

**T.C.**  
**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNİN**  
**PALEOMAĞNETİZMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Can KARAVUL**

**Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yerfiziği Programı**

**Danışman: Prof. Dr. Naci ORBAY**

**KASIM-1995**

## ÖNSÖZ

Güneydoğu Anadolu bölgesinin paleomağnetizması konulu doktora tez çalışmamda değerli katkı ve ilgilerini gördüğüm kişi ve kurumlara teşekkür etmek isterim. Bu çalışmamda beni yönlendiren ve çalışmamın her aşamasında değerli bilgileri ile yardımlarını esirgemeyen doktora tez danışmanım hocam sayın Prof. Dr. Naci ORBAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarımın başlamasında yardımcı olan Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi dekanı sayın hocam Prof. Dr. Orhan R. ATAN'a, Doç. Dr. Ugur KAYNAK'a ve çalışma bölgelerine ait jeolojik haritaların bulunmasında yardımcı olan Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü jeologlarından sayın Dr. Ümit ULU'ya gösterdikleri ilgiden dolayı teşekkür ederim. Arazi çalışmalarım sırasında güvenliğimizi sağlamak için özveride bulunan tüm güvenlik güçlerine ve örnek toplamamda yardımcı olan Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik bölümü araştıma görevlilerinden Günay BEYHAN'a teşekkürlerimi iletirim.

Ölçü örneklerinin hazırlanmasında yardımcı olan Kocaeli Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu Müdürü sayın Prof. Dr. İsmail ÇALLI'ya, laboratuvar çalışmalarımda yardımcı olan İstanbul Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği bölümü öğretim elamanlarından Doç. Dr. Niyazi BAYDEMİR'e teşekkür ederim.

Bilgisayar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik bölümü araştıma görevlilerinden Metin AŞÇI'ya ve Elektronik ve Haberleşme Mühendisi Süleyman TUNÇ'a teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım boyunca sabır gösteren eşim Dr. Nurgün KARAVUL'a ve kızım Cansu KARAVUL'a teşekkürlerimi iletirim.

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>Sayfa No</b>
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZ VE ABSTRACT	iv
<b>I. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERYAL VE METOD</b>	<b>4</b>
2.1. TÜRKİYE'NİN GENEL TEKTONİĞİ	4
2.1.1. İnceleme Alanının Tektoniği ve Volkanizması	6
2.1.2. Çalışma Alanındaki Blok Hareketlerine Neden Olan Aktif Faylar	7
2.2. PALEOMAĞNETİZMA METODU	10
2.2.1 Kalıntı Miknatislanma	10
2.2.2. Arazi Çalışmaları	11
2.2.3. Laboratuvar Çalışmaları	12
2.2.4. Paleomağnetik Verilerin Miknatislanma Doğrultularının Ortalaması ve İstatistik Analizi	13
2.2.5. Paleomağnetik Kutup Pozisyonunun Bulunması ve Verilerin Değerlendirilmesi	15
<b>III. BULGULAR</b>	<b>18</b>
3.1. ÇALIŞMA BÖLGESİNİN JEOLJİSİ	18
3.1.1. Yozgat Yöresi Jeolojisi	18
3.1.2. Sivas-Yıldızeli Bölgesinin Jeolojisi	18
3.1.3 Sivas-Divriği Bölgesinin Jeolojisi	20
3.1.4. Malatya-Darende-Balaban Bölgesinin Jeolojisi	20
3.1.5. Sivas-Şarkışla Civarının Jeolojisi	21
3.1.6. Gaziantep-Yavuzeli Bölgesinin Jeolojisi	21
3.1.7. Nevşehir Bölgesinin Jeolojisi	23
3.2. VERİLERİN ELDE EDİLMESİ	27
3.2.1. Yozgat Bölgesinin Verileri	27
3.2.2. Sivas-Yıldızeli Civarı Verileri	31

3.2.3. Sivas-Divriği-Mursal Civarının Verileri	36
3.2.4. Malatya-Darende-Balaban Civarının Verileri	40
3.2.5. Gaziantep-Yavuzeli Civarı Verileri	44
3.2.6. Nevşehir Civarı Verileri	51
3.2.7. Sivas-Şarkışla Civarı Verileri	56
3.2.8. Sivas-Şarkışla-Adatepe Civarı Verileri	61
3.3. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	65
3.3.1. Çalışma Bölgelerinden Elde Edilen Sonuçlar	65
<b>IV TARTIŞMA VE SONUÇLAR</b>	<b>68</b>
<b>V. TÜRKÇE ÖZET VE YABANCI DİLDEKİ ÖZET</b>	<b>73</b>
<b>VI. KAYNAKLAR</b>	<b>76</b>
<b>VII. ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>80</b>

## ÖZ VE ABSTRACT

### GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNİN PALEOMAĞNETİZMASI

Bu çalışma, Türkiye'nin tektonik evrimine katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaca uygun olarak Arabistan Levhası ve Anatolid-Torid platformu üzerinde bulunan ve yaşları Paleosen'den Pliyosen'e kadar değişen volkanik kayalardan örnekler toplanmıştır. Paleomağnetik verilerin değerlendirilmesinden çıkan sonuçlar şunlardır:

1) Anatolid'ler üzerinde bulunan Yozgat ve Yıldızeli (Sivas) bölgeleri Eosen'den günümüze kadar, saatin tersi yönünde sırasıyla 24°, 12° döndükleri saptanmıştır. Yine Anatolid'ler üzerinde bulunan Şarkışla (Sivas) bölgesi Paleosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 29°, Nevşehir bölgesi ise Üst Miyosenden günümüze kadar yine aynı yönde 19° dönmüştür. 2) Torid'ler üzerinde yeralan Divriği (Sivas) bölgesi Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 29°, Darende-Balaban (Malatya) bölgesi ise, Orta Miyosen'den günümüze kadar aynı yönde 51° dönmüştür. Yine Torid'ler üzerinde bulunan Şarkışla-Adatepe (Sivas) bölgesi, Pliyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 17° döndüğü saptanmıştır. 3) Arabistan levhası üzerinde bulunan Yavuzeli (Gaziantep) bölgesinden elde edilen Paleomağnetik verilerden levhanın, Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 35° döndüğü ve yılda ortalama 4.1 cm'lik bir hareket miktarıyla kuzeye doğru hareket ettiği saptanmıştır.

Anadolu levhasının içinde bulunan Anatolid-Torid platformu üzerinde yer alan bölgelerden, Paleosen'den Pliyosen'e kadar değişen jeolojik zamanlar için elde edilen paleomağnetik verilere göre, bu platformun (Anatolid-Torid) batı-güneybatı yönünde kayarken saatin tersi yönünde (17°-29°) döndüğü sanılmaktadır.

### PALEOMAGNETISM OF THE SOUTHEAST ANATOLIAN REGION

This study was carried out in order to supply the Turkey's tectonic evolution. For this purpose, the volcanic hand samples on the Arabic plate to Pliocene were picked out. The results derived from the interpretation of the paleomagnetic data are as follows;

1) The Yozgat and Yıldızeli (Sivas) regions placed on Anatolids has been rotated 24° and 12° in counterclockwise from Eocene to present. The Şarkışla (Sivas) region taking place on

Anatolids has been rotated  $29^\circ$  in counterclockwise from Paleocene to present and the Nevşehir region has been rotated  $19^\circ$  in the same direction from Upper Miocene to present. 2) The Divriği (Sivas) region located on Torids has been rotated  $29^\circ$  from Eocene as well as the Darende-Balaban (Malatya) region  $51^\circ$  in the some direction from Middle Miocene to present. The Şarkışla-Adatepe (Sivas) region located on Torids was rotated  $17^\circ$  in counterclockwise from Pliocene to present. 3) The paleomagnetic data obtained from the Yavuzeli (Gaziantep) region located at the Arabic plate has been showed that the plate was rotated  $35^\circ$  in counterclockwise from Upper Miocene to present and was moving 4.1 cm. in average to the north per year.

Acording to the paleomagnetic data obtained from the regions located Anatolid-Torid platform in the geologic times varied from Paleocene to Pliocene, it was obtained that this platform (Anatolid-Torid) was rotated ( $17^\circ$ - $29^\circ$ ) in the counterclockwise while sliding in the west-southwest direction.



## 1-GİRİŞ

Levha tektoniği kuramının temeli; Dünya'nın kırılğan olan dış tabakasının (litosferin), yaklaştırıcı, uzaklaştırıcı ve yanal hareketlerin meydana getirdiği dar ve sürekli sınırlar boyunca, birbirine göre devamlı hareket halinde olan, dahili burulma rijiditelerine sahip levhalara ayrılmış olduğu varsayımına dayanır. Bu kuramın sağlam temellere oturtulması için, levha sınırlarının ve birbirine göre hareketlerinin farklı bilim teknikleri ile kanıtlanması gerekmektedir.

Jeofizik Bilimi, farklı araştırma yöntemleriyle levha tektoniği kuramına önemli katkılarda bulunmaktadır. Levha sınırını; deprem odaklarının dağılımından, mağnetik anomalilerden, ısı akısı ölçümlerinden ve aktif volkanların diziliminden saptamak olanaklıdır. Levha hareketlerinin çok geniş jeolojik zaman içine dağılması ve hızlarının küçük (2-18 cm/yıl) olması nedeniyle levha hareketlerinin geriye dönük olarak inceleme olanağına sahip olmayan insanoğlu, bu hareketleri dolaylı yollardan inceleme olanaklarını aramıştır. Jeofizik açıdan geçmişe yönelik tektonik olayları incelemenin tek yolu paleomağnetizmadır.

Paleomağnetizma, jeolojik zaman sürecinde yermağnetik alanının özelliklerini ve bu özelliklerden yararlanılarak yeryüzünü oluşturan kıtaların birbirine göre bağlı konumlarını araştıran bir bilim dalıdır. Paleomağnetizmanın dayandığı temel ilkeler, verilerin elde edilmesi için kullanılan yöntem ve teknikler, çeşitli araştırmacılar tarafından ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır (Irving, 1964; Orbay, 1979; Tarling, 1983; Collinson, 1983; Sanver, 1984; Luyendyk ve diğerleri, 1985).

1960'lı yıllarda kıtalar veya levhalarda yapılan paleomağnetik çalışmalarla yer yuvarının irili ufaklı bir çok levhadan oluştuğu ve bunların da okyanus ortası sırtı, hendek, transform fay gibi aktif tektonik yapılarla sınırlanmış oldukları saptanmıştır. Yayılan sırtlar ve transform fayların küresel geometrisinin gerektirdiği global Euler levhası davranışına son şeklini veren Morgan (1968) olmuştur. Mc Kenzie ve Morgan (1969) levhalar arasındaki üçlü eklem (kavşağın) gelişmesinin geometrik davranışını çözümlemişlerdir. Bu zaman aralığında jeofizikçiler, kıtaların yer yuvarı üzerinde, zamana bağlı olarak yerlerini saptayabilmişler ve kıtaların kayma varsayımının gerçekçiliğinin saptanmasına büyük bir katkıda bulunmuşlardır. Yermağnetik alan

vektörünün ters dönüşlerinin saptanması ile, geçmişe uzanan zaman içindeki levha hareketlerinin, jeolojik yöntemlerle elde edilen yorumlardan daha iyisini elde etmişlerdir. Böylece, tektonik olaylar veya kıtaların kayması çok daha iyi değerlendirilme olanağı bulmuştur. Örneğin, okyanus tabanları üzerinde ölçülen mağnetik anomaliler ile yermağnetik alanının son 50 milyon yıl sürecinde ters dönüşlerinden kıtaların kayma hızı hakkında yaklaşımlar yapılabilmektedir (Heirtzler ve diğerleri, 1968).

Van der Voo ve Channel (1980), Kleist ve diğerleri (1984), Luyendyk ve diğerleri (1985) tarafından yapılan paleomağnetik çalışmalar, yapısal stratigrafik veya sedimantolojik çalışmalar gibi karmaşık yapıdaki levhaların tektonik geçmişi hakkındaki bilgilerimize büyük bir katkıda bulunmuşlardır.

Türkiye'de ilk paleomağnetik çalışma, Gregor ve Zijderveld (1964) tarafından Alp orojenik hareketlerinin Alp sisteminden uzak bölgelerde de etkilerinin görülüp görülmeceğini araştırmak amacıyla, Amasra bölgesindeki Permiyen kırmızı kum taşları üzerinde yapılmıştır. Sonuç olarak, bölgenin Avrupa kalkanının güney kıyısında yükselmiş bir blok olduğu ve Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun etkisi ile Permiyen'den bugüne kadar Avrupa'ya göre saat yönünde 80° lik bir dönmenin var olduğunu saptamışlardır.

Van der Voo (1968), Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde bulunan Gümüşhane ile güneyinde kalan Tunceli bölgelerinden topladığı Jura, Kretase ve Eosen yaşlı volkanik ve tortul kayalar üzerinde yaptığı paleomağnetik çalışmanın sonucunda, elde ettiği kutup pozisyonları ile Arabistan, Afrika ve Avrupa'dan elde edilmiş olan kutup pozisyonlarını karşılaştırmış ve Türkiye'nin Kretase'den bu güne kadar saatin tersi yönünde 50° dönmesi gerektiği sonucuna varmıştır.

Sanver (1968), Kuaterner volkanik kayaları ile yaptığı paleomağnetik çalışmada, son jeolojik devirdeki yermağnetik alanın seküler değişimini saptamayı amaçlamıştır. Elde ettiği sonuçların, Bruhtes ve Matuyama jeomağnetik devirleri için bulunan kutup pozisyonlarının günümüzdeki kutup pozisyonuna % 95 oranında uyumluluk gösterdiğini saptamıştır.

Tonger (1978), Kızılırmak ve Gerede civarından topladığı Neojen ve Üst Paleojen yaşlı volkanik kayalarla yaptığı çalışmada, çalıştığı bölgenin rotasyonel levha hareketlerinin, Oligosen içinde son bulduğunu saptamıştır.

Orbay (1979), Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey ve güneyinde bulunan üç farklı bölgede



(Varto, Kızılırmak ve Bolu) toplanan, yaşları Alt Kretase ile Eosen arasında değişen volkanik kayalar üzerinde yaptığı paleomağnetik çalışmalar sonucunda, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun guneğinde kalan Türkiye levhasının Kretase'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 50° ve st Kretase-Eosen zamanından günümüze kadar da yine saatin tersi yönünde 30°'lik bir dönmeye uğradığını saptamıştır.

Sanver ve Ponat (1980), Kırşehir masifinin kuzeyinde bulunan st Kretase ve Eosen magmatikleri ile yaptıkları çalışmada, st Kretase ile Eosen arasında kalan zaman içinde bölgenin saatin tersi yönünde 90°; Eosen'den günümüze kadar ise bölgenin aynı yönde 10°-15° döndüğünü saptamışlardır.

Sarıbudak (1987), Batı Pontidlerde Kretase ve Eosen ada yayı volkanizmaları ile yaptığı paleomağnetik çalışma sonucunda Bartın ve Samsun arasında kalan alanın (Sinop hariç) dönmeye sahip olmadığını, Samsun-Gümüşhane arasındaki bloğunun ise saatin tersi yönünde 30° döndüğünü saptamıştır.

Orbay ve diğerleri (1993), Batı Anadolu'da Pliyosen ve Miyosen volkanikleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, mıknatıslanma doğrultularının Çandarlı-Soma-Dursunbey hattının kuzeyinde, Balya civarı hariç, saatin tersi yönünde ortalama 20° ve guneğinde saat yönünde ortalama 30°'lik bir dönme yaptığını ayrıca Foça'dan Ayvalık'a doğru mıknatıslanma doğrultularında saat yönünden, saatin tersi yönüne doğru olan değişimden, Pliyosen'de Edremit Körfezi'nin açıldığını saptamışlardır.

Yukarıda belirtildiği gibi, Türkiye'de şimdiye kadar yapılmış paleomağnetik çalışmalarla çeşitli jeolojik zamanlarda, farklı lde rotasyonal levha hareketleri tesbit edilmiştir.

Bu çalışmanın amacı Doğu Anadolu Fay Zonu ve Kuzey Anadolu Fay Zonu arasında kalan blok ile Arabistan levhasında oluşan dönme hareketlerinin tespit edilmesidir. Paleomağnetizma yöntemi ile tektonik birimler hakkında yorum yapabilmek için örnek alınan bölgeler tektonik birimlerin her iki tarafını temsil edecek şekilde seçilmelidir. Bu bölgeler Arabistan levhası ve Anatolid-Torid platformu üzerinde bulunmaktadır. Bugüne kadar hiç bir paleomağnetik çalışmanın bulunmadığı Arabistan levhası ve Anatolid-Torid platformu üzerinde bulunan bölgelerin çalışma alanı olarak seçilmesinin nedeni Türkiye'nin tektonik evrimine katkıda bulunmaktır.

## II. MATERYAL VE METOD

### 2.1. TÜRKİYE'NİN GENEL TEKTONİĞİ

Türkiye'deki tektonik-orojenik gelişme kuzeyden güneye doğru yavaş yavaş ilerlemiştir. İlk şiddetli ve etkili hareketler kuzey silsilelerinden başlamış, bunu takip eden devrede Orta Anadolu'da olmuştur. Bu orojenik gelişmeye paralel olarak Türkiye'de genellikle önce pontidler, sonra iç kısımlar, daha sonra Toroslar ve en son kenar kıvrımları tektonik oluşumlarını tamamlamışlardır.

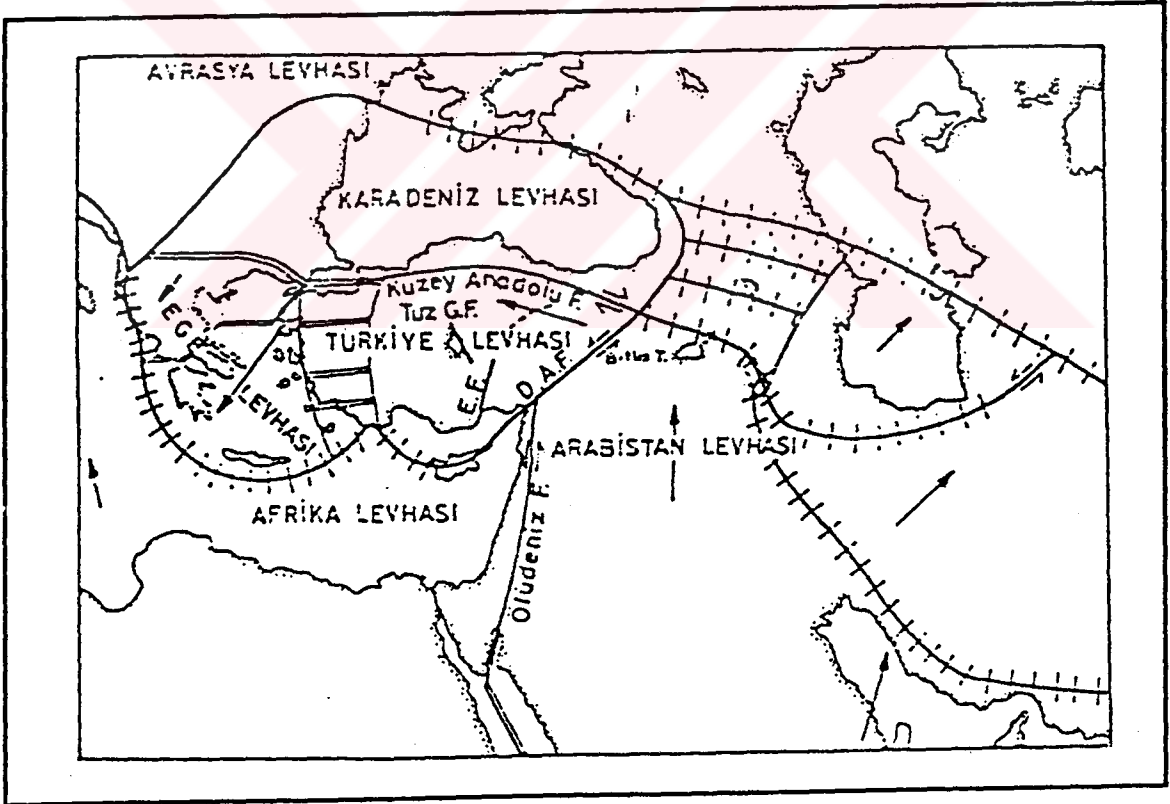
Türkiye'nin tektonik birimlerini, Arni (1939) ve Blumenthal (1949); stratigrafik, mağmatik ve orojenik bakımdan incelemişlerdir. 1966'da Ketin ve yine aynı yıl Brinkmann ilk defa Ofiyolit kuşaklarını dikkate alarak tektonik sınıflama geliştirmişlerdir. Ketin (1966) sınıflamasında kuzeyden güneye doğru Pontid, Anatolid, Torid ve Kenar Kıvrımları Kuşakları olmak üzere 4 ana tektonik birlik ayırtlamış ve bunların birbirinden ofiyolitik kayalarla ayrıldıkları ortaya konmuştur. Ana hatları ile Ketin (1966) sınıflamasına uygun olan Şengör ve Yılmaz (1980) sınıflaması ise Türkiye'nin levha tektoniği ilkelerine göre hazırlanmış ilk tektonik sınıflamadır (Şekil 1). Bu sınıflama Ketin (1966)'nin sınıflamasındaki pontid kuşağı kuzeyde Rodop Pontid Kıta'sı ve güneyde Sakarya Kıta'sı olmak üzere ikiye ayırarak bu iki kıtasal bloğu birbirinden ayıran İntra-Pontid kenedinin varlığı ortaya konmuş, böylece ülke beş ana tektonik birliğe ayrılmıştır.

Günümüzde Levha tektoniğinin getirdiği yeni görüşlerin ışığında, Türkiye ve çevresinin tektonik olarak incelenebilmesi ile geçmişe göre daha sağlıklı sonuçlar elde edilmektedir. Şekil.2'de Türkiye'nin ve civarındaki büyük tektonik birimlerin birbirine göre hareketleri gösterilmiştir. Buna göre, Bitlis Bindirme Zonu boyunca Arabistan Levhasının, Avrasya Levhasına yaklaşması sonucu, Kuzeydoğu Anadolu'da bir yatay kaçış (Lateral ascape) zonu oluşmakta ve buna bağlı olarak Anadolu levhası batıya doğru hareket etmektedir. Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu Fay Zonları batıya doğru hareket eden Anadolu bloğunun kuzey ve güney sınırlarını oluşturmaktadırlar (Mc Kenzie, 1972; Şengör, 1979).

Diğer yandan Ege graben bölgesi yoğun bir kuzey-güney gerilmesi ile açılmaktadır. Bu açılma zonunda bir çok büyük grabenler oluşmuştur. Anadolu bloğunun sınırlarını oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonu sağ yönlü doğrultu atımlı faylardan, Doğu Anadolu Fay Zonu ise sol yönlü doğrultu atımlı faylardan oluşmaktadır.



Şekil 1. Türkiye'nin Ana Tektonik Elementleri (Şengör, 1980)



Şekil 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nin Levha Tektoniği Modeli (Mc Kenzie, 1972).

Avrasya Levhasına göre, güney batıya doğru saat yönünün tersine hareket eden Anadolu levhasının güney sınırı Doğu Anadolu Fay Zonu ile belirlenmektedir. Karlıova'dan başlayıp güney batıda Adana'nın Bahçecik ilçesine doğru uzanmaktadır.

### 2.1.1. İnceleme Alanının Tektoniği ve Volkanizması

Sakarya kıtası ile Kırşehir kıtası arasında yer alan Ankara-Yozgat Okyanusunda Üst Kretase'de kuzeye doğru bir yitim başlamış ve bu yitim ile oluşan ofiyolit napları güneydeki Kırşehir masifi üzerine tırmanmışlardır. Ankara-Yozgat Okyanusu'nun kapanması ve İç Toros Okyanusu'nun Kırşehir kıtası altına dalması nedeniyle, bölgede sıkışma tektoniği hakim olmuştur (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992).

Sivas ve civarındaki bölgeler de ise, ilk sıkışma döneminin ofiyolitli melanj napının platformu üzerine yerleştiği Üst Kretase evresidir. İkinci sıkışma dönemi Üst Lütésiyen sonu olup fliş türü tortulların kıvrımlanmalara uğradığı dönemdir. Alt Miyosen ise, yörede hareketlerin en yoğun meydana geldiği dönem olarak belirlenmiştir (Gökten, 1993). Alt Miyosen'de, bölgede önce kayma kökenli küçük ofiyolitli melanj yerleşimleri görülürken, daha sonra oluşan yoğun sıkışma etkisi melanjın büyük çapta kuzeye doğru hareketine yol açmıştır. Bu son yoğun sıkışma dönemi, İç Toros Okyanusu ve doğudaki devamı olan Neotetis kuzey kolundaki kapanmayı simgeleyen olay olarak yorumlanmıştır. Sivas ve çevresindeki bölgelerde bulunan volkanik oluşuklardan lavlar ve volkaniklastikler, tüm Paleosen boyunca zaman zaman denizaltı püskürmeleri şeklinde çıkmışlar ve tortullar arasına karışmışlardır. Bunlardan andazitik karakterdeki volkaniklastikler kalkalkalen, bazalt ve albit diyabazlarla bazaltik karakterli tüfler alkalin karakter göstermektedirler (Gökten, 1993).

Çalışma alanı içinde olan Doğu Anadolu Fay Zonu'nun oluşumunu ve volkanizmasını kısaca açıklayalım: Doğu Anadolu Fay Zonu, Orta-Üst Miyosen'de Anadolu ve Arabistan levhaları arasındaki sıkışma sırasında, Anadolu levhasının batıya doğru hareket etmeye başladığı esnada bir dönüşüm (transform) fayı olarak meydana gelmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğerleri, 1985; Çemen ve Perinçek, 1987-1990). Güneydoğu Anadolu'da genç volkanizma Orta Miyosen'den itibaren neotektonik dönem ile başlamıştır. Bölgede neotektonik dönem, Orta Miyosen'de Bitlis Kenet Kuşağı'ndaki okyanus kapanması sonunda, Arap levhası ile Anadolu levhası (Avrasya) arasındaki kıta-kıta çarpışması ile başlamaktadır (Şengör, 1979 ve 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981). Neotektonik dönemde Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da kıtaların çarpışması sonucunda sıkışma tektoniği rejimine bağlı olarak doğu-batı doğrultulu kıvrımlar, doğu-batı doğrultulu ve kuzey ya da güneye eğimli yüksek açılı bindirmeler, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, kabaca kuzey-güney doğrultulu açılma çatlakları ve bu çatlaklardan çıkan yaygın volkanitler meydana getirmiştir

(Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz 1984 ve 1987; Şaroğlu ve Emre, 1987). Arap platformu üzerinde yer alan bu çatlakları, çoğunlukla kuzey-güney yönde olup, çarpışma sırasında kıtalar arasındaki sıkışmayla kuvvet dengelenimine bağlı olarak gelişen impaktojen türde riftlerdir (Yılmaz, 1981; Dewey ve diğerleri, 1986). Örnek alınan bölgenin güneyinde Suriye ve Irak'ta da aynı tektonizma etkin olmuştur (Lovelock, 1984).

İnceleme alanındaki Orta-Üst Miyosen yaşlı tüm bazaltik volkanitler, bu impaktojenlere bağlı olarak meydana gelmiştir. Pliyo-Kuvartener yaşlı olan ve İslahiye-Hassa arasında yüzeylenen bazaltik volkanitleri ise doğrultu atımlı Ölü Deniz Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'nın ortak etki alanı içinde kalan Hatay (Karasu) Grabeni içinde oluşmuştur. Ölü Deniz Fayı'nın bir kolu Antakya'nın güneydoğusundan Türkiye sınırları içine girerek kuzey ve kuzeydoğu doğrultulu faylarla birlikte uzanmaktadır. Hatay Grabeni, bir yandan Kızıldeniz'in açılması sonucu gelişen Ölü Deniz (Levant) Fay Zonu'nu, diğer taraftan Torid-Anatolid platformu ile Arap levhasının Miyosen sırasındaki çarpışması sonucu oluşan Doğu Anadolu Fayı'nı birbirine birleştirmektedir (Çapan ve Tekeli, 1983).

### **2.1.2. Çalışma Alanındaki Blok Hareketlerine Neden Olan Aktif Faylar**

Çalışma alanı ve çevresinde bulunan ana faylar ile bu fayların sınırladığı blokların hareket yönleri Şekil 3'deki tektonik haritada gösterilmiştir. İnceleme alanında yer alan aktif fayları şu şekilde sıralayabiliriz:

1- Anadolu bloğu, Orta Miyosen'den (Sevravoliyen) beri Doğu Anadolu'daki sıkışma alanından batıya, okyanusal kabuğa sahip Doğu Akdeniz alanına doğru hareket etmektedir. Bu yerdeğiştirme olayı, Kuzey ve Doğu Anadolu Fay Zonları boyunca oluşmaktadır (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981).

2- Çalışma alanının doğusunda, Çelikhan'ın batısında Doğu Anadolu Fay Zonu iki kola ayrılmaktadır. Bir kol batı yönünde Sürgü Fayı (Arpat ve Şaroğlu, 1975) olarak devam etmekte, ana kol ise Gölbaşı yönünde uzanmaktadır. Fay doğrultusundaki değişimler ve Ermenek yerleşim alanının üzerinde yer aldığı bloğun batıya kaçması nedeniyle, Çelikhan kavşağında ve Sürgü Fayı'nın güneyinde çöküntü alanları gelişmiş ve bu bölgeler genç çökellerle dolmuştur (Yalçın, 1980; Günay, 1984; Yılmaz ve diğerleri, 1984; Şengör ve diğerleri, 1985). Gölbaşı'nın 30 km kadar güney batısında Doğu Anadolu Fay Zonu'nun 20° batıya döndüğü ve Türkoğlu yönünde uzandığı görülür. Aynı alan yakınında ikinci bir kol, bu kez 30° batıya dönerek kuzey 85° doğu doğrultusunda Kahramanmaraş'ın güneyine uzanır. Bu dönmeler nedeniyle Kahramanmaraş bloğu, batı-güneybatı yönünde kayar (Perinçek ve diğerleri, 1987).

3- Ölü Deniz Fayı, Kızıldeniz'in açılması sonucunda gelişmiştir. Narlı civarında Doğu Anadolu Fay Zonu'na kavuşan Ölü Deniz Fayı'nın sol yanal atımına bağlı olarak Araban-Besni bloğu kuzeye doğru hareket etmektedir (Yalçın, 1979).

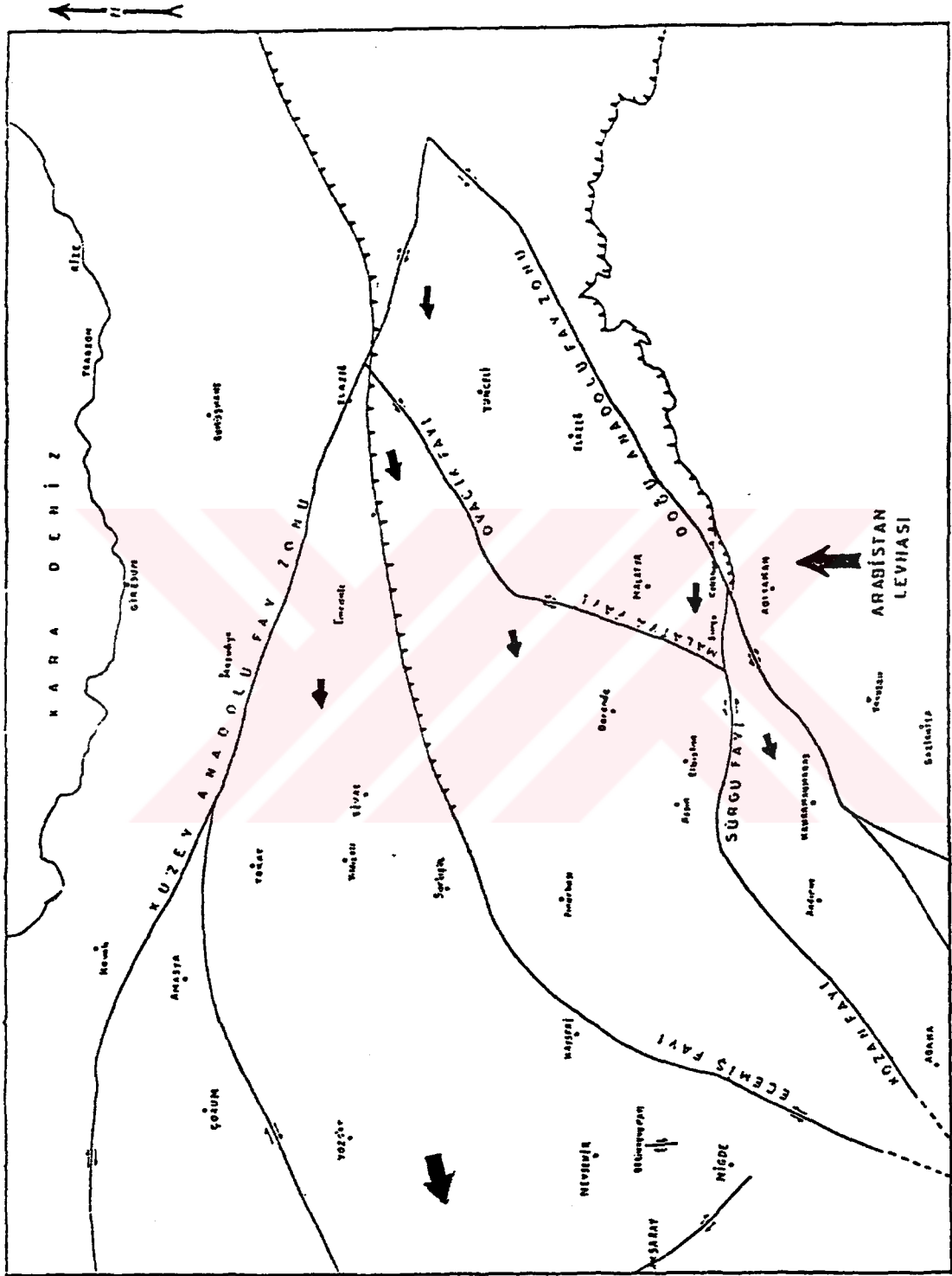
4- Sürgü Fayı ise, Çelikhana yöresinde Doğu Anadolu Fay Zonu'ndan ayrılır (Perinçek, 1979). Doğu-batı doğrultulu bir fay Göksun yakınında Savrun Fay Zonu'na bağlanır. Sürgü fayının Arabistan levhası kuzeyinde bulunan dalma-batma kuşağı boyunca geliştiği sanılmaktadır (Perinçek ve diğerleri, 1987).

5- Malatya Fayı Kuzey  $25^{\circ}$  doğu doğrultusunda 160 km uzunluğundadır (Aktimur, 1979). Kuzeyde Ovacık Fayı, güneyde Sürgü Fayı'nın ve bu iki fayı bağlayan Malatya Fayı'nın hareketiyle bu fayların sınırladığı blok güneybatı yönünde kayma hareketi yapar.

6- Ecemiş Fayı ise, Yetiş (1978) tarafından Ecemiş Yarılım Kuşağı olarak adlandırılmıştır. Ecemiş Yarılım Kuşağı, kuzeyde Kayseri dolaylarından (Erciyes Fayı), güneyde Mersin'in batısına kadar süreklidir. Bu gün için, Ecemiş Yarılım Kuşağı'nın arazide gözlenebilen uzunluğu yaklaşık 300 km kadardır. Yaklaşık kuzey  $20^{\circ}$  doğu doğrultulu Ecemiş Yarılım Kuşağı'nın, doğu-batı yönlü bölgesel yapıyı dike yakın bir açı ile kesmesi, bu fayın en önemli özelliğidir. Kuzey-güney yönlü basınçlardan doğma doğu-batı gidişli kıvrımlar ile, eğim atımlı yarılımları meydana getiren basınçlar demetindeki makaslama kuvvetleri, doğrultu atımlı yarılımları oluşturabilmektedir. Sonuç olarak Lütisiyen öncesi oluşmuş, Ecemiş Yarılımı'nın doğrultu atımlı ve sol yönlü harekete sahip olduğu düşünülmüştür.

7- Ecemiş Fayı'nın kuzey doğusunda, Anatolid-Torid bindirmesi boyunca oluşan genellikle kuzeydoğu doğrultulu yanyana sıralanmış doğrultu atımlı sol yönlü faylar bulunmaktadır (İnan, 1993). Bu fay zonu içerisindeki en önemli fay olarak tanımlanan Kızılırmak Fayı, esas yer değiştirme zonuna karşılık gelmektedir. Sarıoğlan, Üzerlik, Kaleköy, Deliler ve Tayfur Fayları bölgede yer alan önemli faylardır.





Şekil 3. Çalışma alanlarında yer alan ana faylar ve bunların sınırladığı blokların hareket yönleri.

## 2.2. PALEOMAĞNETİZMA METODU

Daha önceki bölümlerde de değinildiği gibi, paleomağnetik yöntemdeki amaç; yermağnetik alanının, geçmiş jeolojik zamanlardaki davranışlarından elde edilen verilerden faydalanarak levha tektoniği kuramına ışık tutmaktır. Yöntemin dayandığı temel ilkeler, verilerin elde edilerek yoruma hazırlanabilmesi için kullanılan yöntem ve teknikler, bir çok yerbilimci tarafından anlatılmıştır (Cox ve Doell, 1960; Nagata, 1961; Irving, 1964).

Bu bölümde paleomağnetizmanın kaynağı olan doğal kalıntı mıknatıslanma, kayaç örneklerinin araziden toplanması ve paleomağnetik verilerin elde edilerek değerlendirilmesi için uygulanan yöntem ve teknikler kısaca özetlenecektir.

### 2.2.1 Kalıntı Mıknatıslanma

Paleomağnetizmanın temel verilerinin sağlandığı kayaçların kalıntı mıknatıslanmaları, özel bir öneme sahiptir. Bu nedenle, kayaçların mıknatıslanmalarını nasıl kazandıklarını genel bir biçimde açıklamak yararlı olacaktır.

Kayaçlar, oluştukları andaki yermağnetik alanı doğrultusu ve yönünde mıknatıslanma kazanırlar, bunu günümüze kadar korurlar. Bu olaya kalıntı mıknatıslanma veya fosil mıknatıslanma adı verilir. Kalıntı mıknatıslanma kayaçlarda çeşitli yollarla oluşur ve oluş nedenine göre de, Isıl kalıntı mıknatıslanma (TRM), Kimyasal kalıntı mıknatıslanma (CRM), Viskos kalıntı mıknatıslanma (VRM), Eş Isısal kalıntı mıknatıslanma (IRM), Çökeltme kalıntı mıknatıslanma (DRM) gibi türlere ayrılır (Nagata, 1961).

Paleomağnetik çalışmalarda, alan şiddetini saptayacağımız kayaç türünün ne tür bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğunu bilmemiz gerekmektedir. Kimyasal kalıntı mıknatıslanmaya sahip kayaçların bu tür mıknatıslanmaları ne zaman kazandığını bulamayacağımızdan, bu tür mıknatıslanmaya sahip kayaçlardan elde edilen kalıntı mıknatıslanma doğrultusu bizi yanlış yoruma götürecektir.

Bu çalışmada volkanik kayaçlar kullanılmıştır. Volkanik kayaçlar, volkanlardan akan çok sıcak (1000°C üstünde) lavlar soğuyup katılaştırken, yapılarında bulunan ferromağnetik mineraller nedeniyle Curie noktalarının altında yermağnetik alanının etkisiyle bir mıknatıslanma kazanırlar. Volkanik kayaçlardaki bu kalıntı mıknatıslanma, Isıl kalıntı mıknatıslanma türündedir. Isıl kalıntı mıknatıslanmaya sahip kayaçlarda kayacın yaşı radyoaktif yöntemlerle



saptanabileceğinden bu tür kayaçlardan elde edilen mağnetik alan doğrultusu o zamanki yermağnetik alanının özelliklerini yansıtmaya açısından önemlidir.

Kayaçların oluşurken kazandıkları kalıntı mıknatıslanmaya, birincil (Primer) kalıntı mıknatıslanma adı verilir. Daha sonraları kayaçlar yeniden ergime, basınç, kimyasal reaksiyon gibi metamorfizma olaylarına veya yermağnetik alanının davranışlarından etkilenerek bazı kalıntı mıknatıslanma kazanırlar. Bu yeni mıknatıslanmaya, ikincil (Sekonder) kalıntı mıknatıslanma adı verilir. İkincil mıknatıslanmanın yönü yermağnetik alan vektörünün yönüne paralel olabileceği gibi, herhangi bir yönde de olabilir. İkincil mıknatıslanma, birincil mıknatıslanmaya göre daha az duraylıdır. Kayaçların içinde bulunan tüm kalıntı mıknatıslanmaların toplamına, doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) adı verilir.

### 2.2.2. Arazi Çalışmaları

Paleomağnetik bir çalışma, araziden kayaç örneklerinin toplanması ile başlar. Böyle bir çalışmadan kesin bir sonuç alınmak isteniyorsa, araziden toplanacak olan örneklerin jeolojisinin ve kayaç birimlerinin çok iyi bilinmesi ayrıca bu örneklerin doğru «yönlendirilmesi» gerekir.

Örnek toplanacak yerlerin seçimi çok önemlidir. Çünkü kayacın oluştuğu zamandan bu güne kadar herhangi bir değişikliğe uğrayıp uğramadığı ve yapısının tam olarak bilindiği yerler seçilmeli ve örneklerin olanaklı olduğu kadar taze olmasına da dikkat edilmelidir. Bundan dolayı, şevler, nehir yatakları, taş ocakları ve yol yarmaları gibi taze mostra veren yerlerden örnek almak uygun olur.

Araziden toplanacak örneklerin sahip olduğu kalıntı mıknatıslanma vektörünün sapma (declination) ve eğim (inclination) açıları ölçüleceğinden, örnek alınmadan önce, bulunduğu yerin coğrafi kuzeyinin saptanması başka bir deyişle araziden "yönlü örnek" toplanması gereklidir. Örnekler ya portatif karot alma makinaları yardımıyla ya da "el örnekleri" adı verilen kayaç parçasının yerinden kopartılması ile toplanır.

El örnekleri toplanırken kayaç üzerine duyarlı bir düzeç yardımıyla yatay bir doğru çizilir. Bu doğru üzerine ok işareti konur ve daha sonra bu yönlü doğrunun kuzeyle yaptığı açı ölçülür. Bu çalışmada el örneklerine yatay doğrunun çizilmesi için yatay bir düzlemin oluşturulmuştur. Bunun için genellikle örnek üzerine konacak bir pirinç veya alüminyum çerçeve yada kalıp, su terazisi ile yataylaştırılır ve bu konumda tutularak çerçevenin içi alçı ile doldurulur. Alçı doldurulduktan sonra çerçeve çıkarılarak güneş pusulası ve mağnetik pusula ile yönlendirme işlemine başlanır.

Bu çalışmada örnek yönlendirilmesinde (açı ölçümünde) "mağnetik pusula" ile "güneş pusulası" beraber kullanılmıştır. Bunun nedeni ise otokontrolü sağlamak içindir. Geçmiş jeolojik zamanlarda kayaların kazandıkları NRM (Doğal kalıntı mıknatıslanma), oluştuğu zamandaki arzmağnetik alanının doğrultusundadır. Bu NRM zamanın bir fonksiyonu olarak, günümüze kadar çeşitli fiziksel koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu da şiddetli NRM'ya sahip formasyonlardan alınan kayaç örneklerinden elde edilen güneş ve mağnetik pusulanın Azimut açıları arasındaki farkın artmasını yani yön tayini ölçmelerinde mağnetik pusula ibresi etkilenerek yermağnetik alan vektörü yönüne yönelmesini etkileyecektir. Bu da bize, mağnetik pusula ile güneş pusulasının birlikte kullanılmasının, otokontrolün sağlanması için önemli olduğunu göstermektedir.

Araziden alınacak olan örnekleri yönlendirme işlemi yapıldıktan sonra, el örneği 1000-2000 cm<sup>3</sup> hacimde olacak şekilde ana kayadan kopartılır. Her kayaç biriminden iyi bir istatistik elde edebilmek için en az üç el örneği alınması ve bu örneklerin kayaç birimini temsil edecek şekilde dağıtılması gereklidir. Bu çalışmada, el örneklerinden, karot alma makinası yardımıyla, 2 cm çapında ve 1.9 cm yüksekliğinde ölçü örnekleri hazırlanmıştır.

### 2.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmalarında, belli bölgelerden toplanan el örneklerinden elde edilen ölçü örneklerinin Doğal kalıntı mıknatıslanma vektörü bileşenleri (X, Y ve Z) Spinner, Astatik, Flaxgate gibi mağnetometrelerin yardımıyla ölçülür.

İlk adımda ölçü örneğinin mağnetik elemanlarından, X (Cografik Kuzey), Y (Cografik Doğu) ve Z (Düşey) yönlerdeki mıknatıslanma şiddetleri, mağnetometreler yardımıyla ölçülür. Kalıntı mıknatıslanma vektörünün toplam şiddeti R, eğim açısı I, sapma açısı D ve ölçü örneğinin hacmi V bilindiğine göre; bu mağnetik elemanlar arasındaki ilişkiler ve birim hacmin mıknatıslanma şiddeti J;

$$R^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \quad (2.1)$$

$$\text{SIN } I = Z / R \quad (2.2)$$

$$\text{Tg } D = Y / X \quad (2.3)$$

$$J = R / V \quad (2.4)$$

bu bağıntılar yardımıyla saptanır. Ölçü örneğinden elde edilen sapma ve eğim açıları ile mıknatıslanma şiddeti, bu örneğin doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) vektörünü tanımlar. Bu vektör, örneğin sahip olduğu birincil ve ikincil kalıntı mıknatıslanmalarının bir bileşkesidir.

Daha önce de belirtildiği gibi, paleomağnetik çalışmalarda birincil mıknatıslanma vektörünün belirlenmesi temel amaçtır. Bu nedenle bir örneğin içerdiği ikincil, başka bir deyişle bozucu mıknatıslanma vektörünün yok edilmesi gerekir. Bu yok etme işlemine mağnetik yıkama veya mağnetik temizleme adı verilir. Mağnetik temizleme işlemi ısı veya alternatif mağnetik alan yardımıyla yapılır. Bu çalışmada alternatif mağnetik alan ile temizleme yöntemi kullanılmıştır.

Genel olarak, bir el örneğinden elde edilen ve tüm ölçü örneklerinin temizlenmesi için gerekli olan alternatif mağnetik alan değeri, yaklaşık olarak aynıdır. Bunun için gerek zamandan kazanmak, gerekse pratik açıdan kolaylık sağlamak amacıyla, ilk olarak her el örneğinden elde edilen ölçü örnekleri içinden bir pilot örnek seçilir. Bu pilot örneklerine adım adım gittikçe artan alternatif mağnetik alan uygulanır. Her adım sonunda, pilot örneğin kalıntı mıknatıslanma vektörünün doğrultusu ve şiddeti elde edilir. Normalleştirilmiş şiddet veya moment eğrisinden, wulff ve ortogonal projeksiyonlarından kalıntı mıknatıslanma vektörünün durumu izlenebilir.

Pilot örneklerin ikincil mıknatıslanma vektöründen temizlendiği adım yani birincil mıknatıslanma vektörünün minimum değiştiği adım saptanarak, el örneklerinin diğer ölçü örneklerine de bu temizleme adımı uygulanarak temizleme işlemine son verilir.

#### **2.2.4. Paleomağnetik Verilerin Mıknatıslanma Doğrultularının Ortalaması ve İstatistik Analizi**

Doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) vektörlerinin tüm doğrultuları saptandıktan sonra, örnek alınan bölgeden (site) elde edilen bir grup mağnetik vektörlerin ortalama doğrultusunun, başka bir deyişle bir jeolojik birimi temsil eden mağnetik vektörlerin ortalama doğrultusunun ve güvenilirliğinin saptanması için istatistik analiz yapılmalıdır.

Belli bir bölgeden aynı kayaç birimlerinden toplanmış olan örneklerin temizleme testleri sonucunda elde edilen kalıntı mıknatıslanma doğrultularının (eğim ve sapma açıları) aynı olması gerektiği halde, genel olarak bir dağılım meydana getirirler. Bu dağılımın nedenleri; arazide yapılan yönlendirme hataları, laboratuarda yapılan ölçü hataları ve kayacın homojen yapıda olmaması şeklinde sıralanabilir.

Örneklerin toplandığı formasyonun ortalama kalıntı mıknatıslanma doğrultusunun bulunması gerektiğinden, söz konusu ortalama doğrultuyu bulmak için genel olarak Fisher (1953)'in istatistik yöntemi kullanılmaktadır. Fisher, birim küre üzerindeki noktaların dağılımının, bir düzlem üzerindeki Gauss dağılımına eşdeğer olduğunu ve her noktanın frekansının, dağılımının ortalaması etrafında ;

$$F(\theta) = [k / (4\pi \cdot \sinh k)] \cdot e^{k \cdot \cos \theta} \quad (2.5)$$

yoğunluk fonksiyonu ile karakterize edildiğini kabul etmiştir. Bu bağıntıda  $\theta$  herhangi bir nokta ile ortalama doğrultu arasındaki açısal uzaklık,  $k$  duraylılık parametresidir.  $N$  tane ölçülmüş örnek varsa doğal olarak  $N$  tane de doğrultu olacaktır.  $N$  tane birim vektörünün toplamının doğrultusu ise ortalama doğrultuyu verecektir. Burada bileşke vektörün uzunluğu  $R$  ise, bunun birbirine dik olan bileşen değerleri;

$$X = \sum_{i=1}^N \cos I_i \cdot \cos D_i \quad (2.6)$$

$$Y = \sum_{i=1}^N \cos I_i \cdot \sin D_i \quad (2.7)$$

$$Z = \sum_{i=1}^N \sin I_i \quad (2.8)$$

olarak verilir. Bu durumda  $R$  bileşke vektörü  $R^2 = (X^2 + Y^2 + Z^2)$  şeklinde tanımlanır. Ortalama doğrultunun sapma ve eğim açılarını sırası ile  $D_R$  ve  $I_R$  ile gösterecek olursak bu büyüklükler ;

$$\sin I_R = Z / R \quad (2.9)$$

$$\tan D_R = Y / X \quad (2.10)$$

şeklinde tanımlanır. Böyle bir dağılım için ;

$$\cos \theta = 1 - \frac{N-R}{R} \cdot \left[ (1/P)^{\frac{1}{N-1}} - 1 \right] \quad (2.11)$$

bağıntısı kullanılarak  $\theta$  açısı yani güvenlik çemberinin yarı çapı hesaplanabilir.  $P= 0.05$  alındığı takdirde, ortalama doğrultuyu veren noktaların %5'nin güvenlik çemberi dışında kaldığı söylenebilir. Doğrultularının dağılımın duraylılık parametresi ise ;

$$K = \frac{N - I}{N - R} \quad (2.12)$$

bağıntısından hesaplanmaktadır. Güvenlik çemberinin yarıçapı ( $\theta_{95}$ ),  $P= 0.05$  için iyi bir yaklaşımla ;

$$\theta_{95} = 140^\circ / (K \cdot N)^{\frac{1}{2}} \quad (2.13)$$

bağıntısından bulunabilmektedir. 2.11 ve 2.12 bağıntıları incelendiğinde, her bir verinin doğrultusu birbirinden farklı olursa R sonuç vektörü değerine bağlı olarak  $\theta$  ve k'nın değeri değişir. N ve k değerleri ne kadar büyük olursa güvenlik çemberinin yarıçapı ( $\theta_{95}$ ) o kadar küçük olacaktır. Bu da hesaplanan ortalama değer, dağılımı ne kadar iyi temsil ettiğinin bir ölçüsünü vermektedir.

#### **2.2.5. Paleomağnetik Kutup Pozisyonunun Bulunması ve Verilerin Değerlendirilmesi**

Paleomağnetik verilerin iki farklı yaklaşımla değerlendirilmesi, tektonik problemlerin çözümünde daha doğru sonuçlara ulaşılmasına olanak sağlayacaktır. Bu yaklaşımlardan birincisi, mağnetik alan vektörünün doğrultusunun yani, sapma ve eğim açılarının değişiminin ikincisi ise mağnetik kutup pozisyonlarının incelenmesidir. Birinci yaklaşımda değerlendirme genellikle küçük çalışma sahaları için geçerli olurken, memleket veya dünya ölçüsünde yapılan çalışmalarda kutup pozisyonlarının incelenmesi daha uygun olacaktır. Bu durumda, iki paleomağnetik verinin sapma ve eğim açılarında bir farklılık varsa; bunun dinamik bir hareket sonunda mı, yoksa sapma ve eğim açılarının bölgesel değişimlerden mi ileri geldiğinin anlaşılması güç olacaktır.

Mağnetik alanın, bütün jeolojik devirler boyunca yerkürenin merkezinde bulunduğu varsayılan bir dipol ile temsil edildiği kabul edilir. Her bir dipol eksenin yerküreyi kestiği noktalara, mağnetik kutup adı verilir. Yermağnetik alanının jeolojik zamanlar boyunca normal ve ters polariteler kazandığı bilinmektedir. Bu polarite değişimlerinin süresi bir milyon yıl ile ikiyüz bin yıl arasındadır (Tarling, 1983). Normal ve ters polaritelere sahip aynı jeolojik zamana ait mıknatıslanma vektörlerinden elde edilecek ortalama doğrultu daha güvenilir sayılacaktır. Bunun nedeni, normal ve ters mıknatıslanma polaritelerinin ortalaması

yermağnetik alanının zamansal değişimlerini sıfırlamaktadır. Yani mağnetik gürültü olan bu değişimlerin giderilmesi, ancak normal ve ters polaritelerin elde edilmesi ile mümkündür.

Mağnetik kutup pozisyonlarının bulunabilmesi için önce yerin merkezinde bulunduğu ve yerin dönme eksenini ile çakışık olduğu varsayılan bir dipolün yeryüzünde bir noktada oluşturduğu alanı incelemek gereklidir. Bu koşullarda coğrafi boylamla, mağnetik boylam çakışık olacağından dünya yüzeyinde her noktada mağnetik alan vektörünün D sapma açısı sıfır değerine sahip olacaktır. Bu nedenle, kayaçların oluşurken kazandıkları kalıntı mıknatıslanma vektörünün D sapma açısı da sıfırdır. Kalıntı mıknatıslanmadan elde edilen sapma açısı, bize bölgenin dönme açısını verir. Aynı şekilde, kutuplar çakışık kabul edildiğinden, kalıntı mıknatıslanmadan elde edilen I eğim açısı ile  $\varphi$  coğrafi enlem açısı arasında;

$$\tan I = 2 \tan \varphi \quad (2.14)$$

bağıntısı vardır. Şekil 4.1'de A noktası ile temsil edilen bölgenin, kalıntı mıknatıslanmalarından elde edilen I eğim açısı aksenal dipolün eğim açısından farklı ise, bölgenin coğrafi enlem değiştirdiği düşünülür. Bu bölgenin ölçülen kalıntı mıknatıslanmalarının olduğu jeolojik zamandaki yeri (coğrafi enlemi), 2.14 bağıntısı yardımı ile saptanabilir.

Bu bölgeden elde edilen kalıntı mıknatıslanma vektörü doğrultusuna karşılık gelen o zamandaki yermağnetik alanının bağıl kutup noktası (virtual jeomagnetic pole) saptanabilir. Şekil 4.2'de birim yarı çaplı bir küre üzerinde gösterilen büyüklüklerden yararlanılarak örnek alınan bölgenin bağıl kutup noktasından olan açısız uzaklığı, yani paleomağnetik ko-latitudü (P);

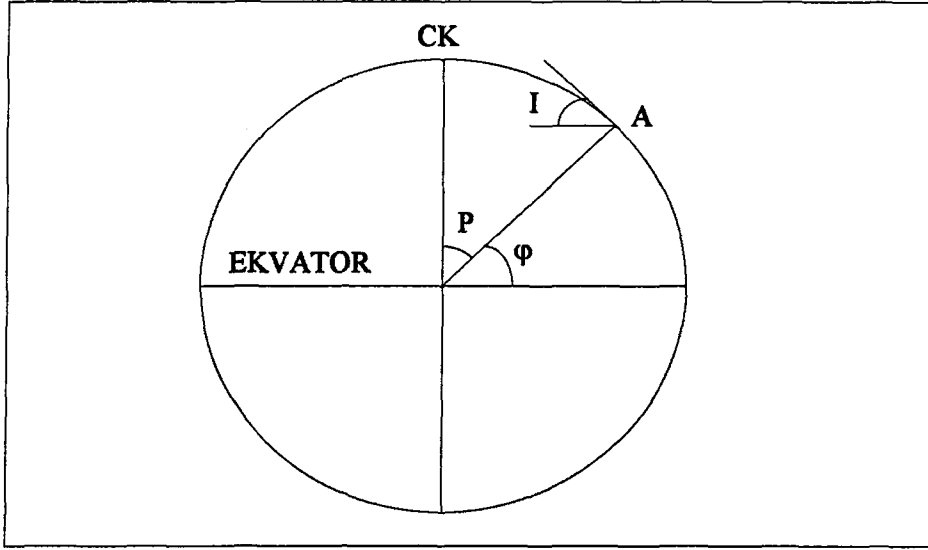
$$\cot P = \frac{1}{2} \tan I \quad (2.15)$$

bağıntısından bulunabilir (Irving, 1964). Bağıl kutup noktasının enlemi ( $\varphi'$ ) ve boylamı ( $\phi$ ) aşağıdaki bağıntılardan elde edilebilir (Nagata, 1961).

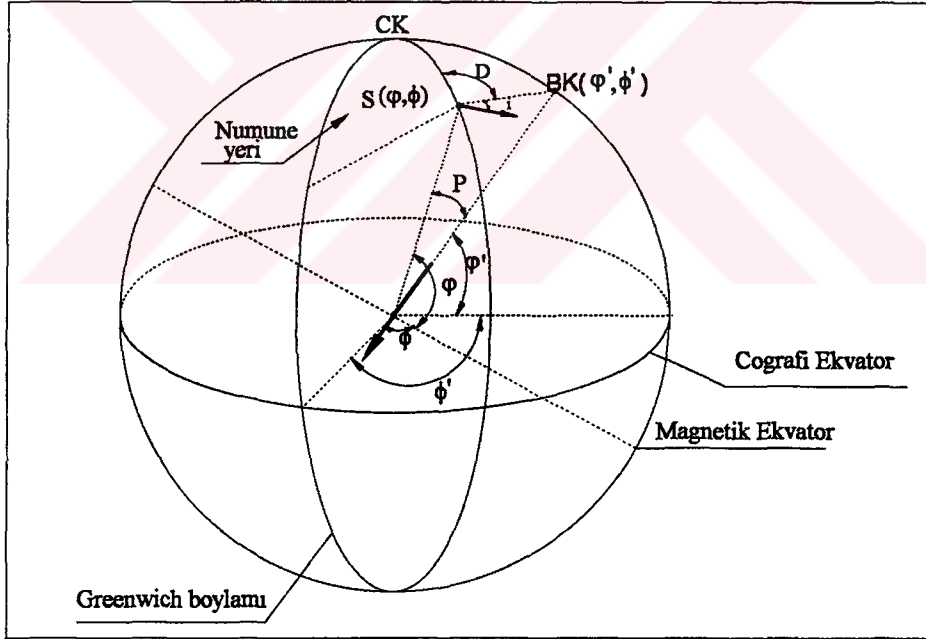
$$\sin \varphi' = \sin \varphi \cos P + \cos \varphi \sin P \cos D \quad (2.16)$$

$$\sin(\phi - \phi') = \sin P \sin D / \cos \varphi' \quad (2.17)$$

Burada,  $\varphi$  ve  $\phi$  sırası ile örnek alınan bölgenin coğrafi enlem ve boylamıdır. Farklı bölgeler için elde edilen bağıl mağnetik kutup noktaları bu bölgelerin birbirlerine göre durumlarını ortaya koymada önemlidir.



Şekil 4.1. Yerin dönme eksenini ile manyetik dipol eksenini çakışık kabul edildiğinde coğrafi enlem açısı ile  $I$  manyetik eğim açısı arasındaki ilişki. CK coğrafi kuzey, P kolatitüd, A mıknatıslanma vektörünün ölçüldüğü nokta.



Şekil 4.2. Bağlı kutbun hesaplanması.  $D$  sapma açısı,  $I$  eğim açısı,  $S$  örnek alınan bölge, CK coğrafi kuzey, BK bağlı kutup noktası,  $\varphi(\varphi, \phi)$  ve  $(\varphi', \phi')$  örnek alınan bölgenin ve bağlı kutbun coğrafi koordinatları.



### **III. BULGULAR**

#### **3.1. ÇALIŞMA BÖLGELERİNİN JEOLJİSİ**

##### **3.1.1. Yozgat Yöresi Jeolojisi**

Bu bölgede mağmatizma egemen durumdadır. Yozgat ilinin çevresinde asitik ve bazik plütonitler ile, Lütesiyen öncesi diyabazlar, Lütesiyen denizaltı volkanik birimleri, tüfler, fosilli kumtaşları ve Lütesiyen sonrası ince holokristalin dokulu bazalt ve andezitler mostra vermişlerdir. Asit plütonitler, granit ve bazik karakterliler ise gabro bileşiminde olup, üzerine Eosen flişi geldiğinden dolayı Eosen'den yaşlıdır.

Yörenin volkanik birimlerinden olan Bademli bazalt ve diyabazları çok altere olmuş durumdadır. Aynı zamanda badem dokulu bazaltlar, Lütesiyen yaşlı kumtaşları ile ve aglomeralar ile arakatlıdır. Volkanitlerin genç birimi (Eosen) olan bazalt-andezitler ise koyu renkli olup, sütunlu yapı gösteren kayaç topluluklarını oluştururlar. Yöre Alpin orojenezi etkisinde kalmış ve genellikle güneydoğu, kuzeybatı doğrultularında uzanan faylar içermektedir (Büyükönel,1985).

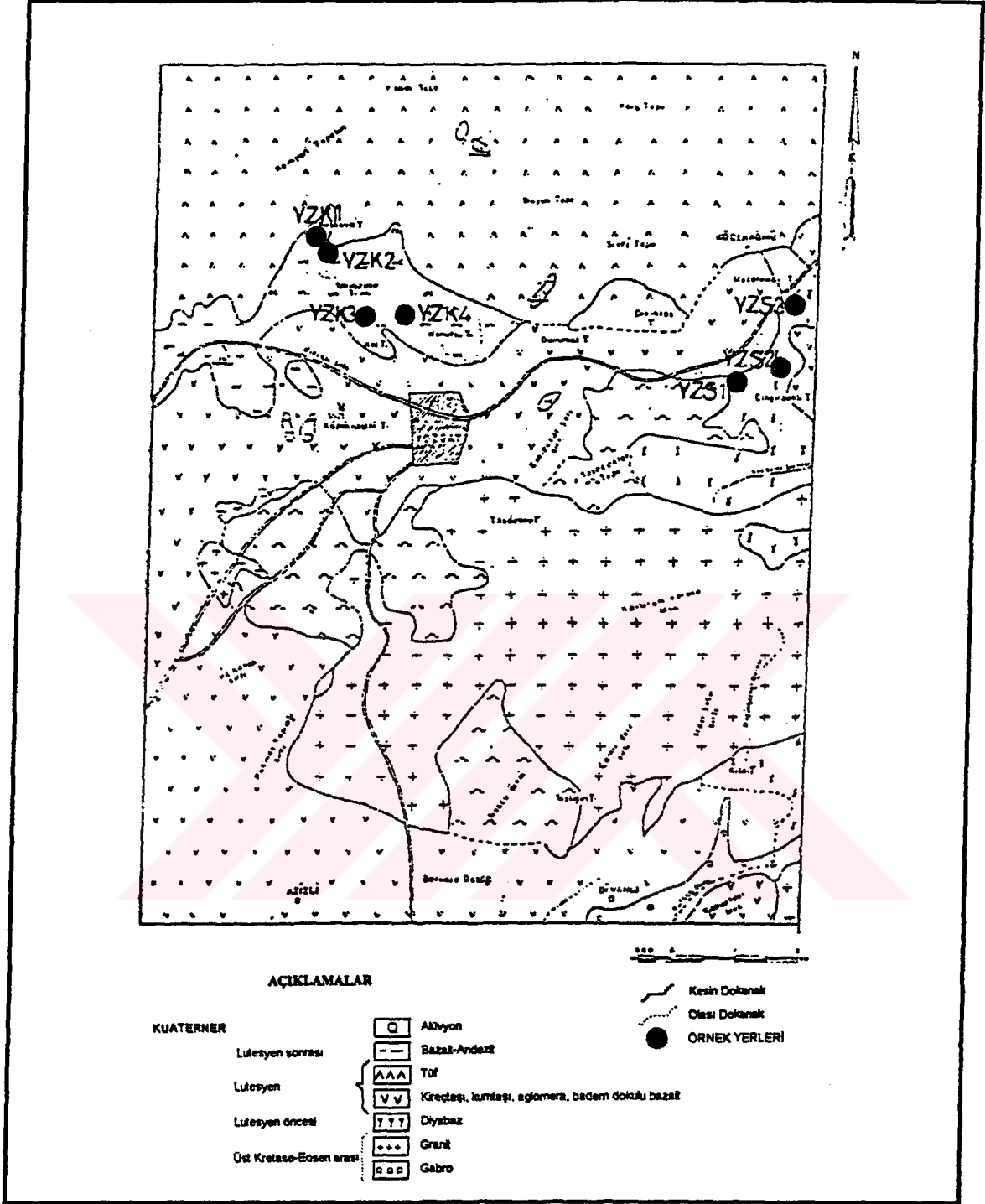
Yozgat'ın kuzeyindeki ayrışmamış bazalt ve andezitden 4 adet, doğusundaki sorgun yolu üzerinde ki dazitlerden 3 adet olmak üzere toplam 7 adet el örneği toplanmıştır. YZK1, YZK2 Yozgat Nohut Tepe, YZK3, YZK4 Kuşkaya Tepe, YZS1, YZS2, YZS3 ise Yozgat'ın Sorgun yolu çıkışından alınmıştır. Bölgenin jeolojik haritası ve örnek yerleri, Şekil 5'deki jeolojik haritada verilmiştir.

##### **3.1.2. Sivas-Yıldızeli Bölgesinin Jeolojisi**

Bölgede Ilıca-Yiğitler köyü hattının güneyinde kalan, az engebeli ve düşük kotlu arazi esasen andazit-bazaltik Tersiyer volkanitleri ile örtülüdür. Volkanitler lavlar, tüfler ve aglomeralardan ibarettir ve genellikle karışık durumda bulunurlar .

Andezitik bileşim hakim olmakla beraber, bazı kısımlarda tipik bazaltik lavlarda bulunmaktadır. Örneğin Mentешkaya-Gökyol arasında tüfler ile ardışıklı seviyeler halinde veya damar ve stoklar şeklinde tüfleri kesen bazalt mostraları vardır. Esasen, sınırları pek belirli görülemeyen küçük bazalt gövdelerine hemen her tarafta rastlanır. Andezitlerin göze çarpan makroskopik renkleri, kahverengimsi gri, yeşilimsi gri veya yeşil; bazaltlarda ise siyahtır





Şekil 5. Yozgat yöresi jeolojik haritası ve örnek yerleri

(Tatar, 1978). Bu Eosen yaşlı volkanitlerin, kalkalkalin nitelikli mağmanın farklılaşmasının son ürünü olduğu belirlenmiştir (Yılmaz 1981).

Sivas Yıldızeli civarından 5 el örneği alınmıştır. Bunlar SYE1, SYE2, SYE3, SYE4 ve SYE5 olarak isimlendirilmiş ve Şekil 6'daki jeolojik haritada örnek yerleri işaretlenmiştir.

### **3.1.3. Sivas-Divriği Bölgesinin Jeolojisi**

Sivas-Divriği-Mursal köyü civarındaki siyanit kayaçlar sahada çok açık yeşil-gri ve açık pembe renkte görülürler. Siyanitler genellikle taneli doku gösterirler. Mineraller çoğu zaman şekilsiz olarak görülürler. Biotitler uzun lameller halinde görülür ve çok az ayrılmışlardır. Amfiboller ise genellikle ayrılmış durumdadır. Altere olmayan hornblendler net pleokroizma gösterirler. Eosen yaşlı bu siyanitler, Üst Miyosen yaşlı Yamadağ Bazaltları ile örtülmüştür. Bu siyanitlerden SDM1, SDM2, SDM3 ve SDM4 olarak isimlendirilen 4 el örneği alınmış ve örnek yerleri Şekil 6'daki jeolojik haritada işaretlenmiştir.

### **3.1.4. Malatya-Darende-Balaban Bölgesinin Jeolojisi**

Gattinger (1957), Yukarı Ulupınar çevresindeki alacalı renkli Üst Kretase flišini Aşağı Ulupınar güneyindeki Eosen'i belirterek, Balaban çevresini kapsayan jipsli seriyi de Alt-Orta Miyosen, Neojen ve Pliyosen yaşlı çökeller olarak göstermiştir.

Yukarı Ulupınar köyünün doğusundaki Kepez Dağı ve güneyindeki yüksek düzlükler tamamen genç bazaltlarla örtülüdür. Meydana getirdikleri Kepez Dağı'na uygun olarak "Kepez Dağı Bazaltları" olarak isimlendirilmiştir (Akkuş, 1970). Kepez Dağı Bazaltları Malatya yolu boyunca Akçadağ'a kadar gayet güzel bir şekilde izlenir.

Kepez Dağı Bazaltları, olivin bazalt akış tekstürü gösteren plajiyoklaz (bazik) iğne ve çubukları ile kısmen kloritlemiş ojit ihtiva eder. Hamur, iri olivin ile makro ve mikro ojit feno kristallerinden oluşan minerolojik bir birleşime sahiptir. Genellikle yukarıdaki nerolojik nitelikleri gösteren Kepez Dağı Bazaltları arasında, tuf seviyeleri de bulunmaktadır. Örnek alınan alanın dışında, Malatya yolu boyunca, bu seviyeler izlenebilmektedir. Kepez Dağı Bazaltları, Alt Miyosen (Burdigalien) ve daha yaşlı formasyonları horizontal olarak örterler ve plato halinde yayılarak geniş düzlükler meydana getirirler. Darende-Balaban'da Alt Miyosen yaşlı formasyonları örttüğü gibi, Malatya yolu boyunca ve aynı yol üzerindeki Karahan çeşmesi çevresinde de aynı durum görülmektedir. Bu stratigrafik konuma göre volkanik faaliyet Burdigalien'den sonra meydana gelmiştir.

Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde yer alan Malatya 'nın Darende-Balaban ilçesinin Yukarı Ulupınar Köyü'nün güney doğusundan MDB1, MDB2, MDB3 ve MDB4 olarak isimlendirilen 4 el örneği alınmış ve örnek yerleri Şekil 6'daki jeolojik haritada işaretlenmiştir.

### 3.1.5. Sivas-Şarkışla Civarının Jeolojisi

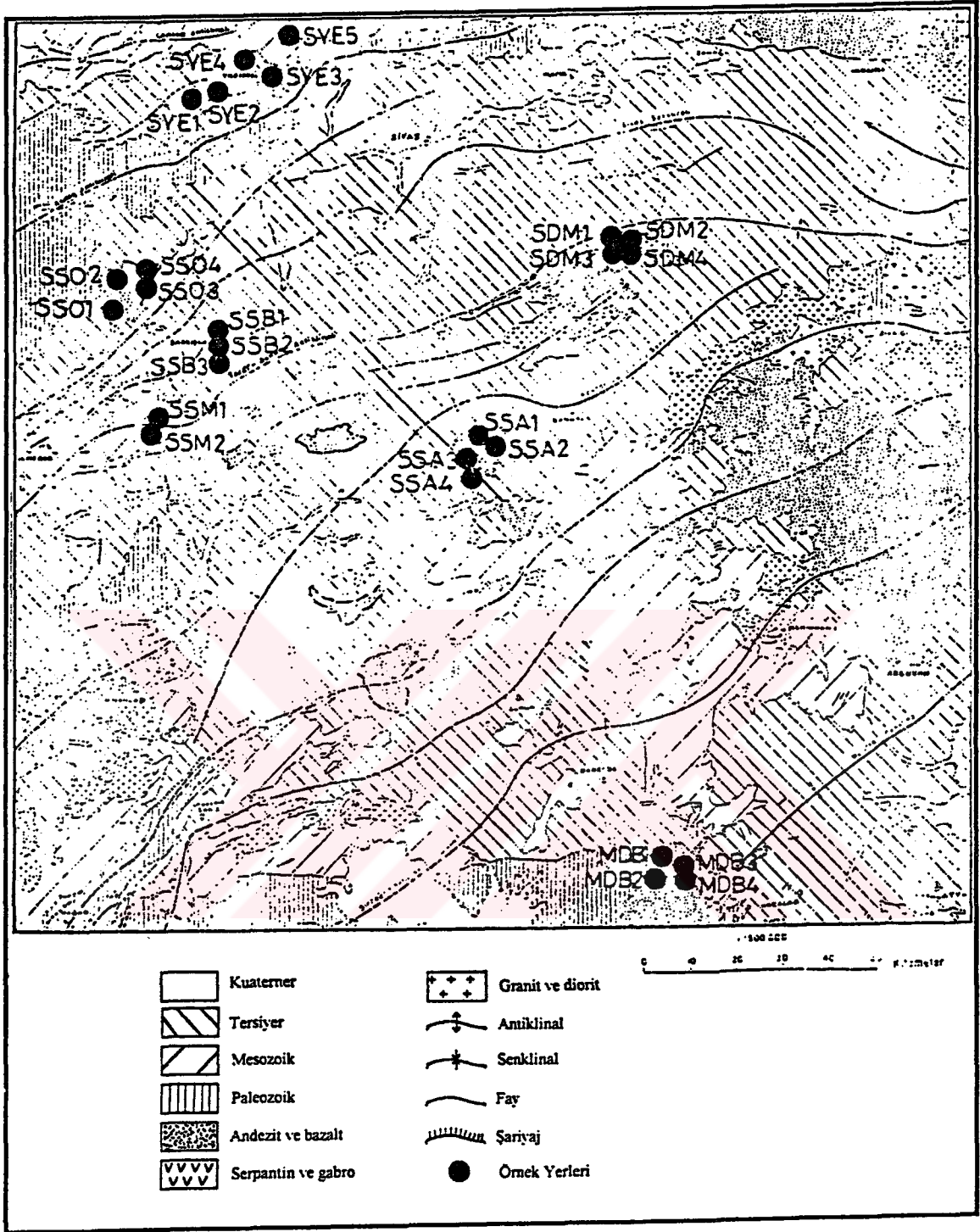
Bu bölgede yeralan Karataştepe bazaltı adını, Konakyazı Köyü'nün 4 km kuzey doğusunda bulunan Karataştepe'den almaktadır. Bunlar egemen olarak olivin bazaltlarla daha az albit diyabaz, ojit andezitler ve bunlara eşlik eden volkanik breş ve aglomeralardan oluşmaktadırlar. Lavlar ve volkonoklastikler iç içe görülmektedir.

Karataştepe bazaltı, tümüyle Topraktaşdere üyesi içinde kalmaktadır. Topraktaşdere üyesinin çökelişi sırasında önceki oluşukları keserek çıkmış ve çökeller arasına yerleşmişlerdir. Bu birim patlamalı bir volkanizmanın ürünü olarak ve kıta içi bir açılmayla yüzeylemiştir. Kısmen kalkalkalen ve çoğunlukla da alkali karakterdeki bu oluşuklar, sahanın riftleşme aşamasında bulunduğu kanıtıdır. Birimin yaşı, içerisinde bulunduğu Topraktaşdere üyesinin yaşı olan Üst Tanesiyen olarak belirtilmiştir (Gökten, 1983). Karataştepe Bazaltları'nın yer aldığı toplam üç bölgeden 9 el örneği toplanmış ve bölgeler SSM2 (SSM1, SSM2), SSB3 (SSB1, SSB2, SSB3), SSO4 (SSO1, SSO2, SSO3, SSO4) olarak isimlendirilmiştir. Örneğin SSM2, Sivas-Şarkışla-Mengensofular köyü'nden alınan 2 el örneğini göstermektedir. Örnek yerleri Şekil 6'daki jeolojik haritada işaretlenmiştir.

Şarkışla civarında bulunan Adatepe Bazaltları ise, adını Oluktaş ve Yenyapan köyleri arasında yeralan Adatepe'den almaktadır. Birim siyah renkli alkali olivin bazaltlardan oluşmaktadır. Kabaklıpınar'ın 200 m kuzey batısında, lav halinde akarlar kenarlarındaki henüz katlaşmamış kireçtaşlarının etrafını yer yer sardıkları görülmüştür. 50 m kalınlığa ulaşan bu lavlar Pliyosen yaşlı kabul edilmiştir (Gökten 1983). Adatepe bazaltlarından SSA1, SSA2, SSA3, SSA4 olarak isimlendirilen 4 el örneği alınmış ve örnek yerleri, Şekil 6 'daki jeolojik haritada gösterilmiştir.

### 3.1.6. Gaziantep-Yavuzeli Bölgesinin Jeolojisi

Güneydoğu Anadolu bölgesinde Şanlı Urfa, Gaziantep il merkezleri ve çevresinde, Orta Miyosen'den başlayarak Kuaterner sonlarına kadar çeşitli yerlerde mostralara veren bazaltik genç volkanizma geniş bir alan kaplamaktadır. Bu bölgelerde Senozoik yaşlı volkanitler tamamen bazaltik türde olup, genellikle örtü lav akıntıları şeklinde, kimi yerlerde de takke volkan konileri



Şekil 6. Sivas bölgesi genel jeolojik haritası ve örnek yerleri. M.T.A. Enstitüsü (1/500.000 ölçekli) yaylarından alınmıştır (Baykal, 1966).

oluşturulmaktadır. Özellikle Şanlı Urfa, Kilis, Yavuzeli, Hassa ve İslahiye yerleşme merkezleri dolaylarında yaygın lav yüzlekleri geniş alanlar kaplar ve bunlar tamamen karasal bir ortamda meydana gelen plato bazaltlarıdır. Volkanizma ilk kez Orta Miyosen'de etkili olmaya başlamış ve Araban, Yavuzeli ve Gaziantep dolaylarında yer yer karasal çökellerle, ardalamalı olarak gözlenmiştir (Ulu ve diğerleri 1991).

İnceleme alanımızda yaygın bir şekilde izlenen Yavuzeli bazaltı; boşlukları kalsit-zeolit dolgulu, oldukça koyu gri renkli, olivin-ojit bazaltıdır. Gaziantep-Araban yakınında TPAO tarafından, bazaltik bir lavda K/Ar yöntemi ile yaptırılan radyometrik yaş tayini ile  $15.1 \pm 0.4$  milyon yıllık bir değer bulunmuştur. Aynı mevkide, daha üst düzeylerde yer alan bir başka lav mostrasından alınan örnekte yapılan radyometrik yaş tayini ile  $12.0 \pm 0.4$  milyon yıllık bir sonuç elde edilmiştir. Örnek alınan Yavuzeli bazaltlarından, Birecik doğusundan K/Ar metoduna göre yaptırılmış olan yaş tayininden yaşın ortalama  $10.3 \pm 2$  milyon yıl bulunmuştur (Ulu ve diğerleri, 1991). Yavuzeli bazaltları, daha yaşlı birimleri uyumsuz olarak örter. Üstüne ise Pliyo-Kuarterner'in aşınma ve birikme çökelleri gelir.

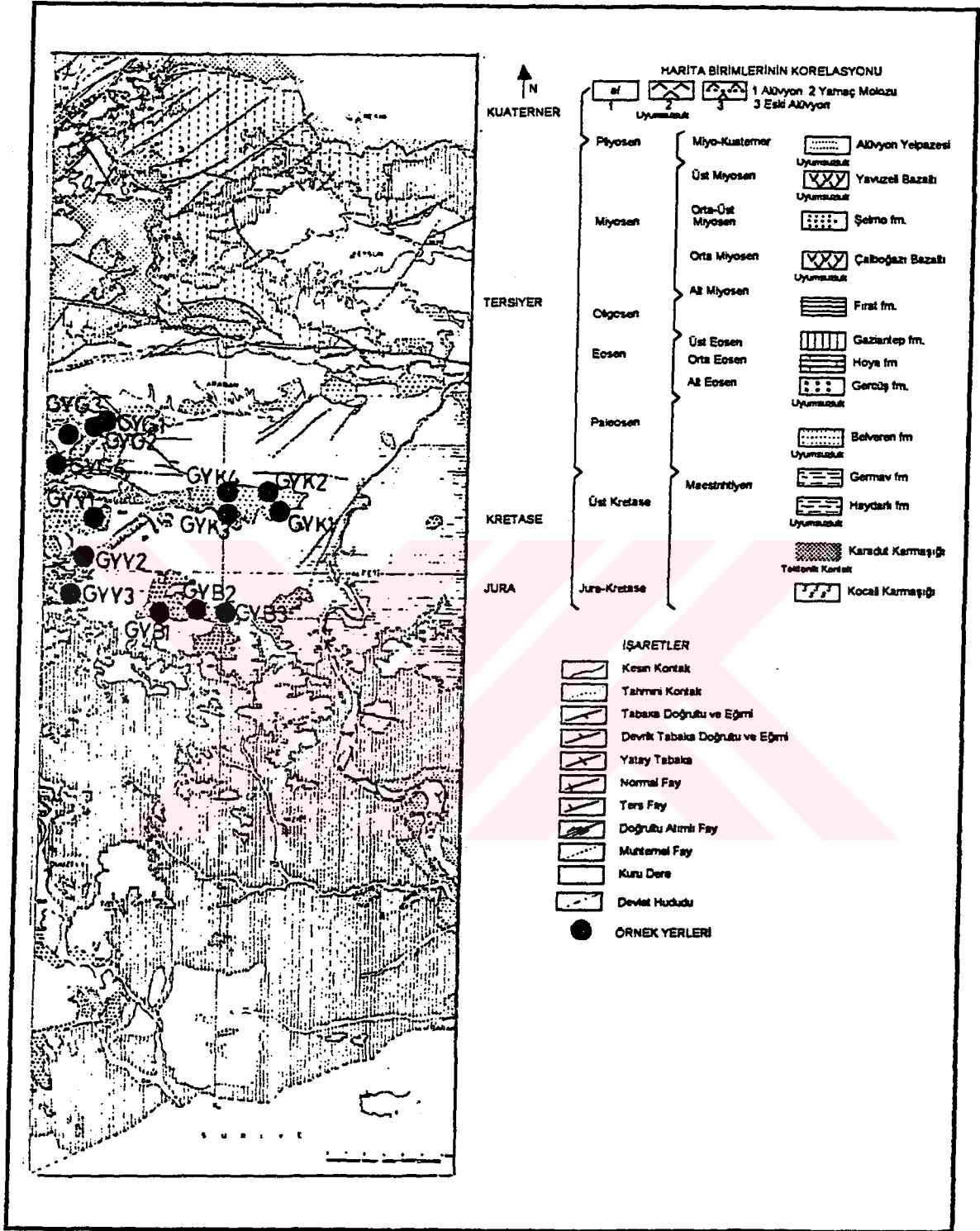
Yavuzeli bazaltlarından toplam 4 bölgeden 14 el örneği toplanmıştır. Mevkiler GYG4 (GYG1, GYG2, GYG3, GYG4), GYK4 (GYK1, GYK2, GYK3, GYK4), GYY3 (GY1, GYY2, GYY3) ve GYB3 (GYB1, GYB2, GYB3) harfleri ile isimlendirilmiştir. Örneğin GYG4 Gaziantep-Yavuzeli-Gelinbuğday köyü civarından toplanan 4 örneğini göstermektedir. Örnek yerleri Şekil 7'deki jeolojik haritada işaretlenmiştir.

### **3.1.7. Nevşehir Bölgesinin Jeolojisi**

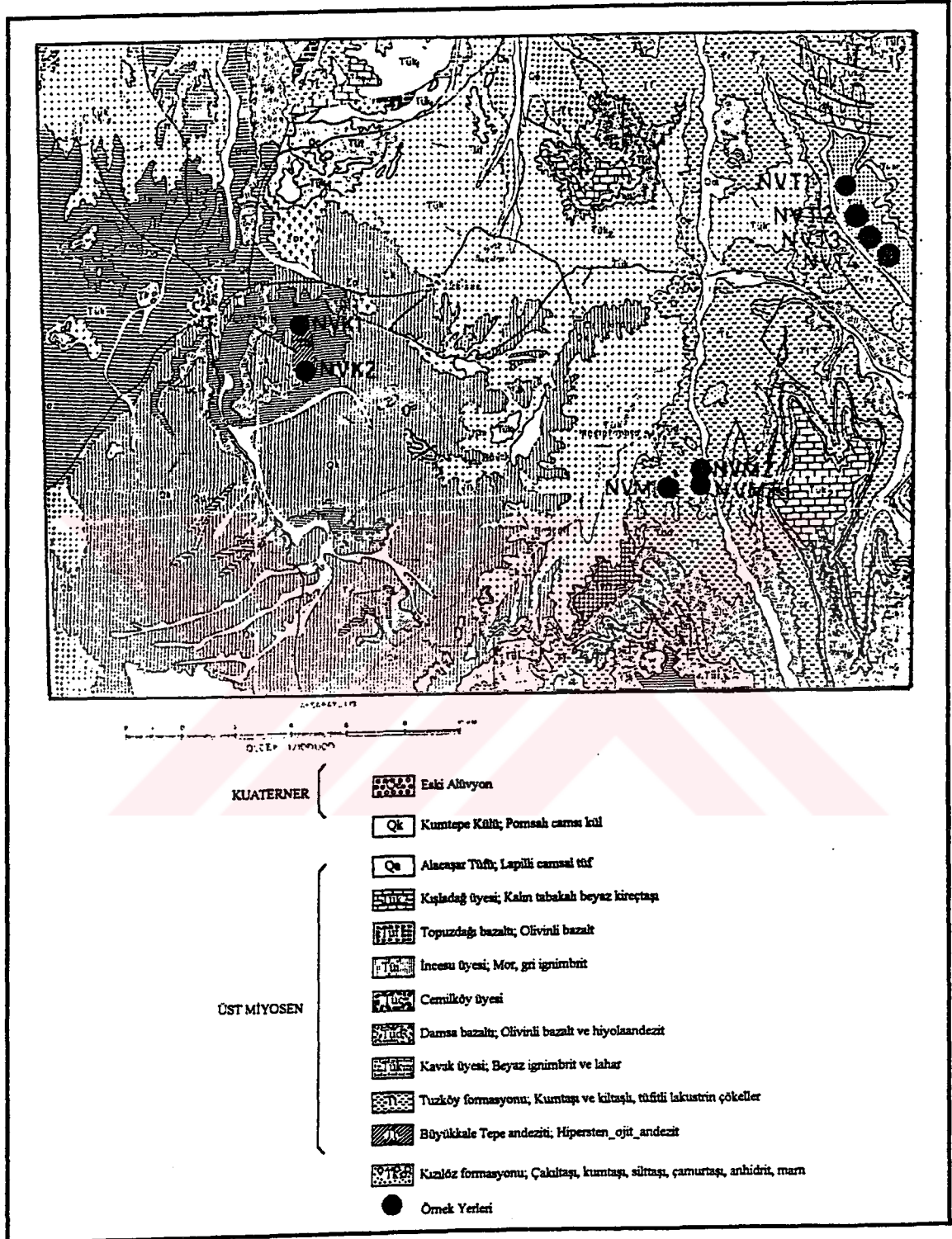
Kırşehir masifi güneydoğu ucu ile Erciyes Dağı arasında kalan bölgede, Pre-Mezozoyik Kuaterner yaş aralığında; magmatik, metamorfik volkanik, tortul ve volkano-tortul kayalar yüzeylenir. Metamorfik kayalar Pre-Mezozoyik, volkanik kayalar Üst Kretase, öncesi tortul kayalar Eosen-Oligosen-Üst Miyosen, volkanik ve volkano-tortullar, Üst Miyosen Pliyosen-Kuaterner yaşlıdır.

Büyükkale andezitleri gri-pembe, kahverengi ince taneli olup ve homojen andezitlerde merkezi doma yakın olan yerlerde porfirik doku ve sıkca zonlu yapı gösterirler. Andezitler içinde ojit, hornblend ve labrodorit fenokristalleri vardır. En önemli özelliği matriksdeki feldspat mikrolitleri ile, mikrofeno-kristallerin çokluğudur. Kızılöz formasyonu üzerine yerleşmektedir. Yöredeki andezitlerde K/Ar yöntemine göre yapılan yaş tayinleri sonucunda,  $13.7 \pm 0.3$  ile  $6.5 \pm 0.2$  milyon yıl (Üst Miyosen-Ponsiyen) zaman aralığı bulunmuştur





Şekil 7. Gaziantep ve civarının jeolojik haritası ve örnek yerleri.



Şekil 8. Nevşehir ve civarının jeolojik haritası ve örnek yerleri

(Batum,1978). Bu bölgedeki Üst Miyosen yaşlı andezitlerden, MVK1 ve MVK2 olarak isimlendirilen 2 el örneği alınmış ve Şekil 8'deki jeoloji haritasında işaretlenmiştir.

Topuzdağ bazaltı ise, kısmen mafik bazaltik lav akıntısıdır. Alt düzeyleri olivinsiz, ojit ve hipersitence zengindir. Üst düzeyler olivin bazalt özellikte lav türüdür. Salur üyesi çakıtaşı ile Kışladağ üyesi arasında, İncesu ignimbiritinin birkaç metre üzerinde yer alır. Üst Miyosen yaşlı bu bazaltlardan NVT1, NVT2, NVT3, NVT4 olarak isimlendirilen toplam 4 örneği alınmış ve Şekil 8'deki jeolojik haritada işaretlenmiştir.

Damsa bazaltı tabanda, gri-kahverengi, orta taneli gözenekli olivin bazalt özelliklidir. Olivin, hipersten, ojit, labrodorit, plajiooklast fenokristalleri mikrolit bir hamur içinde görülür. Olivin kristalleri ohedral şekillidir. Üst düzeyde, hipersiten ve ojitce zengin, siyah renkli, gözenekli olivinsiz bazalt karakterli olup, Sarımaden tepe üyesi üzerinde yüzlenir. Mustafapaşa civarında bulunan Üst Miyosen yaşlı bu bazaltlardan NVM1, NVM2 ve NVM3 olarak isimlendirilen 3 el örneği toplanmış ve Şekil 8'deki jeolojik haritada işaretlenmiştir.



### 3.2. VERİLERİN ELDE EDİLMESİ

Bu çalışmada Arabistan Levhası, Torid'ler ve Anatolid'lerdeki volkanik kayalardan toplam 56 yönlendirilmiş el örneği alınmış ve her bir el örneğinden ortalama 10 adet olmak üzere, 560'in üzerinde ölçüye hazır silindirik örnekler hazırlanmıştır.

Laboratuvarda ilk aşamada tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanması (NRM), Flux-Gate tipi manyetometre (miliörstedmetre) ile ölçülmüştür. Manyetik temizleme (manyetik yıkama) işlemi alternatif manyetik alanla yapılmıştır. Örneklerin manyetik duraylılığı ve ikincil mıknatıslanmadan temizlenmesi, her el örneğinden seçilen bir ölçü örneğinin (Pilot örnek) incelenmesiyle tesbit edilmiştir.

#### 3.2.1. Yozgat Bölgesinin Verileri (YZC)

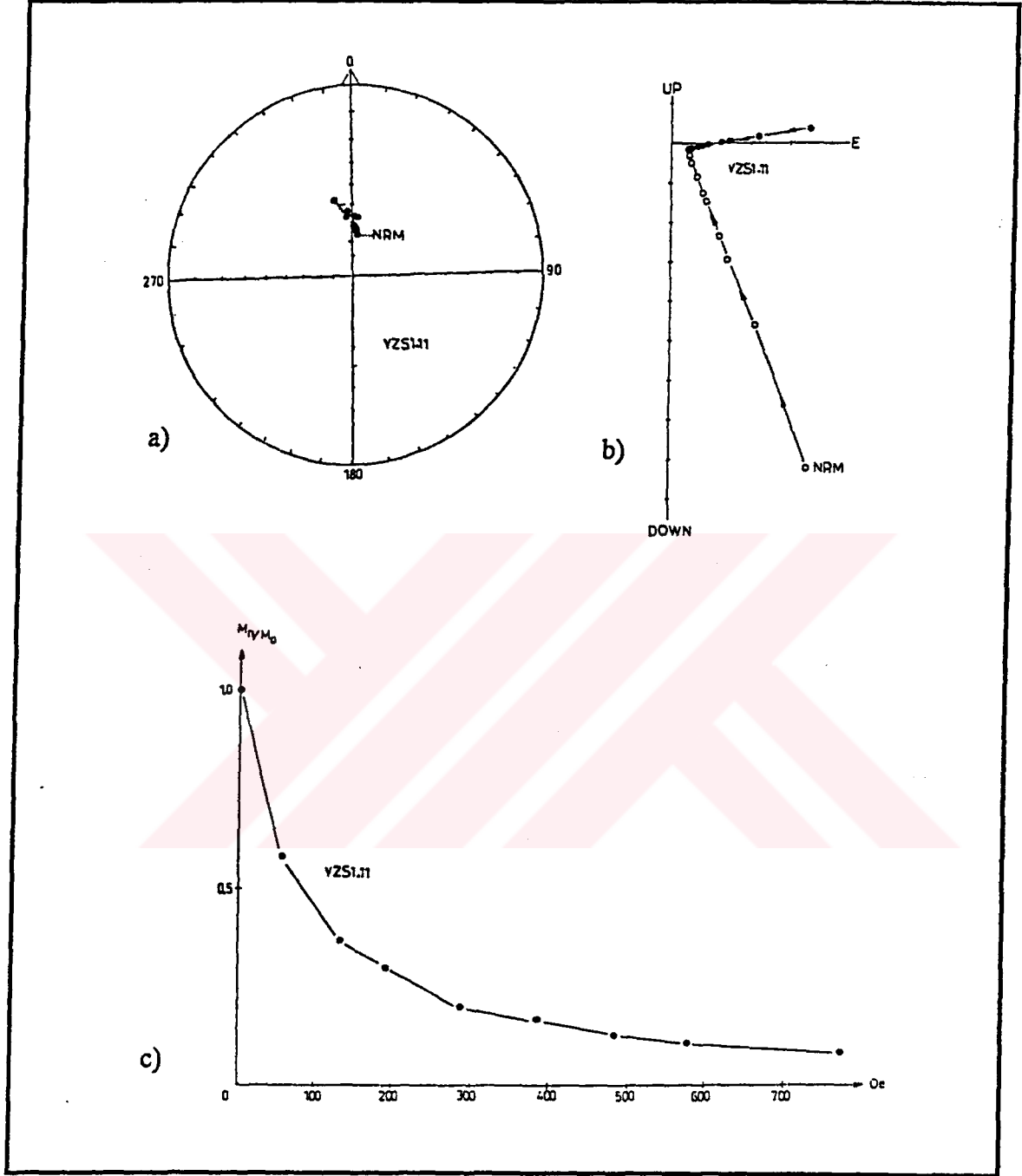
Yozgat civarında bulunan ayrışmamış andazit ve bazaltlardan YZK4 (YZK1, YZK2, YZK3, YZK4) olarak isimlendirilen, dazitlerden ise YZS3 ( YZS1, YZS2; YZS3 ) olarak isimlendirilen 7 el örneği toplanmış ve Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, YZC harfleri ile isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örnekler zayıf doğal kalıntı mıknatıslanmaya sahiptirler. YZS1 11 numaralı bir pilot örneğe adım adım 58, 134, 192, 384, 480, 575 ve 757 Oe. alternatif manyetik alan uygulanmış ve her adımda örneğin kalıntı mıknatıslanması ölçülmüştür. Şekil 9'da gösterilen, bu pilot örneğin wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ile moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde, mıknatıslanma vektörünün ikinci adımda (134 Oe.), hatta birinci adımda ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği ve bölgeden toplanan el örneklerinin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip oldukları görülmektedir.

Çizelge 1: YZC bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama NRM, manyetik temizleme sonrası ortalama RM ve güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ile duraylılık parametreleri (k) verilmiştir. YZC bölgesinde volkanik kayalar yüzeyde yaygın halde buldukları için alttaki sedimanter tabakanın eğim ve doğrultusu belirlenemediği için örneklere tektonik düzeltme uygulanamamıştır. Bu bölgeden elde edilen ortalama sapma ve eğim açıları ( $D=336^\circ$ ,  $I=64^\circ$ ), güvenlik çemberlerinin yarıçapı ( $\theta_{95}=7.14$ ) ve duraylılık parametresi ( $k=1224.27$ ) paleomanyetizma çalışmaları için geçerli olan değerlere sahiptirler.

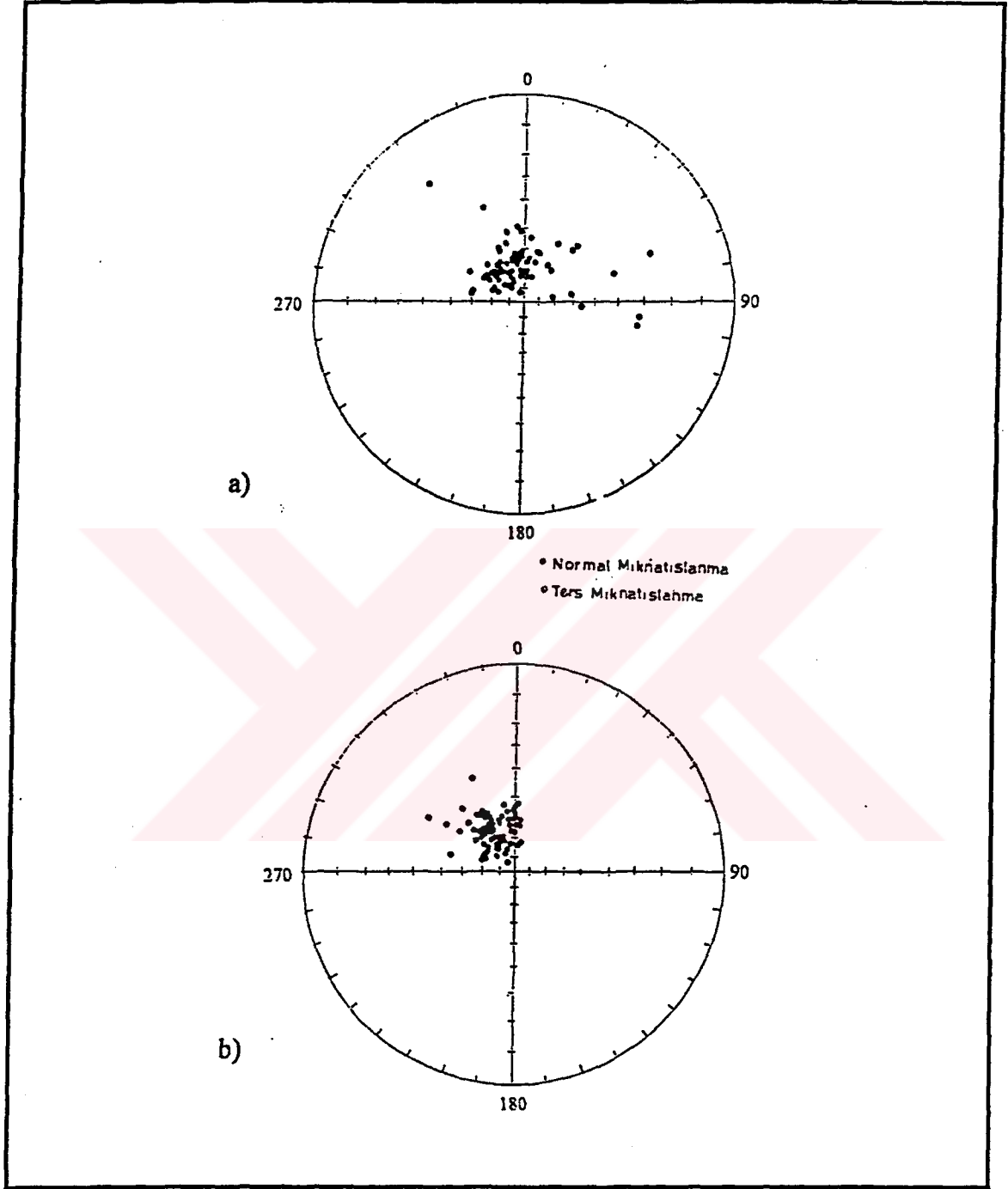
Şekil 10'da, bölgeden alınan örneklerle ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ve temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme sonrası RM dağılımını gösterir.

Çizelge 1: YZC bölgenin ve grup ortalamalarının sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ		YZK	YZS	YZS Böl. Ort.
El Örn. Sayısı		4	3	7
Ölç. Örn. Sayısı		40	32	72
YAŞ		EOSEN	EOSEN	
CİNSİ		Ayrışmamış Andezit-Bazalt	Diyabaz	
NRM	D	20°	331°	358°
	I	68°	66°	69°
	$\theta_{95}$	23.69	19.13	14.34
	k	15.99	42.56	18.34
RM	D	332°	339°	336°
	I	63°	64°	64°
	$\theta_{95}$	8.62	12.17	7.14
	k	114.50	103.63	1224.27



Şekil 9. YZC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (YZS1.11) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.



Şekil 10. YZC bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.2. Sivas-Yıldızeli Civarı Verileri (SYC)

Bu bölgeden alınan 5 el örneğinin yüksek doğal kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu laboratuvar çalışmalarından bulunmuştur. Buna rağmen SYE3 ve SYE4 numaralı 2 el örneğinin mağnetik duraylılığa sahip olmadığı, fakat diğer 3 el örneğinin (SYE1, SYE2 ve SYE5) duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu saptanmıştır. SYE3 ve SYE4 numaralı örnekler, mağnetik duraylılığa sahip olmadıkları için bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma doğrultusu bulunurken hesaba katılmamışlardır. Diğer taraftan duraylı kalıntı mıknatıslanmaya sahip 3 el örneği, Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, SYC harfleriyle isimlendirilmiştir.

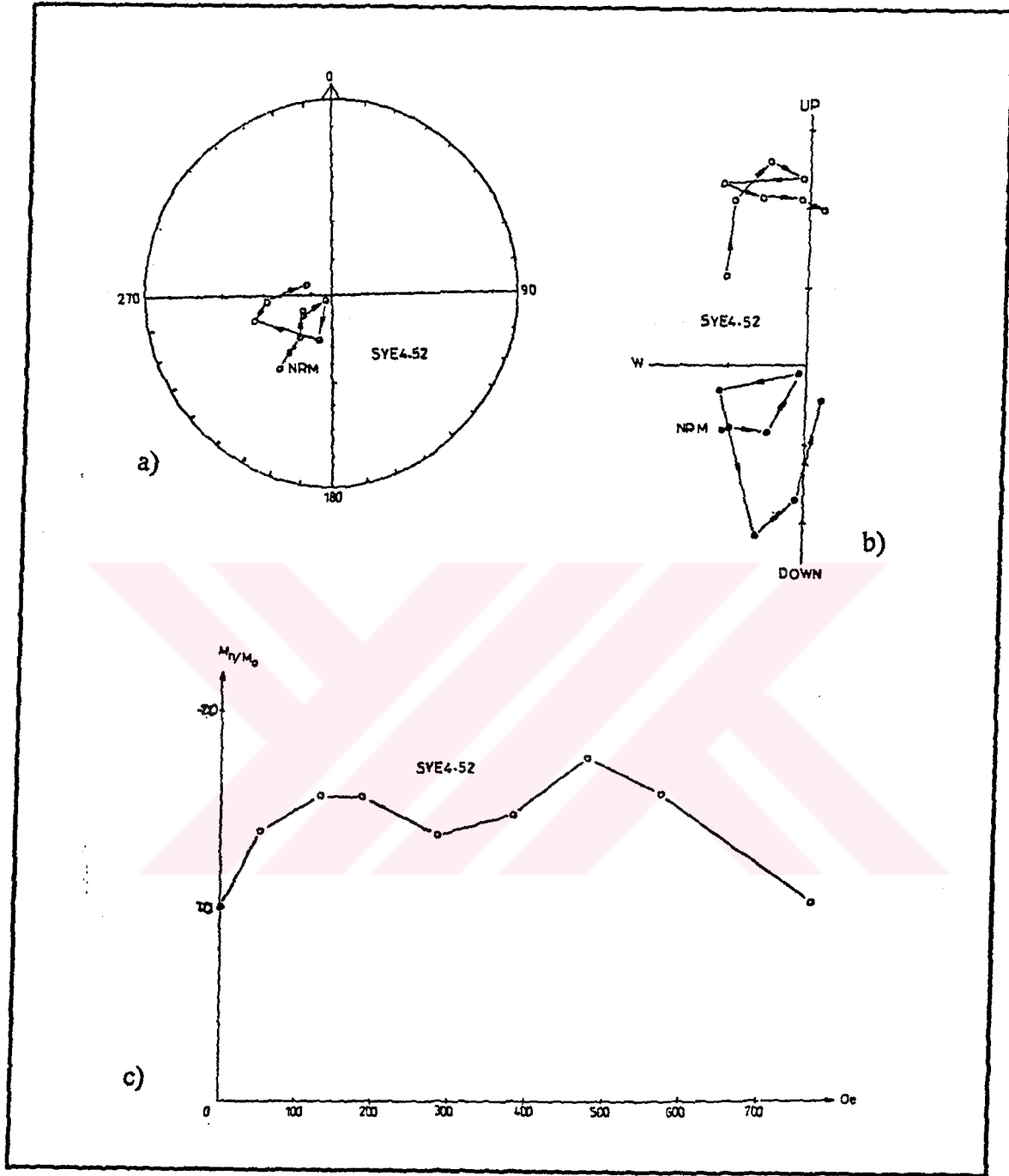
Şekil 11'de SYE4 52 numaralı duyarsız bir pilot örneğin mağnetik temizleme işlemi sırasında mıknatıslanma vektörünün; wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonlardaki davranışı ve moment değişim eğrisi (c) gösterilmektedir. Bu örneğin wulff projeksiyonu incelendiğinde, mıknatıslanma vektörü daha ilk temizleme adımlarından başlayarak sürekli ve büyük yön değiştirmeler göstermektedir. Ortogonal projeksiyonunda ise, mıknatıslanma vektörünün yatay ve düşey düzlemdeki hareketlerinin, temizleme adımları ilerledikçe, karmaşık bir durum göstererek orjinden uzaklaştığı ve moment değişim eğrisinde de aynı şekilde düzensizlikler olduğu görülebilmektedir. Şekil 12'de SYE5 13 pilot örneğinin wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ile moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde mıknatıslanma vektörünün üçüncü (198 Oe) adımda ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği ve örneğin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 2: SYC bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama doğal kalıntı, mağnetik temizleme sonrası kalıntı ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma değerleri ile güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ve duraylılık parametresi (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken, ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomağnetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Tektonik düzeltme işleminden sonra elde edilen bölgenin ortalama sapma ve eğim açıları sırasıyla  $D=348^\circ$ ,  $I=45^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu ortalamanın güvenlik çemberinin yarıçapı,  $\theta_{95}=2.77$ , duraylılık parametresi ise,  $k=1968.48$  olarak saptanmıştır.

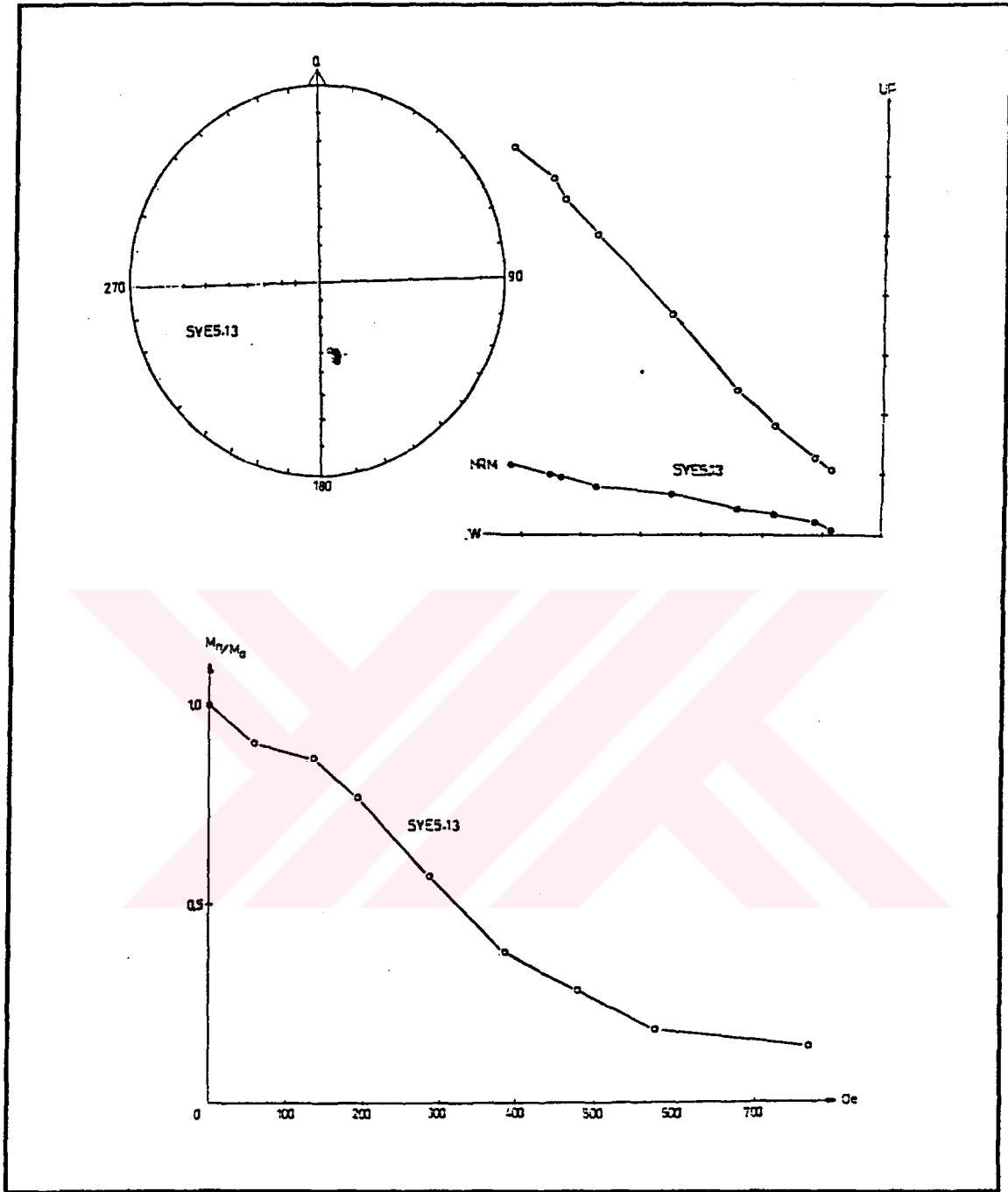
Şekil 13'de, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci

Çizelge 2: SYC bölgesinin ve el örneklerinin sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ	SYE1	SYE2	SYE5	SYC Böl. Ort.	
Ölç. Örn. Sayısı	10	10	10	30	
YAŞ	EOSEN	EOSEN	EOSEN		
CİNSİ	Ayrışmamış Andezit-Bazalt	Ayrışmamış Andezit-Bazalt	Ayrışmamış Andezit-Bazalt		
N R M	D	96°	345°	168°	333°
	I	-67°	50°	-46°	58°
	θ <sub>95</sub>	9.45	4.2	1.3	36.22
	k	27.06	118.33	1228.66	12.63
R M	D	160°	350°	169°	348°
	I	-73°	44°	-46°	54°
	θ <sub>95</sub>	3.27	3.13	1.11	25.24
	k	218.91	181.95	1695.78	24.89
TEKT. DÖZ. SONR. R M	D	165°	350°	169°	348°
	I	-45°	44°	-46°	45°
	θ <sub>95</sub>	3.27	3.13	1.11	2.77
	k	218.26	181.95	1695.78	1968.48
TABAKA	Doğrultu	260°	0	0	0
	Eğim	28°	0	0	0

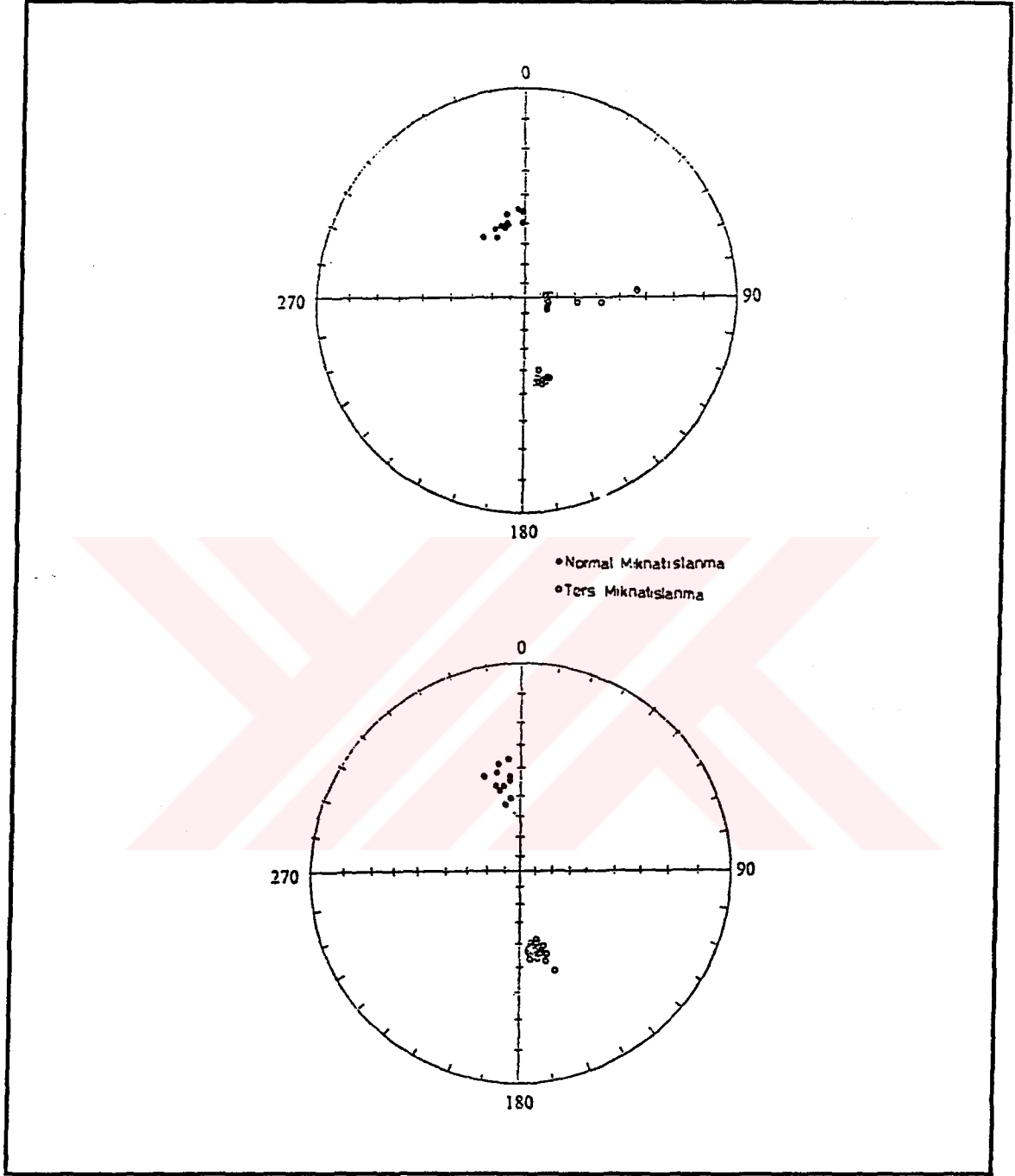


Şekil 11. SYC Bölgesine ait duraysız bir pilot örneğın (SYE4.52) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.



Şekil 12. SYC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (SYE5.13) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.





Şekil 13. SYC bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.3. Sivas-Divriği-Mursal Civarının Verileri (SDM)

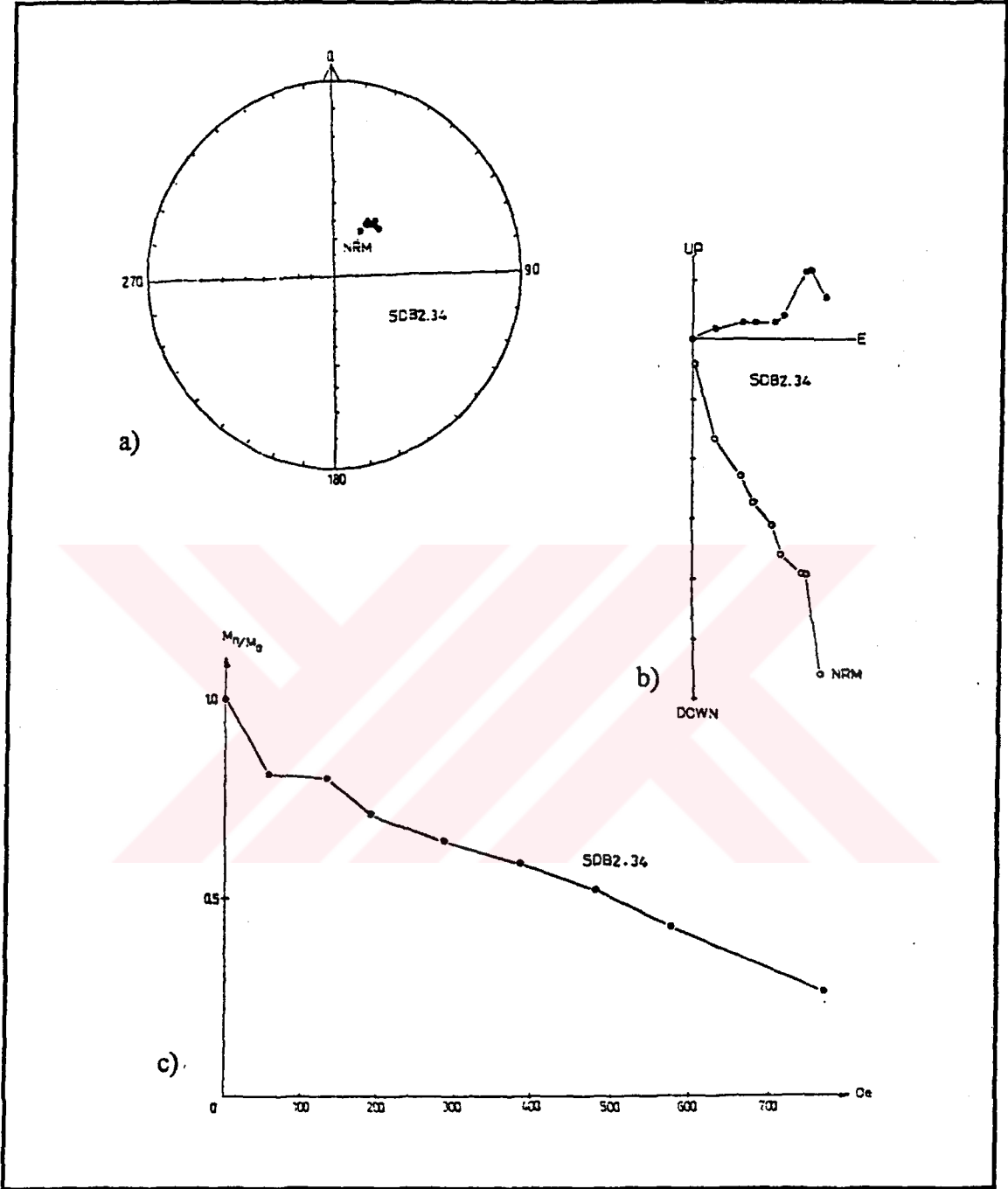
Divriği-Mursal köyü civarından toplanan 4 el örneği (SDM1, SDM2, SDM3 ve SDM4), Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, SDM olarak isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örnekler çok zayıf doğal kalıntı mıknatıslanmaya sahiptirler. Şekil 14'de SDB2 34 numaralı pilot örneğe ait wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ve moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde, üçüncü adımda (198 Oe.) ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği ve örneğin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 3: SDM bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama doğal kalıntı, manyetik temizleme sonrası kalıntı ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma değerleri ile güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ve duraylılık parametresi (k) verilmiştir. Bölgenin tektonik düzeltme sonrası ortalama mıknatıslanma vektörünün doğrultu ve eğim açıları sırasıyla;  $D=331^\circ$ ,  $I=49^\circ$  olarak saptanmıştır. Bu ortalamaların güvenlik çemberinin yarıçapı  $\theta_{95}=10.8$ , duraylılık parametresi ise,  $k=73.1$  olarak bulunmuştur. Bu da paleomanyetik çalışmalar için geçerli bir sonuçtur.

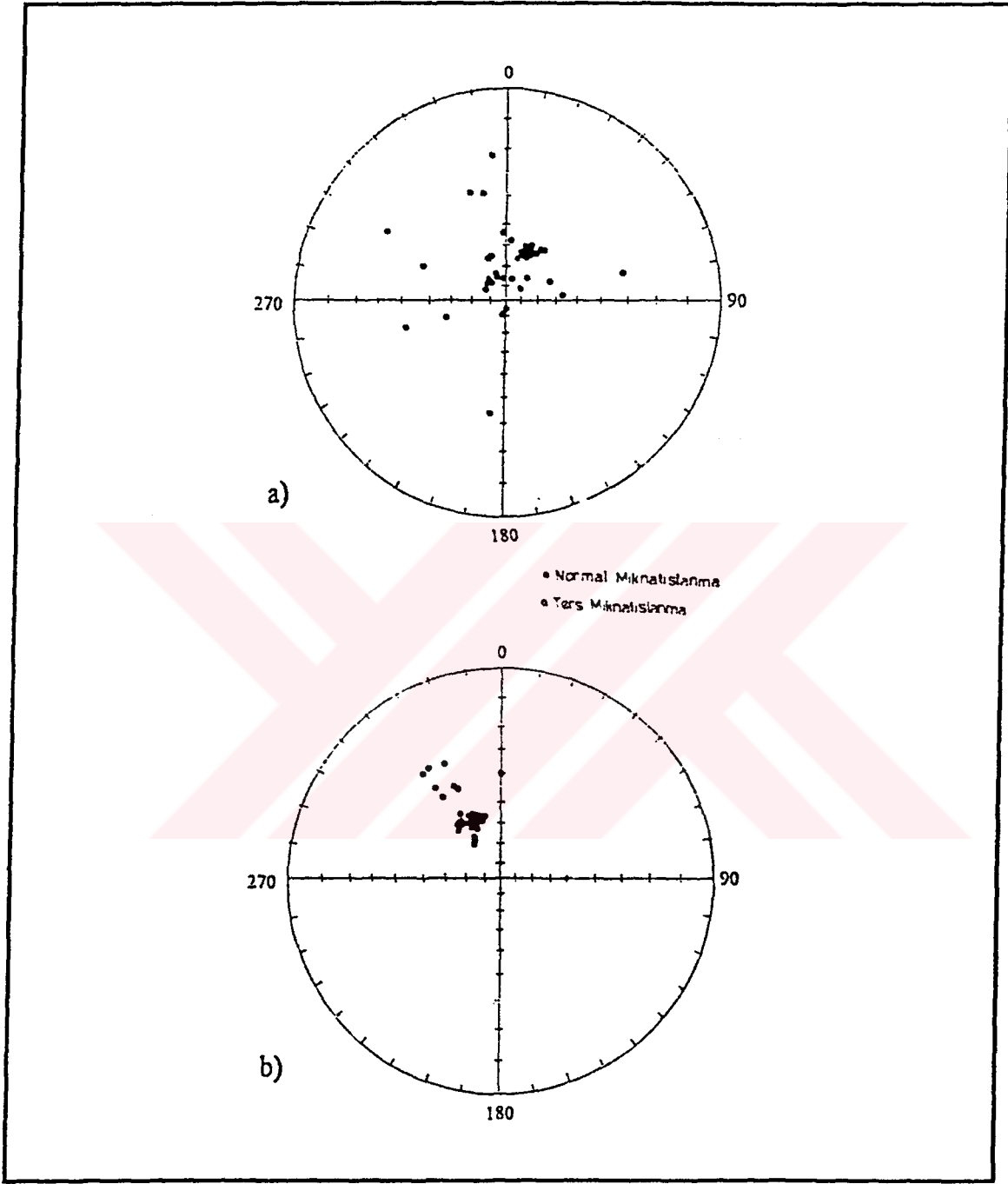
Şekil 15'de, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme ve tektonik düzeltme sonrası, RM dağılımını gösterir.

Çizelge 3: SDM bölgesinin ve el örneklerinin sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ	SDM1	SDM2	SDM3	SDM4	SDM Böl. Ort.	
Ölç. Öm. Sayısı	11	11	10	8	40	
YAŞ	EOSEN	EOSEN	EOSEN			
CİNSİ	SİYANİT	SİYANİT	SİYANİT	SİYANİT		
N R M	D	348°	28°	279°	17°	1°
	I	71°	59°	72°	62°	70°
	$\theta_{95}$	7.14	2.56	27.34	20.29	20.99
	k	41.76	317.94	2.49	6.63	20.10
R M	D	348°	333°	328°	330°	332°
	I	71°	56°	41°	40°	52°
	$\theta_{95}$	4.35	2.1	6.19	10.82	17.47
	k	110.94	469.61	61.70	27.12	28.59
TEKT. DÜZ. SONR. RM	D	332°	333°	328°	330°	331°
	I	58°	56°	41°	40°	49°
	$\theta_{95}$	4.34	2.1	6.19	10.82	10.80
	k	111.46	469.61	61.70	27.12	73.1
Doğrultu	220°	0	0	0		
TABAKA Eğim	15°	0	0	0		



Şekil 14. SDM Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğın (SDB2.34) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değışim eğrisi



Şekil 15. SDM bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.4. Malatya-Darende-Balaban Civarının Verileri (MDB)

Darende-Balaban civarından toplanan 4 el örneği, Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, MDB harfleriyle isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örnekler yüksek doğal kalıntı mıknatıslanmaya sahiptirler. Şekil 16'da, MDB2 12 numaralı bir pilot örneğin wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonlarına ve moment değişim eğrisine (c) bakıldığında ikinci adımda (134 Oe.) ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği ve örneğin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu görülmektedir.

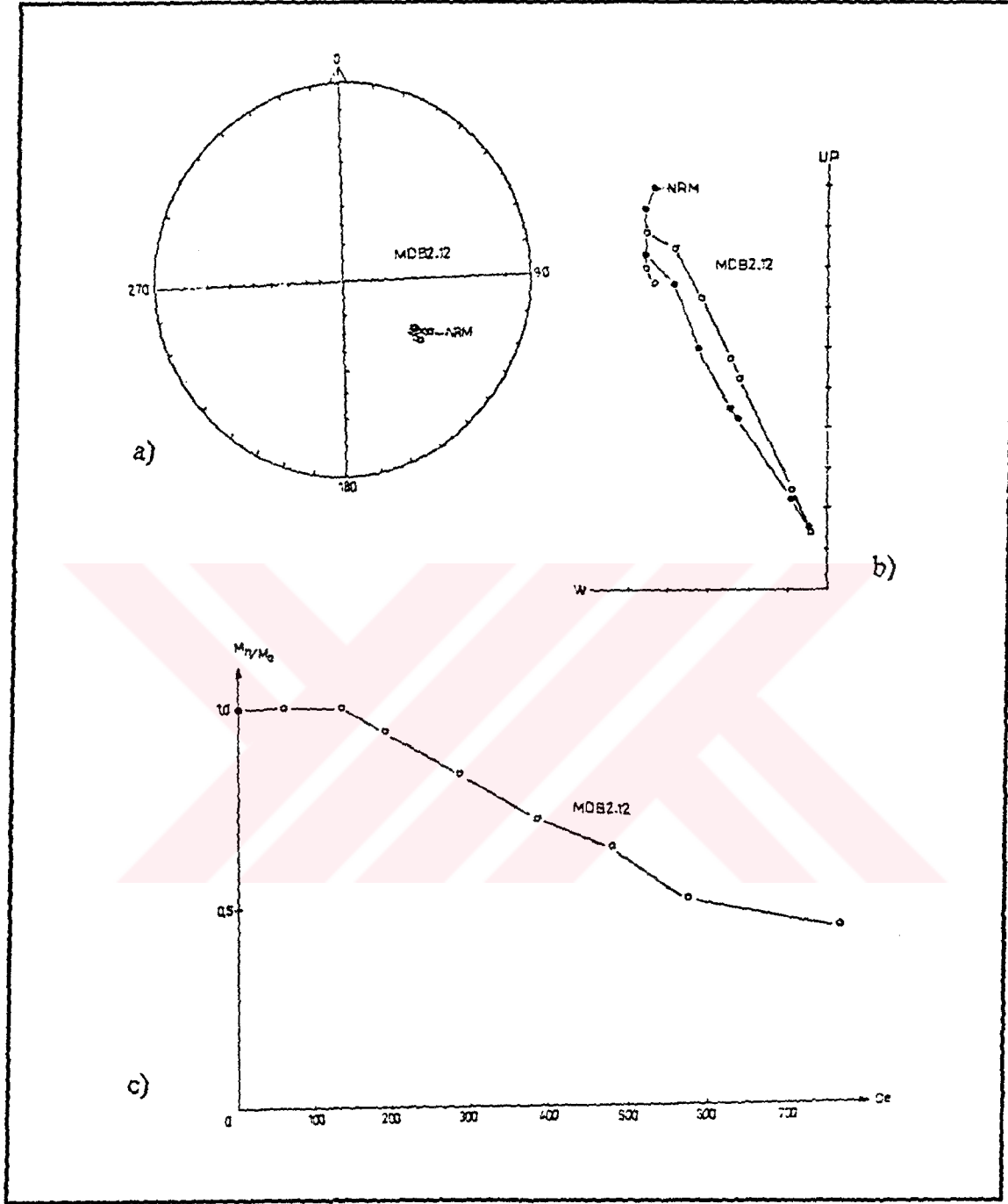
Çizelge 4: MDB bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama doğal kalıntı, manyetik temizleme sonrası kalıntı ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma değerleri ile güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ve duraylılık parametresi (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken, ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomanyetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Bölgenin tektonik düzeltme sonrası ortalama mıknatıslanma vektörünün doğrultu ve eğim açıları sırasıyla  $D=309^\circ$ ,  $I=45^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu ortalamaların güvenlik çemberinin yarıçapı  $\theta_{95}=5.66$ , duraylılık parametresi ise  $k=263.65$  olarak saptanmıştır. Bu da paleomanyetik çalışmalar için geçerli bir sonuçtur.

Şekil 17'de, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme ve tektonik düzeltme sonrası, RM dağılımını gösterir.

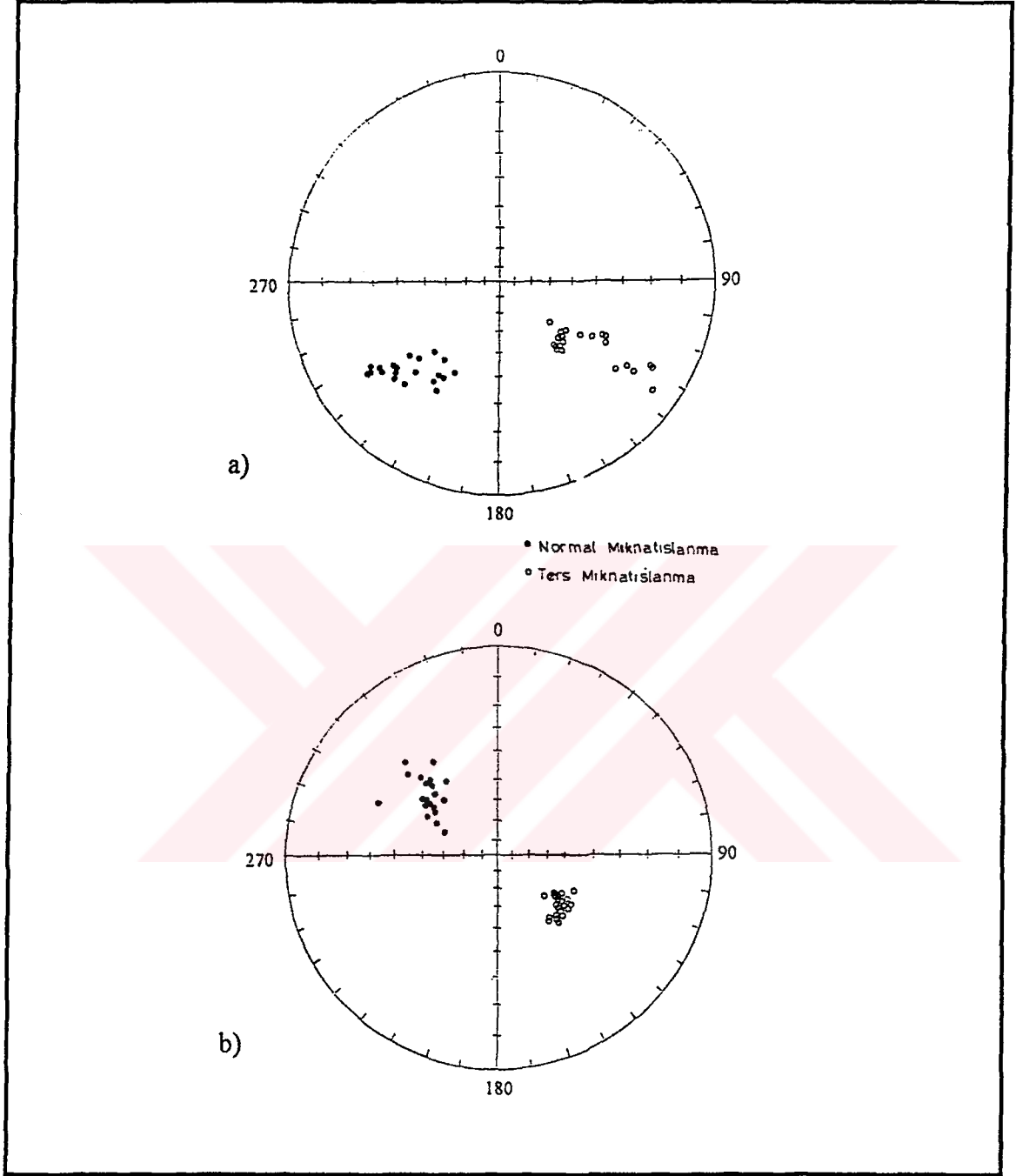
Çizelge 4: MDB bölgesinin ve el örneklerinin sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ	MDB1	MDB2	MDB3	MDB4	MDB Böl. Ort.	
Ölç. Örn. Sayısı	11	11	11	9	42	
YAŞ	O. Miyosen	O. Miyosen	O. Miyosen	O. Miyosen		
CİNSİ	BAZALT	BAZALT	BAZALT	BAZALT		
NRM	D	134°	121°	233°	215°	264°
	I	-45°	-22°	24°	35°	39°
	θ <sub>95</sub>	2.64	5.63	3.67	5.13	52.88
	k	300.01	66.63	115.31	102.47	3.99
RM	D	135°	121°	309°	305°	307°
	I	-46°	-38°	31°	37°	38°
	θ <sub>95</sub>	2.50	2.40	5.88	5.13	4.48
	k	334.26	362.66	61.14	101.78	118.35
TEKT. DÜZ.SONR. RM	D	135°	123°	311°	307°	309°
	I	-46°	-48°	40°	47°	45°
	θ <sub>95</sub>	2.50	2.40	5.89	5.13	5.66
	k	334.26	361.44	60.89	101.45	263.65
Doğrultu TABAKA Eğim	0	25°	25°	25°		
	0	10°	10°	10°		





Şekil 16. MDB Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (MDB2.12) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.



Şekil 17. MDB bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.5. Gaziantep-Yavuzeli Civarı Verileri (GYC)

Arabistan levhası üzerinde yer alan Yavuzeli bazaltlarından GYG4 (GYG1, GYG2, GYG3, GYG4), GYK4 (GYK1, GYK2, GYK3, GYK4), GYY3 (GYY1, GYY2, GYY3) ve GYB3 (GYB1, GYB2, GYB3) olarak ifade edilen dört kayaç biriminden toplanan 14 el örneği, Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, GYC harfleri ile isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örneklerin doğal kalıntı mıknatıslanmaları yüksek değerlere sahiptir. Şekil 18'de GYG1.11 numaralı bir pilot örneğin manyetik temizleme işlemi sırasında mıknatıslanma vektörünün wulff (a), ortogonal (b) projeksiyondaki davranışı ve moment değişim eğrisi (c) gösterilmiştir. Bu örneğin wulff projeksiyonu incelendiğinde, temizleme adımları sonrası kalıntı mıknatıslanma vektörlerinin yön değiştirmeleri, üçüncü temizleme adımından (198 Oe.) sonra belli bir yerde toplandığı görülmektedir. Aynı şekilde ortogonal projeksiyonunda da, vektörün yönü üçüncü temizleme adımından sonra orijine doğru yönelmektedir. Moment değişim eğrisi incelendiğinde, ilk iki temizleme adımında (58, 134 Oe.) mıknatıslanma şiddetinde büyük bir azalmanın olduğu görülmekte ve bu iki adımdan sonra ikincil mıknatıslanmadan kurtulan örneğin (GYG1.11) birincil mıknatıslanma şiddeti üçüncü temizleme adımından sonra küçük aralıklarla azalma göstermektedir. Şekil 19'da GYK1 31 numaralı pilot örneğe ait wulff projeksiyonu (a) incelendiğinde, kalıntı mıknatıslanma vektörünün yön değiştirmedeği yani ikincil mıknatıslanmanın çok zayıf olduğu görülür. Ortogonal projeksiyona (b) bakıldığında, NRM'den itibaren orijine doğru yöneldiği görülmektedir. Moment değişim eğrisi (c) de incelendiğinde, bu örneğin üçüncü adımda ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği görülmektedir. Şekil 20'de görülen GYB2.32 numaralı, Şekil 21'de ise GYY3.43 numaralı pilot örneklerin wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ve moment değişim eğrileri (c) incelendiğinde GYG1.11 ve GYK1.31 pilot örneklerinde olduğu gibi üçüncü adımda (192 Oe.) ikincil mıknatıslanmalardan kurtuldukları görülmektedir. Bu pilot örneklerden elde edilen sonuçlar, bölgeden alınan örneklerin tümünün (14 el örneği) manyetik duraylılığa sahip olduğunu göstermektedir.

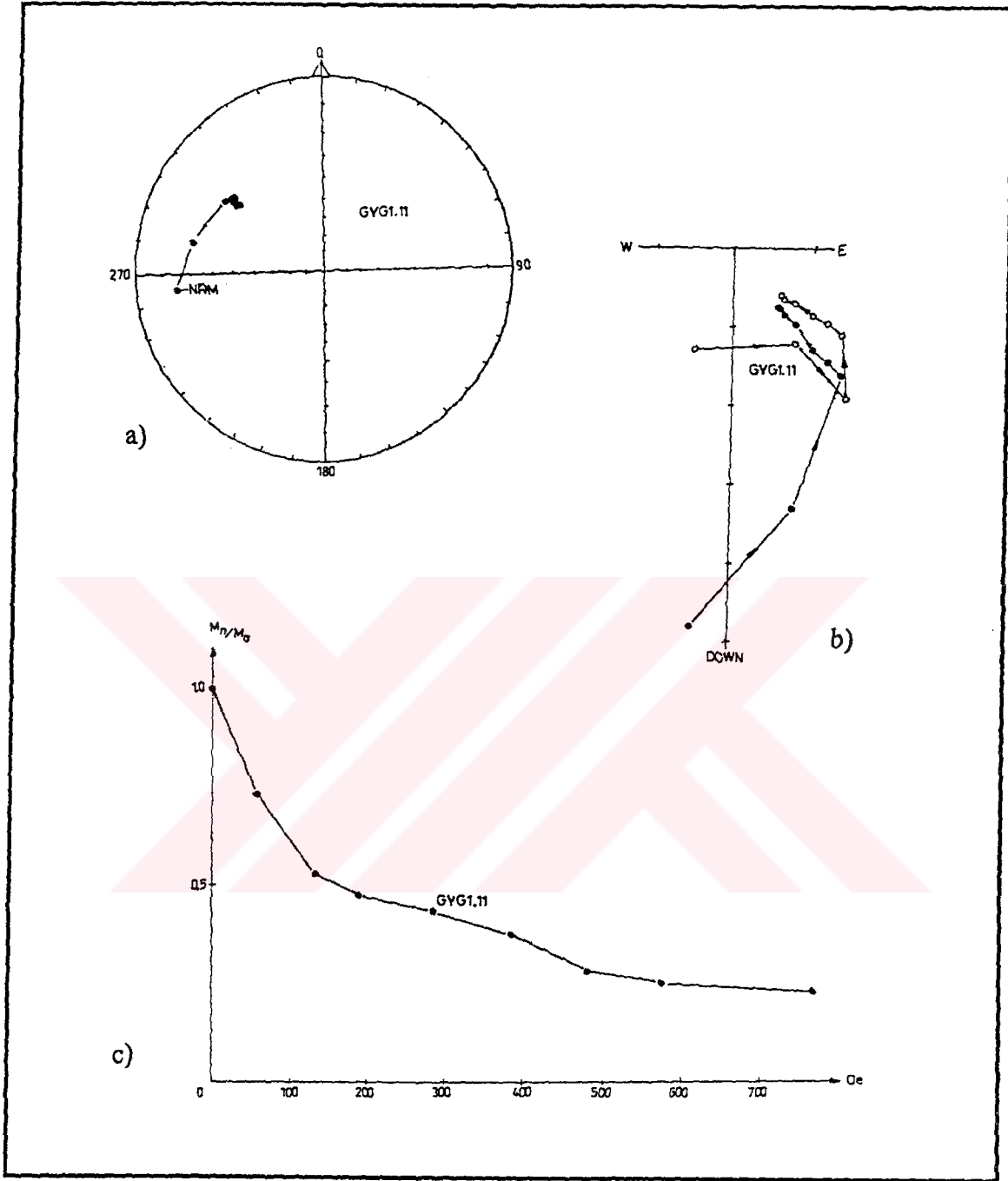
Çizelge 5: GYC bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama NRM, tektonik düzeltme öncesi ortalama RM, tektonik düzeltme sonrası mıknatıslanma vektörlerinin doğrultuları (sapma ve eğim açıları) ve güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ile duraylılık parametreleri (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken, ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomanyetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Bölgenin tektonik düzeltme sonrası ortalama mıknatıslanma vektörünün doğrultu ve eğim açıları sırasıyla;  $D=325^\circ$ ,  $I=53^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu ortalamaların güvenlik çemberinin yarıçapı,

$\theta_{95}=10.26$ , duraylılık parametreside,  $k=81.07$  olduğu saptanmıştır. Bu da paleomağnetik çalışmalar için geçerli bir sonuçtur.

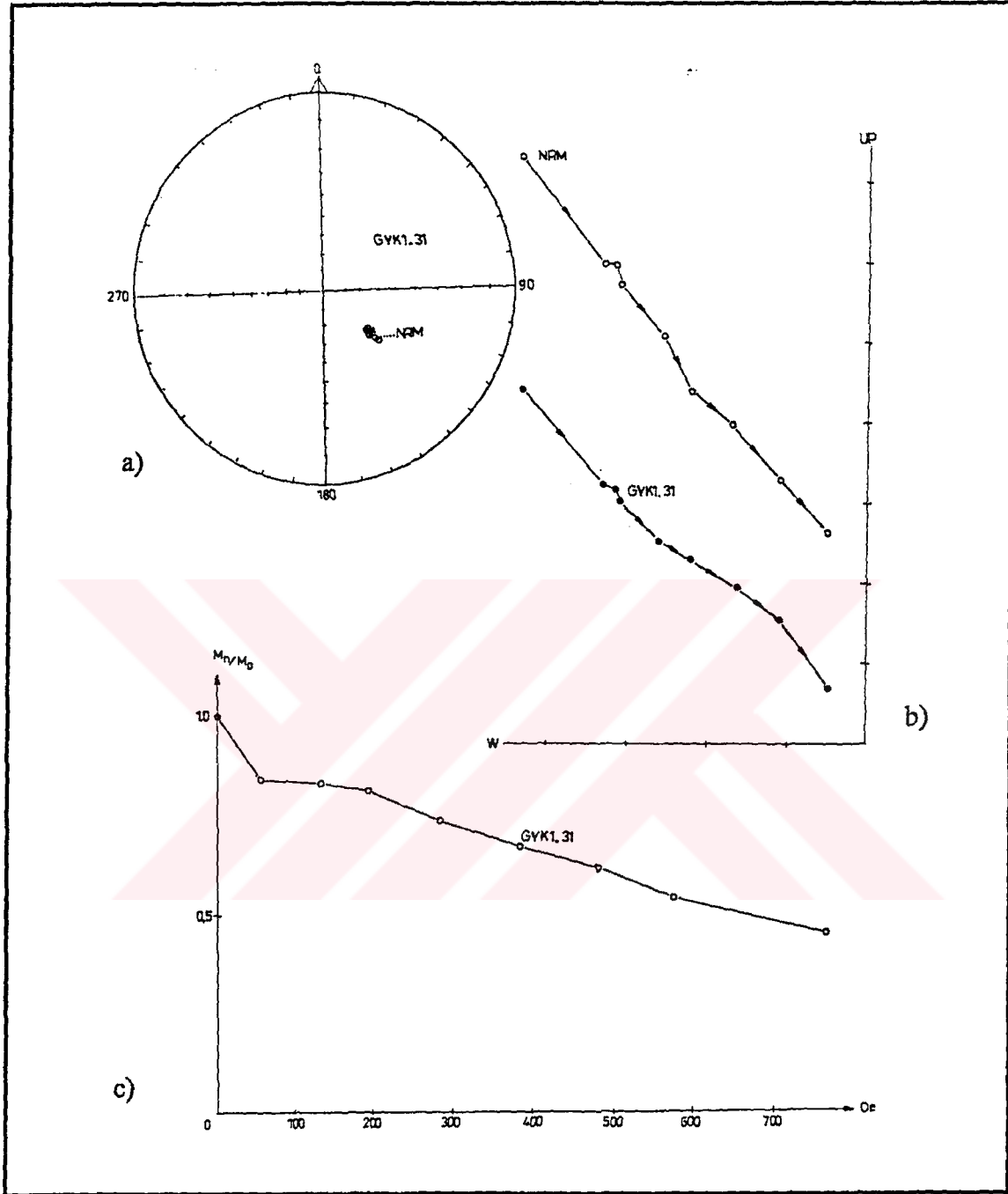
Şekil 22'de, bölgeden alınan örneklerle ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme ve tektonik düzeltme sonrası, RM dağılımını gösterir.

Çizelge 5:GYC bölgesinin ve grup ortalamalarının sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri

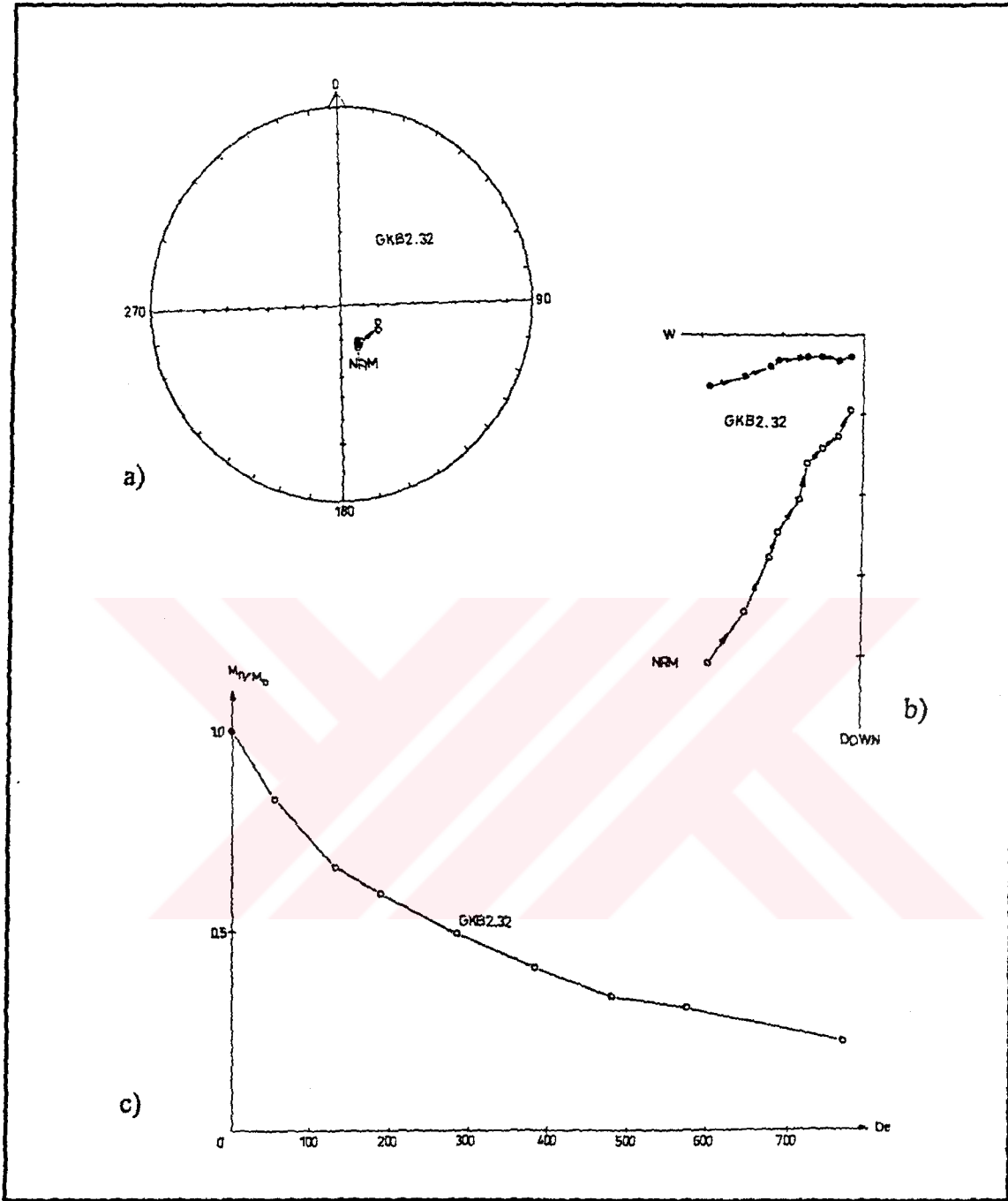
MEVKİ	GYG	GYK	GYT	GYB	GYC Böl. Ort.	
El Örn. Sayısı	4	4	3	3	14	
Ölç. Örn. Sayısı	44	43	34	34	155	
YAŞ	Ü. Miyosen	Ü. Miyosen	Ü. Miyosen	Ü. Miyosen		
CİNSİ	BAZALT	BAZALT	BAZALT	BAZALT		
NRM	D	299°	152°	256°	157°	312°
	I	54°	-39°	49°	-45°	51°
	$\theta_{95}$	43.6	24.87	77.10	38.79	18.36
	k	5.50	14.60	3.64	11.15	5.65
RM	D	294°	-156°	337°	338°	330°
	I	61°	-36°	61°	46°	52°
	$\theta_{95}$	34.88	21.88	55.79	37.39	20.19
	k	7.89	18.59	5.95	11.92	21.65
TEFT. DÜZ.SONR. RM	D	318°	154°	310°	157°	325°
	I	58°	53°	50°	48°	53°
	$\theta_{95}$	9.29	8.93	15.05	17.35	10.26
	k	98.50	106.76	68.08	51.52	81.07
Doğrultu TABAKA Eğim	Doğrultu	150°	156°	252°	82°	
	Eğim	25°	20°	20°	15°	



Şekil 18. GYC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğın (GYG1.11) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.

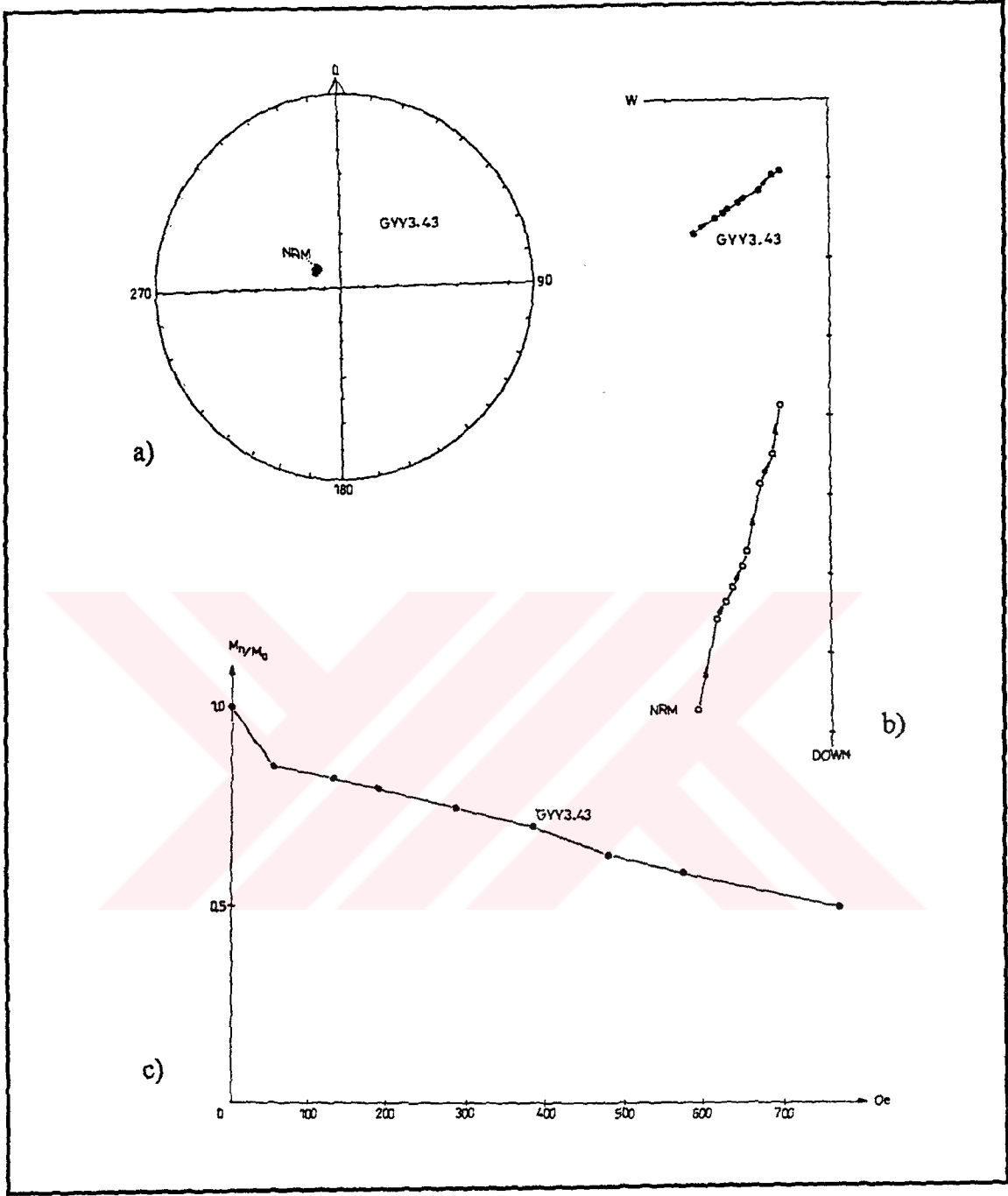


Şekil 19. GYC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğın (GYK1.31) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değışim eğrisi.

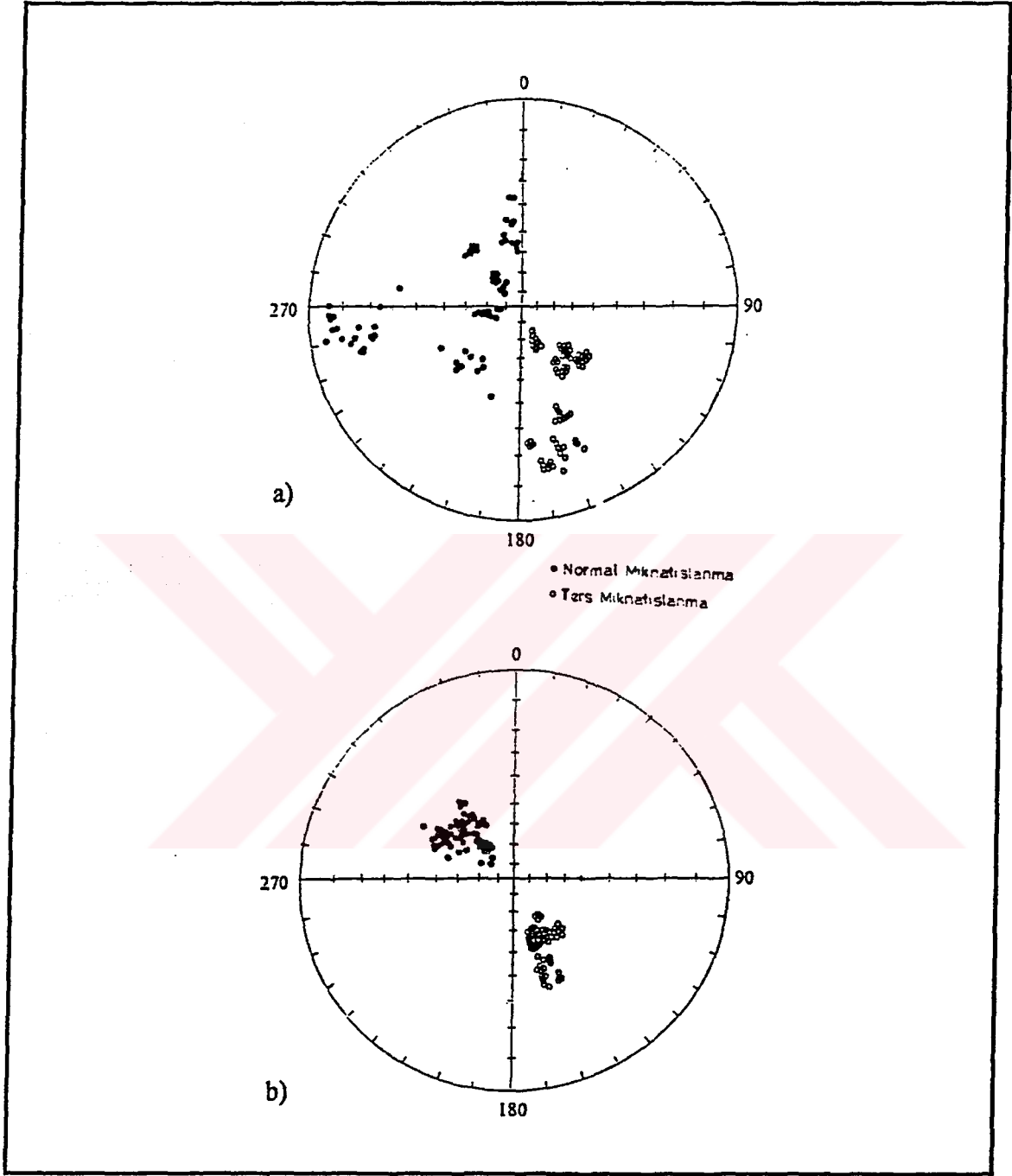


Şekil 20. GYC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (GYB2.32) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.





Şekil 21. GYC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğın (GYV3.43) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi.



Şekil 22. GYC bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.6. Nevşehir Civarı Verileri (NVC)

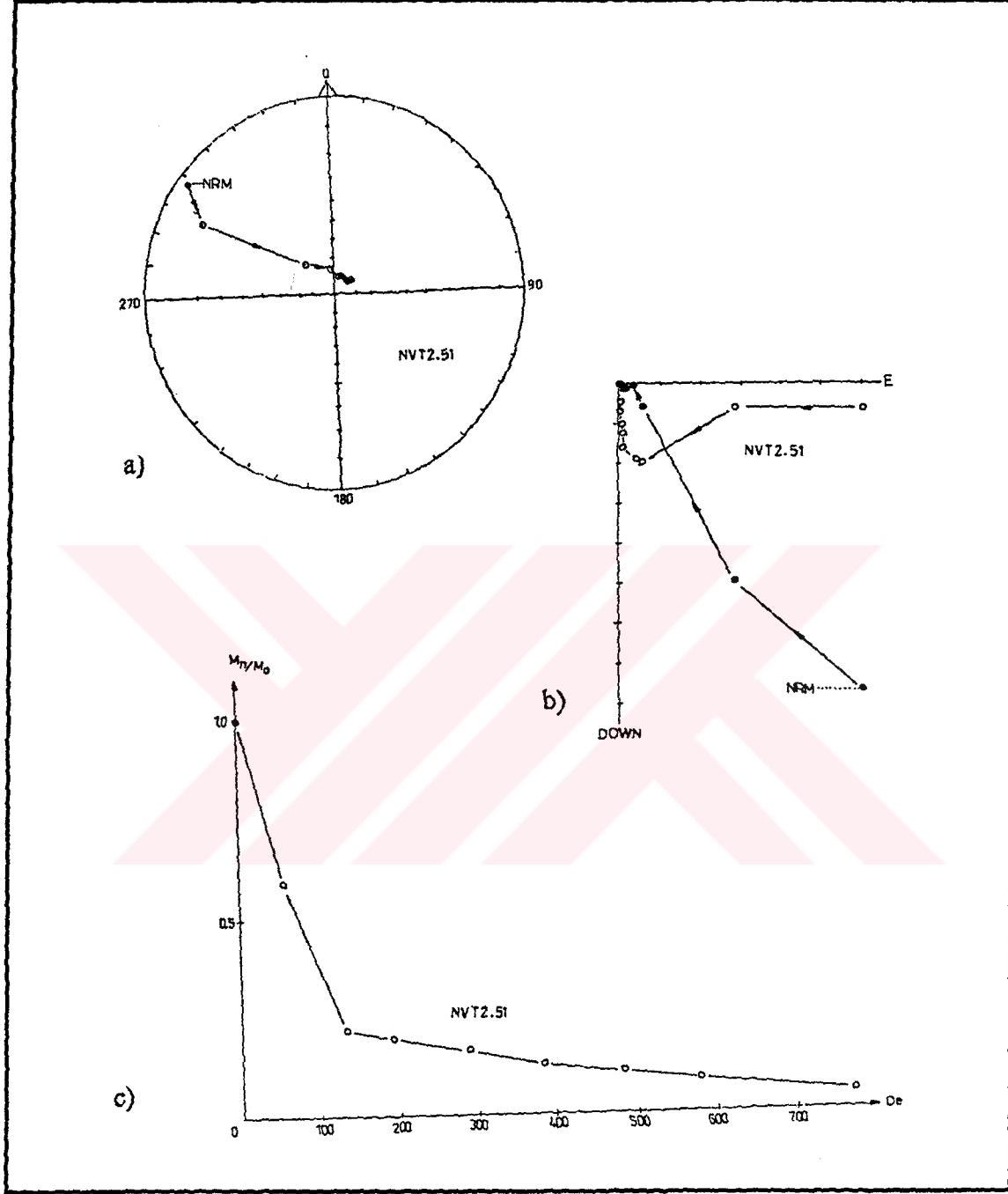
NVT4 (NVT1, NVT2, NVT3, NVT4), NVM3 (NVM1, NVM2, NVM3) ve NVK2 (NVK1, NVK2) olarak ifade edilen üç kayaç biriminden toplanan 9 el örneği, Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, NVC harfleri ile isimlendirilmiştir. NVT4 kayaç biriminden alınan el örneklerinin oldukça büyük doğal kalıntı mıknatıslanmaya (NRM), NVM3 ve NVK2 ise iyi bir doğal kalıntı mıknatıslanmaya (NRM) sahiptirler. Şekil 23'de, NVT2 5.1 numaralı bir pilot örneğin wulff projeksiyonu (a) incelendiğinde, dördüncü temizleme (298 Oe) adımıyla sonra belli bir yerde toplandığı görülmektedir. Ortogonal projeksiyonunda (b) da vektörün yönü dördüncü adımdan itibaren orjine doğru yönelmektedir. Moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde, ikincil mıknatıslanmadan temizlenme adımının wulff (a) ve ortogonal (b) projeksiyonlarından tespit edilen temizleme adımı (298 Oe) ile aynı olduğu görülmektedir. Şekil 24'de NVM1.52 numaralı bir pilot örneğin wulff (a) ve ortogonal (b) projeksiyonları ile moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde, mıknatıslanma vektörünün dördüncü (298 Oe) adımda ikincil mıknatıslanmadan temizlediği görülmektedir. Bu pilot örneklerden elde edilen sonuçlar, bölgeden alınan örneklerin (9 el örneği) mağnetik duraylılığa sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6: NVC bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama NRM, tektonik düzeltme öncesi ortalama RM, tektonik düzeltme sonrası mıknatıslanma vektörlerinin doğrultuları (sapma ve eğim açıları) ve güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ile duraylılık parametreleri (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken, ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomağnetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Bölgenin tektonik düzeltme sonrası ortalama mıknatıslanma vektörünün doğrultu ve eğim açıları sırasıyla  $D=341^\circ$ ,  $I=38^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu ortalamaların güvenlik çemberinin yarıçapı,  $\theta_{95}=14.0$ , duraylılık parametresinde,  $k=78.23$  olduğu saptanmıştır. Bu da paleomağnetik çalışmalar için geçerli bir sonuçtur.

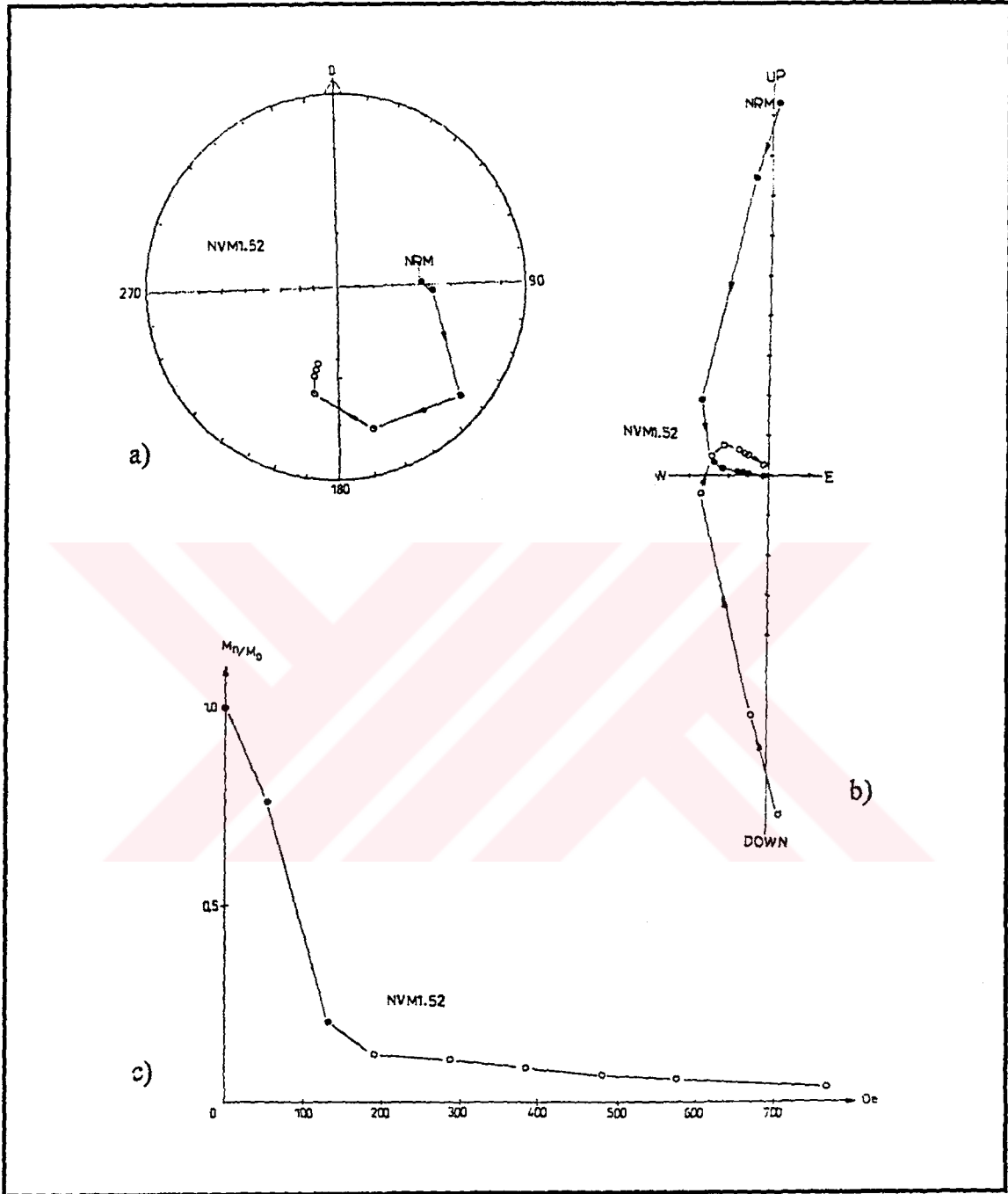
Şekil 25'de, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme ve tektonik düzeltme sonrası, RM dağılımını gösterir.

Çizelge 6: NVC bölgesinin ve grup ortalamalarının sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ	NVK	NVM	NVT	NVC Böl. Ort.	
El Örn. Sayısı	2	3	4	9	
Ölç. Örn. Sayısı	24	33	44	101	
YAŞ	Ü. Miyosen	Ü. Miyosen	Ü. Miyosen		
CİNSİ	BAZALT	BAZALT	BAZALT		
NRM	D	157°	124°	197°	352°
	I	-21°	-51°	-11°	28°
	$\theta_{95}$	157.77	81.24	16.10	29.91
	k	5.43	3.39	33.50	3.92
RM	D	158°	164°	158°	340°
	I	-20°	-28°	-54°	35°
	$\theta_{95}$	16.85	15.68	51.27	16.73
	k	221.61	62.84	6.64	11.91
TEKT. DÜZ.SONR. RM	D	158°	161°	163°	341°
	I	-30°	-35°	-48°	-38°
	$\theta_{95}$	6.41	7.03	9.00	14.02
	k	1518.02	307.90	105.00	78.22
Doğrultu TABAKA Eğim	40°	115°	270°		
	15°	5°	10°		



Şekil 23. NVC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (NVT2.51) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi



Şekil 24. NVC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (NVM1.52) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi



Şekil 25. NVC bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.



### 3.2.7. Sivas-Şarkışla Civarı Verileri (SSC)

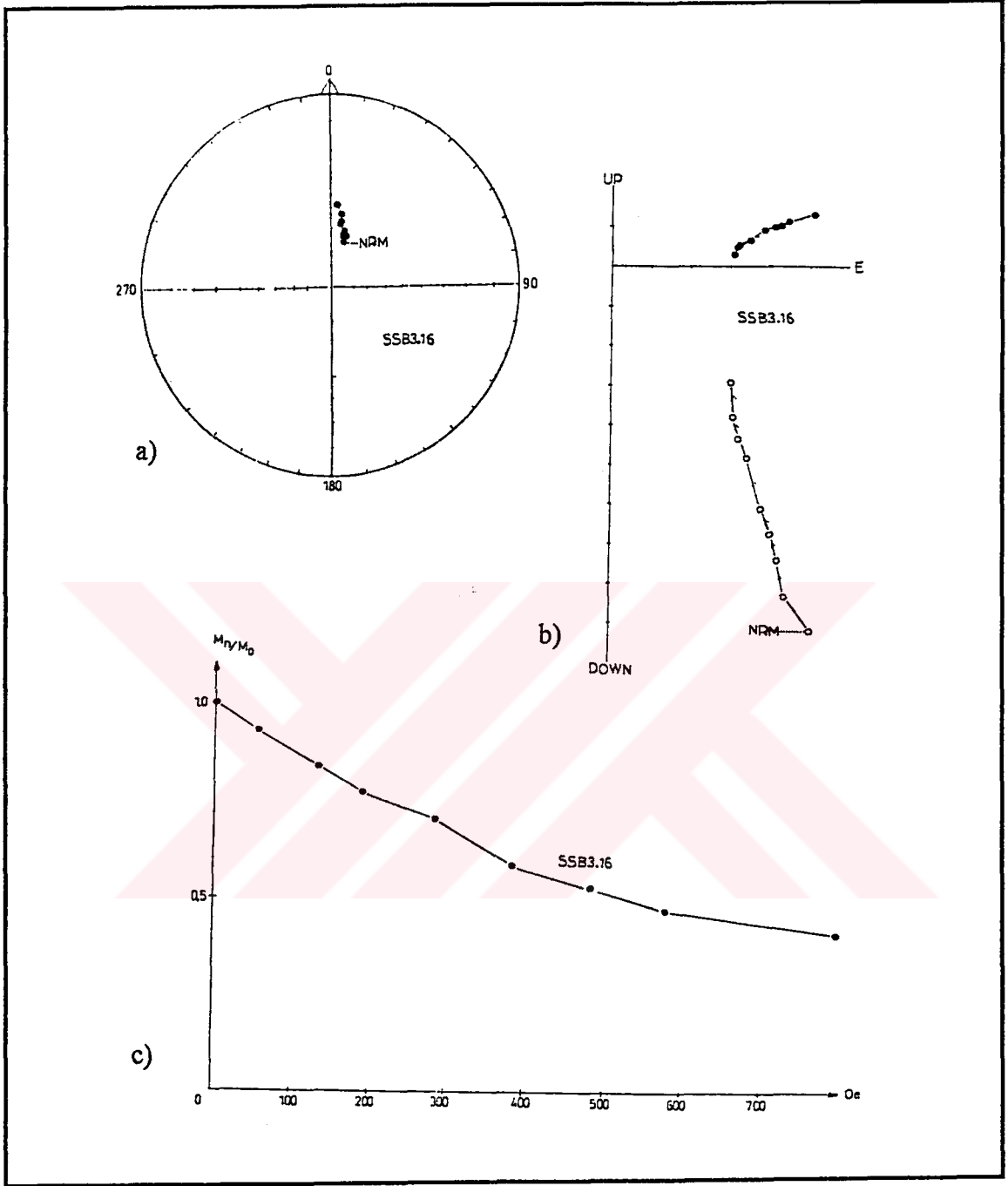
Sivas Şarkışla civarındaki bazaltlardan SSM2 (SSM1, SSM2), SSB3 (SSB1, SSB2, SSB3) ve SSO4 (SSO1, SSO2, SSO3, SSO4) olarak ifade edilen 3 kayaç biriminden toplam 9 el örneği toplanmış ve Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, SSC harfleri ile isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örneklerin hepsi iyi bir doğal kalıntı mıknatıslanmaya sahiptir. Şekil 26'da SSB3 16, Şekil 27'de SSM1 35 pilot örneklerinin manyetik temizleme işlemi sırasında mıknatıslanma vektörlerinin wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ve moment değişim eğrileri (c) gösterilmiştir. Şekil 26'deki wulff, ortogonal ve moment değişim eğrisi incelendiğinde, SSB3 16 pilot örneğinin üçüncü (134 Oe) adımda ikincil mıknatıslanmadan kurtulduğu görülmektedir. Şekil 27'deki SSM1 35 pilot örneğinin wulff, ortogonal ve moment değişim eğrisinde görüldüğü gibi ilk adımlarda (134 Oe) iç direnme kuvveti küçük olan ikincil mıknatıslanma vektörünün etkisinin yok olduğu görülmektedir. Bu pilot örneklerden elde edilen sonuçlar; bölgeden toplanan örneklerin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduklarını göstermektedir.

Çizelge 7: SSC bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama NRM, manyetik temizleme sonrası ortalama RM, tektonik düzeltme sonrası mıknatıslanma vektörlerinin doğrultuları, güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ve duraylılık parametreleri (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomanyetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Tektonik düzeltme işleminden sonra elde edilen, bölgenin ortalama sapma ve eğim açıları ( $D=331^\circ$ ,  $I=55^\circ$ ), güvenlik çemberinin yarıçapı ( $\theta_{95}=7.63$ ) ve duraylılık parametresi ( $k=261.68$ ) paleomanyetizma çalışmaları için geçerli olan değerlere sahiptirler.

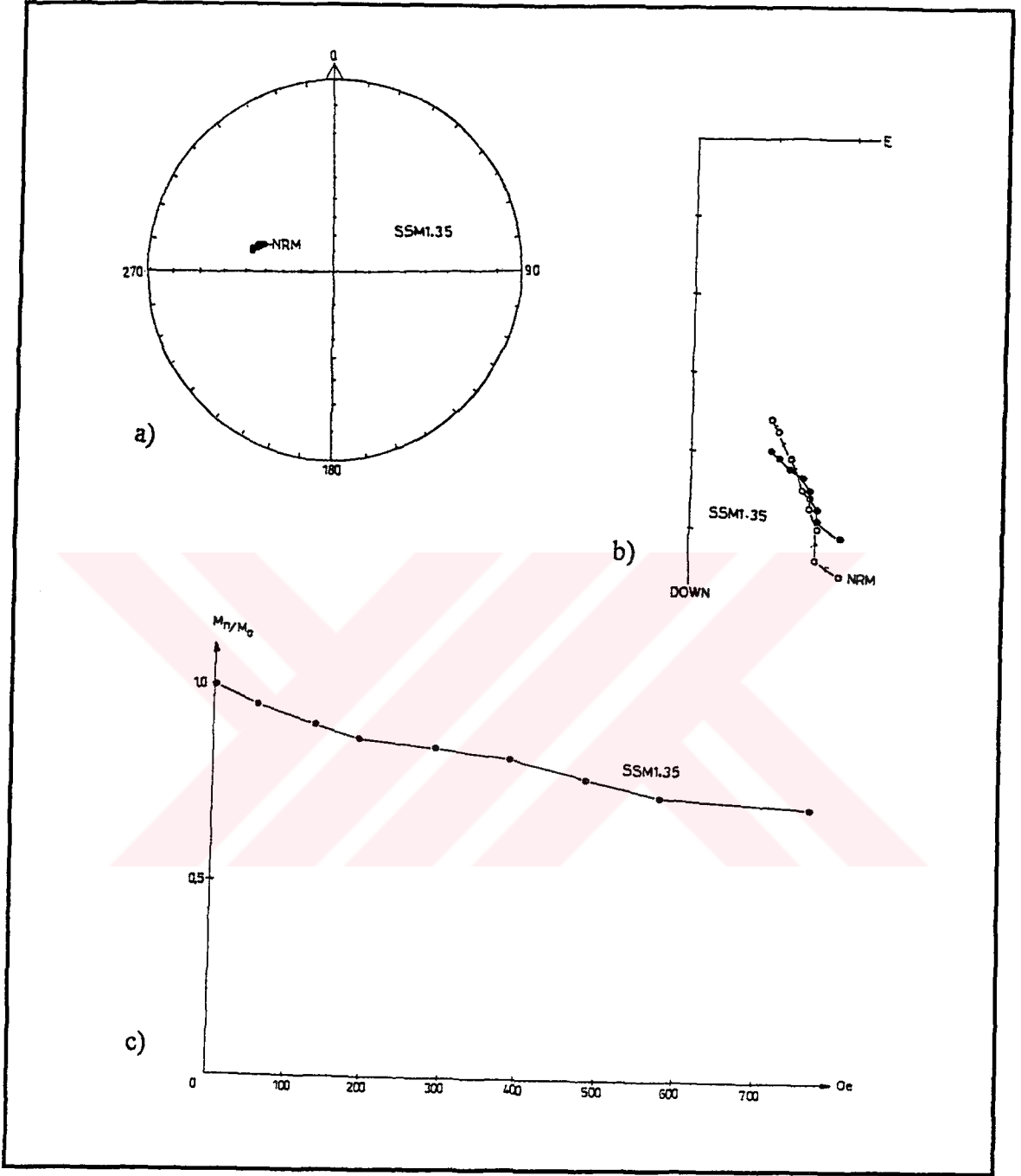
Şekil 28'de, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ile temizleme ve tektonik düzeltme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme ve tektonik düzeltme sonrası, RM dağılımını gösterir.

Çizelge 7: SSC bölgesinin ve grup ortalamalarının sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

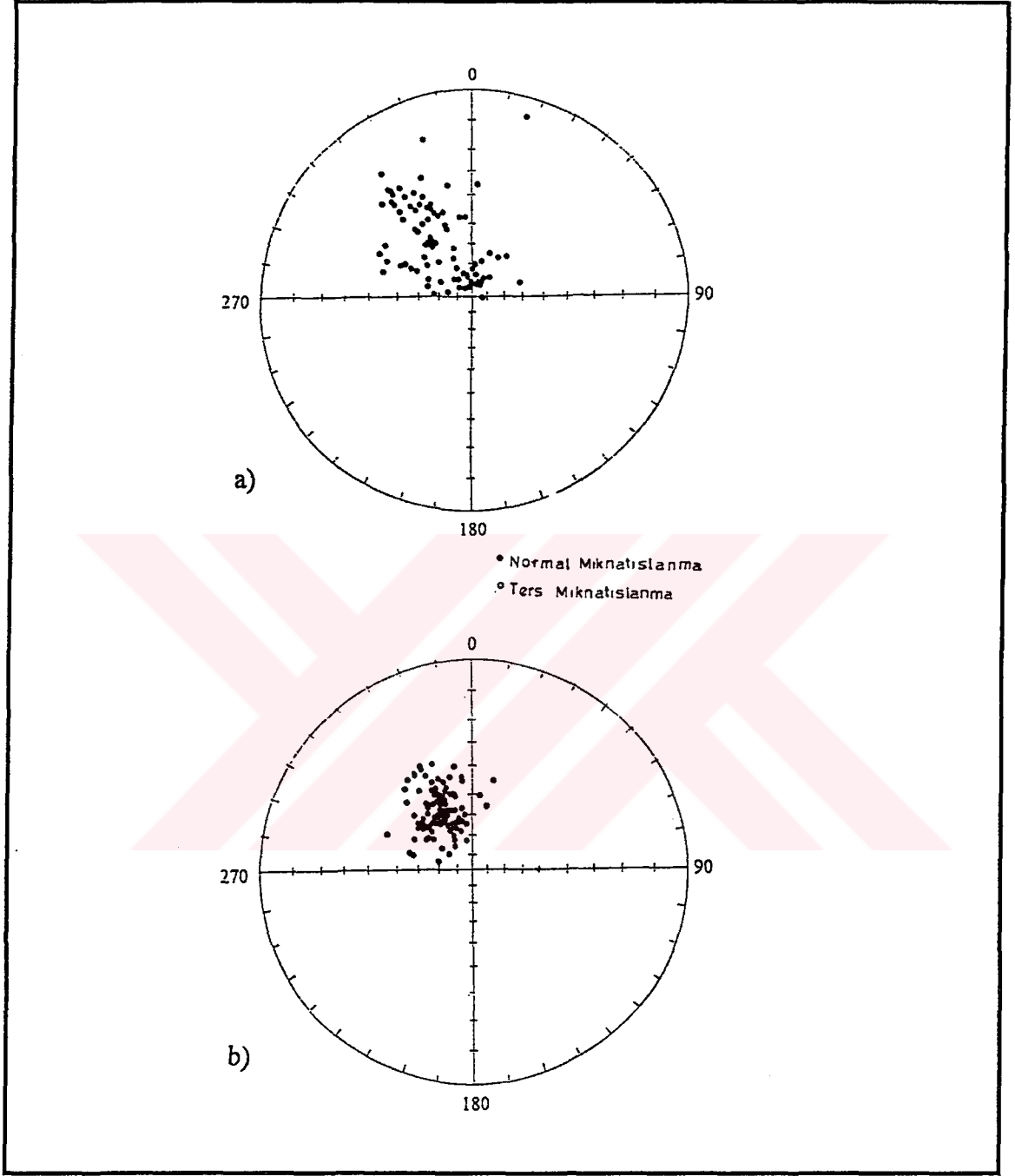
MEVKİ	SSM	SSO	SSB	SSC Böl. Ort.	
El Örn. Sayısı	2	4	3	9	
Ölç. Örn. Sayısı	22	42	34	98	
YAŞ	PALEOSEN	PALEOSEN	PALEOSEN		
CİNSİ	BAZALT	BAZALT	BAZALT		
N R M	D	317°	326°	15°	330°
	I	49°	50°	78°	60°
	θ <sub>95</sub>	68.60	21.26	11.55	14.50
	k	15.44	19.63	114.88	13.55
R M	D	335°	337°	326°	333°
	I	52°	60°	64°	60°
	θ <sub>95</sub>	8.95	15.13	21.95	7.73
	k	779.70	37.82	32.57	45.33
TEKT. DÜZ.SONR. R M	D	335°	334°	322°	331°
	I	52°	57°	54°	55°
	θ <sub>95</sub>	8.95	10.85	9.07	7.63
	k	779.70	72.64	185.66	261.68
Doğrultu TABAKA Eğim	0	220°	220°		
	0	15°	15°		



Şekil 26. SSC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğın (SSB3.16) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değışim eğrisi



Şekil 27. SSC Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (SSM1.35) alternatif alan temizleme testi  
a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi



Şekil 28. SSC bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.2.8. Sivas-Şarkışla-Adatepe Civarı Verileri (SSA)

Sivas-Adatepe civarındaki bazaltlardan SSA1, SSA2, SSA3 ve SSA4 olarak isimlendirilen 4 el örneği, Şekil 31'deki tektonik haritada bölgenin ortalama kalıntı mıknatıslanma vektörünün gösterilmesinde kolaylık sağlanması amacıyla, SSA harfleri ile isimlendirilmiştir. Bu bölgeden alınan örnekler yüksek doğal kalıntı mıknatıslanmaya (NRM) sahiptirler. Şekil 29'da SSA4 22 numaralı pilot örneğe ait wulff (a), ortogonal (b) projeksiyonları ve moment değişim eğrisi (c) incelendiğinde, üçüncü adımda (192 Oe) ikincil mıknatıslanmadan temizlendiği ve mağnetik duraylılığa sahip olduğu görülmektedir.

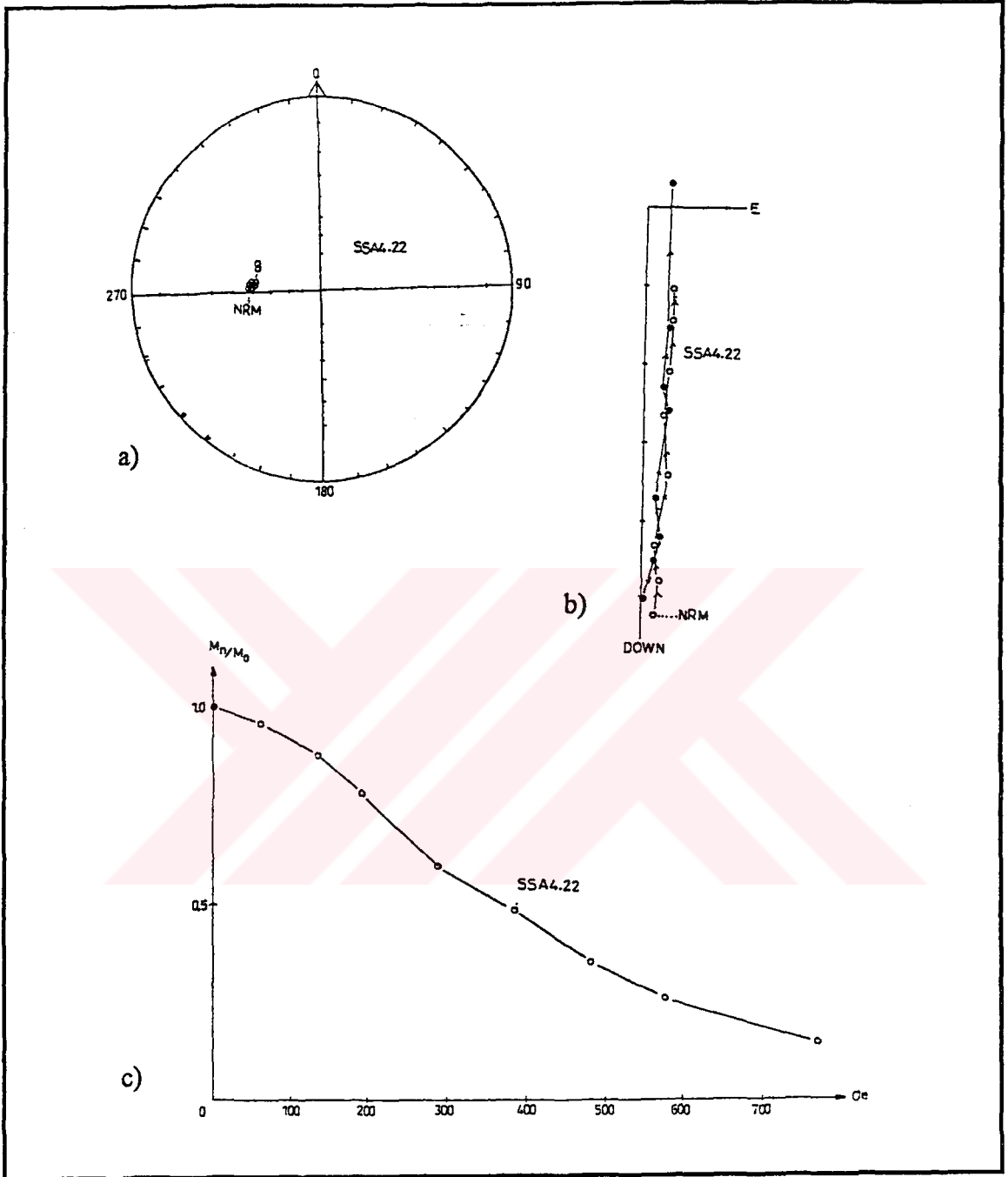
Çizelge 8: SSA bölgesi örneklerinin sonuçlarını göstermektedir. Burada her kayaç birimine ait ortalama NRM, temizleme sonrası ortalama mıknatıslanma doğrultuları (sapma ve eğim açıları) ve güvenlik çemberlerinin yarıçapları ( $\theta_{95}$ ) ile duraylılık parametreleri (k) verilmiştir. Bölgenin ortalama mıknatıslanma doğrultusu bulunurken, ters mıknatıslanmalar kuzey yarım küreye çevrilerek alınmıştır. Bundan amaç paleomağnetik sapma açılarının daha kolaylıkla izlenebilmesidir. Bölgenin temizleme sonrası ortalama sapma ve eğim açıları sırasıyla;  $D=343^\circ$ ,  $I=60^\circ$  olarak saptanmıştır. Bu ortalamaların güvenlik çemberlerinin yarıçapı  $\theta_{95}=10.2$  ve duraylılık parametresinin ise,  $k=80.89$  olduğu saptanmıştır. Bu da paleomağnetik çalışmalar için geçerli bir sonuçtur.

Şekil 30'da, bölgeden alınan örneklere ait doğal kalıntı mıknatıslanma (NRM) ve temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (RM) doğrultuları iki ayrı wulff projeksiyonunda gösterilmiştir. Bundan amaç temizleme işleminin ölçü örneklerinin mıknatıslanma doğrultularında yaptığı gelişimi görsel olarak kolayca izlemektir. Birinci projeksiyon (a) her ölçü örneğine ait NRM dağılımını; ikincisi (b) ise temizleme sonrası, RM dağılımını gösterir.

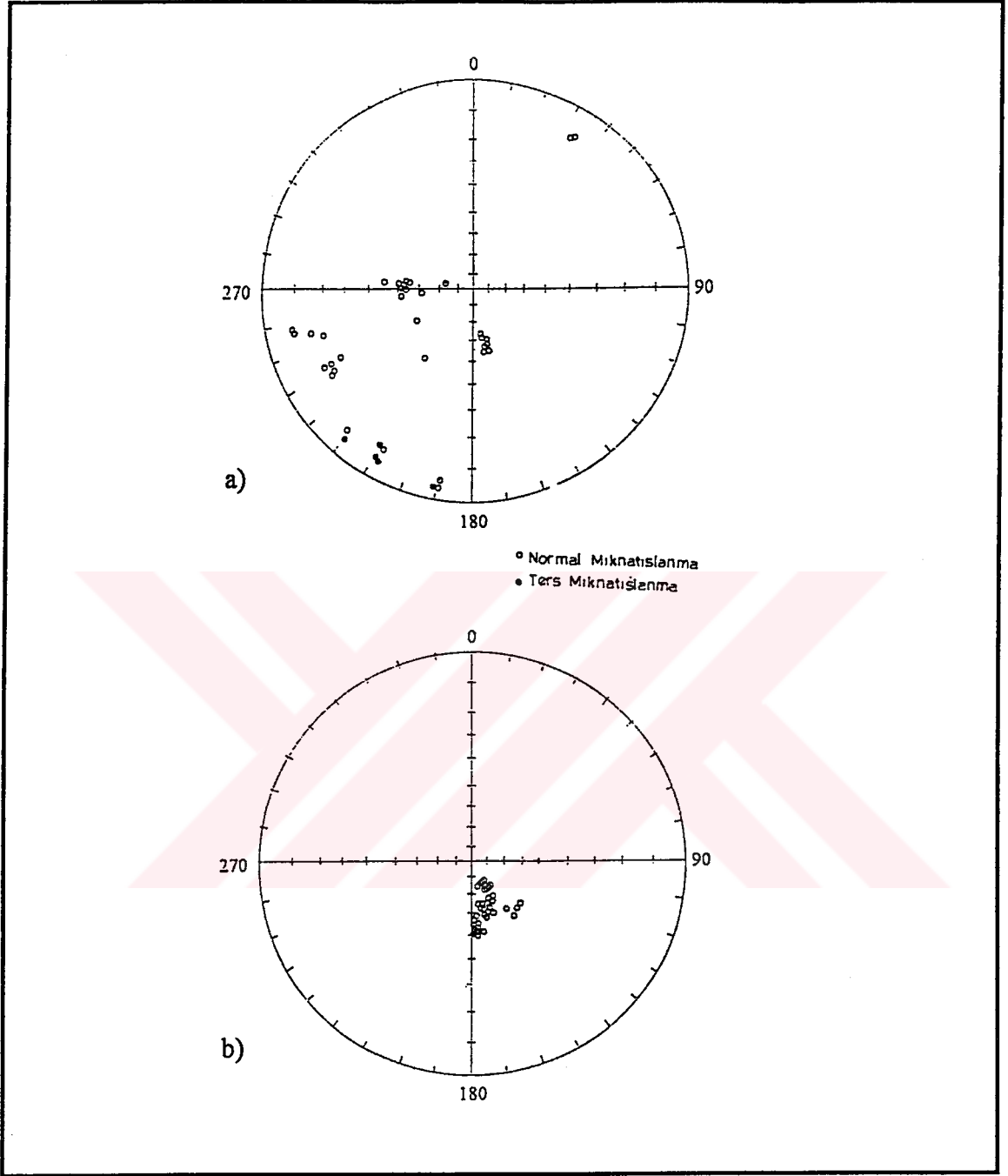
Çizelge 8: SSA bölgesinin ve el örneklerinin sapma ve eğim açıları ile istatistik parametreleri.

MEVKİ	SSA1	SSA2	SSA3	SSA4	SSA Böl. Ort.	
Ölç. Örn. Sayısı	7	11	11	11	40	
YAŞ	PLİYOSEN	PLİYOSEN	PLİYOSEN	PLİYOSEN		
CİNSİ	BAZALT	BAZALT	BAZALT	BAZALT		
NRM	D	169°	201°	256°	269°	107°
	I	-59°	-6°	-19°	-55°	41°
	$\theta_{95}$	2.74	12.11	33.13	5.35	54.73
	k	485.98	15.16	2.86	73.79	3.79
RM	D	167°	149°	154°	177°	343°
	I	-59°	-61°	-67°	-51°	60°
	$\theta_{95}$	2.99	6.22	3.47	1.42	10.20
	k	406.43	54.87	174.24	1031.45	80.89





Şekil 29. SSA Bölgesine ait duraylı bir pilot örneğin (SSA4.22) alternatif alan temizleme testi  
 a) Wulff projeksiyonu, b) Ortogonal projeksiyonu, c) Moment değişim eğrisi



Şekil 30. SSA bölgesine ait tüm ölçü örneklerinin doğal kalıntı mıknatıslanma (a) ve alternatif mağnetik alanla temizleme sonrası kalıntı mıknatıslanma (b) dağılım projeksiyonları.

### 3.3. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışma sonucunda elde edilen paleomağnetik verilerin değerlendirilmesi, bu verilerin elde edildiği kayaçların yaşları da göz önünde bulundurularak Türkiye'nin geçirmiş olduğu tektonik evrimler aşağıdaki bölümlerde anlatılacaktır.

#### 3.3.1. Çalışma Bölgelerinden Elde Edilen Sonuçlar

Şekil 31'de, çalışma bölgelerinden elde edilen paleomağnetik sonuçlar ile daha önce Pontid'ler üzerinde yapılmış olan çalışmaların sonuçları gösterilmiştir. Doğu Anadolu fayının güneyinde GYC, kuzeyinde ise MDB bölgeleri bulunmaktadır. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde, Ecemiş fayının doğusunda yani, Doğu Torid'ler içinde SDB ve SSA bölgeleri yer almaktadır. Kuzeydoğu Anadolu Fayı'nın güneyinde yani Anadolu levhacığı üzerinde ise, SYC, SSC, YZC ve NVC bölgeleri bulunmaktadır. Bu bölgelerden elde edilen paleomağnetik sonuçlar ise şu şekilde sıralanabilir:

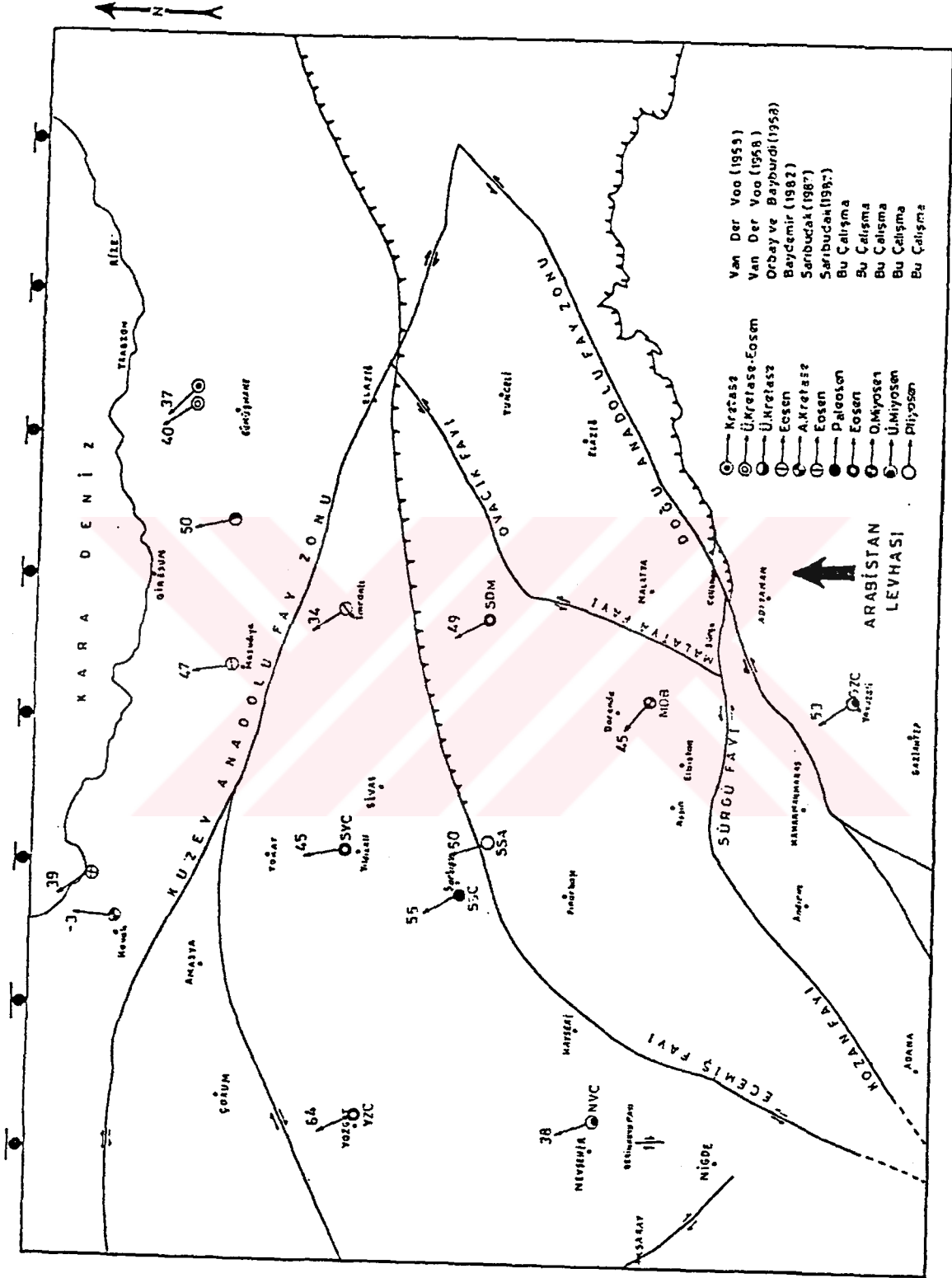
1-Yozgat (YZC) ve Sivas-Yıldızeli (SYC) bölgelerindeki Eosen yaşlı ayrışmamış andazit ve bazaltlardan elde edilen ortalama sapma açıları sırasıyla;  $336^{\circ}$ ,  $348^{\circ}$  olarak bulunmuştur. Bu bölgelerden elde edilen sapma açılarına göre, YZC bölgesi Eosen'den günümüze kadar, saatin tersi yönünde  $24^{\circ}$ , SYE bölgesi ise yine aynı yönde (saatin tersi)  $12^{\circ}$  dönmüştür. Anatolid platformu üzerinde bulunan bu iki bölge (YZC, SYE) arasındaki dönme farkının ( $12^{\circ}$ ) local tektonizma farklılığından kaynaklandığı söylenebilir

2-Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyindeki Darende-Balaban (MDB) bölgesindeki Orta Miyosen yaşlı bazaltlardan elde edilen ortalama sapma açısı  $D=309^{\circ}$ , eğim açısı ise,  $I=45^{\circ}$  olarak bulunmuştur. Bu verilere göre, bölge Orta Miyosen'den günümüze saatin tersi yönünde  $51^{\circ}$  dönmüştür. Divriği bölgesindeki (SDM) Eosen yaşlı kayaçlardan elde edilen sapma açısı  $D=331^{\circ}$ , eğim açısı ise,  $I=49^{\circ}$  olarak saptanmıştır. Aynı blok üzerinde yer alan bu iki bölgenin sapma açıları arasında  $22^{\circ}$  lik fark vardır. Bu farkın; Eosen-Orta Miyosen zaman aralığında bölgede meydana gelen sıkışmadan ve MDB bölgesinde bulunan aktif ve tali fayların, lokal dönmeye neden olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca eğim açılarından elde edilen verilere göre de bölgelerin kuzeye doğru hareket ettiği söylenebilir.

3-Ecemiş Fay'ının batısında kalan Nevşehir civarındaki (NVC) Üst Miyosen yaşlı bazalt ve andezitlerden elde edilen verilere göre sapma açısı  $D=341^\circ$ , eğim açısı ise,  $I=38^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu paleomağnetik verilere göre bölge, Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $19^\circ$  dönmüştür.

4-Doğu Anadolu Fay Zonu'nun batı kısmının güneyinde bulunan (Şekil 31) Üst Miyosen yaşlı Yavuzeli (YZC) bazaltlarından elde edilen paleomağnetik verilere göre sapma açısı  $D=325^\circ$ , eğim açısı ise,  $I=53^\circ$  olarak bulunmuştur. Bu verilerden, Arabistan Levhasının Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $35^\circ$  dönerek, kuzeye doğru yılda ortalama 4.1cm.'lik bir harekete sahip olduğu saptanmıştır.

5-Sivas Şarkışla civarından elde edilen paleomağnetik veriler, Paleosen ve Pliyosen yaşlı bazaltlardan bulunmuştur. Paleosen yaşlı bazaltlardan (SSC) elde edilen sapma açısı  $D=331^\circ$ , eğim açısı ise,  $I=55^\circ$  olarak bulunmuştur. Pliyosen yaşlı bazaltlardan (SSA) elde edilen paleomağnetik verilere göre, sapma açısı  $D=343^\circ$ , eğim açısı ise,  $I=60^\circ$  olarak saptanmıştır. Bu iki bölgeden (SSC ve SSA) elde edilen sapma açıları arasında  $12^\circ$ 'lik bir fark vardır. Bu farkın sebebinin; Paleosen-Pliyosen zaman aralığında bölgede meydana gelen sıkışma tektoniği ve bu iki bölgede yer alan diri, aktif fayların (Kızılırmak, Sarıoğlan, Üzelliç, Deliler, Kaleköy ve Tayfur fayları) etkisinden kaynaklandığı düşünülebilir.



Şekil 31. Çalışma bölgelerinden elde edilen paleomagnetik sonuçlar ile daha önce pontidler üzerinde yapılmış çalışmaların sonuçları.

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bugüne kadar üzerinde hiç bir paleomağnetik çalışmanın yapılmadığı Arabistan levhası, Anatolid-Torid platformu üzerinde bulunan bölgeler, çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışmanın amacı, Doğu ve Kuzey Anadolu Fay Zonları arasında kalan blok ile Arabistan levhasında meydana gelen dönme hareketlerinin saptanmasıdır.

Çalışma bölgelerinden elde edilen paleomağnetik veriler, Arabistan levhası ile Anatolid-Torid platformu üzerinde bulunan ve yaşları Eosen'den Pliyosen'e kadar değişen volkanik kayalardan elde edilmiştir. Bu paleomağnetik verilerin ışığı altında, çalışma bölgelerinin paleotektonik ve neotektonik gelişimi ile ilgili yorumlar şu şekilde sıralanabilir:

1- Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun güneyinde yani Anatolid'ler üzerinde yer alan Yozgat (YZC) ve Sivas-Yıldızeli (SYC) bölgelerindeki Eosen yaşlı volkanik kayalardan elde edilen paleomağnetik verilere göre, YZC bölgesi Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $24^{\circ}$ , SYC bölgesi yine aynı yönde  $12^{\circ}$  dönmüştür. Anatolid'ler üzerinde bulunan İmranlı bölgesinden Baydemir (1982) tarafından elde edilen paleomağnetik veriler ise, bu bölgenin Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $34^{\circ}$  döndüğünü göstermiştir. Anatolid'ler üzerinde bulunan bu üç bölgeden (YZC, SYC ve İmranlı) elde edilen dönme açılarının birbirinden farklı olmasına karşın saatin tersi yönünde dönmeleri ortak olan noktalarıdır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre, Anatolid'lerin Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $12^{\circ}$  ile  $24^{\circ}$  arasında döndüğü yorumu yapılabilir. Diğer taraftan bu üç bölgeden (YZC, SYC ve İmranlı) elde edilen dönme açıları arasındaki farkın büyük olması nedeni ile, ortalama olarak Anatolid'lerin dönme açısını saptamak yanlış yorum yapılmasına neden olabilir. YZC, SYC ve İmranlı bölgelerinden elde edilen dönme açılarının farklı olmasının nedeninin birbirinden uzak mesafede olan bu bölgelerdeki lokal tektonizmadan kaynaklandığı düşünülebilir.

Alt-Orta Miyosen jeolojik zaman aralığında Bitlis Kenet Kuşağı boyunca Arabistan-Avrasya çarpışması başlamış (Şengör ve Yılmaz, 1981), daha güneyde Neotetis'in kuzey kolu kapanmıştır (Gökten, 1993). Bu sıkışma nedeni ile Torid'ler yükselmiş, Anatolid-Torid platformunda deformasyonlar oluşmuştur. Orta Miyosen-Pliyosen jeolojik zaman aralığında olduğu düşünülen Kuzey ve Doğu Anadolu Fay Zonları arasında kalan Anadolu levhası, batı-güneybatı yönünde hareket etmektedir. Anadolu levhasının bir parçası olan Anatolid'ler üzerinde bulunan bölgelerden (YZC, SYC ve İmranlı) elde edilen dönme açılarından,

Anatolid'lerin batı-güneybatı yönünde hareket ederken Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 12°-24° döndüğü yorumu yapılabilir.

2- Orta Toroslar ile Doğu Torosları birbirinden ayıran Ecemiş fayının batısında kalan (Şekil 31) Nevşehir civarındaki (NVC) Üst Miyosen yaşlı volkaniklerden bu çalışmada elde edilen paleomağnetik veriler, bölgenin Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 19° döndüğünü göstermektedir. Sanver ve Ponat 1980, yine Ecemiş fayının kuzey batısında (Kırşehir Masifinin kuzeyinde) bulunan Üst Kretase ve Eosen mağmatikleri ile yaptıkları çalışmada, Üst Kretase ile Eosen jeolojik zaman aralığında bölgenin saat tersi yönünde 90°, Eosenden günümüze kadar ise bölgenin aynı yönde 10°-15° döndüğünü saptamışlardır. Tüysüz ve Dellaloğlu (1992), bu bölge ve çevresindeki tektonizmanın yorumunu, Sakarya kıtası ile Kırşehir kıtası arasında yer alan Ankara-Yozgat Okyanusu'nda, Üst Kretase'de kuzeye doğru bir yitimin başladığı ve bu yitim ile oluşan ofiyolit naplarının güneydeki Kırşehir masifi üzerine tırmadığı şeklinde yapmışlardır. Yetiş (1978) ise, Lütesiyen öncesi dönemde bölgede meydana gelen sıkışma tektoniği sonucunda, Ecemiş fayının doğrultu atımlı sol yönlü bir fay olarak oluştuğunu tespit etmiştir.

Ecemiş fayının güney batısındaki (Kırşehir Masifi kuzeyindeki) bölgeden Sanver ve Ponat (1980) tarafından elde edilen paleomağnetik verilere göre, Üst Kretase ile Eosen arasındaki jeolojik zaman aralığında bölgede oluşan 90° lik dönmenin nedeni, Ankara-Yozgat Okyanusu'nun kapanması ve İç Toros Okyanusu tabanının Kırşehir kıtasının altına dalması sonucunda bölgede oluşan sıkışma ile açıklanabilir. Yine aynı bölgeden (Kırşehir masifinin kuzeyindeki) Eosen zamanını temsil eden paleomağnetik verilerden saptanan 10°-15° dönme miktarı ile bu çalışmada Nevşehir bölgesinden (NVC) Üst Miyosen zamanını temsil eden paleomağnetik verilerden saptanan 19°lik dönme miktarı yaklaşık aynıdır. Bu da Ecemiş fayının batısındaki bölgenin (Şekil 31), Eosen-Üst Miyosen jeolojik zaman aralığında dönme hareketi yapmadığını gösterir. Bölgede meydana gelen dönme hareketi ise, Üst Miyosen ve sonrası jeolojik zaman içinde meydana gelmiştir. Bu dönme hareketinin nedenlerinin Anadolu levhasının batı-güneybatı yönünde kaymasından ve günümüzde hala aktif olan Ecemiş fayının etkisinden kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir.

3- Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyindeki Torid'ler üzerinde yer alan MDB (Malatya-Darende-Balaban) bölgesinden elde edilen paleomagnetik veriler, MDB bölgesinin Orta Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 51° döndüğünü göstermektedir. Bu dönmeye neden olan tektonik olaylar:

a- Orta Miyosen'de başlayan Anadolu ve Arabistan levhaları arasındaki yaklaşmanın günümüzde de devam etmesi,



b- Çalışma bölgesinde (MDB) bulunan doğrultu atımlı aktif tali fayların (Akkuş, 1972) lokal dönmeye neden olması,

c- MDB bölgesinde içinde bulunduğu levhacığı sınırlayan (Şekil 31) Malatya ve Sürgü faylarının etkisi,

şeklinde sıralanabilir. MDB bölgesinin kuzeyinde bulunan SDM (Sivas-Divriği-Mursal) bölgesinden elde edilen paleomağnetik veriler ise, bu bölgenin Eosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 29° döndüğünü göstermektedir. Bu dönmenin, Anadolu ve Arabistan levhası arasındaki yaklaşma nedeni ile bölgede (SDM) meydana gelen sıkışma sonucu olduğu söylenebilir. Gökten (1993) tarafından bu bölge ve çevresinde oluşan sıkışma şu şekilde yorumlanmıştır: Alt Miyosen'de bölgede önce kayma kökenli küçük ofiyolitli melanaj yerleşimlerinin görüldüğü daha sonra oluşan yoğun sıkışma etkisinin melanajın büyük çapta kuzeye hareket etmesine yol açtığı ve bu son yoğun sıkışma döneminin İç Toros Okyanusu ve doğudaki devamı olan Neotetis'in kuzey kolunun kapanmasını simgeleyen olay olduğu şeklindedir.

Torid'ler üzerinde yeralan SDM ve MDB bölgelerinin dönme açıları arasında 22°'lik bir fark olduğu, paleomağnetik verilerden saptanmıştır. SDM (Eosen) bölgesinin dönme açısının (29°) daha genç jeolojik zamanı temsil eden MDB (Orta Miyosen) bölgesinin dönme açısından daha küçük bir değere sahip olması nedeni ile, SDM ve MDB bölgeleri arasındaki dönme farkı (22°), Eosen-Orta Miyosen zaman aralığında bu iki bölge arasında oluşan dönme farkını temsil etmektedir. Bu nedenle SDM ve MDB bölgelerinden paleomağnetik veriler kullanarak saptanan dönme farkına en az 22° demek daha doğru olacaktır. Bu farkın tektonik nedenlerinin;

a- Eosen-Orta Miyosen zaman aralığında bölgede meydana gelen sıkışmadan,

b- MDB bölgesinin, SDM bölgesinden daha fazla sıkışmaya maruz kalmasından,

c- Önceden de bahsedildiği gibi MDB bölgesinde bulunan aktif tali fayların etkisinden,

olabileceği şeklinde açıklanabilir.

4-Ecemiş fayının güneydoğusunda Anatolid-Torid bindirmesi boyunca uzanan yan yana sıralanmış doğrultu atımlı sol yönlü faylar mevcuttur. İnan (1993) tarafından bu fay zonunun (Kızılırmak, Sarıoğlan, Üzerlik, Deliler, Kaleköy, Tayfur fayları) oluşumuna neden olan egemen sıkışmanın kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda geliştiği ve Kızılırmak Fayı'nın yer



değiştirme zonuna karşılık gelen fay olduğu saptanmıştır.

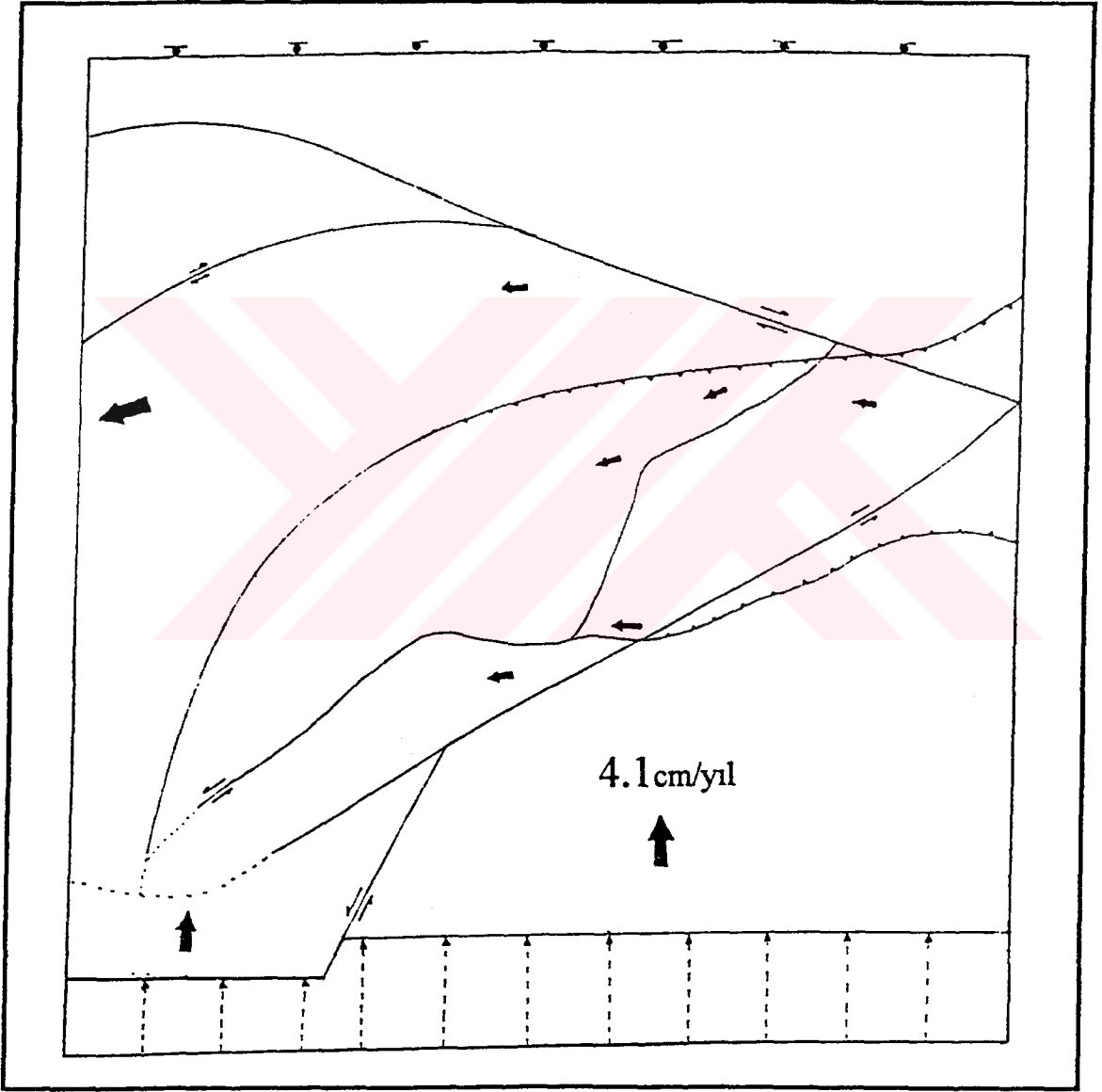
Bu çalışmada paleomağnetik veriler, bu fay zonunun batısında yer alan Şarkışla civarındaki Karataştepe bazaltlarından (SSC), doğusunda ise Şarkışla civarındaki Adatepe bazaltlarından (SSA) elde edilmiştir (Şekil 31). Elde edilen bu verilerden, SSC bölgesinin Paleosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünden  $29^\circ$ , SSA bölgesinin ise, Pliyosen'den günümüze kadar yine aynı yönde  $17^\circ$  döndüğü saptanmıştır. Bu iki bölgeden elde edilen sapma açıları arasındaki  $12^\circ$ lik farkın nedenlerinin, Paleosen ile Pliyosen jeolojik zaman aralığında bölgede meydana gelen sıkışma ve bölgede yanyana dizilmiş olan fayların (Kızılırmak, Sarıoğlan, Üzerlik, Deliler, Kaleköy, Tayfur fayları) atım miktarlarının büyüklüklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülebilir.

5-Arabistan levhası üzerinde yer alan Yavuzeli (GYC) bazaltlarında yapılan radyometrik yaş tayini sonunda, bazaltların yaşının  $10.3 \pm 2$  milyon yıl (Üst Miyosen) olduğu saptanmıştır (Ulu ve değerleri,1991). Arabistan Levhasının bu bölümünden elde ettiğimiz paleomağnetik verilere göre levha, Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde  $35^\circ$  dönmüştür. Kızıldeniz'in açılması bu sonucu desteklemektedir. GYC bölgesinden elde edilen paleomağnetik verilerden, Üst Miyosen döneminde  $33^\circ 30''$  paleoenleminde bulunan bu levhanın kuzeye doğru hareket ederek günümüzde  $37^\circ 20''$  enlemine kaydığı saptanmıştır. Bu da, Arabistan levhasının ortalama  $4.1$  cm/yıllık bir harekete sahip olduğunu göstermektedir. Bu hareket miktarı, Kasapoğlu ve Toksöz (1983) tarafından  $5$  cm/yıl olarak verilmiştir (Şekil 32).

Arabistan levhası üzerinde bulunan Üst Miyosen yaşlı bazaltlardan elde edilen paleomağnetik verilere göre levha, saatin tersi yönünde dönerek kuzeye doğru hareket etmektedir (Şekil 32). Bu hareketin Üst Miyosen öncesi zaman içinde var olduğu ve Alt-Orta Miyosen süresince Bitlis Kenet kuşağı boyunca Anadolu ve Arabistan levhaları arasında kıta-kıta çarpışmasının meydana geldiği belirlenmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Arabistan levhasının kuzeye doğru hareket etmesi sonucunda, Neotetis kuzey ve güney kolları ile İç Toros Okyanusu kapanmıştır. Bu sıkışma ile Anadolu levhası yükseldikten sonra kalınlaşamayınca, yana doğru itilip Doğu ve Kuzey Anadolu Fay Zonları boyunca batı-güneybatı yönünde kaymaya başladığı bilinmektedir. Anadolu levhası içinde bulunan Anatolid-Torid platformu üzerinde yeralan bölgelerden (Şekil 31), Paleosen'den Pliyosen'e kadar değişen jeolojik zamanlar için elde edilen paleomağnetik verilere göre, bu platformun (Anatolid-Torid) batı-güneybatı yönünde kayarken saatin tersi yönünde ( $17^\circ$ - $29^\circ$ ) döndüğü sanılmaktadır.

Van der Voo (1968), Orbay (1979), Baydemir (1982) ve Sarıbudak (1987) tarafından Doğu Pontid'ler üzerinde yeralan ve yaşları Kretase'den Eosen'e kadar değişen volkanik kayalardan

elde edilen paleomağnetik veriler (sapma açıları), saatin tersi yönünde dönme göstermektedir (Şekil 31). Bu çalışmada da Anatolid-Torid platformu ve Arabistan levhasından elde edilen paleomağnetik verilerden saptanan dönme açıları saatin tersi yönündedir. Bu da, Arabistan levhasının saatin tersi yönünde dönerken kuzeye doğru hareket etmesi sonucunda, Türkiye levhasının da Kretase'den günümüze kadar aynı yönde (saatin tersi yönünde) döndüğünü göstermektedir.



Şekil 32. Çalışma bölgesi ve çevresindeki levhaların ve blokların hareket yönleri ile bu çalışmada, paleomağnetik verilerden elde edilen Arabistan levhasındaki hareket miktarı.

## V. TÜRKÇE ÖZET VE YABANCI DİLDEKİ ÖZET

### GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNİN PALEOMAĞNETİZMASI

Bu çalışma, Arabistan levhasının kuzeye doğru hareket etmesi sonucunda, Türkiye levhasında meydana gelen tektonik gelişmeye ışık tutmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaca uygun olarak, Arabistan levhası ve Anatolid-Toid platformu üzerinde bulunan ve yaşları Paleosen'den Pliyosen'e kadar değişen volkanik kayalardan 17 mevkiden 57 yönlendirilmiş el örneği alınmıştır. Örnek alma, örneklerin kalıntı mıknatıslanma doğrultularının ölçümleri ve test işlemlerinde paleomağnetik teknikler uygulanmıştır. 3 el örneği duraysız olmaları nedeniyle çalışma dışı bırakılmıştır. Paleomağnetik verilerin değerlendirilmesinden çıkan sonuçlar şunlardır:

1. Anatolid'ler üzerinde bulunan Yozgat (YZC) ve Sivas-Yıldızeli (SYC) bölgeleri Eosen'den günümüze kadar, saatin tersi yönünde sırasıyla 24°, 12° döndükleri saptanmıştır. Yine Anatolid'ler üzerinde bulunan Sivas-Şarkışla (SSC) bölgesi Paleosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 29°, Nevşehir (NVC) bölgesi ise Üst Miyosenden günümüze kadar yine aynı yönde 19° dönmüştür.

2. Torid'ler üzerinde yeralan Sivas-Divriği (SDM) ve Malatya-Darende-Balaban (MDB) bölgelerinin dönme açıları arasında 22°'lik bir fark olduğu, paleomağnetik verilerden saptanmıştır. SDM (Eosen) bölgesinin dönme açısının (29°) daha genç jeolojik zamanı temsil eden MDB (Orta Miyosen) bölgesinin dönme açısından daha küçük bir değere sahip olması nedeni ile, SDM ve MDB bölgeleri arasındaki dönme farkı (22°), Eosen-Orta Miyosen zaman aralığında bu iki bölge arasında oluşan dönme farkını temsil etmektedir. Bu nedenle SDM ve MDB bölgelerinden paleomağnetik veriler kullanılarak saptanan dönme farkına en az 22° demek daha doğru olacaktır. Bu farkın tektonik nedenlerinin; a- Eosen-Orta Miyosen zaman aralığında bölgede meydana gelen sıkışmadan, b- MDB bölgesinin, SDM bölgesinden daha fazla sıkışmaya maruz kalmasından, c- MDB bölgesinde bulunan aktif tali fayların etkisinden, olabileceği şeklinde açıklanabilir. Yine Torid'ler üzerinde bulunan Şarkışla-Adatepe (SSA) bölgesi, Pliyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 17° döndüğü saptanmıştır.

3. Arabistan levhası üzerinde bulunan Gaziantep-Yavuzeli (GYC) bölgesinden elde edilen Palomağnetik verilerden levhanın, Üst Miyosen'den günümüze kadar saatin tersi yönünde 35° döndüğü ve yılda ortalama 4.1 cm'lik bir hareket miktarıyla kuzeye doğru hareket ettiği saptanmıştır.

Arabistan levhasının kuzeye doğru hareket etmesi sonucunda, Neotetis güney ve kuzey kolları ile İç Toros okyanusu kapanmıştır. Bu sıkışma ile Anadolu levhası yükseldikten sonra kalınlaşamayınca, yana doğru itilip Doğu ve Kuzey Anadolu Fay Zonları boyunca batı-güneybatı yönünde kaymaya başladığı bilinmektedir. Anadolu levhasının içinde bulunan Anatolid-Torid platformu üzerinde yer alan bölgelerden, Paleosen'den Pliyosen'e kadar değişen jeolojik zamanlar için elde edilen paleomağnetik verilere göre, bu platformun (Anatolid-Torid) batı-güneybatı yönünde kayarken saatin tersi yönünde (17°-29°) döndüğü sanılmaktadır.

### **PALEOMAGNETISM OF THE SOUTHEAST ANATOLIAN REGION**

This work has been carried out for the purpose of supplying the tectonic development at Turkey's plate resulted as the progress of the Arabic plate to the north. For this aim, 56 directed hand samples aged from Paleocene to Pliocene were gathered out in 17 regions Arabic plate and Anatolid-Torid platform. Paleomagnetic techniques were applied while getting samples, the measuring the direction of the remanent magnetization of the samples and in the test processes. 3 of the hand samples were left out of work since they weren't sensitive. The results of the paleomagnetic data are as follows.

1. The Yozgat (YZC) and Sivas-Yıldızeli (SYC) regions placed on Anatolids has been rotated 24° and 12° in counterclockwise from Eocene to present. The Sivas-Şarkışla (SSC) region taking place on Anatolids has been rotated 29° in counterclockwise from Paleocene to present and the Nevşehir (NVC) region has been rotated 19° in the same direction from Upper Miocene to present.

2. The difference 22° between rotation angles of Sivas-Divriği (SDM, Eocene) region is smaller than that of Malatya-Darende-Balaban (MDB, Middle Miocene) which indicates younger geologic time, the rotation difference between SDM and MDB (22°) represent the rotation difference of those two area in Eocene-Middle Miocene. For this reason, it is better to say that the rotation difference determined by using the palomagnetic data in the regions of SDM and MDB is at least 22°. The tectonic reasons of this difference are; a- The compression occurred between Eocene-Middle Miocene, b- The compression of MDB region more than that

of SDM region, c-The effect of subordinary active faults in MDB region. The Şarkışla-Adatepe (SSA) region located on Torids was rotated  $17^\circ$  in counterclockwise from Pliocene to present.

3. The paleomagnetic data obtained from the Gaziantep-Yavuzeli (GYC) region located at the Arabic plate has been showed that the plate was rotated  $35^\circ$  in counterclockwise from Upper Miocene to present and was moving 4.1 cm. in average to the north per year.

The south and the north branches of the Neotetis and the interior Toros ocean were closed as the result of the displacement of the Arabic plate towards the north. After elevating the Anatolian plate by this compression, it didn't get thick. For this reason it was pushed to one side and began to slide along the East and the Nort Anatolian Foulth Zones to the west-southwest direction. Acording to the paleomagnetic data obtained from the regions located Anatolid-Torid platform in the geologic times varied from Paleocene to Pliocene, it was obtained that this platform (Anatolid-Torid) was rotated ( $17^\circ$ - $29^\circ$ ) in the counterclockwise while sliding in the west-southwest direction.

## VI. KAYNAKLAR

- AKKUŞ, M. F.(1970): Darende-Balaban Havzasındaki (Malatya ESE Anadolu) Litostratigrafik Birimler ve Jipsli Formasyonların Yaşı Hakkında Yeni Bilgiler, M.T.A. Enstitüsü Dergisi. 75, 1-14.
- AKTİMUR, S. (1979): Malatya-Sivas Dolayının Uzaktan Algılama Yöntemiyle Çizgiselliklerinin İncelenmesi. M.T.A. Derleme No: 6651 (Yayınlanmamış).
- ARNİ, P. (1939): Doğu Anadolu ve Mücavir Mintukalarının Tektonik Ana Hatları. M.T.A. Yayınları, 1B, No.4, Ankara.
- ARPAT, E., ŞAROĞLU, F. (1975): Some Recent Tectonic in Turkey. Bull. Geop. Soc. Turkey, 18, 91-101.
- BATUM, İ. (1978): Nevşehir Güneybatısındaki Göllüdağ ve Acıgöl Yöresi Volkanitlerinin Jeolojisi ve Petrografisi. Yer Bilimleri Dergisi 4C./ 1-2, 50-69.
- BAYDEMİR, N. (1982): Doğu Karadeniz Bölgesi Eosen Volkaniklerinin Paleomağnetizması, Doktora Tezi, İst.Ün.
- BLUMENTHAL, M. M. (1949): Die Neue Geologische Karte Der Türkei und Einige Ihrer Stratigraphisch-Tectonischen Grundzüge. Eclogae Geol. Helv., Vol.39, No.2.
- BÜYÜKÖNAL, G. (1985): Yozgat Yöresi Volkanitlerinin Asal ve İz Elementlerinin Dağılımı. Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (yayınlanmamış).
- COLLINSON, D. W. (1983): Methods in Rock Magnetism and Paleomagnetism. Techniques and Instrumentation, Chapman and Hall. Ltd.
- COX, A. and DOELL, R. R. (1960): Review of Paleomagnetism Bull. Geol. Soc. Am., 71 (6):645-768.
- ÇAPAN, U. Z., TEKELİ, O. (1983): Karasu Fay Zonu'nun (Hatay, GD Türkiye) Yapısal Konumu ve Volkanizması. International Symposium on the Geology of the Taurus Belt Abstracts Book, p.66.
- ÇEMEN, İ., PERİNCEK, D. (1987): Hatay-Karasu Yarım Graben 'in Kuzey Kısmının Açılma Tektoniği. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bidiri Özleri. p.10.
- ÇEMEN, İ., PERİNCEK, D. (1990): Güneydoğu Anadolu'daki Bozova Doğrultu Atımlı Fayı Üzerindeki İlk Hareket Ters Faylanma Olan Faylara Bir Örnek. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 33-34.



- DEWEY, J. K., HAMPTON, M. R., KIDD, W. S. F., ŞAROĞLU, F., ŞENGÖR, A.M.C. (1986): Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Eastern Anatolia-A Young Collision Zone. In M. P. Coward and A. C. Ries (editors), *Collision Tectonics*. Geol. Soc. London, Spec. Publ., 19, 3-36.
- FISHER, R.A. (1953): Dispersion on a Sphere. *Proc. R. Soc. Land. A.*, 217, 295-305.
- GATTINGER, T. E. (1957): Malatya ve Elazığ Bölgesine Giren 1/100000 Ölçekli, (6) Pafta Sahasında (79/1, 2, 3, 4 ve 80/1, 3) 1957 Yılında Yapılan Revizyon Çalışmaları Hakkında Rapor. M.T.A. Rap. No. 2797, Ankara.
- GÖKTEN, E., (1983): Şarkışla (Sivas) Güney-Güneydoğusunun Stratigrafisi ve Jeolojik Evrimi: TJK Bülteni, 26, 167-176.
- GÖKTEN, E. (1993): Ulaş (Sivas) Doğusunda Sivas Havzası Güney Kenarının Jeolojisi: İç Toros Okyanusu'nun Kapanımıyla İlgili Tektonik Gelişim. TPJD Bülteni, C/1, 35-55.
- GREGOR, C. B. and ZIJDERVELD, J. D. A., (1964): The Magnetism of some Permian Red Sandstones from North Western Turkey, *Tectonophysics*, Vol. 1, 289-306.
- GÜNAY, Y. (1984): Amanos Dağlarının Jeolojisi ve Karasu-Hatay Grabeninin Petrol Olanakları. TPAO Rap. No.1954 (Yayınlanmamış).
- HEIRTZLER, J. R., DICKSON, G. O., HERRON, E. M., PITMAN, W. C., and LE PICHON (1968): Marine Magnetic Anomalies Geomagnetic Field Reversals, and Motions of the Ocean Floor and Continents: *Journals of Geophysical Research*, Vol. 73, 2119-2136.
- IRVING, E. (1964): *Paleomagnetism and its Application to Geological and Geophysical Problems* Wiley.
- İNAN, S. (1993): Kızılırmak Fay Zonu'nun Yapısal ve Morfotektonik Özellikleri. TJK Bülteni 8, 321-328.
- KASAPOĞLU, K. E. and TOKSÖZ, M. N. (1983): Tectonic consequences of the collision of the Arabian and Eurasian Plates: Finite Element Models, *Tectonophysics*, Vol. 100, 71-95.
- KETIN, I. (1966): Tectonic Units of Anatolia (Asia Minor). *Mineral Research and Exploration Ins. of Turkey Bull.*, 66, 23-34.
- KLEITS, R., HALL, S. A., EVANS, I. (1984): A Paleomagnetic Study of the Lower Cretaceous Cupido Limestone, Northeast Mexico. Evidence for Local Rotation within the Sierra Madre Oriental, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 95, 55-60.
- LOVELOCK, P. E. R. (1984): A Review of the Tectonics of the Northern Middle East Region. *Geol. Mag.*, 121 (6), 577-587.
- LUYENDYK B.P., KAMERLING, N.J., TERRES, R.P., HORNOFIUS J.S. (1985): Simple Shear of Southern California During Neogene Time Suggested by Paleomagnetic Declinations *J. Geophys. Res.*, 90: 12, 445-12, 446.

- Mc. KENZIE, D.P., PARKER, R.L. (1967): The North Pacific: An Example of Tectonics On Sphere, Nature, Vol. 216, 1276-1280.
- Mc. KENZIE, D.P. and MORGAN, W. J. (1969): Evolution of Triple Junctions Nature, Vol. 224, 125-133.
- Mc KENZIE, D. P. (1972): Active Tectonics of the Mediterranean Region. Geophys. J. R. Astr. Soc., Vol. 30, 109-185.
- MORGAN, W. J. (1968): Dises, Trenches, Great Faults and Crustal Bloks, J. Geophys. Res. Vol. 73, 1959-1982.
- NAGATA, T. (1961): Rock Magnetizm, Maruzen, Tokyo.
- ORBAY, N. (1979): The Paleomagnetic Study of the North Anatolian Fault Zone, Ist. Un. Fen Fak. Mec. C. 44, 23-39.
- ORBAY, N., DÜZGİT, Z., GÜNDOĞDU, O., HİSARLI, M., ve ÖZÇEP, F. (1993): Batı Anadolu 'nun Paleomağnetizması ve Tektonik Gelişimi. Türkiye 13. Jeofizik Kurultayı.
- PERİNÇEK, D. (1979): Geological Invertigation of the Çelikhhan-Sincik-Koçali Area (Adıyaman Province). İst. Ün. Fen Fak. Mec. B 44, 127-147.
- PERİNÇEK, D., GÜNAY, Y., KOZLU, H. (1987): Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar ile İlgili Yeni Gözlemler: Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 89-103.
- SANVER, M. (1968): Phy. Earth. Planet. Interi. I, 403-421.
- SANVER, M., PONAT, E. (1980): Paleomagnetism of the Magnetic Rocks in Kırşehir and Surrounding Area, Kandilli observatory, Ist.
- SANVER, M. (1984): Paleomağnetizma, İ.T.Ü., Maden Fakültesi Yayınları.
- SARIBUDAK, M. (1987): Batı Pontidlerde Kretase ve Eosen Adayayı Volkanizmalarının Paleomagnetik Çalışması. Doktora Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları.
- ŞAROĞLU, F., GÜNER, Y. (1981): Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Öğeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri, Türkiye. Jeo. Kur. Bült., 24/2, 39-50.
- ŞAROĞLU, F., YILMAZ, Y. (1984): Doğu Anadolu'nun Neotektoniği ve İlgili Magmatizması. Türkiye Jeo. Kur. Ketin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 149-162.
- ŞAROĞLU, F., Yılmaz, Y. (1987): Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri: M.T.A. Dergisi, 107, 73-94.
- ŞAROĞLU, F., EMRE, Ö. (1987): Karacadağ Volkanitlerinin Genel Özellikleri ve Güneydoğu Anadolu Otoktonundaki Yeri. Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 384-391.
- ŞENGÖR, A. M. C. (1979): Mid Mesozoic Closure of Permo-Triassic Tethys and its Implications, Nature, Vol. 279, 590-597.
- ŞENGÖR, A. M. C. (1980): Mesozoic-Cenozoic Tectonic Evolution of Anatolia and Surrounding Regions, Bull. Bur. Rech. Geol. and Minieres, Vol. 115, 137.



- ŞENGÖR, A. M. C., YILMAZ, Y. (1981): Tethyan Evolution of Turkey a Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, Vol. 75, 181-241.
- ŞENGÖR, A. M. C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F. (1985): Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study "Strike Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation". Biddle, K. T., Christie-Blick, N. (eds) *Sem Spec. Pub. No: 37*, 227-264.
- TARLING, D. H. (1983): *Paleomagnetism, Principles and Applications in Geology, Geophysics and Archaeology*, Chapman and Hall.
- TATAR, Y. (1978): Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli Bölgesinin Stratigrafik ve Petrografisi) *M.T.A. Enst. Dergisi*, 88, 56-72.
- TONGER, Z. S. (1978): Galata Volkanik Masifinin Paleomağnetizması. Doktora Tezi İst. Ün: Fen Fak.
- TÜYSÜZ, O. ve DELLALOĞLU, A. A. (1992): Çankırı Havzasının Tektonik Birlikleri ve Havzanın Tektonik Evrimi. *Türkiye 9. Petrol Kongresi, Bildiriler*, 333-349.
- ULU, Ü., ERCAN T., GENÇ, Ş., METİN, Y., ÇÖREKÇİOĞLU, E., ÖRÇEN, S., KARABIYIKOĞLU, M., GİRAY, S. ve YAŞAR, T. (1991): Nizip-Yavuzeli-Araban-Belveren Dolayının Jeolojisi, Senozoik Yaşlı Volkanik Kayaçların Petrolojisi ve Bölgesel Yayılımı. *TJK Bülteni*, 6, 207-227.
- VAN DER VOO, R. (1968): Paleomagnetism and the Alpine Tectonics of Eurasia, Part 4, Jurassic, Cretaceous and Eocene Pole Positions from NE Turkey, *Tectonophysics*, Vol.6, 251-269.
- VAN DER VOO, R., CHANNELL, J. E. T. (1980): Paleomagnetism in Orogenic Belts. *Rev. Geophys Space Phys.*, 18, 455-482.
- YALÇIN, M. N. (1979): Doğu Anadolu Yarılmının Türkoğlu-Karaağaç (K.Maraş) Arasındaki Kesiminin Özellikleri ve Bölgedeki Yerleşim Alanları. *Altınlı Simp. Özel Sayı*, 49-55, *TJK, İst. Ün. Yerbilimleri* 3C, 1, 15-25.
- YALÇIN, M. N. (1980): Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı. *TJK Bülteni* 23/1, 21-30.
- YETİŞ, C. (1978): Geology of the Çamardı (Niğde) Region and the Characteristics of the Ecemiş Fault Zone Between Maden Boğazı and Kamışlı. *İst. Ün. Fen Fak. Mecm.* 43B, 41-61.
- YILMAZ, Y., GÜRPINAR, O., GÜNAY, Y., DEMİRKOL, C., YİĞİTBAŞ, E., SARITAŞ, B (1984): Amanos Dağlarının Jeolojisi. *TPAO Rap. No: 1920*, S.514 (yayınlanmamış).
- YILMAZ, A. (1981): Tokat ile Sivas Arasındaki Bölgede Bazı Volkanitlerin Petrokimyasal Özellikleri. *TJK Bülteni* 24, 51-58.

## VII. ÖZGEÇMİŞ

29.1.1963 tarihinde Kahramanmaraş-Elbistan'da doğdum. İlk ve ortaokul öğrenimimi Elbistan'da, lise öğrenimimi ise, Adana Özel Seyhan Işık lisesinde tamamladım. 1982-1986 yılları arasında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünde lisans öğrenimimi tamamladım. 1989 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünde Arş. Gör. olarak göreve başladım. 1989-1992 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği ana bilim dalı Uygulamalı Jeofizik programında yüksek lisans öğrenimimi tamamladım. 1992-1993 öğretim döneminde ise, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği ana bilim dalı Yerfiziği Jeofizik programında doktora öğrenimime başladım.

Halen Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünde Arş. Gör. olarak çalışmaktayım.

### **Adres:**

Kocaeli Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Jeofizik Mühendisliği Bölümü  
41040 Kocaeli