeksiyon vardır: "Lambert Eşit Alan Projeksiyonu" ve "Stereografik Projeksiyon". Lambert eşit alan projeksiyonunda iki boyutlu düzlem üzerine aktarma yapılırken açılarda bozulmalar meydana gelmektedir. Bu nedenle paleomanyetik çalışmalarda, Stereografik projeksiyon kullanımı tercih edilir.

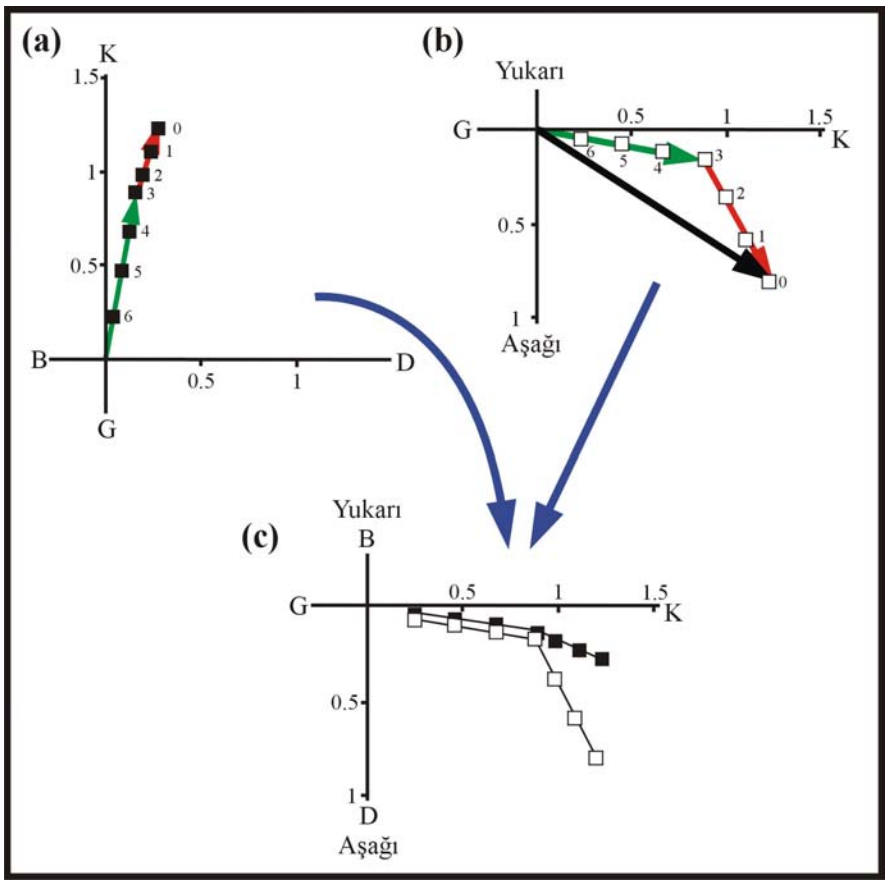
Stereografik projeksiyonda 0° kuzeyde olmak üzere, mıknatıslanma vektörünün doğrultu açısı "D" saat yönünde artacak şekilde işaretlenir. Eğim açısı ise, dairenin kenarında 0°, merkezde 90° olacak biçimde işaretlenir (Şekil 4.8). Normal eğim "+" açıları içi dolu ters eğim "-" açıları içi boş daireler şeklinde gösterilir.



Şekil 4.8 Stereografik projeksiyonun kullanımı.

4.4.2 As-Zijderveld Projeksiyonu

Paleomanyetizma çalışmalarında kullanılan diğer bir grafikleme yöntemi ise Zijderveld tarafından geliştirilen ve kendi ismi ile anılan As-Zijderveld projeksiyonudur. Bu projeksiyonun en önemli özelliği demanyetizasyon boyunca mıknatıslanma vektörünün yatay ve düşey bileşenlerinin doğrultu ve eğim açılarındaki değişimleri vektörün şiddet değişimleri ile birlikte aynı kartezyen koordinat sisteminde gösterilmesine imkan vermesidir. Grafikleme yönteminde mıknatıslanma vektörünün yatay ve düşey düzlemlerdeki iz düşümleri çizilir. Şekil-4.9a'da primer ve sekonder mıknatıslanmaya sahip bir numunenin temizleme işlemi sırasındaki mıknatıslanma vektöründe meydana gelen değişimlerin yatay düzlemdeki iz düşümleri gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Mıknatıslanma vektör bileşenleri diyagramı: (a) Mıknatıslanma vektörünün yatay düzlemde gösterimi. (b) Kuzey-güney doğrultulu düşeydüzlemde doğal kalıcı mıknatıslanma vektörünün bileşenleri ile görünümü. (c) Yatay ve düşey projeksiyonun birlikte gösterildiği diyagram. İçi dolu kareler yatay projeksiyondaki vektör izdüşümünü, içi boş kareler düşey projeksiyondaki vektör izdüşümünü göstermektedir. Kareler üzerindeki sayılar ise demanyetizasyon adımlarını belirtir. Şekillerin eksenlerinde yer alan mıknatıslanma şiddetleri 'A/m' cinsindendir (Buttler, 1992).

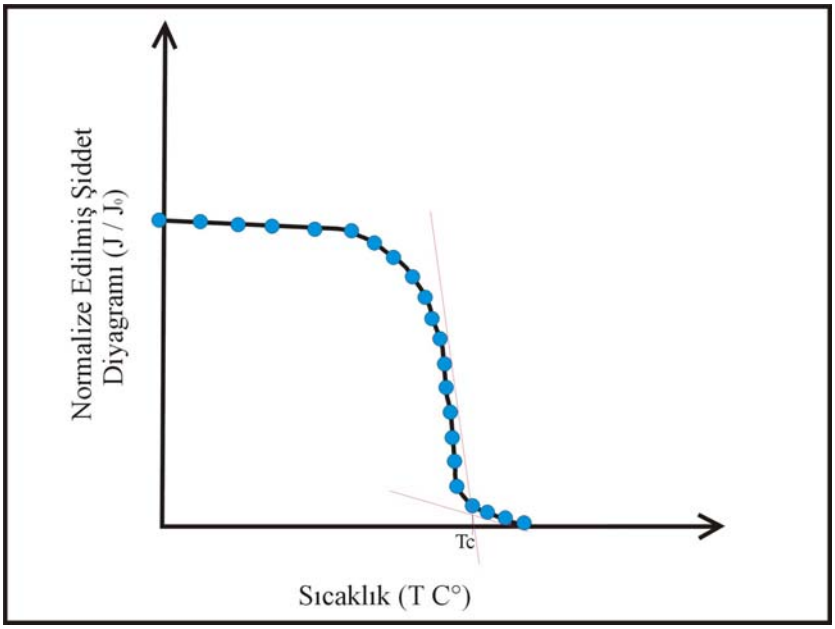
0-6 arasında değişen rakamlar demanyetizasyon adımlarını göstermektedir. Her içi dolu kare, o adımdaki mıknatıslanma vektörünün yatay düzlem izdüşümünü gösterdiğinden, kuzeyden yapmış olduğu açı o adımdaki mıknatıslanma vektörünün doğrultu açısını verecektir. Dikkat edilirse 0-3 arası adımlar doğrusal bir dizilim gösterirken 4-6 arası yine doğrusal başka bir dağılım göstermektedir. Söz konusu bu iki farklı doğrusallıktan birisi birincil mıknatıslanmayı diğeri ise ikincil mıknatıslanmayı göstermektedir. Yani kırmızı vektör sekonder yeşil vektör ise primer mıknatıslanmayı ifade ediyor denebilir.

Şekil 4.9b'de ise mıknatıslanma vektörlerinin düşey düzlemdeki iz düşümleri gösterilmektedir. Birinci gösterimde olduğu gibi, kırmızı vektör sekonder yeşil vektör ise primer mıknatıslanmayı göstermektedir. Şekillerden izlendiği gibi 3. temizleme adımından sonra primer mıknatıslanma yönü değişmemekte yanlızca vektörün şiddeti azalmaktadır. Numuneye ait eğim açısı yatay eksenden olan açısal fark kadardır. Şekil 4.9'un c kısmında ise mıknatıslanma vektörünün yatay ve düşey düzlemdeki değişimleri birlikte gösterilmiştir.

Bu grafikleme yöntemlerinin dışında ister sıcaklıkla temizleme yöntemi isterse alternatif manyetik alan temizleme yöntemi sonuçları kullanılsın numunenin hangi sıcaklıkta veya hangi manyetik alan şiddetinde sekonder mıknatıslanmadan arındığını belirlemek amacı ile kullanılan ek bir grafik yöntem daha vardır. Normalleştirilmiş sıcaklık-mıknatıslanma ve alternatif manyetik alan mıknatıslanma şiddeti grafikleri olarak adlandırılan bu grafiklerde, temizleme işleminin her aşamasında ölçülen kalıcı mıknatıslanma şiddeti "J", kayacın doğal kalıcı mıknatıslanma (DKM) şiddetine "J_s" oranlanır ve kayaca uygulanmış sıcaklık değeri yada "(pik) alternatif manyetik alan şiddetine" karşı işaretlenir (Şekil 4.10). Bu grafikleme yöntemi sayesinde kayacın sahip olduğu mıknatıslanmanın şiddetindeki değişim izlenmiş olur. Buna ek olarak Şekil 4.10'da da gösterildiği gibi kayacın sahip olduğu minerallerin manyetik özelliklerini yitirdikleri sıcaklık olan Curie Sıcaklığı "T_c" değeri de yaklaşık olarak belirlenebilmektedir.

4.5 Paleomanyetik Verilerin İstatistik Analizi

Paleomanyetizma çalışmalarında çeşitli mevkilerden toplanan numuneler üzerinde temizleme işlemleri uygulanarak her numune için birincil mıknatıslanma doğrultularına ulaşıldıktan sonra, her mevki için ortalama mıknatıslanma doğrultusu hesaplanır. Bu hesaplama sırasında, R. A. Fisher (1953) tarafından geliştirilen ve kendi adı ile anılan "Fisher istatistiği" kullanılır. Bu istatistik yönteminde bir grup vektörün ortalaması olan vektörün yönü belirlenir ve bu ortalama yönün güvenirliliği çeşitli istatistik parametrelerce tartışılır.



Şekil 4.10 Normalize edilmiş sıcaklık-mıknatıslanma şiddet diyagramı.

Fisher istatistiğinde bir grup vektörün ortalama vektörünün yönü belirlenmek istendiğinde o gruba ait her vektörün şiddetinin bir olduğu kabul edilir. Fisher, birim uzunluklu bir vektör grubunun başlangıçları birim yarıçaplı bir kürenin merkezinde olmak üzere yerleştirildiklerinde, vektör uçlarının küre yüzeyinde bir noktasal dağılım oluşturduklarını ve bu noktasal dağılımın olası yoğunluk dağılım fonksiyonunu aşağıda verilen şekilde olduğunu kabul eder.

$$P = \frac{k}{4\pi \mathrm{Sinh} k} \exp(k.\cos\theta) \qquad (4.3)$$

burada “θ”, grup içinde yer alan bir vektör ile gruba ait gerçek ortalama vektör arasındaki açıyı göstermektedir. Bağıntıdaki prezisyon parametresi “k” olarak bilinir ve (4.4) bağıntısı ile verilir.

$$k = \frac{(N-1)}{(N-R)} \tag{4.4}$$

Bağıntıdaki “N” ortalamaya giren birim uzunluklu vektör sayısını, “R” bu vektörlerin vektörel toplamı sonucu elde edilecek bileşke vektörün büyüklüğünü gösterir.

Mıknatıslanma vektörleri eğer gelişigüzel doğrultularda ise k=0 bulunacaktır. Eğer mıknatıslanma vektörleri belirli bir yön etrafında küçük iyi bir grup meydana getiriyorsa, k’nın değeri birkaç yüz olabilmektedir. Uygulamada hangi k değerine sahip ortalama vektörün kullanılacağı hangisinin kullanılamayacağı konusunda kesin bir kriter olmamakla birlikte; bir mevki için yeterince numune varsa ve bulunan k değeri 20 den büyükse elde edilen ortalama vektör için “güvenilir” denir.

Fisher istatistiğinde, küre yüzeyindeki nokta dağılımına karşı gelen ortalama mıknatıslanmanın etrafında çeşitli çemberler çizilerek verilerin kalitesi belirlenmeye çalışılır. Bu çemberler θ_{50}, θ_{63}, θ_{95} sembolleri ile gösterilirler. Paleomanyetik çalışmalarda genellikle, θ_{95} çemberi kullanılmaktadır. Çemberin yarıçapının k parametresi cinsinden ifadesi formülde verildiği gibidir.

$$\theta_{95} = \frac{140^0}{\sqrt{k}} \quad \text{derece} \tag{4.5}$$

Bir nokta dağılımına ait θ_{95} çemberi öyle bir çemberdir ki merkezi ortalama nokta olmak üzere çizildiğinde ortalama noktanın hesaplanmasında kullanılan noktaların %95’i bu çember içinde kalır.

Emniyet çemberinde amaç, bir nokta dağılımı için hesaplanan ortalama noktanın, dağılımın teorik “gerçek” ortalamasından ne kadar farklı, hatalı olabileceğini belirtmektedir. Fisher, bir nokta dağılımı için gerçek ortalamanın sonlu sayıda veriden hesaplanan ortalamadan (1-p) olasılık düzeyinde ne kadar farklı

olabileceğini de araştırmıştır. Fisher'e göre dağılımın gerçek ortalaması; tepesi kürenin merkezinde, tabanın orta noktası ise hesaplanan orta nokta ile çakışık olan ve tepe yarım açısı (4.6) bağıntısında verilen koninin içinde kalır.

$$\cos\alpha_{(1-p)} = 1 - \left[(N - R)/R\right]\left[(1/p^{1/(N-1)} - 1)\right] \qquad (4.6)$$

Uygulamada genelde p=0.05 alınır ve (4.6) bağıntısında yerine konulduğunda elde edilen açı kısaca α_{95} olarak gösterilir. Hesaplanan ortalama noktayı merkez kabul eden ve yarıçapı α_{95} kadar olan çembere "emniyet çemberi" denir. Emniyet çemberi aşağıdaki bağıntı ile de yaklaşık olarak hesaplanabilir.

$$\alpha_{95} = \frac{140^0}{\sqrt{kN}} \qquad (4.7)$$

Küre yüzeyindeki nokta dağılımına ait α_{95} çemberi öyle bir çemberdir ki, nokta dağılımına ait gerçek ortalama, %95 olasılıkla bu çemberin içinde %5 olasılıkla da bu çemberin dışındadır.

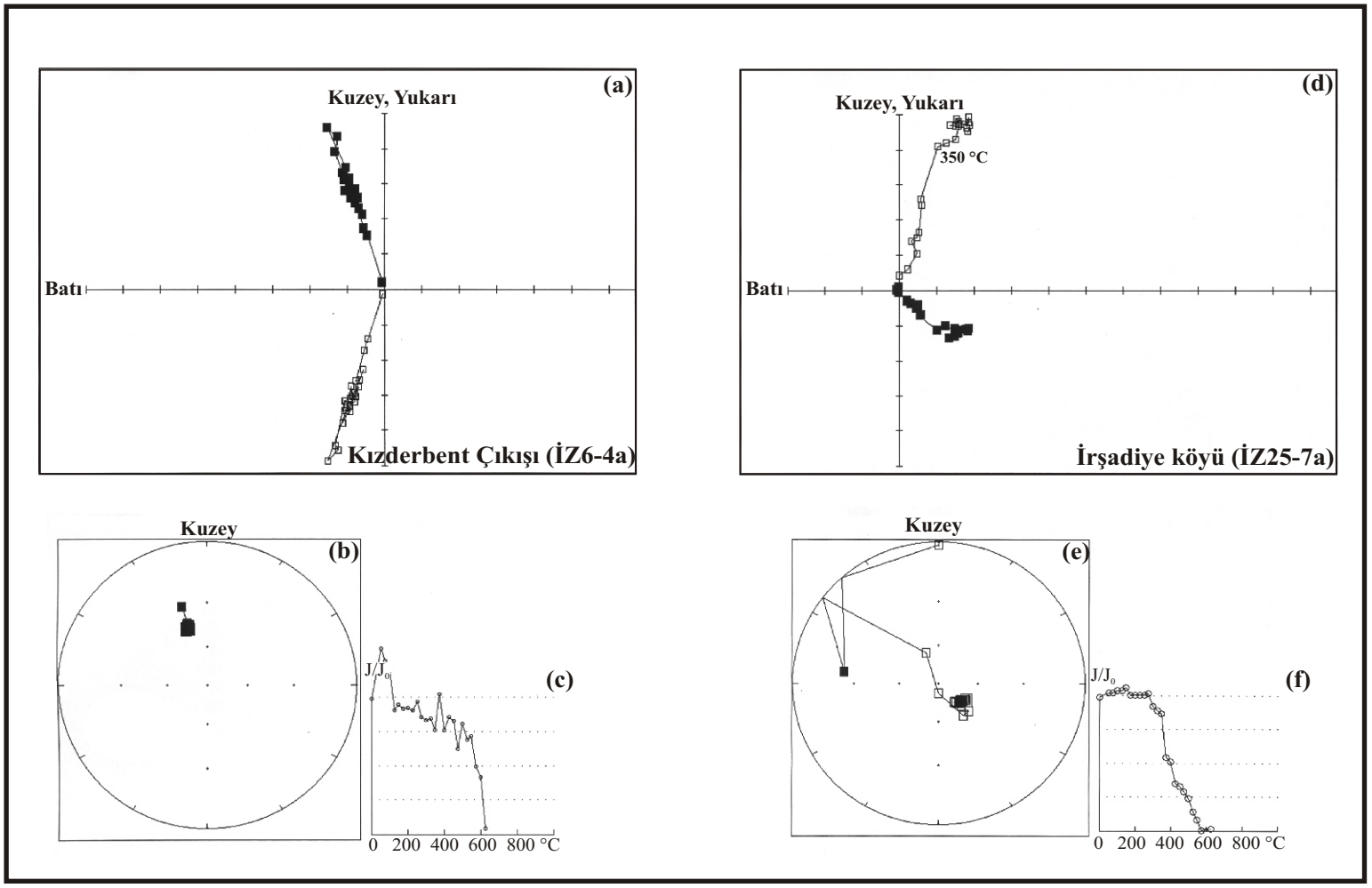
Fisher istatistiğine göre; paleomanyetik verilerin analizinde prezisyon parametresi k ≥20 ise ve α_{95} ile ifade edilen emniyet çemberide ne kadar küçükse verinin güvenirliği de o denli fazla olacaktır.

5. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

5.1 Pilot Numunelerin Seçimi ve Analizi

Bir önceki bölümde bahsedildiği gibi arazi çalışmasında toplam 50 paleomanyetik mevkiden numune toplanmış ve karot numuneler kesilerek 1 inchlik silindirik numuneler haline getirerek ölçümlere hazır hale getirilmiştir. Daha sonra laboratuvarda ölçme işlemlerine, numunelerin doğal kalıcı mıknatıslanmalarının "DKM" ölçülmesi işlemi ile başlanmış ve takiben her mevkiden ikişer adet pilot numune seçilerek ısıl demanyetizasyon işlemleri (25 adım) uygulanmıştır. Isıl demanyetizasyon işleminde temizleme aralıkları 25, 50, 75, 100, ... 600°C olarak alınmıştır. Demanyetizasyon işlemleri sırasında her temizleme adımı sonrası elde edilen mıknatıslanma şiddeti, doğrultusu ve eğimi daha önceki bölümlerde sözü edilen grafik yöntemler kullanılarak grafiklenmiştir. Şekil 5.1 ve Şekil 5.2 de dört adet numuneye ait projeksiyon ve diyagramlar verilmiştir.

Şekil 5.1a'da Kızderbent çıkışından alınmış İZ6-4a isimli pilot numuneye ait Zijderveld projeksiyonu görülmektedir. Şekle dikkat edilirse mıknatıslanma doğrultu ve eğim açıları fazla bir değişim göstermeksizin orjine doğru yönelmektedir. Dolayısıyla mıknatıslanma vektörünün her temizleme adımında şiddetinin azaldığı buna karşılık mıknatıslanma doğrultusunda ve eğiminde bir değişiklik olmadığı söylenebilir. Aynı numunenin Stereografik Projeksiyon'uda Şekil 5.1b'de görülmektedir. Grafikte görüldüğü gibi tek bir nokta etrafında gruplaşma sözkonusudur yani, her temizleme aşaması sırasında benzer doğrultu ve eğim açıları elde edilmiştir. Aynı numuneye ait normalize edilmiş şiddet-sıcaklık grafiği ise Şekil 5.1c'de verilmiştir. Grafikte başlarda gözlenen artım; mevcut olan ikincil mıknatıslanmanın birincil mıknatıslanma ile ters yönde olduğu ve temizleme sırasında ikincil mıknatıslanma giderildikçe birincil mıknatıslanmanın kuvvetlendiği şeklinde yorumlanabilir. Sonuçta her üç grafik birlikte değerlendirilirse, İZ6-4a isimli pilot numune güvenilir bir birincil mıknatıslanmaya



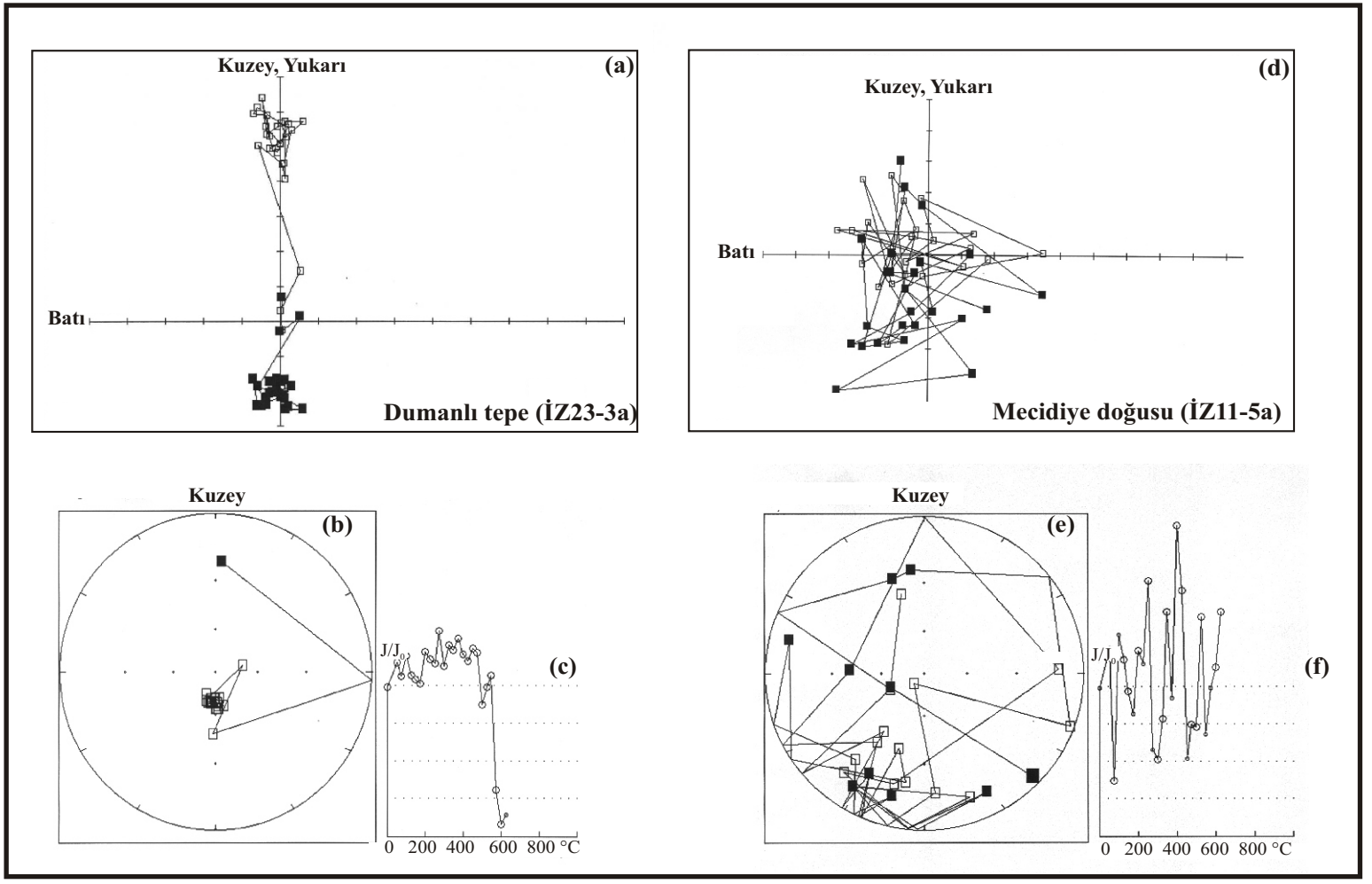
Şekil 5.1 Kızderbent (İZ6-4a) ve İrşadiye köyü (İZ25-7a) mevkilerine ait pilot numune sonuçları. a-d) Zijderveld projeksiyonu, b-e) Stereografik Projeksiyon ve c-f) Normalize edilmiş sıcaklık-mıknatıslanma şiddet diyagramı.

sahip olduğu söylenebilir, doğrultu ve eğim açısı değerleri bir birine yakın olmasından dolayı söz konusu numuneye ait mıknatıslanma doğrultusu herhangi bir demanyetizasyon adımından belirlenebilir.

Şekil 5.1d'de İrşadiye köyünden alınmış İZ25-7a isimli pilot numuneye ait Zijderveld projeksiyonu görülmektedir. Şekilden de izlenildiği gibi 350 °C öncesi ve sonrası farklı azalım doğrultuları mevcuttur. Azalım belirli bir doğrultuda giderken 350°C'den sonra farklı bir doğrultuya yönelerek orjine doğru yönelmektedir. Bu durum ikincil mıknatıslanmanın 350°C'de temizlendiği şeklinde ifade edilebilir. Aynı numunenin Stereografik Projeksiyon'una bakılırsa; iyi gruplanmanın olduğu görülmektedir, yani söz konusu mıknatıslanmanın güvenilir olduğu söylenebilir (Şekil 5.1e). Stereografik Projeksiyon'daki saçılmalar ~550°C'den yüksek sıcaklıktaki ısıtma adımlarında oluşmaktadır. Söz konusu aralıkta, birincil mıknatıslanma tamamı ile giderilmiş ve ikincil bir mıknatıslanma kazanılmaya başlanmıştır.

Diğer bir örnek ise Dumanlı tepe civarından alınan İZ23-3a isimli pilot numunedir. Bu numunenin Zijderveld projeksiyonuna bakıldığında başlangıçta şiddetin fazla değişmediği, aynı doğrultu ve eğim açıları civarında bir gruplanmanın olduğu görülmektedir (Şekil 5.2a). Stereografik Projeksiyon'da ise yine belli bir gruplanmanın olduğu, ancak son ısıtma aralıklarında bir saçılmanın oluştuğu gözlenir (Şekil 5.2b). Eğer normalize edilmiş şiddet-sıcaklık grafiğine bakarsak şiddetin birden azaldığı görülür (Şekil 5.2c). Sonuç olarak İZ23-3a isimli numunenin güvenilir bir mıknatıslanmasının olduğu söylenebilir.

Güvenilir mıknatıslanmaya sahip olmayan bir pilot numunenin demanyetizasyon işlemleri sırasında nasıl davrandığını göstermek üzere, Mecidiye Köyü Doğusun'dan alınmış olan İZ11-5a isimli pilot numune örnek olarak verilmiştir. Şekil 5.2d, e ve f'de sırası ile söz konusu pilot numunenin Zijderveld projeksiyonu, Stereografik projeksiyonu ve normalize edilmiş şiddet-sıcaklık diyagramları görülmektedir. Görüldüğü gibi Stereografik Projeksiyon'da hiç bir anlamlı gruplaşma sözkonusu değildir. Bunun yanı sıra Zijderveld projeksiyonunda da saçılmış bir görünüm vardır. Bütün bu yargıların ışığı altında pilot numunenin güvenilir bir mıknatıslanmaya sahip olmadığı söylenebilir. Sonuç

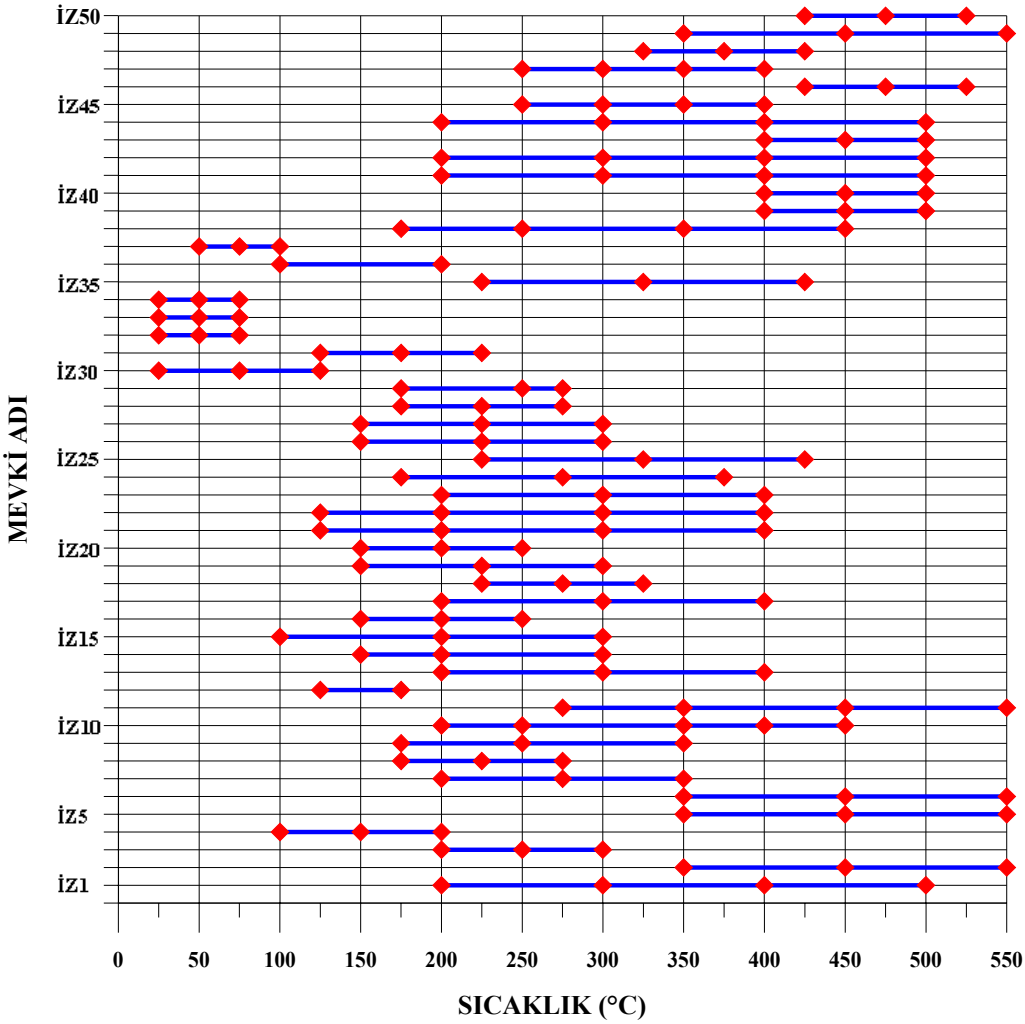


Şekil 5.2 Dumanlı Tepe (İZ23-3a) ve Mecidiye doğusu (İZ11-5a) mevkilerine ait pilot numune sonuçları. a-d) Zijderveld projeksiyonu, b-e) Stereografik Projeksiyon ve c-f) Normalize edilmiş sıcaklık-mıknatıslanma şiddet diyagramı.

olarak bu mevkiye ait diğer numunelerde güvenilir olmayan mıknatıslanmaya sahip olduğundan değerlendirilmeye alınmamıştır. Armutlu Yarımadası'ndaki toplam 50 mevkinin 18'sinde bu örnekteki ne benzer durumla karşılaşılmış ve bu mevkiler güvenilir bir mıknatıslanmaya sahip olmadıkları gerekçesiyle değerlendirme dışı bırakılmıştır (Tablo 5.1).

5.2 Kalıntı Mıknatıslanma Ölçümleri

Paleomanyetik çalışmaların yapıldığı 50 mevkiye ait numunelerden seçilen ikişer adet pilot numune; yukarıda bahsedilen sıcaklık aralıkları kullanılarak demanyetize edilmiş (temizlenmiş) ve elde edilen sonuçlara dayanarak her mevki için Şekil 5.3'de verilen ısıl temizleme aralıkları tespit edilmiştir.



Şekil 5.3 İkincil mıknatıslanmaların temizlenmesi için numunelere uygulanması gereken temizleme sıcaklık aralıkları.

Tablo 5.1: Armutlu Yarımadası'na ait 50 mevki için temizleme sonrası elde edilen tektonik düzeltme öncesi ve sonrası kalıcı mıknatıslanma doğrultuları. Koyu renkli satırlar değerlendirme dışı bırakılan mevkileri göstermektedir. D: Doğrultu açısını, I: Eğim açısını, k: Prezisyon parametresini ve α_{95} : Emniyet çemberini göstermektedir.

MEVKİ ADI	ENLEM (°)	BOYLAM (°)	D_N / T_N*	TEKTONİK DÜZELTME ÖNCESİ				TEKTONİK DÜZELTME SONRASI			
				D	I	k	α_{95}	D	I	k	α_{95}
İZ 1	40.3839	29.6763	8 / 9	316	-80	4	31.6				
İZ 2	40.4744	30.0470	7 / 8	226	-58	3.5	38.1				
İZ 3	40.4739	30.0489	8 / 8	337	6	1.9	55.7				
İZ 4	40.4397	29.9653	6 / 8	13	56	35	11.5				
İZ 5	40.5499	29.5171	6 / 10	341	63	19.1	15.7				
İZ 6	40.5615	29.5055	7 / 8	328	50	38	9.9				
İZ 7	40.5605	29.5180	9 / 10	286	58	35.9	8.7				
İZ 8	40.5635	29.5184	6 / 9	322	45	14.8	18	345	33	14.8	18
İZ 9	40.5606	29.5888	8 / 8	354	64	20.9	13.5	45	64	20.9	13.5
İZ 10	40.5613	29.6023	7 / 8	35	41	411	9.5	28	41	41.1	9.5
İZ 11	40.5667	29.7205	7 / 9	192	-17	9.8	20.3				
İZ 12	40.5730	29.7182	6 / 7	104	-14	6.3	29.1				
İZ 13	40.5688	29.7231	7 / 8	174	-15	71.9	7.2	208	-39	71.9	7.2
İZ 14	40.5625	29.7280	5 / 6	99	56	8.5	27.8				
İZ 15	40.5685	29.7588	6 / 8	186	5	11	21.2				
İZ 16	40.5342	29.4393	7 / 8	13	27	36.5	10.1	12	-26	36.5	10.1
İZ 17	40.5365	29.4404	6 / 9	249	47	2	49.9				
İZ 18	40.5561	29.4611	6 / 9	2	-28	84.3	7.3	5	-44	84.3	7.3
İZ 19	40.5572	29.3843	7 / 7	95	8	1.7	69.7				
İZ 20	40.5507	29.4001	6 / 8	352	-25	44.5	10.2	356	-25	44.5	10.2
İZ 21	40.5847	29.7702	7 / 7	91	-9	2.3	52.2				
İZ 22	40.5867	29.7726	9 / 9	69	-27	1.5	67.3				
İZ 23	40.5844	29.7742	7 / 8	199	-71	109.4	5.8	177	-52	109.4	5.8
İZ 24	40.5778	29.7758	7 / 7	251	-70	31.1	11	177	-58	31.1	11

* Değerlendirmeye katılan numune sayısı / Toplam numune sayısı

Tablo 5.1'in devamı

MEVKİ ADI	ENLEM (°)	BOYLAM (°)	D_N / T_N*	TEKTONİK DÜZELTME ÖNCESİ				TEKTONİK DÜZELTME SONRASI			
				D	I	k	α_{95}	D	I	k	α_{95}
İZ 25	40.6062	29.8078	8 / 8	117	-59	53.2	7.7				
İZ 26	40.6697	29.9218	7 / 9	349	52	27.5	10.7				
İZ 27	40.6583	29.9234	7 / 8	28	19	38.7	9.8				
İZ 28	40.6539	29.9329	8 / 9	357	37	33.3	9.7				
İZ 29	40.6138	29.0760	6 / 8	221	-59	23.5	14.1				
İZ 30	40.6104	29.0693	6 / 8	16	49	18.2	16.1				
İZ 31	40.6018	29.0450	6 / 9	33	44	28.4	6.5				
İZ 32	40.6020	29.0466	6 / 7	141	-39	2.5	54				
İZ 33	40.6010	29.0428	7 / 8	16	43	68.8	7.3				
İZ 34	40.6015	29.1829	6 / 9	300	8	15.2	17.7				
İZ 35	40.6078	29.1716	7 / 11	266	-61	51.5	8.5				
İZ 36	40.5851	29.1663	9 / 9	150	21	1.4	79.7				
İZ 37	40.5815	29.1602	7 / 8	349	42	24.5	12.4				
İZ 38	40.5906	29.2059	8 / 14	350	53	30.6	10.2				
İZ 39	40.6801	29.9705	7 / 8	16	28	23	12.9	32	40	23	12.9
İZ 40	40.6801	29.9708	8 / 8	329	37	4.5	29.4				
İZ 41	40.6646	29.9573	7 / 9	311	41	17.3	14.9	340	24	17.3	14.9
İZ 42	40.6437	29.9462	8 / 8	55	68	10.3	18.1				
İZ 43	40.6412	29.9591	7 / 9	321	35	36.4	8.6	322	21	36.4	8.6
İZ 44	40.6358	29.9654	9 / 9	227	74	15.2	136				
İZ 45	40.5506	29.4001	8 / 8	349	17	30	11.2				
İZ 46	40.5502	29.4041	7 / 10	349	-31	64.1	7.6	25	-46	64.1	7.6
İZ 47	40.5341	29.4467	6 / 9	358	45	23.5	14.1	356	25	23.5	14.1
İZ 48	40.5536	29.4751	7 / 9	324	32	34.1	10.5	329	12	34.1	10.5
İZ 49	40.5496	29.4857	8 / 8	346	40	82.7	6.1	333	30	82.7	6.1
İZ 50	40.6099	29.6759	7 / 9	256	-52	29.6	11.3	227	-52	29.6	11.3

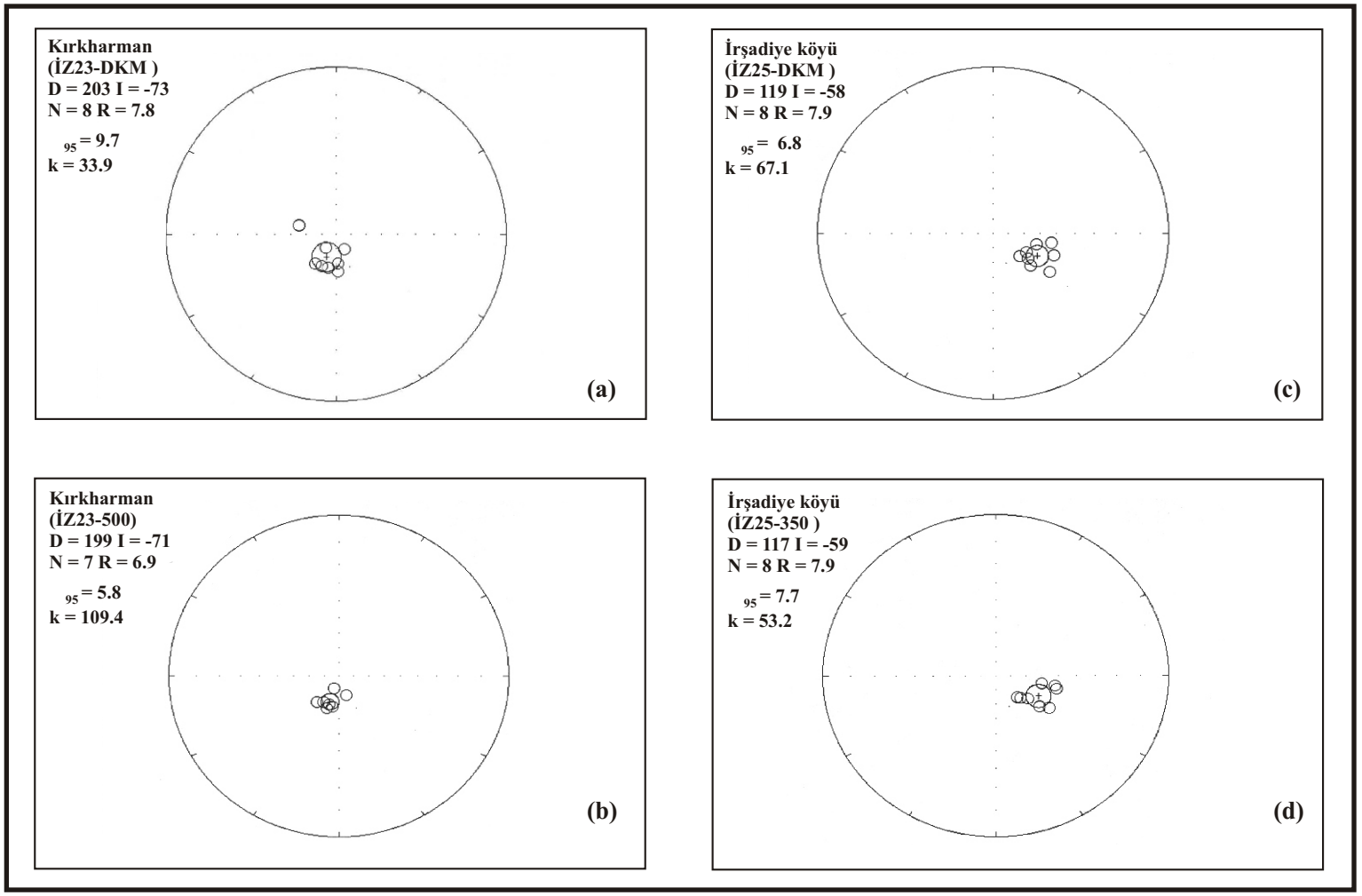
* Değerlendirmeye katılan numune sayısı / Toplam numune sayısı

Şekil 5.3'de verilen grafikte görülen ısıl demanyetizasyon aralıklarında (◊) semboller ile gösterilen noktalarda (3-4 temizleme adımı) o mevkilere ait diğer tüm numuneler temizlenmiştir. Söz konusu mevki için ortalama mıknatıslanma doğrultuları hesaplanmıştır. Ortalama mıknatıslanma doğrultularının hesaplanması ve grafiklenmesi aşamasında yine Stereografik Projeksiyon'dan yararlanılmıştır.

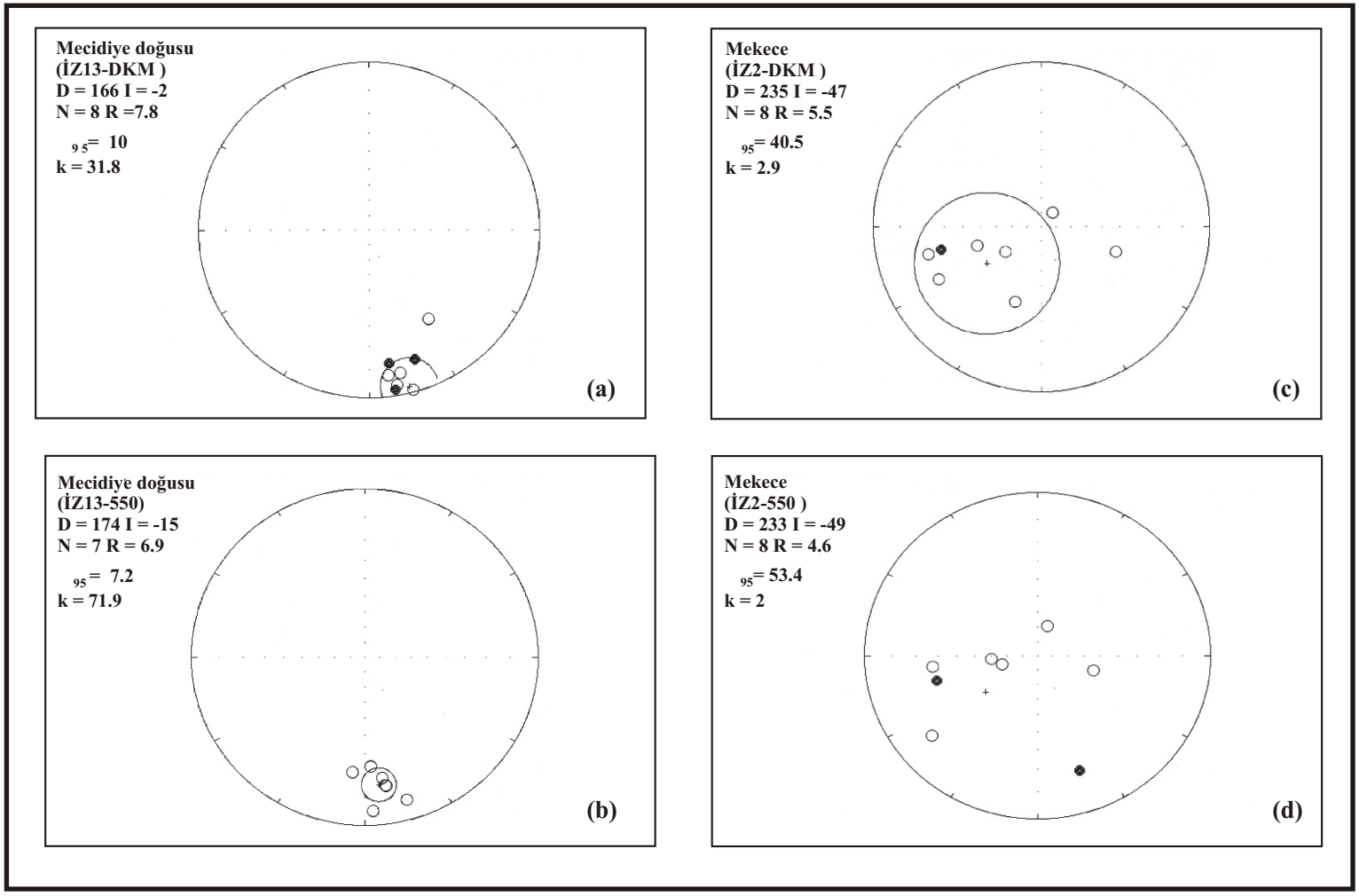
Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'de iyi ve kötü mıknatıslanmaya sahip mevkilere örnekler verilmiştir. Her iki şekilde a-c de doğal kalıcı mıknatıslanma (DKM) doğrultuları, b-d ise aynı mevkinin demanyetizasyon işlemleri geçirdikten sonra elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultuları verilmiştir. Daha önceden bahsedildiği gibi projeksiyondaki içi dolu daireler normal mıknatıslanmayı, içi boş daireler ise ters mıknatıslanmayı göstermektedir. Şekillerde her mevkiye ait ortalama mıknatıslanma doğrultusu ve eğimi ile güvenirlilik parametreleri hem sayısal olarak hem de projeksiyon üzerinde "α_{95}" emniyet çemberi ile belirtilmektedir. Bilindiği gibi paleomanyetik veriler yorumlanırken prezisyon parametresinin "k" olabildiğince büyük ve buna bağlı olarak hesaplanan "α_{95}" emniyet çemberininde mümkün oldukça küçük olması istenir.

Şekil 5.4 ile Şekil 5.5a ve b de İZ23, İZ25 ve İZ13 isimli mevkilerine ait doğal kalıcı mıknatıslanma "DKM" ile temizleme sonrası elde edilen birincil mıknatıslanma doğrultuları, güvenilir kalıcı mıknatıslanmaya sahip mevkilere, Şekil 5.5c ve d de ise İZ2 isimli mevkiye ait değerler güvenilir kalıcı mıknatıslanmaya sahip olmayan mevkilere örnek olarak verilmektedir.

Bu çalışma kapsamında toplanan paleomanyetik numunelerden elde edilen kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve ilgili istatistik parametreler toplu halde detaylarıyla ekler bölümünde verilmiştir.



Şekil 5.4 Kırkharman (İZ23) ve İrşadiye köyü (İZ25) mevkilerine ait. a-c) Ortalama doğal kalıcı mıknatıslanma doğrultuları, b-d) Ortalama kalıcı mıknatıslanma doğrultuları.



Şekil 5.5 Mecidiye doğusu (İZ13) ve Mekece (İZ2) mevkilerine ait. a-c) Ortalama doğal kalıcı mıknatıslanma doğrultuları, b-d) Ortalama kalıcı mıknatıslanma doğrultuları.

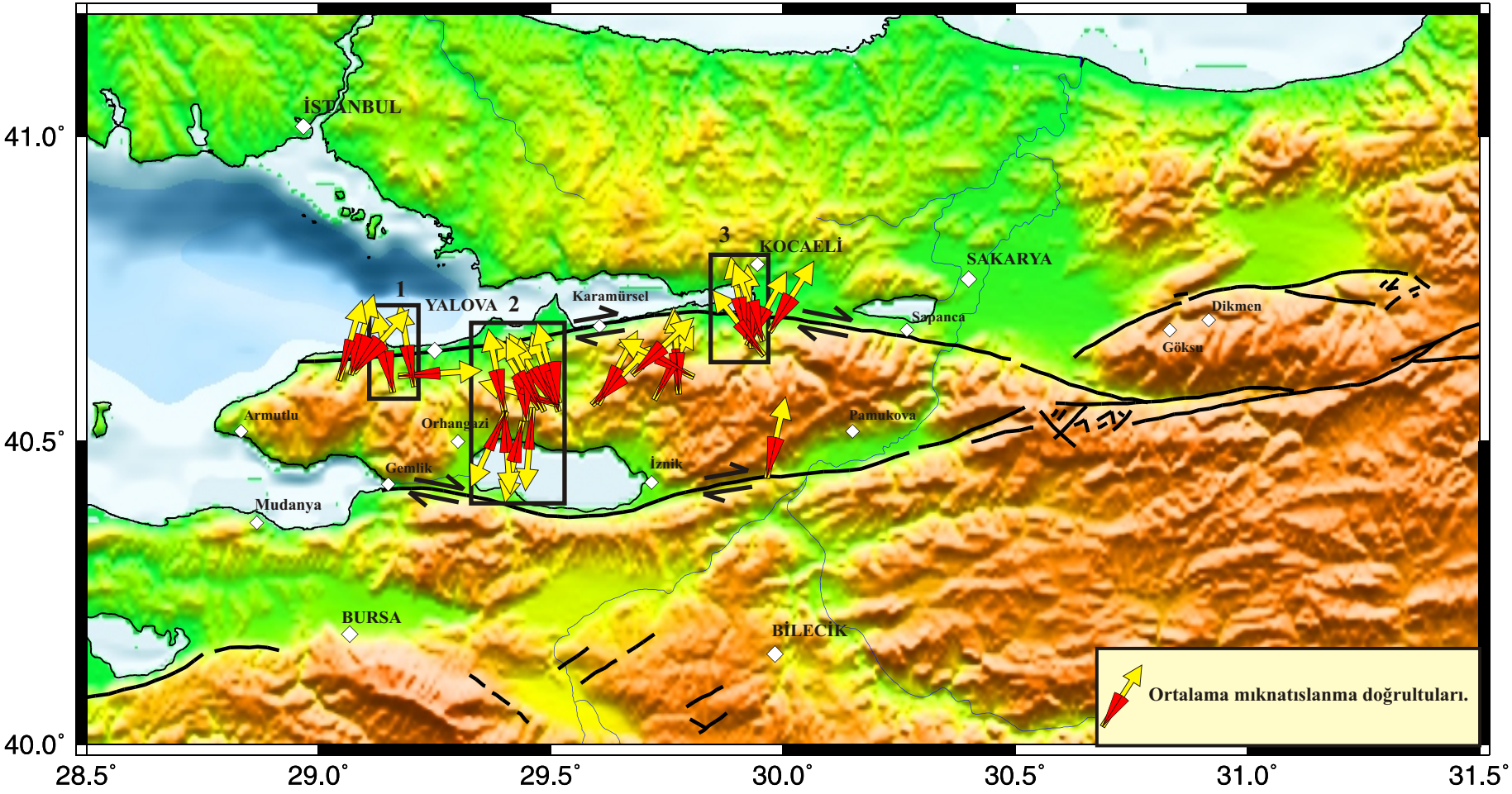
6. PALEOMANYETİK VERİLERİN YORUMLANMASI

Bu bölümde bölgeden toplanan Eosen yaşlı paleomanyetik numunelerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek, bölgenin tektonik gelişimiyle ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Bu değerlendirme sırasında öncelikle ortalama mıknatıslanma doğrultularının sapma açıları değerlendirilmiş, bölgedeki diğer paleomanyetik çalışmaların sonuçları ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Bunun dışında bölgedeki paleomanyetik sonuçlar ile jeolojik ve tektonik sonuçlar ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca, bölgedeki tektonik mekanizmanın matematiksel modellemesi sonucu elde edilen değerler ile paleomanyetik sonuçlar tartışılmıştır. Son olarak ortalama mıknatıslanma doğrultularının eğim açıları değerlendirilmeye çalışılmıştır.

6.1 Armutlu Yarımadası Eosen Volkaniklerine Ait Ortalama Mıknatıslanma Doğrultularının Sapma Açılarının Değerlendirilmesi

Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden daha öncede belirtildiği gibi toplam 50 mevkiden paleomanyetik yönlü numune alınmıştır. Bu mevkilerden 18'i güvenilir mıknatıslanmaya sahip olmadığından dolayı değerlendirme dışı tutulmuştur (Tablo 5.1). Güvenilir mıknatıslanmaya sahip mevkilerden 21 tanesinde normal, 11 tanesinde ise ters mıknatıslanmaya rastlanmıştır. Mevkilerin değerlendirilmesi ve haritalanması aşamasında görsel kolaylık olması açısından ters polariteye sahip mevkiler normal polariteye çevrilmiştir. Ortalama mıknatıslanma doğrultularının sapma açıları Şekil 6.1'de verilen haritaya işlenmiştir. Şekilde oklar mıknatıslanma doğrultularını gösterirken oklar üzerindeki içi dolu alanlar ise hata miktarlarını (α_{95}) derece olarak göstermektedir.

Ortalama mıknatıslanma doğrultularının sapma açılarına bakıldığında, hem saat yönünde hemde saatin tersi yönünde rotasyonlar görülmektedir. Saatin tersi yönündeki rotasyonlar daha çok Armutlu Yarımadası'nın üç kesiminde yer almaktadır (Şekil 6.1'de 1, 2 ve 3 ile gösterilen alanlar). Söz konusu alanların



Şekil 6.1 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerine ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları. Haritada numarandırılmış alanlar saatin tersi yönlü rotasyonların görüldüğü alanları göstermektedir.

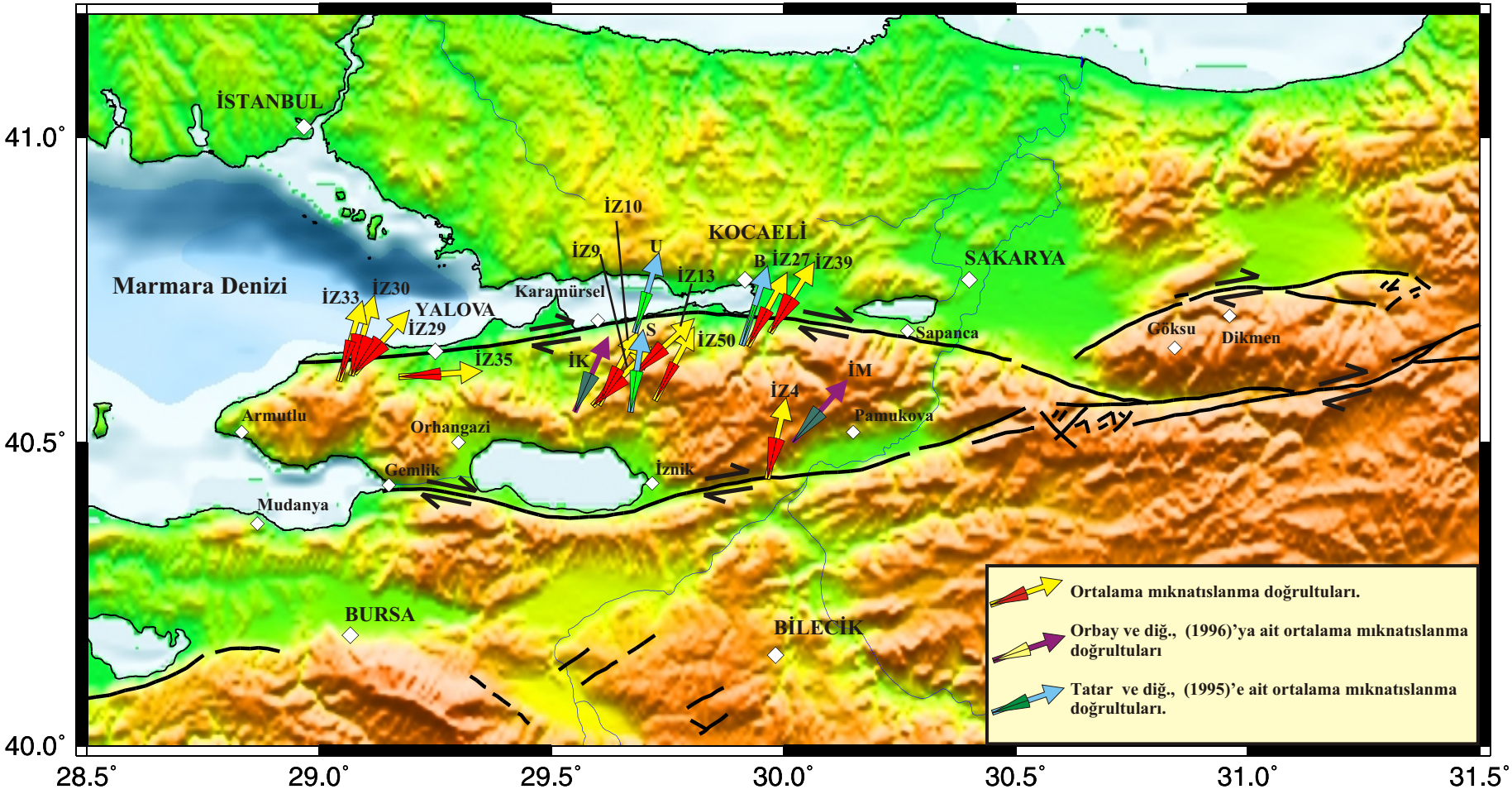
dışında kalan kesimlerde ise saat yönlü rotasyonların hakimiyeti söz konusudur. Bölgede yapılan önceki paleomanyetik çalışmalar ile bu çalışmada; Armutlu Yarımadası'nın batısından doğusuna kadar çeşitli mevkilerinde saat yönlü rotasyonlar olduğu gözlenmiştir (Tablo 6.1). Bu mevkiler batıdan doğuya doğru kısaca şu şekilde sıralanabilir;

Armutlu Yarımadası'nın batı ucunda Yalova'nın güneyinde, Çınarcık-Teşvikiye köyleri arasında yer alan İZ29, İZ30, İZ33 ve İZ35 numaralı mevkilerden sırasıyla 41°, 16°, 16° ve 86°'lik rotasyonlar elde edilmiştir. Bu mevkilerden İZ30 nolu mevkiye ait ortalama mıknatıslanma doğrultusu hesaplanırken güvenilirlik parametrelerinden biri olan prezisyon parametresi değeri k=18.2 olarak belirlenmiştir. Bilindiği gibi, güvenilir mıknatıslanmaya sahip olma koşullarından biri k≥20 olmasıdır. Ancak bu mevkiye ait sapma açısı değeri yakın mevkilerle uyum içinde olduğundan değerlendirmeye alınmıştır. İznik Gölü'nün kuzeydoğusundaki Fulacık-Mecidiye köyleri arasında bulunan İZ9, İZ10, İZ13 ve İZ50 nolu mevkilere ait ortalama mıknatıslanma doğrultularının sapma açıları değerleri sırasıyla 45°, 28°, 28° ve 47° olarak elde edilmiştir. Bunun dışında, Kocaeli'nin güneyinde bulunan Yuvacık barajı civarındaki İZ27 ve İZ39 adlı mevkilerde 28° ve 32° lik, Kuzey Anadolu Fayı'nın güney koluna yakın bir alanda bulunan İZ4 adlı mevkiğinde 13° lik rotasyon olduğu saptanmıştır (Şekil 6.2).

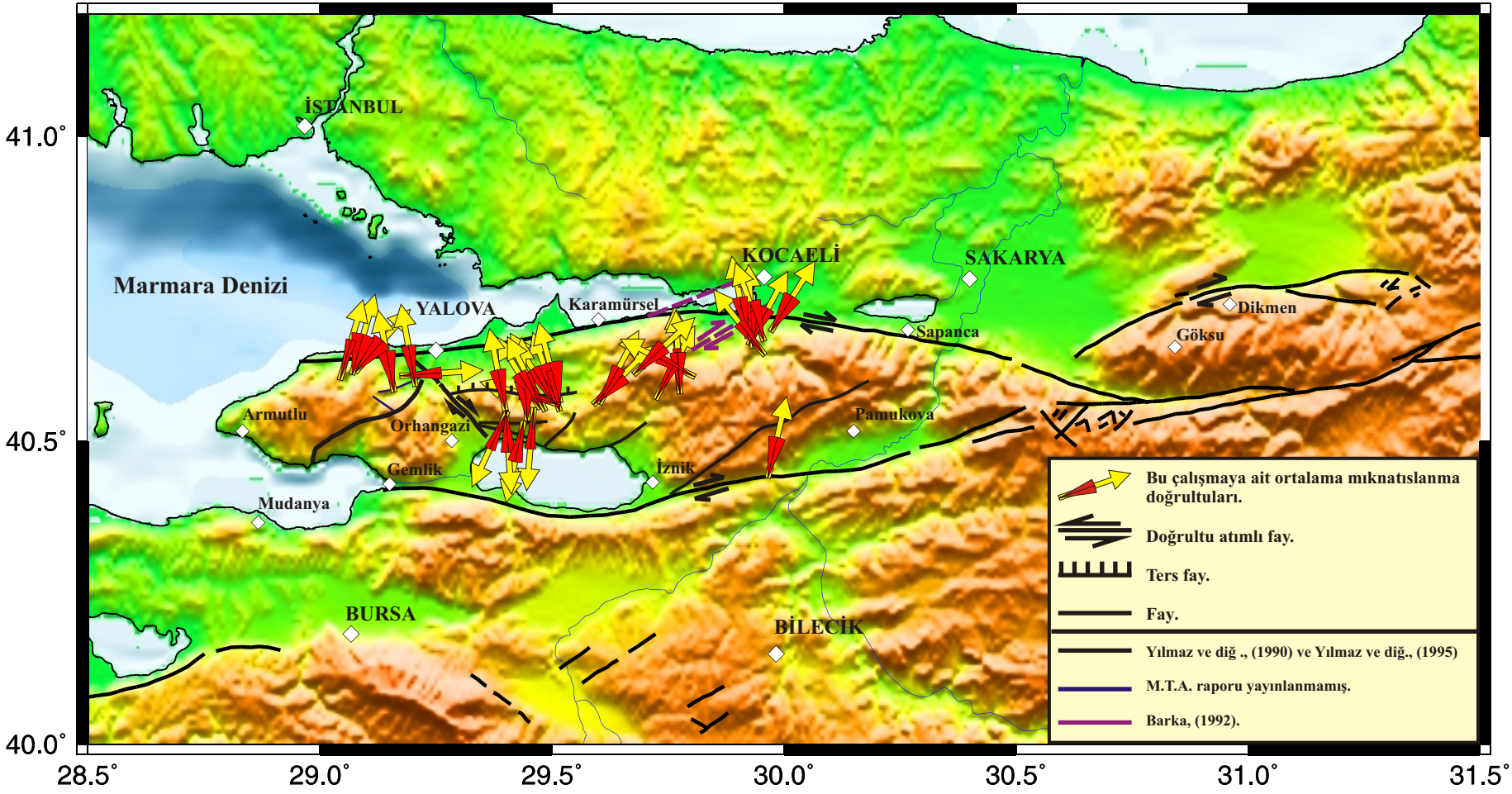
Tablo 6.1 Armutlu Yarımadası'na ait temizleme sonrası elde edilen saat yönlü kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalamaları. Parantez içindeki değerler negatif eğimin pozitif eğime dönüştürülmesi sonucu elde edilen doğrultu açılarıdır. "*" Saat yönü rotasyonların ortalamaları hesaplanırken atılan mevkileri gösterir.

Mevki Adı	Doğrultu Açısı (°)	Eğim Açısı (°)	Prezisyon Parametresi (k)	Emniyet Çemberi (α_{95})
İZ4	**13**	**56**	**35**	**11.5**
İZ9	**45**	**64**	**20.9**	**13.5**
İZ10	**28**	**41**	**41.1**	**9.5**
İZ13	**208 (28)**	**-39**	**71.9**	**7.2**
İZ27*	**28**	**19**	**38.7**	**9.8**
İZ29	**221(41)**	**-59**	**23.5**	**14.1**
İZ30	**16**	**49**	**18.2**	**16.1**
İZ33	**16**	**43**	**68.8**	**7.3**
İZ35*	**266(86)**	**-61**	**51.5**	**8.5**
İZ39	**32**	**40**	**23**	**12.9**
İZ50	**227(47)**	**-52**	**29.6**	**11.3**
Mevki Ortalaması	**32**	**49**	**21.2**	**10.2**
Mevki Ortalaması*	**29**	**50**	**45.3**	**8.8**

* Tabloda belirtilen iki mevki atıldıktan sonra elde edilen mevki ortalaması.

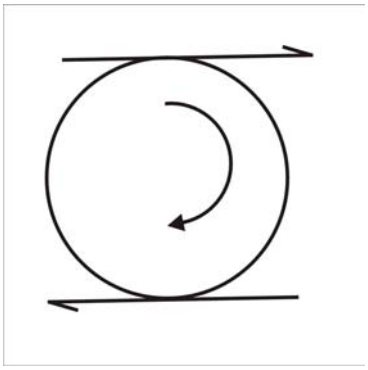


Şekil 6.2 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinde daha önceden yapılmış paleomanyetizma çalışmaları ile bu çalışma sonucunda elde edilen saat yönü kalıcı mıknatıslanma doğrultularının dağılımı. Haritada okların yakınındaki yazılar mevki isimlerini belirtmektedir (U: Ulaşlı, S:Sarısu, B: Bahçecik, İK: Kızderbent, İM: Mekece).



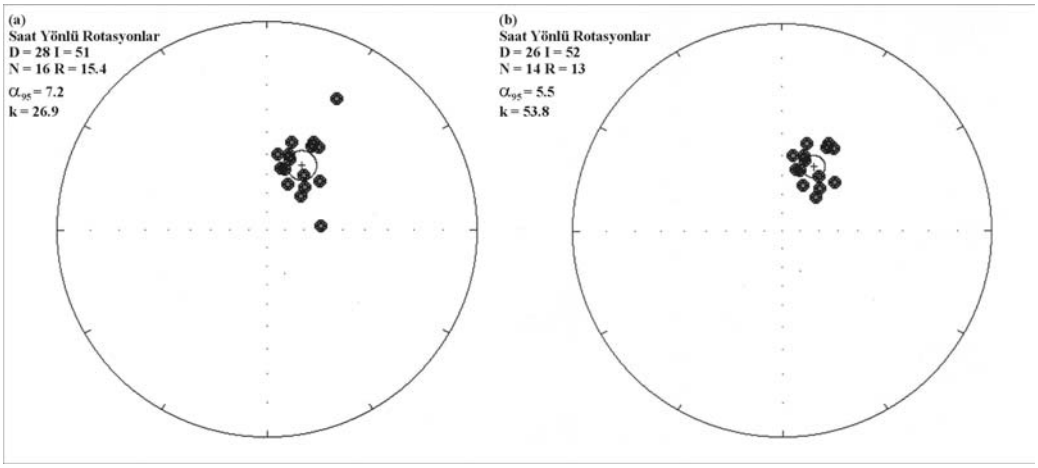
Şekil 6.5 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerine ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları ve bölgedeki lokal tektonik yapılar.

Görüldüğü gibi bölgenin genelinde 13°-45° arasında değişen saat yönlü rotasyonlar mevcuttur. Bu rotasyonlar, Eosen'den günümüze kadar bölgede meydana gelen tektonik olayların neticesini göstermektedir. Söz konusu zaman süresince bölgeyi etkileyen en önemli tektonik yapının Kuzey Anadolu Fayı olduğu bilinmektedir. Daha önceden de belirtildiği gibi Kuzey Anadolu Fayı Geç Miyosen-Erken Pliyosen arasındaki bir dönemde oluşmuş, sağ yönlü doğrultu atım karakterli bir faydır. Kuzey Anadolu Fayı kolları ile sınırlı bir bölgede yer alan Armutlu Yarımadası'nda saat yönlü rotasyonların beklenmesi doğaldır. Çünkü, Şekil 6.3'de görüldüğü gibi sağ atım karakterli iki fay kolu arasında kalan rijit bir blok iki kol arasında aynen bir bilye gibi hareket edecek ve saat yönünde dönecektir.



Şekil 6.3 Sağ yönlü doğrultu atım karakterli iki fay kolu arasında bulunan rijit bir blokun rotasyonu

Burada bahsi geçen matematiksel modeli test etmek için Armutlu Yarımadası'ndan elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultularının da ortalaması (Mevki ortalaması) belirlenmiştir ve Şekil 6.4a'da bölgede daha önce yapılmış paleomanyetik çalışmalara ait sonuçlarla birlikte Streografik Projeksiyon'daki görüntüsü verilmiştir. Görüldüğü gibi, D= 28°, I= 51°, k=26.9 ve α_{95} = 7.2 değerleri elde edilmiştir. Bu değerler içinde saçılma gösteren İZ27 ve İZ35 mevkileri değerlendirme dışı tutulursa, D= 26°, I= 52°, k=53.8 ve α_{95} = 5.5 değerlerine ulaşılmaktadır (Şekil 6.4b). Gerçekte açısal olarak aralarında büyük bir farklılık görülmemekle birlikte, güvenilirlik parametrelerindeki artış dikkat çekicidir.



Şekil 6.4 Armutlu Yarımadası Eosen volkanikleri saat yönlü rotasyonların mevki ortalamaları. (a) Bu çalışma ve önceki çalışmalarda elde edilen tüm saat yönlü rotasyonlar dahil edildiğinde, (b) Aykırı duran iki mevki değerlendirmeye katılmadığında elde edilen mevki ortalamaları.

Şekil 6.4'den görüldüğü üzere; Armutlu Yarımadası'nın çeşitli kesimlerine ait mevkilerin saat yönlü rotasyonlarının ortalaması ~26°'dir. Değişik bölgelerden olmasına rağmen söz konusu rotasyonların Stereografik Projeksiyon'daki gruplanışı, Armutlu Yarımadası'nın bir blok halinde hareket ettiğinin açık bir göstergesidir.

Hesaplanan rotasyon miktarı, bölgede daha önceden yapılmış olan çalışmalarla da uyum içerisindedir. Tatar vd. (1995) yılında Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'nda paleomanyetizma çalışmasında bulunmuştur. Armutlu Yarımadası'nda 3 mevkiden paleomanyetik örnekleme yapılmış ve bu mevkilerden bölgede 14°'lik saat yönlü bir rotasyon olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 6.2) ve (Şekil 6.2). Yine aynı yıllarda Orbay vd. (1996) bölgedeki iki ayrı mevkiden paleomanyetik el numunesi almış ve aynı bölgede 33°'lik saat yönlü rotasyon tespit etmiştir (Tablo 6.3) ve (Şekil6.2).

Tablo 6.2 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden Tatar vd. (1995)'de elde ettikleri kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalaması.

Mevki Adı	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Prezisyon Parametresi (k)	Emniyet Çemberi (α_{95})
Ulaşlı (U)	**16.7**	**56.4**	**36.8**	**8**
Sarıalan (S)	**188.8**	**-50.2**	**54.9**	**9.1**
Bahçecik (B)	**18**	**51.3**	**167.2**	**3.3**
Mevki Ortalaması	**14.3**	**52.7**	**322.4**	**6.8**

Tablo 6.3 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden Orbay vd. (1996)'da elde ettikleri kalıcı mıknatıslanma doğrultuları ve mevki ortalaması.

Mevki Adı	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Emniyet Çemberi (α_{95})
IK1	**17.6**	**64.1**	**2.5**
IK2	**19.3**	**62.8**	**2.5**
IK3	**35.3**	**61.1**	**7.4**
IK5	**23.1**	**61.2**	**6.4**
IM1	**31.8**	**55.3**	**15.3**
IM3	**27.3**	**62.9**	**3.1**
IM4	**49.7**	**65.7**	**3.7**
IM5	**52.1**	**35.4**	**7.2**
Mevki Ortalaması	**33.4**	**59.2**	**7.3**

Daha önceki yıllarda faylarla sınırlı alanlarda rijit blokların rotasyonu üzerine çeşitli matematiksel modellemeler yapılmıştır (Orbay vd., 1996; Tatar, vd., 1995; Tatar vd., 1995). Bu modellemelerde, McKenzie ve Jackson 1983 tarafından geliştirilmiş olan bağıntıdan yararlanılmıştır. Söz konusu bağıntı (6.1), shear zonunu sınırlayan fayların atım miktarları ile zonun rijit bir blok halinde dönmesi durumunda meydana gelebilecek rotasyon miktarı arasındaki ilişkiyi vermektedir.

$$\mathbf{D = 2\psi a} \tag{6.1}$$

Bağıntıda; "**D**" shear zonu boyunca oluşan toplam atım miktarı, "**ψ**" radyan cinsinden rotasyon açısını, "**a**" ise shear zonunun genişliğini göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı'nın toplam atım miktarının 85-100 km kadar olduğu düşünülmektedir (Şengör, 1979). Ancak KAF'nın üzerindeki atım miktarı fayın doğu kesiminde 40 ± 5 km iken batı kesiminde 25 ± 5 km ye düşmektedir (Barka, 1992). Nitekim Kuzey Anadolu Fayı'nın iki kolu arasında yer alan Armutlu Yarımadası'nda, kuzey koldaki atım miktarı yaklaşık 8-10 km, güney koldaki atım miktarı ise 20-25 km civarındadır (Koçyiğit, 1988; Barka, 1992). Bu atım miktarları dikkate alınarak; üst kol için atım miktarı ortalama 9 km ve alt kol için atım miktarı ortalama 22 km buradan da toplam atım miktarı 31 km (D) alınabilir. Yarımadayı sınırlayan iki fay kolu arası mesafe yaklaşık (a) 30 km kadardır. Buradan;

$$D = 2\psi a$$

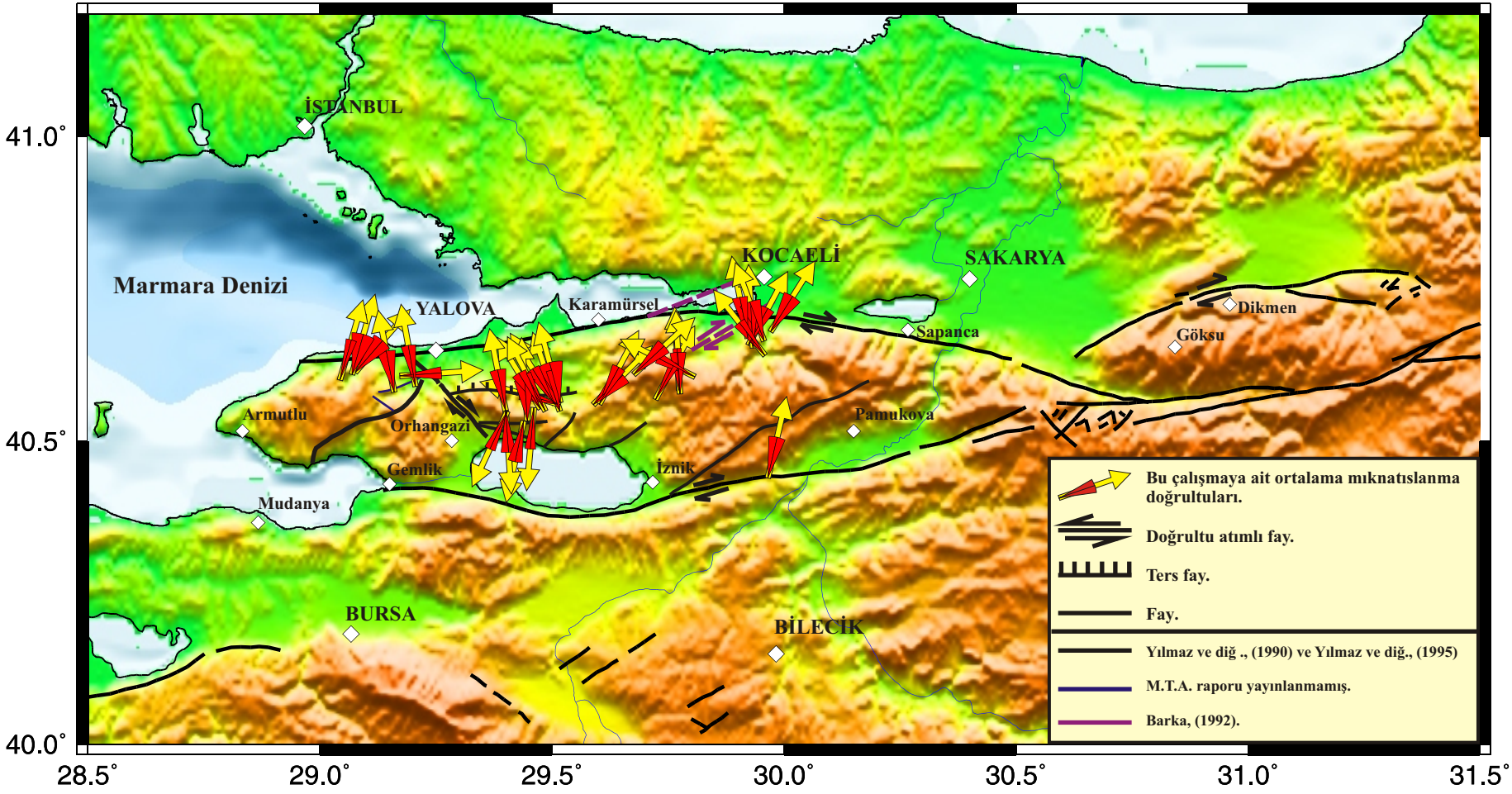
$$31 = 2 \times \psi \times 30$$

$$\psi = 0.516 \text{ radyan} = 29^0$$

Demek ki Armutlu Yarımadası'nda matematiksel olarak beklenen rotasyon miktarı 29° dir. Şekil 6.4'de verilen mevki ortalamalarında bölgedeki rotasyon miktarının 26° olduğu görülür. Söz konusu bu değerin matematiksel modelden elde edilen sonuçlar ile uyumu dikkat çekicidir.

Armutlu Yarımadası'nın bir blok halinde saat yönünde ki rotasyonu söz konusu olmasına karşın daha önceden belirtildiği gibi bölgede saatin tersi yönünde rotasyonlarla da karşılaşılmıştır (Şekil 6.1). Paleomanyetik çalışmalar sonucunda genel mekanizmaya uymayan bu rotasyonların, bölgede mevcut olması lokal faylar ile ilgili bağımsız blok rotasyonlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Nitekim 140 km boyunda, 30 km eninde ve iki aktif fay kolu arasında yer alan yarımadada pekçok lokal faylanmanın olması doğaldır. Bölgede çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan detaylı jeolojik çalışmalarda normal, ters ve doğrultu atım karakterli fayların varlığı ortaya konulmuştur (Şekil 6.5) (Yılmaz ve diğ., 1990; Yılmaz ve diğ., 1995; M.T.A. raporu yayınlanmamış). İzleyen paragraflarda bu lokal tektonik hareketlerle bulunan rotasyonların ilişkilisi irdelenmeye çalışılmıştır.

Bölgenin batısında Şekil 6.1'de belirtilen 1 nolu alanda Gökçedere barajı ve Üvezpınar arasında kalan İZ37 ve İZ38 adlı mevkilerde sırasıyla D=349°, (k=24.5, α_{95}=12.4) ve D=350°, (k=30.6, α_{95}=12.4) olarak bulunmuştur. Yani yaklaşık 10°'lik saatin tersi yönünde rotasyona rastlanılmıştır. Yılmaz (1990) ve Yılmaz (1995)'e göre, bölgede Gemlik'in kuzeybatısından başlayıp kuzeydoğu yönünde yaklaşık Yalova'ya doğru yönelimli bir fay vardır. Bu fay KAF'nın gelişimi öncesinde oluşmuş, ancak KAF'nın oluşumu sonrası da aktivitesini sürdürmüştür. Ayrıca Yalova'nın güneyinden başlayıp KD-GB uzanımlı (Üvezpınar güneyinden başlayıp güneybatı yönelimli) bir fay ile bu faya verev KB-GD uzanımlı (Kurtköy güneyindeki Havuz tepeden başlayıp kuzeybatı yönelimli) faylar mevcuttur (Şekil 6.5) (M.T.A. raporu yayınlanmamış). Yukarıda bahsi geçen mevkiler bu fayların sınırladığı bir alanda yer almaktadır ve bundan dolayı sözkonusu rotasyonun



Şekil 6.5 Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerine ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları ve bölgedeki lokal tektonik yapılar.

burada gelişmiş olan faylanmalar ilişkili bağımsız blok rotasyonu olabilecekleri görüşü benimsenmiştir. Saatin tersi yönündeki rotasyonların yeraldığı diğer bir alan ise İznik Gölü'nün kuzeybatısındadır (Şekil 6.1). Bu alanda değerleri 5°-32° (İZ5, İZ6, İZ7, İZ8, İZ45, İZ47, İZ48, İZ49) arasında değişen ve 155°-184° (İZ16, İZ18, İZ20, İZ46) arasında değişen saatin tersi yönlü rotasyonlar belirlenmiştir (Tablo 5.1) ve (Şekil 6.1). Bölgede Orhangazi'nin doğusundan başlayıp, KB-GD uzanımlı (İznik Gölü-Yeniköy-Ortaköy-Esadiyeköyü-Soğucak) sağ yanal atımlı bir fay vardır. Ayrıca Esadiyeköyü güneyinde bu fay ile birleşen ve yaklaşık D-B uzanımlı (Esadiyeköyü-Sermayeci-Karapınar-Kızderbent-Fulacık) birde ters fay bulunmaktadır. Buna ek olarak, yine bahsi geçen doğrultu atımlı fay ile Yeniköy civarında birleşen yaklaşık D-B uzanımlı bir fay ve yine aynı yerden başlayıp KB-GD uzanımlı bir başka fay daha bulunmaktadır. Son olarak bu fayların doğusunda, İznik Gölü'nün kıyısında yer alan Keramet'den başlayıp yaklaşık KD-GB uzanımlı Kızderbent'de sona eren bir fay daha mevcuttur (Yılmaz ve diğ., 1990; Yılmaz ve diğ., 1995). Şekil 6.5'den de görüldüğü üzere, bahsi geçen mevkiler bu fayların sınırladığı bir alan içinde yer almaktadır. Yukarıda bahsedilen saatin tersi yönlü rotasyonlardan birinci grubunun bu faylarla ilişkili lokal tektonizma olayları sonucu gelişmiş olmalıdır. Ayrıca aynı alanın hemen güneyinde 180° ye yakın rotasyonlar da gözlenmiştir. Bu paleomanyetik rotasyonlar nedeni tam olarak belirlenememiştir. Ancak, söz konusu rotasyonları bu alan içinde bugüne kadar tespit edilmemiş büyük olasılıkla volkaniklerin içinde bulunan bir fay ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bundan dolayı, söz konusu alanda ayrıntılı bir jeolojik çalışmanın yapılması uygun olacaktır.

İznik Gölü'nün kuzeydoğusunda yer alan Sarısu-Kırkharman köyleri civarındaki iki mevkide (İZ23, İZ24) rotasyon olmadığı, bu mevkilerin hemen batısında yer alan İZ25 adlı mevkide ise 63°'lik saatin tersi yönlü rotasyon belirlenmiştir (Tablo 5.1) ve (Şekil 6.1). Bu mevkiye ait güvenilirlik parametreleri (k=53.2 ve α_{95}=7.7) iyi olmasına karşılık tektonik bir veri bulunamadığından (tektonik düzeltme için) anlamlı bir sonuç olarak kabul edilmemiştir.

Son olarak, Kocaeli'nin güneyinde yer alan mevkilerden İZ26, İZ28, İZ41 ve İZ43 adlı olanlarda 3°-32° arasında saatin tersi yönünde rotasyonlar elde edilmiştir

(Şekil 6.1). Kocaeli güneyinde KAF'yı tek bir kol halinde değil birçok parça halinde ilerlemektedir (Şekil 6.5) (Barka, 1992). Bu rotasyonlarında bu kırıklar arasındaki farklı blokların hareketi sonucu oluştuğu düşünülmektedir.

6.2 Armutlu Yarımadası Eosen Volkaniklerine ait Ortalama Mıknatıslanma Doğrultularının Eğim Açılarının Değerlendirilmesi

Jeomanyetik alanın bütün jeolojik devirler boyunca yer kürenin merkezinde bulunan bir dipol ile temsil edildiği bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Jeomanyetik alandan, eğer yerin merkezinde dönme ekseni ile çakışık olarak bulunan bir dipol sorumlu ise, bu dipolün yer yüzünün her hangi bir noktasında oluşturacağı manyetik alan aksiyal dipol alanı olarak adlandırılır. Bu durumda, yerin dönme ekseni ile söz konusu dipolün eksenleri çakışık olduğundan aksiyal dipol alanın "D" sapma açısı değeri, dünya yüzeyinde her yerde sıfırdır. Dünya yüzünde bir noktadaki aksiyal dipol alanı vektörünün eğim açısı (I) ile noktanın enlemi (λ) arasında;

$$\mathbf{tg\ I = 2tg\lambda} \qquad (6.2)$$

bağıntısı vardır. Paleomanyetik çalışmanın yapıldığı bölgenin enlem açısı bilindiğine göre bölgede beklenen manyetik eğim açısı değeri (6.2)'bağıntıntısından yararlanılarak hesaplanabilir. Bağıntıda "**I**" mıknatıslanma vektörünün eğim açısı ve "λ" bulunulan enlemi göstermektedir. Buna göre, Armutlu Yarımadası'nın bulunduğu enlem açısı değeri ($\lambda = \sim 40.5°$) olarak alınırsa (6.2) bağıntısından beklenen manyetik eğim açısı hesaplandığında

$$tg\ I = 2tg\lambda$$

$$tg\ I = 2tg(40.5°)$$

$$I = \sim 59°$$

olarak bulunur. Paleomanyetik numunenin alındığı Eosen volkanik birimin oluştuğu andaki enlem bugünkü coğrafik enlem ile aynı olsaydı, manyetik eğim açısı teorik değer ile aynı olacaktır.

Tatar ve diğ. (1995) Armutlu Yarımadası için ortalama eğim açısı değerini I=52.7° vermektedir. Orbay ve diğ. (1996) ortalama mıknatıslanma eğim açısı değerini I=~59° olarak bulmuştur ve bölgenin Eosen'den günümüze kadar enlemsel bir hareket yapmadığı belirtmiştir. Bu çalışmada, bölgenin bir blok halinde hareket ettiği kabulü esas alınarak, eğim açısı değerleri ortalaması hesaplandığında (Orbay ve diğ. (1996) ve Tatar ve diğ. (1995) verileride değerlendirmeye katılarak) I=51° bulunmuştur (Şekil 6.4). Sadece bu çalışmanın değerleri kullanıldığında da I=50° elde edilmiştir. Benzer şekilde Armutlu Yarımadası'nın hemen doğu kesiminde yer alan Almacık blokundaki Eosen volkaniklerinde yapılan çalışmalarda da Sarıbudak ve diğ. (1990) I=55.8° ve Tatar ve diğ. (1995) I=54.8° değerlerine ulaşmıştır. Görüldüğü gibi Orbay ve diğ. (1996) verileri hariç diğer çalışmalarda manyetik eğim açısının (eğer hata miktarları (α_{95}) dikkate alınmazsa) bölge için beklenenden küçük olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'nın Eosen'den günümüze güney-kuzey yönlü enlemsel bir hareket yaptığı söylenebilir.

7. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, Armutlu Yarımadası'nın tümünü temsil edebilecek dağılımı sağlamak amacıyla Eosen volkaniklerinden paleomanyetik yönlü numuneler alınmıştır. Güvenilir sonuç veren mevkiler ile bölgede daha önceden yapılmış olan paleomanyetik araştırmaların sonuçları birlikte değerlendirilerek bölgenin Eosenden günümüze kadar olan tektonik hareketlerin açıklanmasına katkıda bulunulmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

- Armutlu Yarımadası'nın çeşitli kesimlerinde yarımadayı temsil edebilecek saat yönlü rotasyonlar elde edilmiştir. Söz konusu rotasyonların ortalaması ~26° civarındadır. Bu sonuç yarımadanın, Eosen'den günümüze kadar ki zaman sürecinde, daha çok Kuzey Anadolu Fayı'nın oluşumundan sonraki dönemde olmak üzere toplam ~26°'lik saat yönlü rotasyon yaptığını göstermektedir.
- Bölgenin matematiksel modellemesiyle, yarımadayı sınırlayan faylardaki atımlara göre beklenen rotasyon miktarı hesaplandığında bu değerin ~29° olduğu ortaya çıkmıştır.
- Elde edilen paleomanyetik rotasyon miktarı ile matematiksel modellemeden hesap edilen değerlerin uyum içinde olduğu ortaya konulmuştur.
- Yarımadanın sağ yönlü doğrultu atım karakterli iki fay ile sınırlı rijit bir blok olduğu düşünülürse, bölgenin saat yönlü bir rotasyona sahip olması beklenir. Ancak genel tektonik mekanizmasına uymayan saatin tersi yönlü rotasyonlarla da karşılaşılmıştır. Bu rotasyonların bulundukları mevkiler civarında bulunan faylarla ilişkili olduğu düşünülmektedir.
- Armutlu Yarımadası Eosen volkaniklerinden elde edilen ortalama manyetik eğim açısı değerine göre, bölgenin Eosenden bugüne güney-kuzey yönlü enlemsel bir hareket yaptığı söylenebilir.

8. ÖNERİLER

Armutlu Yarımadasında yapılmış olan bu paleomanyetik çalışmada, rotasyonun nedeni tektonik bir unsura bağlanamamış bölgelerde detaylı jeolojik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

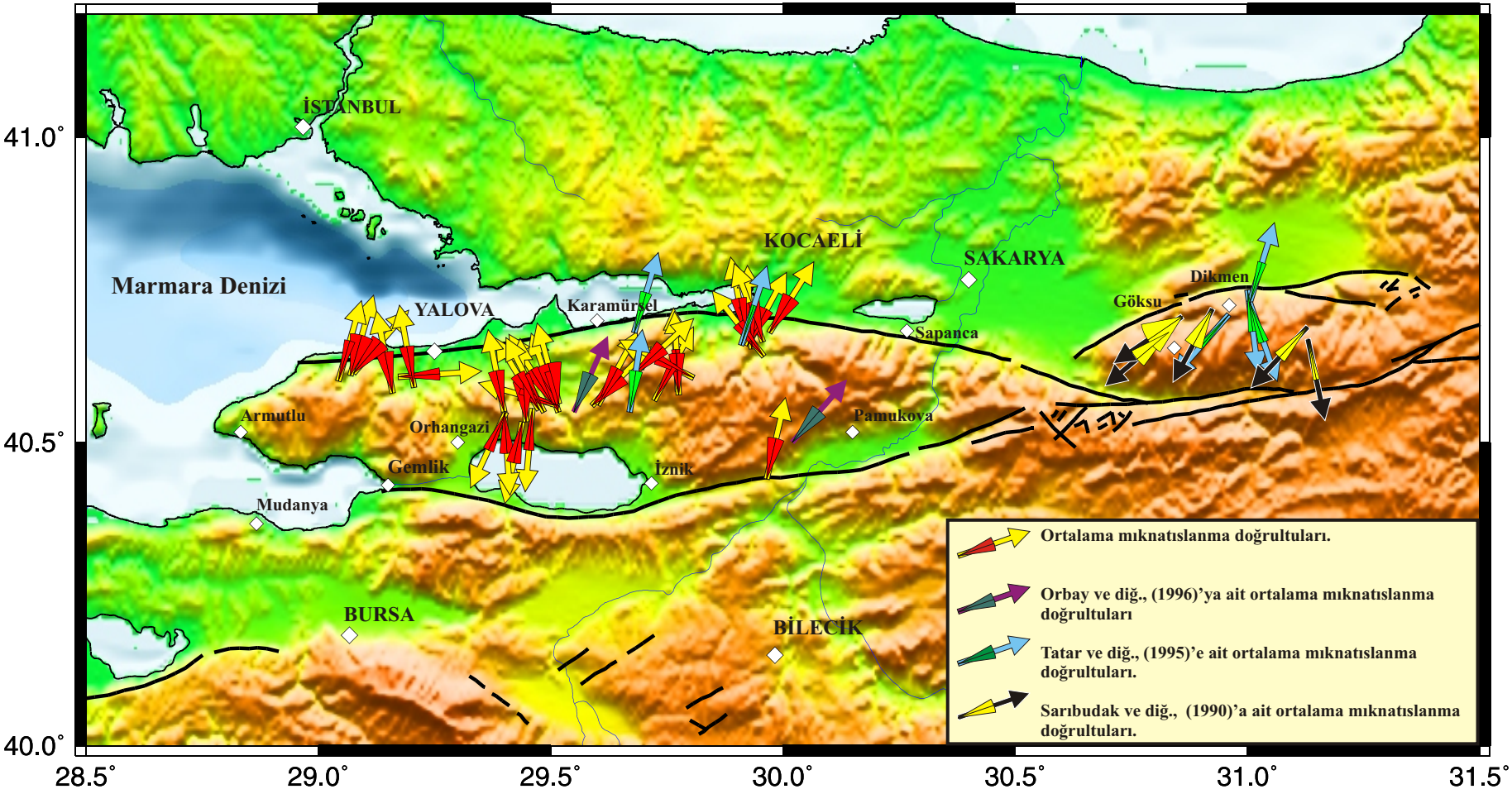
Ayrıca, bu tez kapsamında çalışılan Armutlu Yarımadası için kullanılan matematiksel model bu bölgenin doğusunda bulunan, Armutlu Yarımadası gibi KAF'nın iki kolu arasında yer alan ve aynı tektonik mekanizmaya sahip olan Almacık Dağı içinde uygulanabilir. Bu durumda Almacık Dağı'nın genişliği (a) 20 km ve bölgedeki İznik-Mekece fayının toplam atımı ~35 km (Akartuna, 1968; Bargu, 1982) alınırsa matematiksel olarak beklenen rotasyon miktarı "ψ" (6.1) bağıntısından yararlanarak;

$$35 = 2 \times \psi \times 20$$

$$\psi = 0.875\,\text{radyan} = 50°$$

olarak bulunur.

Almacık Dağı'nda yapılan paleomanyetik çalışmalarda Sarıbudak ve diğ. (1990) bölgenin 212°'lik saat yönlü bir rotasyona uğradığını belirtmiştir. Tatar ve diğ. (1995)'de ise Almacık Dağı'nda 175°-185° saat yönlü rotasyonlar tespit etmiştir (Şekil 8.1). Sözü geçen araştırmacıların elde ettiği rotasyon değerlerinin fazlalığı oldukça dikkat çekici olup, Almacık Dağı civarından alınacak yeni paleomanyetik örneklerle bölgenin tekrar incelenmesi yararlı olabilecektir.



Şekil 8.1 Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'nda günümüze kadar yapılan paleomanyetik çalışmalardan elde edilen ortalama mıknatıslanma doğrultuları.

KAYNAKLAR

Akartuna, M., 1968. Armutlu Yarımadası'nın jeolojisi, İÜ Fen Fakültesi Monografileri, **20,** 105s

Allen, C.R., 1969. Active faulting in northern Turkey, *Div. Geol. Sci. Calif. Inst. Tech.,* Contr. No. 1577.

Allen, C.R., 1975. Geological criteria for evaluating seismicity, *Geol. Soc. Amer. Bull.,* **66,** 1041-1057.

Alptekin, Ö., 1973. Focal mechanism of eartquakes in western Turkey and their tectonic implications, *Ph. D. Thesis,* New Mexico Ints. of Mining and Technology.

Bargu, S., 1982. The geology of İznik-Yenişehir (Bursa)-Osmaneli (Bilecik) area, *İ.Ü. Yerbilimleri dergisi,* **1-2,** 191-234.

Barka, A. A., 1981. Seismotectonic aspects of the North Anatolian Fault zone, *Ph. D. Thesis*, University of Bristol.

Barka, A.A., Hancock, P.L., 1984. Neotectonic deformation patterns in the convex-northwards arc of the North Anatolian Fault. In "The geological evolution of the Eastern Mediterranean", *Spec. Publ. Geol. Soc. London,* 763-773, Edited by J.G., Dixon., A.H.F., Robertson.

Barka, A. A., 1985. Geology and tectonic evolution of some Neogene-Quaternary basins in the North Anatolian Fault zone, in "Ketin Symposium", *Spec. Pulb. Geol. Soc.* Turkey, 209-227.

Barka, A. A. and Gülen, L., 1989. Complex evolution of the Erzincan basins and its pull-apart and continental escape origin, *J. Struct. Geol*., **11/3**, 275-283.

Barka, A. A., 1992. The North Anatolian fault zone, *Annales Tectonicae,* **VI**, 164-195.

Bingöl, E., Akyürek, B. and Korkmazer, B., 1973. Biga yarımadasının jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun bazı özellikleri, Cumhuriyetin 50. yılı Yer Bilimleri Kongresi, MTA, Ankara s70-71.

Bozcu, M., 1992. Geyve (Adapazarı ili)-Sapanca dolayının jeolojik ve petrolojik incelenmesi, *Doktora Tezi,* İÜ Fen Bilimleri Enst.

Buttler, R.F., 1992. Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geological Terranes. Blackwell, Oxford.

Canıtez, N., Üçer, B., 1967. A catalogue of focak mechanisms for Turkey and adjoining areas, *Uni. Istanbul. Inst. Eart Phys.,* **25**

Creer, K.M. and Sanver, M., 1967. The use of the sun compass in Methods in Palaeomagnetism, **Elsevier**, Amsterdam, Eds. Collinson, D.W., Creer, K.M. and Runcorn, S.K.

Çalapkulu, F., 1978. Bolkardağ bölgesinin jeolojik evrimi: *Türkiye Jeol. Kurumu 32. Bilimsel ve Teknik kurul bildiri özetleri* s7-8

Delaloye, M., Bingöl, E., 2000. Granitoids from western and northwestern Anatolia: geochemistry and moddelling of geodynamic avolution, *Int. Geol. Rev.,* **42,** 241-263

Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1976. A diffuse boundary with graben complexes between Aegean and Anatolian plates, *EOS,* **57,** 1003.

Dewey, J.F. and Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geol. Soc. of Am. Bull.,* part. 1, v.**90,** 84-92

Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C., 1986. Shortening of continental lithosphere the tectonics of Eastern Anatolia-young collision zone, in "Collision Tectonics" *Spec. Publ. Geol. Soc*. London, **19**, 3-36, Eds. Coward, J. and Ries A.C.

Ercan, T., Türkecan, A., Guillou, H., Satır, M., Sevin, D., Şaroğlu, F., 1998. Marmara denizi çevresindeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri, *MTA Dergisi,* **120,** 199-221

Erendil, M., Göncüoğlu, M.C., Tekeli, O., Aksay, A., Kuşçu, İ., Ürgün, B., Tunay, G. ve Temren, A., 1991. Armutlu Yarımadasının jeolojisi, MTA Rap., 9165.

Fisher, R.A., 1953. Dispersion on a Sphere, *Proc. Roy. Soc.* London, **A217**, 295-305.

Genç, Ş.C., 1993. İznik-İnegöl (Bursa) arasındaki tektonik birliklerin jeolojik ve petrolojik incelenmesi, *Doktora Tezi,* İTÜ Fen Bilimleri Enst.

Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1995. Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia, *Tectonophysics,* **243,** 193-207.

Genç, Ş.C., Yılmaz, Y., 1997. An example of post-collisional magmatism in northwestern Anatolia; the Kızderbent volcanics, *Turkish Journal of Earth Sci,* **6**, 33-42

Göncüoğlu, M.C., Erendil, M., Tekeli, O., Ürgün, B., Aksay, A., Kuşçu, İ., 1987. Geology of the Armutlu peninsula, Gudebook for the field excursion along western Anatolia, Turkey*, IGCP* **5,** MTA, 1-19.

İşseven, T., 2001. Batı Anadolunun Neotektonik Rejiminin Paleomanyetik Çalışmalarla İncelenmesi, *Doktora Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enst.

Jackson, J.A. and McKenzie, D.P., 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan, *Geophy. J. R. Astr. Soc*., **77/1**, 185-265

Jackson, J.A. and McKenzie, D.P., 1988. Rates of Active deformation in the Aegean sea and surrounding regions, *Basin Research*, **1**, 121-128

Ketin, İ., 1969. Kuzey Anadolu Fayı hakkında, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, No.**72**, 1-25

Koçyiğit, A., 1988. Tectonic setting of the Geyve basin: age and total displacement of the Geyve fault zone, ın "1987 Melih Tokay Symposium", *Spec. Publ. Middle-East Techn. Univer.* Ankara, Turkey, 81-104.

McClusky, S. et al., 2000. Global Positioning System Constraits on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research,* **105,** 5695-5719.

McKenzie, D.P., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophs. Jour.Royal.Astron.Soc.,* **30**, 109-185.

McKenzie, D.P., 1978. Active tectonics of the Alphine-Himalayan belt: the Aegean sea and surrounding regions (tectonics of Aegean region), *Geophys. J.R. Astr. Soc.,* **55,** 217-254

McKenzie, D.P., and Jackson, J., 1983. The relationship between strain rates, crustal thickening, paleomagnetism, finite strain and fault movements within a deforming zone, *Earth and Planetary Science Letters,* **65**, 182-202.

Neel, K., 1949. Theorie du trainage magnetique des ferromagnetiques en grains fins avee applications aux terres cuites, *Ann. Geophys*., **5**, 99-136

Orbay, N., Baydemir, N., Gündoğdu, O., 1996. İznik-Mekece Alanı Dönmesinin Paleomağnetik Delili, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi,* 10, 127-134.

Pavoni, N., 1961. Die Nordanatolische Horizontal-verschiebung, *Geol. Rdsch.,* 51, 122-139

Perinçek, D., 1979. Guedebook for Excursion "B" Interrelation of the Arab and Anatolian plates, 1st Geol. Congr. Middle East, Ankara, s34.

Robertson, A.H.F., and Dixon, J.E., 1984. Inroduction: aspects of the geology of the Eastern Mediterranean, in J.E. Dixon nad A.H.F. Robertson, eds., The geological evolution of the Eastern Mediterranean, *Geological Society of London Special Publication,* **17,** 1-74.

Sanver, M., 1992. Paleomanyetizma, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, (Gümüşsuyu) İstanbul, Türkiye.

Sarıbudak, M., Sanver, M., Şengör, A.M.C., and Görür, N., 1990. Paleomagnetic evidence for substantial rotation of the Almacık flake within the North Anatolian Fault zone, NW Turkey, *Geophys. J. Int.,* **102,** 563-568.

Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian tranform fault: its age, offset and tectonic significance, *J. Geol. Soc., London,* **136,** 269-282.

Şengör, A.M.C. and Dewey, J.F., 1979. Post-Oligocene tectonics evolution of the Aegean and neighboring regions: relations to the North Anatolian transform fault, 5th Congr. *On geology of the Aegean and Surrounding Regions*, İzmir.

Şengör, A.M.C., and Kidd, W.S.F., 1979. Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparsion with Tibet, *Tectonophysics,* **55,** 361-376

Şengör, A.M.C., 1980. Türkiyenin Neotektoniğinin esasları, *Türkiye jeol. Kurumu Konf., Ser* no 2, s40.

Şengör, A.M.C., 1981. The evolution of Paleo-Tethys in the Tibetian segment of the Alpides: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, **vol 1** 51-56.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, *Tectonophysics,* **75**, 181-241.

Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., and Sungurlu, O., 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerids: nature and evolution of the western termination of Paleotethys, in J.E. Dixon nad A.H.F. Robertson, eds., The geological evolution of the Eastern Mediterranean, *Geological Society of London Special Publication,* **17,** 77-112.

Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-Slip Faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *The Society of Economic Paleontologist and mineralogist*, 227-262.

Şengör, A.M.C., 1985. Structural classification of the tectonic history of Turkey, *In "Ketin Symposium", Spec. Publ. Geol. Soc.,* 37-61

Şengör, A.M.C., 1990. A new model for the late Paleozoik-Mesozoik tectonic evolution in Iran and implications for Oman, *Geological Society of London Special Publications,* **49,** 799-883.

Tatar, Y., 1975. Tectonic structures along the North Anatolian fault zone northeast of Refahiye (Erzincan), *Tectonophysics*, **25**, 401-409.

Tatar, Y., 1978. Tectonic investegations on the North Anatolian fault zone between Erzincan and Refahiye, *Publ. Inst. Earth Sci. Hacettepe Univ*., **4**, 136-201.

Tatar, V., Ponat, E., Işıkara, A. M., 1995. Armutlu Yarımadası ve Almacık Dağı'ndaki volkanik kayaların paleomanyetizması, *Jeofizik,* 9, 10, 219-228.

Wallace, R.E, 1968. Earthquake of August 19, 1966, Varto area, Eastern Turkey, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, **58**, 11-46

Wessel, P. and Smith, W.H.F., 1995. New version of the Generic Mapping Tools released, EOS, Trans., *AGU,* **76,** 329.

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Gözübol, A.M., Yiğitbaş, E., 1981. Abant (Bolu)-Dokurcun (Sakarya) arasında Kuzey Anadolu Fay zonunun kuzey ve güneyinde kalan tektonik birliklerin jeolojik evrimi, *İ.Ü. Yerbilimleri*, **1**, 234-261.

Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Genç, Ş.C., Bozcu, M., Yılmaz, K., Şeker, H., Yiğitbaş, E., Keskin, M., 1990. Armutlu Yarımadası ve dolayının jeolojisi, *TPAO Raporu* No: 2796.

Yılmaz, Y., 1990. Allochthonous terranes in the Tethyan Middle East: Anatolia and the surrounding regions, *Phil. Trans. R. Soc. London,* **A 331,** 611-624.

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., Yılmaz, K., 1995. Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia, *Tectonophysics,* **243,** 155-171

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Şengör, A.M.C., 1997. Geology and Tectonic evolution of the Pontides, in A.G. Robinson, ed., Regional and petroleum geology of the black sea and surrounding region, *AAPG Memoir*, **68**, 183-226

EKLER

ARMUTLU YARIMADASI EOSEN YAŞLI VOLKANİKLERDE YAPILAN PALEOMANYETİZMA ÇALIŞMALARININ SONUÇLARI

DKM **:** Doğal Kalıcı Mıknatıslanma
k **:** Prezisyon parametresi
N **:** Numune sayısı
Tek. Düz. Önc. **:** Tektonik Düzeltme Öncesi
Tek. Düz. Son. **:** Tektonik Düzeltme Sonrası

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo A.1 Mevki Adı: İznik - Yenişehir Yolu (İZ 1)..... 66
Tablo A.2 Mevki Adı: Mekece KB (İZ 2)..... 66
Tablo A.3 Mevki Adı: Mekece KB (İZ 3)..... 67
Tablo A.4 Mevki Adı: Mekece KB (İZ 4)..... 67
Tablo A.5 Mevki Adı: Kızderbent (İZ 5)..... 68
Tablo A.6 Mevki Adı: Kızderbent Çıkışı (İZ 6)..... 68
Tablo A.7 Mevki Adı: Kızderbent (İZ 7)..... 69
Tablo A.8 Mevki Adı: Kızderbent Dereiçi (İZ 8)..... 69
Tablo A.9 Mevki Adı: Çamdibi-Fulacık Yolu (İZ 9)..... 70
Tablo A.10 Mevki Adı: Fulacık Güneyi (İZ 10)..... 70
Tablo A.11 Mevki Adı: Mecidiye Doğusu (İZ 11)..... 71
Tablo A.12 Mevki Adı: Mecidiye Doğusu Dereiçi (İZ 12)..... 71
Tablo A.13 Mevki Adı: Mecidiye Doğusu (İZ 13)..... 72
Tablo A.14 Mevki Adı: Mecidiye Doğusu (İZ 14)..... 72
Tablo A.15 Mevki Adı: Mecidiye Doğusu (İZ 15)..... 73
Tablo A.16 Mevki Adı: Çakırlar KB (İZ 16)..... 73
Tablo A.17 Mevki Adı: Çakırlar KB (İZ 17)..... 74
Tablo A.18 Mevki Adı: Mahmudiye Köyü (İZ 18)..... 74
Tablo A.19 Mevki Adı: Dumanlı Tepe Doğusu (İZ 19)..... 75
Tablo A.20 Mevki Adı: Dumanlı Tepe Doğusu Uçurum (İZ 20)..... 75
Tablo A.21 Mevki Adı: Kırkharman-Sarısu Yolu (İZ 21)..... 76
Tablo A.22 Mevki Adı: Kırkharman-Sarısu Yolu (İZ 22)..... 76
Tablo A.23 Mevki Adı: Kırkharman-Sarısu Yolu (İZ 23)..... 77
Tablo A.24 Mevki Adı: Sarısu Köyü-Hacıosman Çıkışı (İZ 24)..... 77
Tablo A.25 Mevki Adı: İrşadiye Köyü Yolu (İZ 25)..... 78
Tablo A.26 Mevki Adı: Bahçecik Güneyi (İZ 26)..... 78
Tablo A.27 Mevki Adı: Servetiye Yolu (İZ 27)..... 79
Tablo A.28 Mevki Adı: Servetiye Yolu (İZ 28)..... 79
Tablo A.29 Mevki Adı: Çınarcık Teşvikiye Köyü Çıkışı (İZ 29)..... 80
Tablo A.30 Mevki Adı: Teşvikiye-Yayla Yolu (İZ 30)..... 80
Tablo A.31 Mevki Adı: Teşvikiye-Yayla Yolu (İZ 31)..... 81
Tablo A.32 Mevki Adı: Teşvikiye-Yayla Yolu (İZ 32)..... 81
Tablo A.33 Mevki Adı: Teşvikiye-Yayla Yolu (İZ 33)..... 82
Tablo A.34 Mevki Adı: Termal (İZ 34)..... 82
Tablo A.35 Mevki Adı: Gökçedere Köyü (İZ 35)..... 83
Tablo A.36 Mevki Adı: Üvezpınar-Şelale Yolu (İZ 36)..... 83
Tablo A.37 Mevki Adı: Üvezpınar-Şelale Yolu (İZ 37)..... 84
Tablo A.38 Mevki Adı: Gökçedere Barajı (İZ 38)..... 84
Tablo A.39 Mevki Adı: Yuvacık Barajı (İZ 39)..... 85
Tablo A.40 Mevki Adı: Yuvacık Barajı (İZ 40)..... 85
Tablo A.41 Mevki Adı: Yuvacık Barajı (İZ 41)..... 86
Tablo A.42 Mevki Adı: Yuvacık Barajı Güneyi (İZ 42)..... 86
Tablo A.43 Mevki Adı: Yuvacık-Kazandere Yolu (İZ 43)..... 87
Tablo A.44 Mevki Adı: Kazandere Yolu (İZ 44)..... 87
Tablo A.45 Mevki Adı: Yeniköy Radarın Doğusu (İZ 45)..... 88

Tablo A.46 Mevki Adı: Yeniköy Radarın Doğusu (İZ 46)..... 88
Tablo A.47 Mevki Adı: Çakırlı Güneyi (İZ 47)..... 89
Tablo A.48 Mevki Adı: Karapınar-Ayvalıca Yolu (İZ 48)..... 89
Tablo A.49 Mevki Adı: Karapınar-Ayvalıca Yolu (İZ 49)..... 90
Tablo A.50 Mevki Adı: Orman Gözetleme Kulesi (İZ 50)..... 90

Tablo A.1

Mevki Adı: *İznik - Yenişehir Yolu (İZ 1)**

40.383° N 29.676° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 1-1A	300	-15.1	-13.0	-12.8	-35.8
İZ 1-2A	300	0.7	-73.6	102.8	-85.0
İZ 1-4A	300	48.1	3.6	106.9	-43.5
İZ 1-5A	300	33.7	29.1	100.1	19.0
İZ 1-6A	300	-28.6	9.8	-60.6	-30.8
İZ 1-7A	300	-25.2	-48.8	-146.3	-88.3
İZ 1-8A	300	-127.9	-60.2	-154.2	-59.8
İZ 1-9A	300	1.0	13.0	-47.6	-37.3
İZ 1-10A	300	145.3	-66.2	140.5	-67.2
DKM	N = 9	Doğrultu = 359	Eğim = -46	α_{95} = 56.2	k = 1.8
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 316	Eğim = -80	α_{95} = 31.6	k = 4.0

Tablo A.2

Mevki Adı: *Mekece KB (İZ 2)**

40.474° N 30.047° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 2-1A	350	-118.3	-20.9	-117.9	-20.8
İZ 2-2A	350	112.6	-38.5	116.7	-44.0
İZ 2-3A	350	-104.9	-20.6	-101.1	-23.7
İZ 2-4A	350	-161.1	-38.4	-172.9	-15.7
İZ 2-5A	350	-107.1	-46.8	-101.9	-59.8
İZ 2-6A	350	37.1	-77.6	35.9	-78.2
İZ 2-7A	350	-126.0	-60.1	-111.8	-63.4
İZ 2-8A	350	26.0	-104.1	-103.7	27.0
DKM	N = 8	Doğrultu = 235	Eğim = -47	α_{95} = 40.2	k = 2.9
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 226	Eğim = -58	α_{95} = 38.1	k = 5.3

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.3

Mevki Adı: ***Mekece KB (İZ 3)***[*]

40.47° N 30.048° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 3-1A	250	7.8	21.5	-148.3	-65.7
İZ 3-2A	250	-31.9	49.5	-20.7	33.4
İZ 3-3A	250	-20.3	39.6	0.6	33.8
İZ 3-4A	250	-12.5	30.4	-0.9	0.3
İZ 3-5A	250	-8.0	67.2	-46.7	43.3
İZ 3-6A	250	-38.6	48.4	-23.8	-25.2
İZ 3-7A	250	5.6	35.0	37.9	-36.1
İZ 3-8A	250	-33.2	54.2	-104.5	36.0
DKM	N = 8	Doğrultu = 343	Eğim = 43	α_{95} = 13.4	k = 7.6
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 337	Eğim = 6	α_{95} = 55.7	k = 1.9

Tablo A.4

Mevki Adı: ***Mekece KB (İZ 4)***

40.439° N 29.965° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 4-1A	100	33.6	58.0	14.6	59.5
İZ 4-2A	100	58.3	64.9	92.3	70.5
İZ 4-3A	100*	7.6	57.5	9.50	58.3
İZ 4-4A	100	9.8	61.5	13.1	62.4
İZ 4-5A	100	14.6	43.4	15.2	38.8
İZ 4-6A	100	2.20	62.2	-22.0	61.6
İZ 4-7A	100	49.6	60.2	36.0	49.5
İZ 4-8A	100*	-67.3	67.5	-66.8	69.5
DKM	N = 8	Doğrultu = 12	Eğim = 64	α_{95} = 12.3	k = 21.4
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 13	Eğim = 56	α_{95} = 11.5	k = 35.0

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.5

Mevki Adı: ***Kızderbent (İZ 5)***

40.549° N 29.517° E

Kayaç Türü: Traki Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 5-1A	450*	-33.2	32.5	-29.2	17.2
İZ 5-2A	450*	-140.4	82.2	-153.6	81.9
İZ 5-3A	450*	-84.5	77.3	125.6	60.8
İZ 5-4A	450	-32.3	79.9	2.1	74.4
İZ 5-5A	450	-119.1	77.7	-93.0	82.1
İZ 5-6A	450*	-60.9	60.4	-23.4	69.1
İZ 5-7A	450	140.6	15.0	140.2	-12.4
İZ 5-8A	450	-9.2	46.7	-5.6	49.4
İZ 5-9A	450	-6.2	47.4	-8.4	53.1
İZ 5-10A	450	-8.3	37.0	-33.4	42.9
DKM	N = 10	Doğrultu = 341	Eğim = 70	α_{95} = 24.3	k = 7.60
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 341	Eğim = 63	α_{95} = 15.7	k = 19.1

Tablo A.6

Mevki Adı: ***Kızderbent Çıkışı (İZ 6)***

40.561° N 29.505° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 6-1A	450	-25.6	35.5	-26.2	36.2
İZ 6-2A	450	-34.6	68.2	-29.1	70.9
İZ 6-3A	450	55.9	-26.0	-25.1	56.4
İZ 6-4A	450	-15.3	48.0	-17.0	46.6
İZ 6-5A	450	49.6	-45.0	-50.1	48.8
İZ 6-6A	450	-39.4	43.5	-38.3	43.6
İZ 6-7A	450	-38.0	48.3	-36.3	45.4
İZ 6-8A	450*	-64.5	66.8	-71.1	51.2
DKM	N = 8	Doğrultu = 324	Eğim = 50	α_{95} = 10	k = 31.7
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 328	Eğim = 50	α_{95} = 9.9	k = 38.0

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.7

Mevki Adı: *Kızderbent (İZ 7)*

40.560° N 29.518° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 7-1A	200	-81.5	68.5	-94.3	64.2
İZ 7-2A	200	-70.1	62.7	-87.3	53.1
İZ 7-3A	200	-17.4	67.4	-35.1	69.6
İZ 7-4A	200	-80.1	70.5	-69.9	58.7
İZ 7-5A	200	-57.0	58.9	-40.1	51.1
İZ 7-6A	200	-75.9	56.7	-88.8	55.5
İZ 7-7A	200	-65.5	60.1	-78.6	58.4
İZ 7-8A	200	-75.8	66.3	-64.1	51.5
İZ 7-9A	200	-89.7	57.2	-92.7	46.0
İZ 7-10A	200*	-61.8	54.9	-78.0	36.5
DKM	N = 10	Doğrultu = 291	Eğim = 63	α_{95} = 6.0	k = 65.7
Tek. Düz. Önc.	N = 9	Doğrultu = 286	Eğim = 58	α_{95} = 8.7	k = 35.9

Tablo A.8

Mevki Adı: *Kızderbent Dereiçi (İZ 8)*
40.563° N 29.518° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 8-1A	175*	65.0	21.3	59.7	19.0
İZ 8-2A	175*	73.4	49.2	94.4	32.5
İZ 8-3A	175	-24.4	51.4	-23.3	48.9
İZ 8-4A	175	-44.3	51.7	-41.2	43.9
İZ 8-5A	175	25.8	64.5	-26.6	39.9
İZ 8-6A	175	133.8	53.0	158	45.0
İZ 8-7A	175	-43.7	57.4	-54.8	36.3
İZ 8-8A	175	-86.3	84.3	-87.6	70.8
İZ 8-9A	175	-36.9	51.0	-26.1	22.8
DKM	N = 10	Doğrultu = 291	Eğim = 63	α_{95} = 6	k = 65.7
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 322	Eğim = 45	α_{95} = 18	k = 14.8
Tek. Düz. Son.	N = 6	Doğrultu = 345	Eğim = 33	α_{95} = 18	k = 14.8

* Değerlendirilmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.9

Mevki Adı:*Çamdibi – Fulacık Yolu (İZ 9)*

40.560° N 29.588° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 9-1A	175	12.7	75.8	27.4	72.9
İZ 9-2A	175	-10.0	70.2	-10.4	63.3
İZ 9-3A	175	-29.9	49.0	-25.6	42.5
İZ 9-4A	175	14.7	68.7	24.1	65.1
İZ 9-5A	175	61.7	73.5	58.0	72.4
İZ 9-6A	175	-22.9	57.2	-15.7	55.4
İZ 9-8A	175	-33.0	56.9	-31.2	83.8
DKM	N = 7	Doğrultu = 350	Eğim = 68	α_{95} = 10.7	k = 27.8
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 354	Eğim = 64	α_{95} = 13.5	k = 20.9
Tek. Düz. Son.	N = 7	Doğrultu = 45	Eğim = 64	α_{95} = 13.5	k = 20.9

Tablo A.10

Mevki Adı: *Fulacık G. (İZ 10)*

40.561° N 29.602° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 10-1A	250	18.3	51.4	27.3	34.9
İZ 10-2A	250	25.5	65.0	37.1	48.5
İZ 10-3A	250	50.8	47.2	64.2	39.2
İZ 10-4A	250	33.9	52.6	39.9	43.8
İZ 10-5A	250*	176.4	30.1	-167.8	25.0
İZ 10-6A	250	22.4	14.0	26.5	34.5
İZ 10-7A	250	-0.5	52.6	15.1	42.1
İZ 10-8A	250	14.2	59.1	38.3	40.5
DKM	N = 8	Doğrultu = 30	Eğim = 58	α_{95} = 10.7	k = 27.8
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 35	Eğim = 41	α_{95} = 9.50	k = 41.1
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 28	Eğim = 41	α_{95} = 9.50	k = 41.1

* Değerlendirilmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.11

Mevki Adı: *Mecidiye Doğusu (İZ 11)*[*]

40.566° N 29.720° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 11-1A	350	-6.3	77.5	-135.1	2.0
İZ 11-2A	350	-62.6	3.6	-171.9	50.8
İZ 11-3A	350	-45.4	47.8	-178.5	-22.3
İZ 11-4A	350	66.2	35.8	-163.5	-36.9
İZ 11-5A	350	116.4	0.2	-141.4	-12.1
İZ 11-6A	350	69.5	74.4	-148.1	12.6
İZ 11-7A	350	-119.9	34.2	-165.2	2.5
İZ 11-8A	350	158.2	30.1	167.6	-28.5
İZ 11-9A	350	-160.0	26.7	170.0	-29.6
DKM	N = 9	Doğrultu = 192	Eğim = 79	α_{95} = 51.3	k = 2.0
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 192	Eğim = -17	α_{95} = 20.3	k = 9.8

Tablo A.12

Mevki Adı: *Mecidiye Doğusu Dereiçi (İZ 12)*[*]

40.573° N 29.718° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 12-1A	125	107.8	1.2	-178.4	14.7
İZ 12-2A	125	111.8	-26.2	148.6	-22.9
İZ 12-3A	125	125.9	12.2	110.9	7.4
İZ 12-4A	125	109.4	-6.6	87.9	-10.4
İZ 12-5A	125	83.6	15.2	75.2	14.1
İZ 12-6A	125	66.0	-1.0	102.7	-17.4
İZ 12-7A	125	117.4	-20.6	109.2	-49.2
DKM	N = 7	Doğrultu = 103	Eğim = -4	α_{95} = 19.9	k = 10.2
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 104	Eğim = -14	α_{95} = 21.9	k = 6.3

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.13

Mevki Adı: ***Mecidiye Doğusu (İZ 13)***

40.568° N 29.723° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 13-1A	550	165.3	-0.5	172.7	-17.7
İZ 13-2A	550	171.8	1.8	177.9	-4.7
İZ 13-3A	550	170.0	-3.2	164.2	-6.9
İZ 13-4A	550	147.1	-24.8	171.5	-14.6
İZ 13-5A	550	168.8	-7.6	171.0	-14.1
İZ 13-6A	550	173.5	-7.3	-174.1	-20.7
İZ 13-7A	550*	172.0	12.3	171.1	19.4
İZ 13-8A	550	161.8	11.2	177.7	-23.6
DKM	N = 8	Doğrultu = 166	Eğim = -2	α_{95} = 10	k = 31.8
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 174	Eğim = -15	α_{95} = 7.2	k = 71.9
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 208	Eğim = -39	α_{95} = 7.2	k = 71.9

Tablo A.14

Mevki Adı: ***Mecidiye Doğusu (İZ 14)****

40.562° N 29.728° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 14-1A	150	176.9	50.5	73.8	31.2
İZ 14-2A	150	129.2	38.8	119.8	62.2
İZ 14-3A	150	72.8	52.3	176.1	-7.0
İZ 14-4A	150	1.8	11.5	97.3	35.1
İZ 14-5A	150	132.7	41.8	52.5	-81.0
İZ 14-7A	150	171.7	49.4	174.1	62.7
DKM	N = 6	Doğrultu = 120	Eğim = 60	α_{95} = 45.2	k = 3.1
Tek. Düz. Önc.	N = 5	Doğrultu = 99	Eğim = 56	α_{95} = 27.8	k = 8.5

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.15

Mevki Adı: *Mecidiye Doğusu (İZ 15)*[*]

40.568° N 29.758° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 15-1A	350	175.0	15.4	177.7	-5.2
İZ 15-2A	350	-172.4	25.7	-171.0	23.6
İZ 15-3A	350	-167.4	24.3	-169.0	26.0
İZ 15-4A	350	122.0	11.5	131.5	-40.3
İZ 15-5A	350	14.3	-61.0	-10.2	-18.2
İZ 15-6A	350	176.6	4.9	-172.8	-16.5
İZ 15-7A	350	-173.8	-21.9	-178.6	-26.8
İZ 15-8A	350	-171.1	29.9	-169.1	27.8
DKM	N = 8	Doğrultu = 175	Eğim = 7	α_{95} = 39.3	k = 2.9
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 186	Eğim = 5	α_{95} = 21.2	k = 5.5

Tablo A.16

Mevki Adı: *Çakırlar KB (İZ 16)*

40.534° N 29.439° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 16-1A	200	-11.8	42.6	-7.9	31.5
İZ 16-2A	200	114.9	80.7	22.7	21.9
İZ 16-3A	200	11.2	29.5	17.3	18.9
İZ 16-4A	200	-5.4	39.6	6.0	30.1
İZ 16-5A	200	-10.2	31.4	2.8	28.5
İZ 16-6A	200	-10.8	42.1	18.5	38.8
İZ 16-7A	200[*]	-121.4	21.1	-124.3	10.6
İZ 16-8A	200	-0.9	32.1	26.6	17.0
İZ 16-9A	200[*]	-29.3	31.3	-41.6	17.9
DKM	N = 9	Doğrultu = 344	Eğim = 46	α_{95} = 25	k = 5.2
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 13	Eğim = 27	α_{95} = 10.1	k = 36.5
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 12	Eğim = -26	α_{95} = 10.1	k = 36.5

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.17

Mevki Adı: ***Çakırlar KB (İZ 17)*** [*]

40.536° N 29.440° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 17-1A	550	-71.2	55.7	-76.3	54.5
İZ 17-2A	550	-117.9	46.7	-115.9	47.8
İZ 17-3A	550	-132.1	68.0	-133.5	64.0
İZ 17-4A	550	-12.1	65.4	-105.7	23.1
İZ 17-5A	550	179.8	-19.7	176.4	-25.1
İZ 17-6A	550	-74.9	65.6	-73.1	67.4
İZ 17-7A	550	-18.5	19.8	-15.2	19.1
İZ 17-8A	550	-71.4	56.3	-136.3	6.0
İZ 17-9A	550	-49.4	-62.5	-55.3	-62.4
DKM	N = 9	Doğrultu = 280	Eğim = 54	α_{95} = 47.3	k = 2.1
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 249	Eğim = 47	α_{95} = 26.1	k = 7.6

Tablo A.18

Mevki Adı: ***Mahmudiye Köyü (İZ 18)***

40.556° N 29.461° E

Kayaç Türü:Traki Andezit-Dasit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 18-1A	375	-15.4	17.3	-1.8	-33.2
İZ 18-2A	375	-5.5	7.9	-0.8	-27.2
İZ 18-3A	375	1.1	20.5	1.0	-27.9
İZ 18-4A	375	-29.5	9.6	5.4	-28.9
İZ 18-5A	375	-12.3	-4.9	-9.4	-30.7
İZ 18-6A	375	132.8	42.7	145.6	33.1
İZ 18-7A	375	26.8	18.2	38.7	-20.6
İZ 18-8A	375*	21.7	58.3	18.9	43.9
İZ 18-9A	375	-123.6	42.0	-164.8	19.8
DKM	N = 9	Doğrultu = 355	Eğim = 33	α_{95} = 37.9	k = 2.8
Tek. Düz.Önc.	N = 6	Doğrultu = 2	Eğim = -28	α_{95} = 7.3	k = 84.3
Tek. Düz.Son.	N = 6	Doğrultu = 5	Eğim = -44	α_{95} = 7.3	k = 84.3

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.19

Mevki Adı: ***Dumanlı Tepe Doğusu (İZ 19)*** [*]

40.557° N 29.384° E

Kayaç Türü: Traki Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 19-1A	300	163.9	84.8	171.8	45.4
İZ 19-2A	300	64.7	55.7	39.7	58.5
İZ 19-3A	300	95.6	-15.7	98.5	-18.8
İZ 19-4A	300	-69.7	-50.9	-95.6	-50.3
İZ 19-5A	300	6.4	-21.1	62.2	-19.5
İZ 19-6A	300	77.0	19.5	88.6	-3.1
İZ 19-7A	300	110.4	39.6	109.4	24.8
İZ 19-8A	300	163.9	84.8	171.8	45.4
DKM	N = 7	Doğrultu = 85	Eğim = 22	α_{95} = 65.9	k = 1.8
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 85	Eğim = 8	α_{95} = 69.7	k = 1.7

Tablo A.20

Mevki Adı: ***Dumanlı Tepe Doğusu Uçurum (İZ 20)***

40.550° N 29.400° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 20-1A	350	6.0	25.7	3.8	-0.2
İZ 20-2A	350	-7.0	3.2	1.1	-13.1
İZ 20-3A	350	-24.5	12.1	-12.0	-17.8
İZ 20-4A	350	-43.4	42.9	-17.0	0.6
İZ 20-5A	350	-10.7	28.3	-19.2	-2.9
İZ 20-6A	350*	-8.4	57.5	-56.9	17.0
İZ 20-7A	350*	79.9	62.8	69.8	54.8
İZ 20-8A	350	0.4	31.5	-2.8	-8.2
DKM	N = 8	Doğrultu = 353	Eğim = 36	α_{95} = 22.3	k = 7.10
Tek. Düz.Önc.	N = 6	Doğrultu = 352	Eğim = -7	α_{95} = 10.2	k = 41.5
Tek. Düz.Son.	N = 6	Doğrultu = 356	Eğim = -25	α_{95} = 10.2	k = 41.5

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.21

Mevki Adı: *Kırkharman – Sarısu Yolu (İZ 21)* [*]

40.584° N 29.770° E

Kayaç Türü: Dasit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 21-1A	350	95.7	-26.2	104.4	-25.9
İZ 21-2A	350	12.2	-55.1	75.6	16.0
İZ 21-3A	350	77.3	22.8	70.1	-31.5
İZ 21-4A	350	-72.6	-13.3	94.6	20.5
İZ 21-5A	350	165.7	-46.1	170.5	-45.6
İZ 21-6A	350	97.4	-52.4	155.5	84.8
İZ 21-8A	350	11.4	75.6	52.2	-37.0
DKM	N = 7	Doğrultu = 76	Eğim = -41	α_{95} = 99.7	k = 1.3
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 91	Eğim = -9	α_{95} = 52.7	k = 2.3

Tablo A.22

Mevki Adı: *Kırkharman – Sarısu Yolu (İZ 22)* [*]

40.586° N 29.772° E

Kayaç Türü: Dasit-Riyolit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 22-1A	450	-130.9	-14.2	-3.4	-12.8
İZ 22-2A	450	74.5	41.6	98.8	38.3
İZ 22-3A	450	25.1	49.2	111.4	8.3
İZ 22-4A	450	51.0	-66.1	-0.3	-76.8
İZ 22-5A	450	13.3	27.0	131.5	7.2
İZ 22-6A	450	28.2	-61.0	40.6	-56.3
İZ 22-7A	450	-70.2	27.5	-59.5	10.5
İZ 22-8A	450	-14.8	86.6	42.3	-12.4
İZ 22-9A	450	78.5	9.6	130.8	-35
DKM	N = 9	Doğrultu = 26	Eğim = 30	α_{95} = 86.7	k = 1.3
Tek. Düz. Önc.	N = 9	Doğrultu = 69	Eğim = -27	α_{95} = 67.3	k = 1.5

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.23

Mevki Adı: ***Kırkharman – Sarısu Yolu (İZ 23)***

40.584° N 29.774° E

Kayaç Türü: Andezit-Dasit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 23-1A	550	-167.6	-66.8	.....	.....
İZ 23-2A	550	-143.6	-78.7	-158.1	-80.8
İZ 23-3A	550	177.0	-64.6	-162.8	-68.7
İZ 23-4A	550	-156.1	-66.5	-150.4	-69.1
İZ 23-5A	550	-145.8	-65.7	-142.9	-66.6
İZ 23-6A	550	153.9	-77.9	160.7	-75.1
İZ 23-7A	550	177.8	-69.5	-160.8	-66.1
İZ 23-8A	550	-76.60	-64.8	-168.8	-68.4
DKM	N = 8	Doğrultu = 203	Eğim = -73	α_{95} = 9.7	k = 33.90
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 199	Eğim = -71	α_{95} = 5.8	k = 109.4
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 177	Eğim = -52	α_{95} = 5.8	k = 109.4

Tablo A.24

Mevki Adı: ***Sarısu Köyü – Hacıosman Çıkışı (İZ 24)***

40.577° N 29.775° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 24-1A	400	172.4	-80.2	-57.2	-79.3
İZ 24-2A	400	-40.6	-45.5	-150.2	-59.5
İZ 24-3A	400	-67.9	-49.2	-104.9	-73.9
İZ 24-4A	400	-39.5	-26.9	-81.2	-76.5
İZ 24-5A	400	-54.4	-38.7	-122.0	-59.2
İZ 24-6A	400	-84.8	-68.3	-117.3	-58.5
İZ 24-7A	400	-8.3	-61.7	-69.6	-66.0
DKM	N = 7	Doğrultu = 310	Eğim = -57	α_{95} = 20.3	k = 9.8
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 251	Eğim = -70	α_{95} = 11.1	k = 31.1
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 177	Eğim = -58	α_{95} = 11.1	k = 31.1

Tablo A.25

Mevki Adı: ***İrşadiye Köyü Yolu (İZ 25)***

40.606° N 29.807° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 25-1A	350	100.1	-52.7	103.7	-50.3
İZ 25-2A	350	132.6	-57.5	127.2	-55.7
İZ 25-3A	350	126.9	-46.6	123.6	-49.4
İZ 25-4A	350	132.8	-66.6	133.1	-67.6
İZ 25-5A	350	111.9	-49.3	100.9	-51.4
İZ 25-6A	350	128.3	-61.7	128.5	-63.5
İZ 25-7A	350	121.9	-64.7	137.8	-69.4
İZ 25-8A	350	105.2	-61.2	100.7	-59.8
DKM	N = 8	Doğrultu = 119	Eğim = -58	α_{95} = 6.8	k = 67.1
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 117	Eğim = -59	α_{95} = 7.7	k = 53.2

Tablo A.26

Mevki Adı: ***Bahçecik Güneyi (İZ 26)***

40.669° N 29.921° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 26-1A	350*	-49.4	53.4	-40.1	6.4
İZ 26-2A	350	-43.2	53.8	-18.4	66.7
İZ 26-3A	350	-25.5	57.3	-7.8	70.5
İZ 26-4A	350	-46.6	58.2	-29.7	36.2
İZ 26-5A	350	-9.9	65.3	-0.5	56.3
İZ 26-6A	350	29.2	53.6	-7.1	32.7
İZ 26-7A	350	-49.0	85.4	-0.9	57.2
İZ 26-8A	350	-43.2	55.8	-17.3	41.7
İZ 26-9A	350	10.6	54.5	1.3	50.1
DKM	N = 9	Doğrultu = 343	Eğim = 64	α_{95} = 12.6	k = 17.6
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 349	Eğim = 52	α_{95} = 10.7	k = 27.5

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.27

Mevki Adı: ***Servetiye Yolu (İZ 27)***

40.658° N 29.923° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 27-1A	350	28.3	23.6	26.9	22.5
İZ 27-2A	350*	-8.5	-6.5	-11.6	-15.9
İZ 27-3A	350	27.8	18.0	123.6	-49.4
İZ 27-4A	350	20.5	20.1	23.7	15.4
İZ 27-5A	350	27.2	10.1	29.3	14.2
İZ 27-6A	350	14.5	17.1	20.7	13.2
İZ 27-7A	350	12.2	21.5	16.0	12.4
İZ 27-8A	350	27.9	31.5	52.0	33.9
DKM	N = 8	Doğrultu = 19	Eğim = 17	α_{95} = 11.5	k = 24.0
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 28	Eğim = 19	α_{95} = 9.8	k = 38.7

Tablo A.28

Mevki Adı: ***Servetiye Yolu (İZ 28)***

40.653° N 29.658° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 28-1A	300	-0.3	58.5	8.7	35.9
İZ 28-2A	300	4.0	29.1	-3.3	26.8
İZ 28-3A	300	-26.4	50.1	-14.3	45.1
İZ 28-4A	300*	-7.4	77.0	-30.3	71.8
İZ 28-5A	300	-13.7	48.6	-2.8	40.8
İZ 28-6A	300	30.0	51.5	6.8	22.0
İZ 28-7A	300	27.3	32.0	2.8	21.3
İZ 28-8A	300	-44.5	62.8	-11.6	49.1
İZ 28-9A	300	-4.1	56.4	-20.8	47.9
DKM	N = 9	Doğrultu = 359	Eğim = 54	α_{95} = 13.3	k = 15.9
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 357	Eğim = 37	α_{95} = 9.70	k = 33.3

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.29

Mevki Adı: ***Çınarcık Teşvikiye Köyü Çıkışı (İZ 29)***

40.613° N 29.076° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 29-1A	450	22.2	47.0	-160.3	-50.9
İZ 29-2A	450	32.1	46.7	-135.8	-48.0
İZ 29-3A	450	120.2	-34.2	-137.9	-57.2
İZ 29-4A	450*	-107.2	-65.8	178.3	-56.3
İZ 29-5A	450*	-4.5	78.5	-17.0	-80.5
İZ 29-6A	450	-50.4	4.9	30.4	48.3
İZ 29-7A	450	61.2	75.6	-107.4	-58.5
İZ 29-8A	450	19.0	53.8	-105.4	-64.2
DKM	N = 8	Doğrultu = 22	Eğim = 58	α_{95} = 61.1	k = 1.80
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 221	Eğim = -59	α_{95} = 14.1	k = 23.5

Tablo A.30

Mevki Adı: ***Teşvikiye – Yayla Yolu (İZ 30)***

40.610° N 29.069° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 30-1A	150	37.0	55.5	46.1	46.1
İZ 30-2A	150	38.7	55.7	50.6	72.3
İZ 30-3A	150*	-78.5	16.8	-114.4	15.2
İZ 30-4A	150	7.9	28.9	14.3	40.0
İZ 30-5A	150	3.1	36.4	-12.1	45.4
İZ 30-6A	150	17.3	45.1	15.7	40.4
İZ 30-7A	150	8.6	37.8	5.4	42.0
İZ 30-8A	150*	47.2	60.7	92.3	59.2
DKM	N = 8	Doğrultu = 8	Eğim = 49	α_{95} = 23.3	k = 6.60
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 16	Eğim = 49	α_{95} = 16.1	k = 18.2

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.31

Mevki Adı: ***Teşvikiye Yayla Yolu (İZ 31)*** [*]

40.601° N 29.045° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 31-1A	125	40.0	52.2	85.5	60.1
İZ 31-2A	125	10.7	48.3	21.2	20.5
İZ 31-3A	125	37.8	48.1	-99.4	66.1
İZ 31-4A	125	37.0	52.1	-18.3	67.5
İZ 31-5A	125	8.70	31.8	29.7	29.9
İZ 31-6A	125	47.3	45.5	69.1	22.3
İZ 31-7A	125	13.1	43.0	5.9	35.8
İZ 31-8A	125	0.0	46.4	5.9	-4.2
İZ 31-9A	125	70.0	17.2	89.3	2.6
DKM	N = 9	Doğrultu = 30	Eğim = 45	α_{95} = 13.4	k = 15.6
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 33	Eğim = 44	α_{95} = 28.4	k = 6.50

Tablo A.32

Mevki Adı: ***Teşvikiye Yayla Yolu (İZ 32)*** [*]

40.602° N 29.046° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 32-1A	200	105.3	65.2	151.6	-54.2
İZ 32-2A	200	64.2	74.5	109.0	-19.3
İZ 32-3A	200	31.2	67.6	122.5	-5.8
İZ 32-4A	200	68.5	-35.7	147.1	-8.8
İZ 32-5A	200	104.8	62.3	156.3	-50.0
İZ 32-6A	200	61.9	18.2	82.8	50.4
İZ 32-7A	200	85.4	59.9	-66.9	-21.1
DKM	N = 7	Doğrultu = 73	Eğim = 50	α_{95} = 33.9	k = 4.1
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 141	Eğim = -39	α_{95} = 50.0	k = 2.5

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.33

Mevki Adı: ***Teşvikiye-Yayla Yolu (İZ 33)***

40.601° N 29.042° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 33-1A	150	24.0	37.3	21.2	30.7
İZ 33-2A	150	10.9	35.6	11.3	48.8
İZ 33-3A	150	31.7	47.3	22.8	48.9
İZ 33-4A	150	2.2	49.2	15.6	30.5
İZ 33-5A	150	-0.5	38.7	16.5	44.9
İZ 33-6A	150*	-49.8	53.5	-102.7	-29.2
İZ 33-7A	150	19.1	43.6	14.2	44.5
İZ 33-8A	150	11.4	56.9	5.1	52.4
DKM	N = 8	Doğrultu = 8	Eğim = 47	α_{95} = 12.4	k = 20.8
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 16	Eğim = 43	α_{95} = 7.3	k = 68.8

Tablo A.34

Mevki Adı: ***Termal (İZ 34)****

40.601° N 29.182° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 34-1A	175	-40.4	12.2	-47.3	2.2
İZ 34-2A	175	-13.6	11.2	-25.9	-26.3
İZ 34-3A	175	-11.6	46.9	-24.6	9.3
İZ 34-4A	175	-44.1	37.8	-81.2	7.7
İZ 34-5A	175	8.8	40.5	-3.0	29.8
İZ 34-6A	175	-22.4	22.2	-66.2	3.7
İZ 34-7A	175	-37.0	47.4	-54.7	-71.5
İZ 34-8A	175	-66.0	29.0	-68.3	14.4
İZ 34-9A	175	-64.5	29.4	-73.3	9.8
DKM	N = 9	Doğrultu = 327	Eğim = 33	α_{95} = 16.4	k = 10.8
Tek. Düz. Önc.	N = 6	Doğrultu = 300	Eğim = 8	α_{95} = 17.7	k = 5.7

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.35

Mevki Adı: ***Gökçedere Köyü (İZ 35)***

40.607° N 29.171° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 35-1A	450*	-24.2	-56.2	-55.8	-52.5
İZ 35-2A	450	-5.7	-2.9	-108.4	-52.2
İZ 35-3A	450	-48.6	-71.4	-77.7	-77.5
İZ 35-4A	450	-81.5	-59.1	-97.2	-59.0
İZ 35-5A	450	-67.2	-54.6	-81.8	-61.5
İZ 35-6A	450*	-52.9	-57.2	3.8	-80.4
İZ 35-7A	450	49.4	60.2	-73.9	-62.1
İZ 35-8A	450	-1.3	44.0	-98.3	-47.9
İZ 35-9A	450*	-1.7	37.5	-98.8	-11.6
İZ 35-10A	450	-23.1	35.5	-103.3	-63.0
İZ 35-11A	450*	16.7	44.7	-176.9	-79.9
DKM	N = 11	Doğrultu = 342	Eğim = -9	α_{95} = 45.2	k = 5.70
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 266	Eğim = -61	α_{95} = 8.50	k = 51.5

Tablo A.36

Mevki Adı: ***Üvezpınar – Şelale Yolu (İZ 36)****

40.585° N 29.166° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 36-1A	200	-0.5	34.7	127.6	-24.5
İZ 36-2A	200	49.2	50.0	-157.5	-28.0
İZ 36-3A	200	-11.0	-5.30	175.7	11.8
İZ 36-4A	200	-81.3	-16.0	-23.0	52.6
İZ 36-5A	200	120.5	-35.8	-6.4	32.2
İZ 36-6A	200	177.4	-32.2	72.7	49.5
İZ 36-7A	200	13.8	46.8	164.9	-4.6
İZ 36-8A	200	19.7	27.2	167.4	29.6
İZ 36-9A	200	76.6	-27.5	135.9	-21.7
DKM	N = 9	Doğrultu = 27	Eğim = 10	α_{95} = 73.7	k = 1.4
Tek. Düz. Önc.	N = 9	Doğrultu = 150	Eğim = 21	α_{95} = 64.5	k = 1.6

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.37

Mevki Adı: ***Üvezpınar – Şelale Yolu (İZ 37)***

40.581° N 29.160° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 37-1A	150	-11.3	33.3	-20.0	34.0
İZ 37-2A	150	15.2	45.1	10.1	40.9
İZ 37-3A	150*	-147.4	-30.5	-166.4	-23.7
İZ 37-4A	150	10.4	39.9	-41.0	45.6
İZ 37-5A	150	-38.2	50.4	-14.3	43.2
İZ 37-6A	150	25.1	33.9	12.8	34.3
İZ 37-7A	150	2.9	54.9	-11.8	55.4
İZ 37-8A	150	-6.5	29.2	-18.6	29.8
DKM	N = 8	Doğrultu = 354	Eğim = 43	α_{95} = 36.5	k = 3.30
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 349	Eğim = 42	α_{95} = 12.4	k = 24.5

Tablo A.38

Mevki Adı: ***Gökçedere Barajı (İZ 38)***

40.590° N 29.205° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 38-1A	350*	0.9	44.9	44.8	13.9
İZ 38-2A	350	-12.3	20.0	5.9	39.5
İZ 38-3A	350*	3.7	41.9	49.3	15.6
İZ 38-4A	350*	-20.6	37.8	24.3	23.1
İZ 38-5A	350	-18.8	41.8	10.5	48.1
İZ 38-6A	350	5.3	24.0	-12.8	39.9
İZ 38-7A	350*	-8.8	43.9	40.2	15.5
İZ 38-8A	350	-13.7	35.0	-46.9	68.0
İZ 38-9A	350	-12.7	33.9	-13.0	58.7
İZ 38-10A	350	-11.5	36.0	-26.0	53.6
İZ 38-11A	350	-4.2	17.5	-19.8	62.4
İZ 38-12A	350*	5.0	32.5	41.8	8.00
İZ 38-13A	350	-0.2	43.4	44.7	44.7
İZ 38-14A	350*	39.8	39.8	-30.8	-36.7
DKM	N = 14	Doğrultu = 354	Eğim = 36	α_{95} = 5.7	k = 49.2
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 350	Eğim = 53	α_{95} = 10.2	k = 30.6

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.39

Mevki Adı: ***Yuvacık Barajı (İZ 39)***

40.680° N 29.970° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 39-1A	400	16.1	26.8	12.2	23.4
İZ 39-2A	400	5.2	21.8	7.9	22.7
İZ 39-3A	400*	28.1	-2.9	33.1	-5.8
İZ 39-4A	400	12.6	32.2	35.5	23.2
İZ 39-5A	400	6.5	28.7	17.8	24.5
İZ 39-6A	400	0.5	47.1	9.6	46.4
İZ 39-7A	400	8.5	58.0	21.7	8.8
İZ 39-8A	400	11.5	24.5	8.1	49.6
DKM	N = 8	Doğrultu = 11	Eğim = 30	α_{95} = 13.5	k = 17.8
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 16	Eğim = 28	α_{95} = 12.9	k = 23.0
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 32	Eğim = 40	α_{95} = 12.9	k = 23.0

Tablo A.40

Mevki Adı: ***Yuvacık Barajı (IZ 40)***[*]

40.680° N 29.970° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı:Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 40-1A	400	-23.6	41.9	-20.9	37.3
İZ 40-2A	400	-112.2	7.2	-134.0	-16.3
İZ 40-3A	400	37.6	23.4	30.6	17.8
İZ 40-4A	400	-35.1	23.9	-34.0	14.5
İZ 40-5A	400	-22.6	25.2	-21.9	20.6
İZ 40-6A	400	-49.3	61.1	-50.6	61.7
İZ 40-7A	400	-9.2	35.9	-1.3	35.5
İZ 40-8A	400	-42.3	24.3	-54.8	21.6
DKM	N = 8	Doğrultu = 329	Eğim = 37	α_{95} = 29.4	k = 4.5
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 330	Eğim = 31	α_{95} = 37.2	k = 3.2

[*] Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.41

Mevki Adı: ***Yuvacık Barajı (İZ 41)***

40.664° N 29.957° E

KayaçTürü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 41-1A	300	-32.8	36.4	-27.5	19.6
İZ 41-2A	300	54.7	54.8	-31.3	43.4
İZ 41-3A	300	36.7	86.1	-64.6	42.8
İZ 41-4A	300*	-43.0	62.9	-79.1	7.8
İZ 41-5A	300	28.9	46.2	-65.9	37.5
İZ 41-6A	300	23.9	31.4	-52.8	65.1
İZ 41-7A	300	-28.0	38.3	-64.8	27.9
İZ 41-8A	300	-15.6	12.5	-39.7	44.4
İZ 41-9A	300*	-28.9	48.5	-50.5	7.3
DKM	N = 9	Doğrultu = 354	Eğim = 50	α_{95} = 20.2	k = 7.50
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 311	Eğim = 41	α_{95} = 14.9	k = 17.3
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 340	Eğim = 24	α_{95} = 14.9	k = 17.3

Tablo A.42

Mevki Adı: ***Yuvacık Barajı Güneyi (İZ 42)*** *

40.643° N 29.946° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 42-1A	200	23.2	57.7	47.2	83.9
İZ 42-2A	200	12.4	60.9	47.9	49.2
İZ 42-3A	200	75.1	65.0	121.7	73.1
İZ 42-4A	200	49.9	77.9	88.3	87.2
İZ 42-5A	200	99.4	34.3	-71.0	48.2
İZ 42-6A	200	91.6	54.7	110.2	68.2
İZ 42-7A	200	-143.8	84.6	-141.6	64.2
İZ 42-8A	200	-2.3	59.6	-100.0	69.5
DKM	N = 8	Doğrultu = 55	Eğim = 68	α_{95} = 18.1	k = 10.3
Tek. Düz. Önc.	N = 8	Doğrultu = 331	Eğim = 89	α_{95} = 19.8	k = 8.8

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.43

Mevki Adı: ***Yuvacık-Kazandere Yolu (İZ 43)***

40.641° N 29.959° E

Kayaç Türü: Bazalt **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 43-1A	400	-56.8	46.7	-62.0	46.3
İZ 43-2A	400	-35.1	38.5	-34.1	36.9
İZ 43-3A	400	-33.8	35.2	-33.3	32.0
İZ 43-4A	400	-32.8	25.6	-37.2	28.8
İZ 43-5A	400	-29.1	30.6	-26.4	35.4
İZ 43-6A	400	-52.7	32.9	-50.8	31.8
İZ 43-7A	400	-35.8	43.9	-20.7	43.3
İZ 43-8A	400	-46.6	40.0	-58.2	25.7
İZ 43-9A	400	-32.1	33.9	-30.8	32.7
DKM	N = 9	Doğrultu = 321	Eğim = 36	α_{95} = 6.6	k = 62.6
Tek. Düz.Önc.	N = 9	Doğrultu = 322	Eğim = 35	α_{95} = 8.6	k = 36.4
Tek. Düz.Son.	N = 9	Doğrultu = 321	Eğim = 21	α_{95} = 8.6	k = 36.4

Tablo A.44

Mevki Adı: ***Kazandere Yolu (İZ 44)****

40.635° N 29.965° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 44-1A	200	-115.0	66.6	-76.5	57.7
İZ 44-2A	200	-75.7	68.5	-105.4	56.1
İZ 44-3A	200	167.0	42.7	-129.5	7.8
İZ 44-4A	200	-171.9	82.7	-134.3	63.9
İZ 44-5A	200	-129.6	58.2	-115.5	43.2
İZ 44-6A	200	-179.2	57.2	-154.5	-6.0
İZ 44-7A	200	13.8	82.4	-52.9	73.7
İZ 44-8A	200	-67.0	75.3	-44.2	74.1
İZ 44-9A	200	-104.1	64.7	-115.0	47.2
DKM	N = 9	Doğrultu = 227	Eğim = 74	α_{95} = 136	k = 15.2
Tek. Düz. Önc.	N = 9	Doğrultu = 227	Eğim = 74	α_{95} = 19.8	k = 15.2

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.45

Mevki Adı: ***Yeniköy Radarın Doğusu (İZ 45)***

40.550° N 29.400° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 45-1A	250	-19.4	29.4	-12.2	9.2
İZ 45-2A	250	-5.5	41.5	-17.0	21.5
İZ 45-3A	250	-4.4	21.4	-0.8	9.8
İZ 45-4A	250	-88.0	26.0	-36.3	20.7
İZ 45-5A	250	-7.5	43.1	-0.8	19.4
İZ 45-6A	250*	24.0	24.9	24.6	-2.7
İZ 45-7A	250	-3.6	54.2	-20.1	26.2
İZ 45-8A	250	5.8	30.0	3.9	13.4
DKM	N = 8	Doğrultu = 307	Eğim = 74	α_{95} = 21	k = 7.9
Tek. Düz. Önc.	N = 7	Doğrultu = 349	Eğim = 17	α_{95} = 11.2	k = 30

Tablo A.46

Mevki Adı: ***Yeniköy Radarın Doğusu (İZ 46)***

40.550° N 29.404° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 46-1A	525*	60.8	12.7	55.0	-16.7
İZ 46-2A	525*	43.1	3.4	14.9	-9.6
İZ 46-3A	525*	47.4	24.0	24.0	-28.2
İZ 46-4A	525	2.9	-17.8	-17.3	-22.2
İZ 46-5A	525	-13.3	-10.4	-8.5	-33.5
İZ 46-6A	525	-39.1	-29.7	-15.8	-42.4
İZ 46-7A	525	-69.3	-9.1	-11.9	-22.9
İZ 46-8A	525	-37.5	5.8	-4.7	-31.2
İZ 46-9A	525	-58.5	-6.0	3.8	-32.4
İZ 46-10A	525	-143.1	13.3	-23.5	-32.7
DKM	N = 10	Doğrultu = 344	Eğim = -2	α_{95} = 46.9	k = 2.0
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 349	Eğim = -31	α_{95} = 7.6	k = 64.1
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 25	Eğim = -46	α_{95} = 7.6	k = 64.1

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.47

Mevki Adı: ***Çakırlı Güney (İZ 47)***

40.534° N 29.446° E

Kayaç Türü: Bazaltik Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 47-1A	250*	-32.7	58.5	-66.1	37.9
İZ 47-2A	250	-5.4	53.0	21.5	42.8
İZ 47-3A	250	-0.4	52.1	60.4	5.3
İZ 47-4A	250	-10.9	50.7	-19.7	32.1
İZ 47-5A	250	-32.3	31.8	-5.7	44.2
İZ 47-6A	250*	12.6	55.1	144.5	53.3
İZ 47-7A	250*	148.7	22.7	127.7	-2.3
İZ 47-8A	250	-52.5	57.9	-35.2	47.4
İZ 47-9A	250	5.9	50.0	17.1	48.1
DKM	N = 9	Doğrultu = 350	Eğim = 60	α_{95} = 24.0	k = 5.5
Tek. Düz.Önc.	N = 6	Doğrultu = 358	Eğim = 45	α_{95} = 14.1	k = 23.5
Tek. Düz.Son.	N = 6	Doğrultu = 356	Eğim = 25	α_{95} = 14.1	k = 23.5

Tablo A.48

Mevki Adı: ***Karapınar – Ayvalıca Yolu (İZ 48)***

40.553° N 29.475° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 48-1A	325	-39.0	25.0	-39.1	16.7
İZ 48-2A	325	-42.8	23.5	-45.7	26.8
İZ 48-3A	325*	-33.8	43.5	-39.2	-1.5
İZ 48-4A	325*	-9.1	43.2	4.3	43.3
İZ 48-5A	325	-23.7	41.6	-27.1	33.0
İZ 48-6A	325	-51	28.5	-48.9	23.2
İZ 48-7A	325	-19.8	45.1	-23.9	43.9
İZ 48-8A	325	-51.8	57.8	-30.0	35.0
İZ 48-9A	325	-110.0	51.0	-35.6	49.8
DKM	N = 9	Doğrultu = 321	Eğim = 42	α_{95} = 24	k = 12.4
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 324	Eğim = 32	α_{95} = 10.5	k = 34.1
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 329	Eğim = 12	α_{95} = 10.5	k = 34.1

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

Tablo A.49

Mevki Adı: ***Karapınar-Ayvalıca Yolu (İZ 49)***

40.549° N 29.485° E

Kayaç Türü: Traki Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 49-1A	550	-20.4	29.0	-11.8	33.9
İZ 49-2A	550	-28.1	27.8	-20.7	30.3
İZ 49-3A	550	-15.3	42.6	-16.0	39.0
İZ 49-4A	550	4.0	42.9	-0.9	39.2
İZ 49-5A	550	-11.0	37.1	-15.6	36.9
İZ 49-6A	550	-6.6	49.7	-14.9	52.5
İZ 49-7A	550	-28.4	55.4	-15.1	47.4
İZ 49-8A	550	-21.1	46.9	-19.3	46.1
DKM	N = 8	Doğrultu = 344	Eğim = 41	α_{95} = 8.7	k = 41.5
Tek. Düz.Önc.	N = 8	Doğrultu = 346	Eğim = 40	α_{95} = 6.1	k = 82.7
Tek. Düz.Son.	N = 8	Doğrultu = 333	Eğim = 30	α_{95} = 6.1	k = 82.7

Tablo A.50

Mevki Adı: ***Orman Gözetleme Kulesi (İZ 50)***

40.609° N 29.675° E

Kayaç Türü: Andezit **Yaşı: Eosen**

NUMUNE ADI	TEMİZLEME SICAKLIĞI (°C)	DOĞAL KALICI MIKNATISLANMA		KALICI MIKNATISLANMA	
		Doğrultu	Eğim	Doğrultu	Eğim
İZ 50-1A	475	2.8	74.8	-94.7	-40.1
İZ 50–2A	475	50.8	62.8	-110.7	-25.3
İZ 50-3A	475	-49.0	60.8	-91.5	-57.6
İZ 50-4A	475	-89.1	-60.0	-97.9	-60.0
İZ 50-5A	475	-101.2	-56.9	-116.2	-55.4
İZ 50-6A	475	-106.4	-61.5	-108.5	-64.8
İZ 50-7A	475	-110.5	-58.3	-110.4	-57.6
İZ 50-8A	475*	-30.4	35.0	107.5	-27.6
İZ 50-9A	475*	-35.7	15.4	-50.9	-54.5
DKM	N = 9	Doğrultu = 313	Eğim = -11	α_{95} = 63	k = 1.6
Tek. Düz.Önc.	N = 7	Doğrultu = 256	Eğim = -52	α_{95} = 11.3	k = 29.6
Tek. Düz.Son.	N = 7	Doğrultu = 227	Eğim = -52	α_{95} = 11.3	k = 29.6

* Değerlendirmeye katılmayan numune ve mevkileri gösterir.

ÖZGEÇMİŞ

Yazar 07.07.1977 tarihinde İstanbul'da doğmuştur. 1994 yılında Bağcılar Barbaros Lisesi'nden mezun olduktan sonra 1995 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. Bir yıl ingilizce hazırlık okuduktan sonra 2000 yılında fakülte üçüncüsü olarak mezun oldu. Yine aynı yıl İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimine başlamış olan yazar iyi derecede ingilizce bilmektedir.