

# HASANÇELEBİ YÖRESİ ÜST KRETASE VOLKANİKLERİNİN PALEOMAĞNETİZMASI

## The Paleomagnetism of the Upper Cretaceous Volcanic Rocks from Hasançelebi Region

N. ORBAY\* ve N. BAYDEMİR\*

### ÖZET

Hasançelebi yöresinden toplanan Üst Kretase yaşlı 36 el örneğinden elde edilen kutup pozisyonunun daha önce yapılmış çalışmaların sonuçlarıyla büyük bir uygunluk içinde olduğu ve sözü edilen jeolojik devir için bağıl dönme hareketinin Avrupa'ya göre saatin tersi yönünde 45-50° olduğu saptanmıştır.

### ABSTRACT

Upper Cretaceous aged 36 oriented rock samples are collected from Hasançelebi region. The obtained mean pole position from these samples are shown very good agreement with other Upper Cretaceous pole positions which are resulted previous works especially Afrika, Israel and Lebanon. As a result, the Turkish plate has been rotated 45-50° counterclockwise according to Europe since Upper Cretaceous.

### GİRİŞ

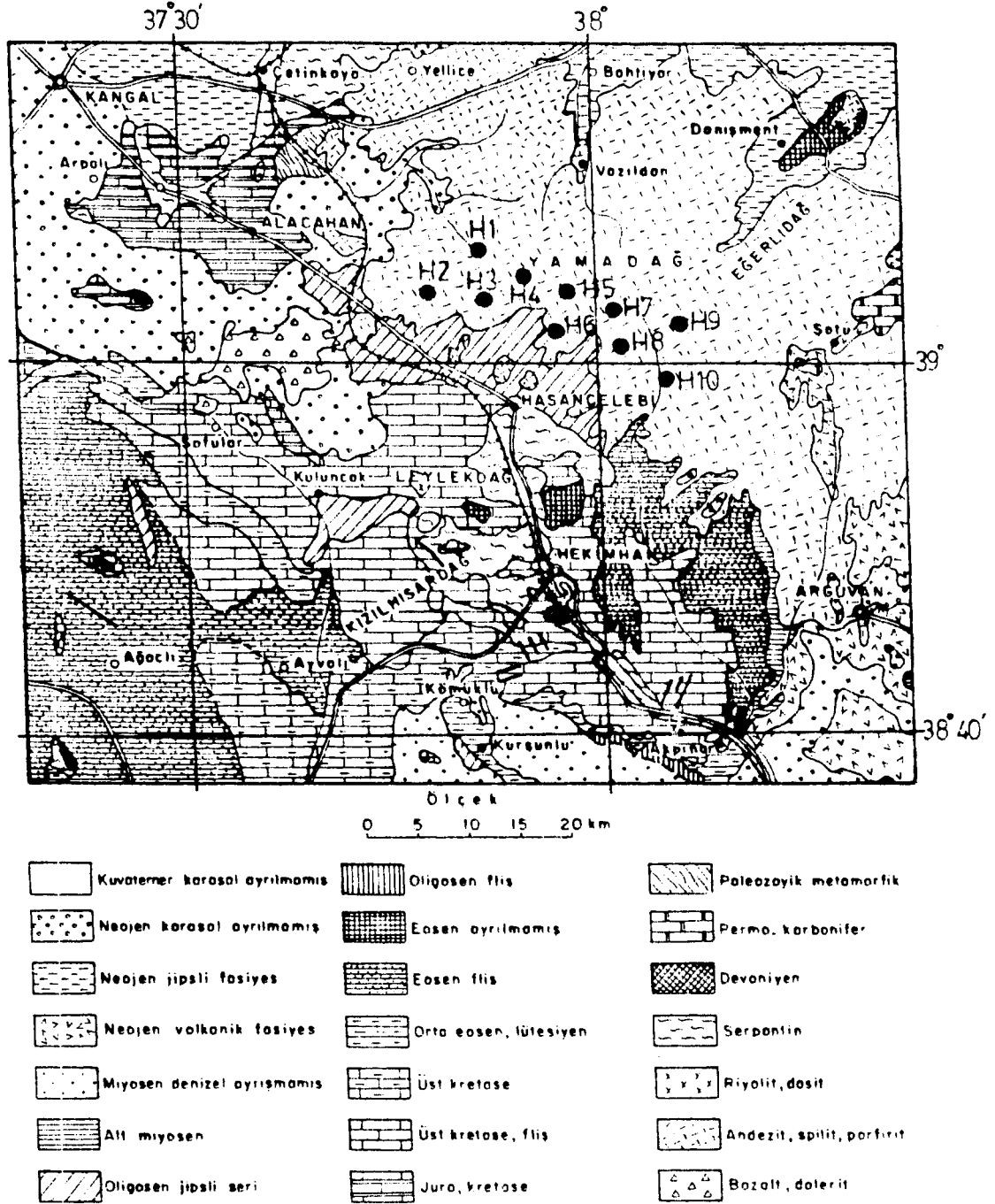
Türkiye'de bugüne kadar yapılmış paleomağnetik çalışmaların sayısının çok fazla olmadığı bilinen bir gerçektir. Sözü edilen bu çalışmaların çoğunluğu Kuzey Anadolu Fay Zonu bölgelerinde ve tektonik bakımdan oldukça aktif olan Üst Kretase dönemine ait kayalarından elde edilen sonuçları içermektedir (Van der Voo 1968, Orbay 1979, Orbay ve Bayburdi 1979, Orbay ve diğ. 1983). Sözü edilen bu çalışmalardan elde edilen kutup pozisyonları Arabistan, Afrika ve Avrupa'dan saptanmış olan kutup pozisyonları ile karşılaştırıldığında, Türkiye kutup pozisyonlarının Avrupa sonuçlarından oldukça farklı, ancak İsrail ve Lübnan kutup pozisyonlarına daha yakın olduğu görülmüştür. Buradan hareketle Türkiye'nin Avrupa'ya göre saatin tersi yönünde 50° kadar dönmüş olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, Sanver ve Ponat'ın (1981) Kırşehir masifinin Üst Kretase yaşlı volkanik kayaları üzerinde yapmış oldukları çalışma sonunda, bölgenin Üst Kretase'den günümüze kadar

saatin tersi yönünde 90-100° dönmüş olduğunu saptamışlardır.

Çalışmanın amacı, Kretase ve özellikle Üst Kretase zamanında oluşan tektonik hareketlerle, Türkiye levhasının konumu ve hareketliliğine açıklık getirecek paleomağnetik veri zenginliğini sağlamak ve ortaya konacak olan tektonik modellerlere ışık tutmaktır. Bu amaçla, Kuzey Anadolu Fay Zonunun oldukça güneyinde bulunan Hasançelebi civarındaki Üst Kretase volkanik kayalarından yönlü el örnekleri alınmıştır. Şekil 1'de çalışma sahasının jeolojik haritası ve el örneklerinin yerleri gösterilmiştir.

Çalışma sahasının Üst Kretase'ye ait stratigrafik yapısı hakkında Kovenko (1940), Caput'un "Voyages d'etudes géologiques et geomorphogeniques en Turquie" adlı eserinde belirttiği stratigrafik çalışmaya dayanarak, Üst Kretase'nin ojitli gabro unsurlarını ve nadiren eski kalker parçalarını içeren bir temel konglomerası ile başladığını ve konglomeranın üst seviyesinde serpantin çakıllarının bulunduğunu ifade etmektedir. Yazar, seri-

\* İ.Ü. Müh. Fakültesi, Jeofizik Müh. Bölümü, İSTANBUL



Şekil 1. Çalışma bölgesinin jeolojik haritası ve örnek yerleri (S. Ulakoğlu'ndan alınmıştır).  
Fig. 1. The geological map of the Hasançelebi area and sampling sites (After S. Ulakoğlu).

nin yeşil ve kırmızı renkli bir tüfoid serisi ile örtülü olduğu ve bu tüfoidin gerçek tüflerden başka bir şey olmadığı ve aralarda tüf ve lav parçalarını içeren konglomera tabakalarının bulunduğunu da belirtmektedir. Kovenko (1940) andezit ve bazalt lavlarıyla birlikte bulunan tüfoid serisinin arasına rüdistli kalker yataklarının girmiş olduğunu, daha yukarı doğru marn ve rüdistli breş kalker serisi ve bunların üzerinde de marnlı greler, daha sonra da şistler

olduğunu belirtmektedir.

Bölgede orojenik hareketlerin önemli bir safhası Üst Kretase'nin başlangıcında olmuş ve bunun sonucunda gabro masifi parçalanmıştır. Bu zamanda Bahçedam masifi olarak adlandırılan mikrosiyenitler yükselmiştir. Bu nedenle, Üst Kretase yaşlı volkanik malzeme Bahçedam masifi üzerinde bulunmamaktadır. Üst Kretase volkanizmasını takiben bölgede Eosen sonlarında volka-

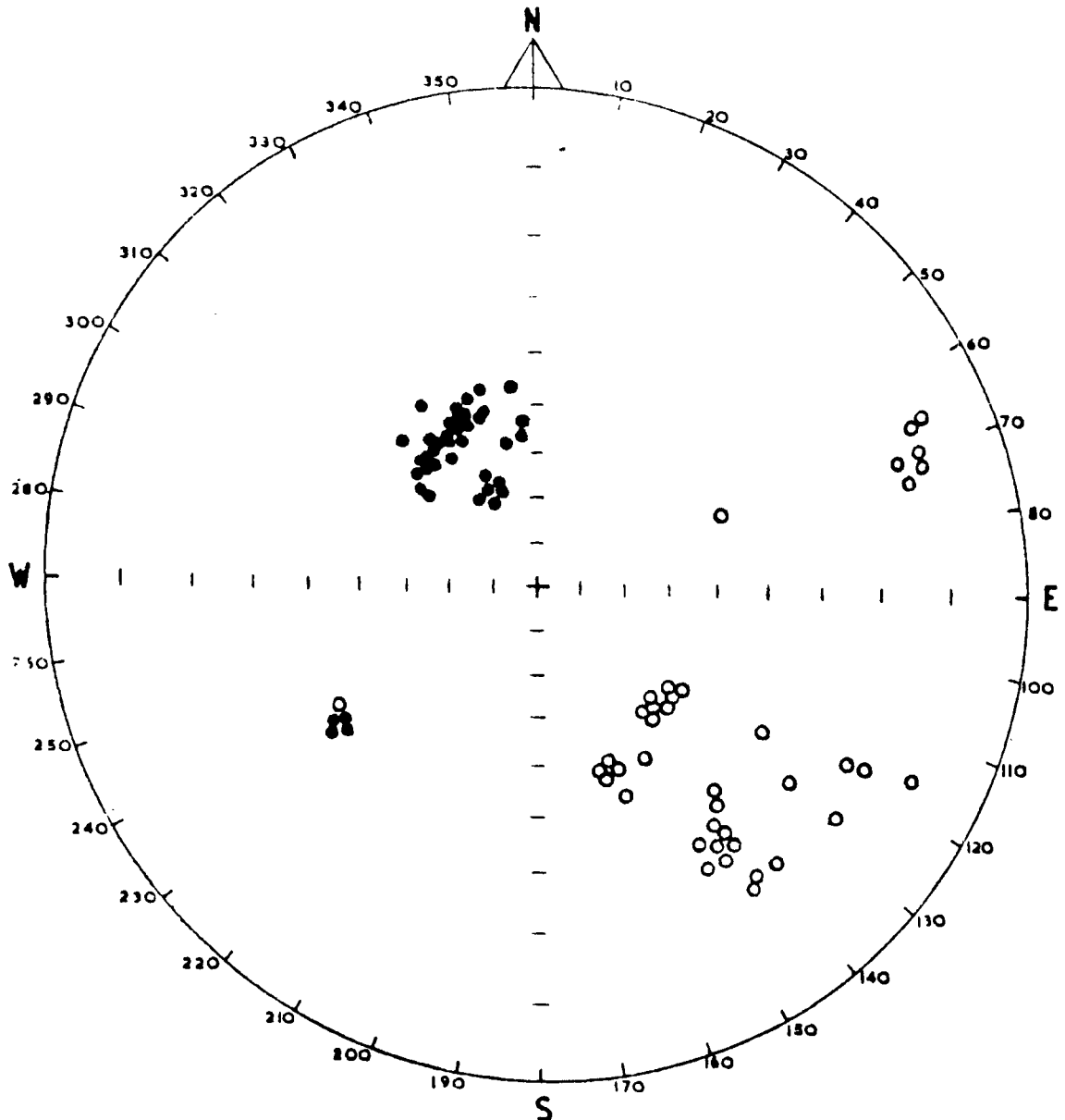
nizma ve plütonizma devam etmiş ve Üst Miyosen'de (Pliyosen) bazalt akıntıları ile son bulmuştur (Kovenko 1940, Stcheřinsky 1963).

Şekil 1'de verilen jeolojik haritada Hasańçelebi'nin yakın kuzeydoğusunda bulunan ayrışmamış andezit, spilit ve porfirite yayılımı Üst Kretase yaşına sahipken, Vazıldan ve Ereğlıdağ yörelerinde Miyosen ve Pliyosen volkanizma egemendir.

#### KALINTI MIKNATISLANMA ÖLÇÜLERİ

Çalışmada, Şekil 1'den de izlenebileceği gibi, aynı jeolojik formasyonun 10 ayrı yerinden alınan 39 yönlü el örneğinden 118 adet ölçüye hazır silindirik örnek elde edilmiştir.

Elde edilen örneklerin ilk olarak doğal kalıntı mıknatıslanmaları ölçülmüş ve bunların dağılımları Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, gerek normal (içi dolu daireler) ve gerekse ters (içi boş daireler) doğal kalıntı mıknatıslanmalarının çok fazla saçılmalarının yanında, her iki tür kalıntı mıknatıslanma dağılımının tam bir dipol özelliğini yansıttığı da görülmektedir. Sözü edilen bu örneklerin gerçek kalıntı mıknatıslanma doğrultularının saptanması amacıyla herbir gruptan seçilen pilot örneğe 50 Oe'den 575 Oe kadar değişen alternatif mağnetik alan uygulanmış ve istenmeyen kalıntı mıknatıslanmaların yok edilmesi amaçlanmıştır. Şekil 3'de üç pilot örneğin Wulff projeksiyonunda uygulanan alternatif alan değerlerine göre yön değişimleri ile alternatif



Şekil 2. Örneklerin doğal kalıntı mıknatıslanma dağılımları.

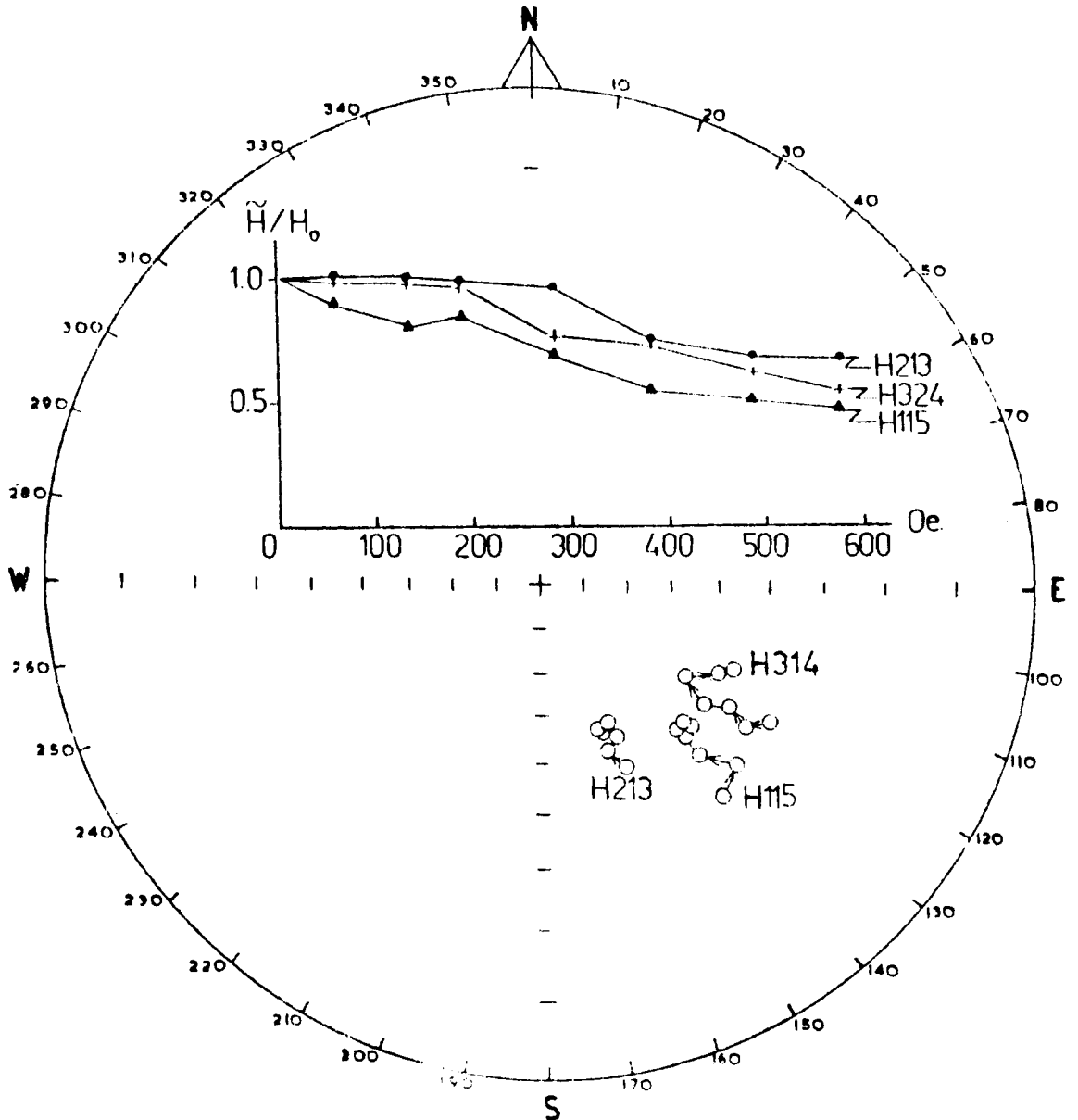
Fig. 2. The distribution of the natural remanent magnetization of the samples.

mağnetik alanla şiddet değişimlerinin grafiği verilmiştir. Aynı örneklerin en uygun temizleme adımını seçmeye olanak veren x, y ve z bileşen değerlerinin ortogonal projeksiyon üzerindeki davranışları da Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 3 ve 4 birarada incelendiğinde pilot örneklerinin 192-287 Oe'lik alternatif mağnetik alanlarda istenmeyen ikincil kalıntı mıknatıslanmalarından kurtulduğu söylenebilir.

Yapılan temizleme işlemleri sonucunda H5 dışında kalan tüm örneklerin duraylı bir kalıntı mıknatıslanmaya sahip olduğu görülmüştür. H5 örneklerinin duraysız olması nedeniyle bu örnekler çalışma dışı bırakılmış ve geriye kalan tüm örneklerin kalıntı mıknatıslanma dağılımları Şekil 5'de verilmiştir.

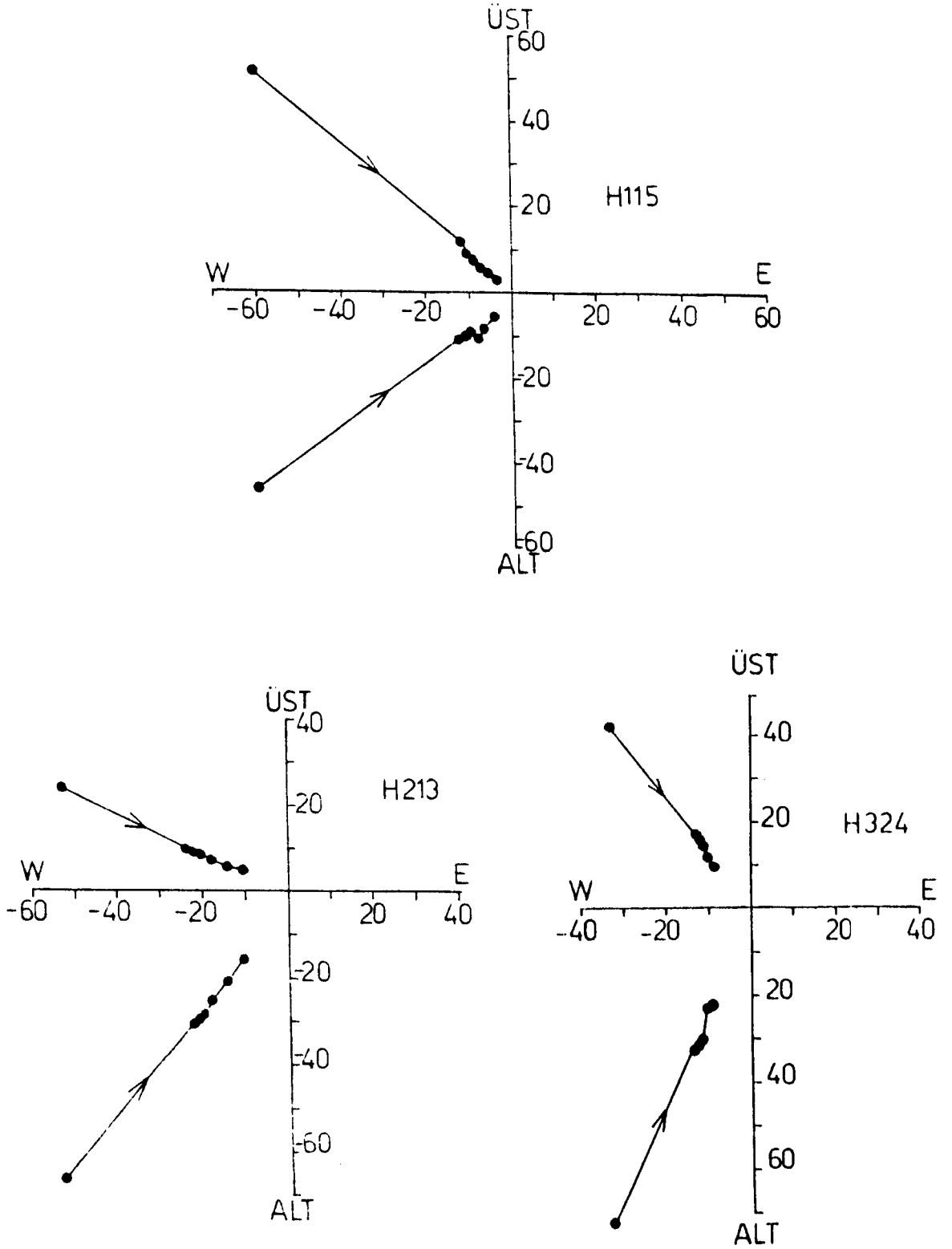
Doğal kalıntı mıknatıslanma dağılımı veren şekille (Şekil 2), Şekil 5 birarada incelendiğinde, istenmeyen mıknatıslanmaların kaldırılması ile kalıntı mıknatıslanma doğrultularının daha iyi gruplandığı görülmektedir. Tüm örneklerin gerçek kalıntı mıknatıslanma doğrultularının bulunabilmesi için uygulanması gereken tektonik düzeltme, söz konusu örneklerin alınmış olduğu formasyonun yatay olması nedeniyle yapılmamıştır.

Çizelge 1'de ele alınan örneklerin normal ve ters kalıntı mıknatıslanmalarına göre gruplandırılarak doğal kalıntı mıknatıslanma ile, temizleme sonrası elde edilen kalıntı mıknatıslanmaların sapma ve eğim açıları, grupların kutup pozisyonu değerleri ve bunlara ait istatistik parametreleri verilmiştir.



Şekil 3. Bazı pilot örneklerinin alternatif mağnetik alan temizleme doğrultuları ve şiddetlerinin değişimi.

Fig. 3. The changing of the directions and intensities of the alternative magnetic cleaning of some pilot samples.



Şekil 4. Şekil 3'de verilen pilot örneklerinin x, y ve z kalıntı mıknatıslanma bileşenlerinin ortogonal eksenler üzerindeki değişimi.

Fig. 4. The changing on the orthogonal axes of the x, y and z components of the pilot samples which are given in Figure 3.

Çizelge 1. Temizleme Öncesi ve Sonrası Örneklerin Kalıntı Miknatıslanma Doğrultuları, İstatiksel Parametreleri ve Kutup Pozisyonları

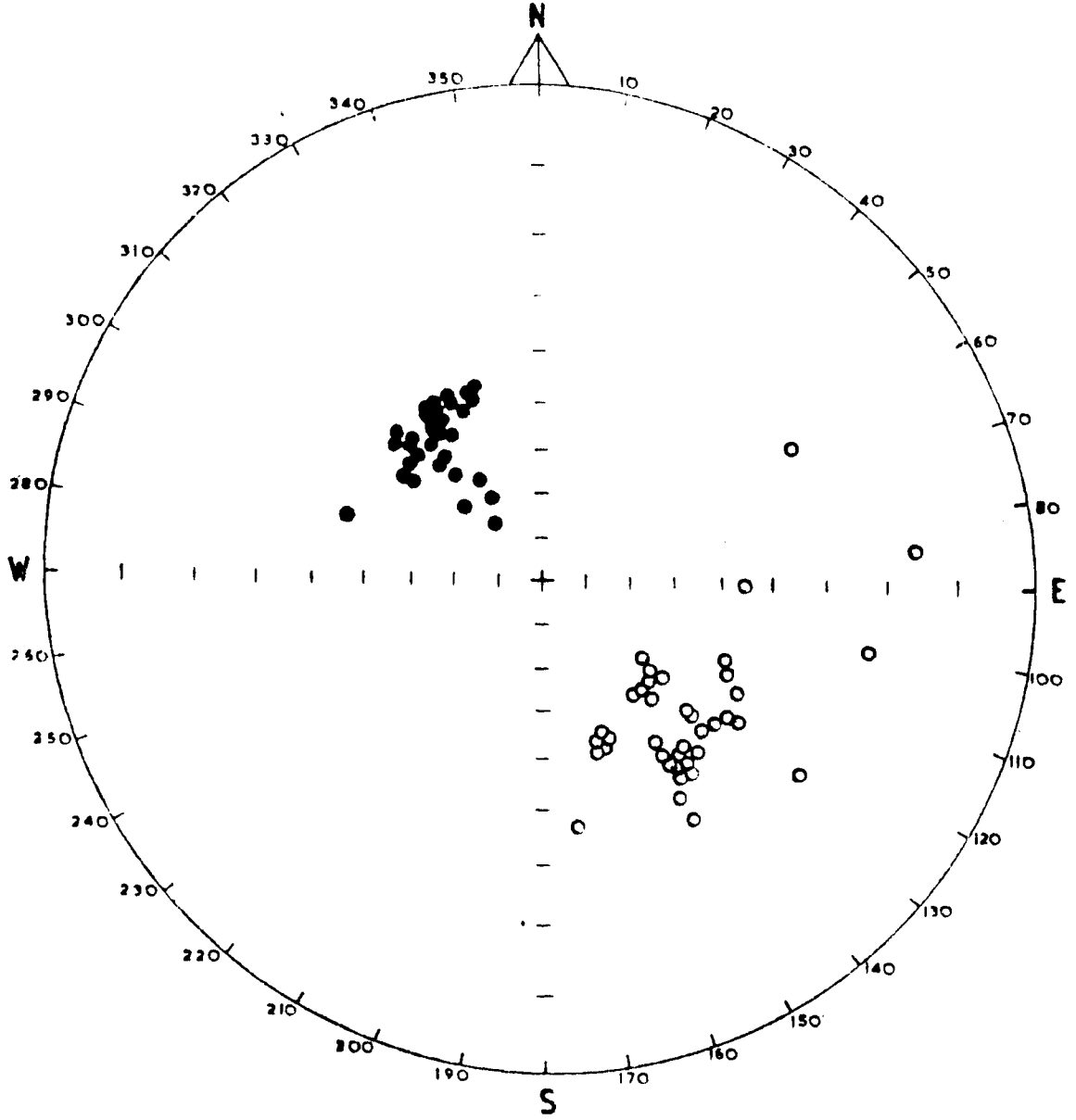
Table 1. Directions of the Remanent Magnetization, Statistical Parameters Before and After A.C. Magnetic Cleaning and Pole Positions of Samples

## TERS MIKNATISLANMALAR

| ÖRNEK KOD NO.  | DOĞAL KALINTI MIKNATISLANMA |   |    |        |        |         | A.C. TEMİZLEME SONRASI |        |        |        |             |                    | KUTUP POZİSYONLARI   |        |      |  |
|----------------|-----------------------------|---|----|--------|--------|---------|------------------------|--------|--------|--------|-------------|--------------------|----------------------|--------|------|--|
|                | YAŞ                         | S | N  | D      | I      | k       | $\alpha 95$            | D      | I      | k      | $\alpha 95$ | Paleolat.          | Paleolang            | k      | 95   |  |
| H <sub>1</sub> | ÜST KRETASE                 | 4 | 10 | 143.45 | -23.17 | 209.19  | 3.06                   | 141.01 | -40.64 | 381.26 | 2.26        | 53.50 S<br>53.50 N | 114.24W<br>(294.24E) | 345.82 | 2.38 |  |
| H <sub>2</sub> |                             | 4 | 12 | 154.22 | -42.92 | 74.61   | 6.12                   | 153.72 | -49.99 | 90.55  | 5.56        | 67.46 S<br>67.46 N | 115.06W<br>(295.06E) | 60.30  | 6.81 |  |
| H <sub>3</sub> |                             | 4 | 14 | 133.14 | -50.56 | 137.87  | 3.97                   | 135.06 | -57.34 | 965.40 | 1.50        | 55.25 S<br>55.25 N | 141.10W<br>(321.10E) | 513.27 | 2.06 |  |
| H <sub>4</sub> |                             | 4 | 10 | 121.93 | -19.60 | 74.69   | 6.61                   | 123.47 | -42.69 | 184.53 | 3.89        | 40.77 S<br>40.77 N | 128.90W<br>(308.9E)  | 143.62 | 4.41 |  |
| H <sub>6</sub> |                             | 4 | 14 | 235.00 | -37.11 | 1651.83 | 1.54                   | 141.36 | -33.07 | 44.36  | 10.50       | 50.99 S<br>50.99 N | 107.08W<br>(287.08E) | 52.44  | 9.66 |  |
| Ortalama       |                             | 5 | -  | 152.17 | -41.44 | 5.05    | 27.85                  | 138.91 | -45.15 | 45.53  | 9.27        | 54.21 S<br>54.21 N | 121.85W<br>(301.85E) | 42.24  | 9.63 |  |

## NORMAL MIKNATISLANMALAR

| ÖRNEK KOD NO.   | DOĞAL KALINTI MIKNATISLANMA |   |    |        |       |        | A.C. TEMİZLEME SONRASI |        |       |        |      |           | KUTUP POZİSYONLARI |        |       |  |
|-----------------|-----------------------------|---|----|--------|-------|--------|------------------------|--------|-------|--------|------|-----------|--------------------|--------|-------|--|
|                 | YAŞ                         | S | N  | D      | I     | k      | $\alpha 95$            | D      | I     | k      | 95   | Paleolat. | Paleolang          | k      | 95    |  |
| H <sub>7</sub>  | ÜST KRETASE                 | 4 | 15 | 381.84 | 53.24 | 192.90 | 2.90                   | 315.14 | 51.08 | 343.13 | 2.27 | 53.25 N   | 229.10E            | 241.69 | 2.71  |  |
| H <sub>8</sub>  |                             | 4 | 10 | 333.75 | 50.57 | 701.56 | 1.76                   | 327.60 | 48.31 | 611.23 | 2.00 | 61.85 N   | 242.12E            | 591.17 | 2.03  |  |
| H <sub>9</sub>  |                             | 4 | 12 | 332.87 | 66.20 | 796.41 | 1.87                   | 314.38 | 63.29 | 39.54  | 9.08 | 57.24 N   | 205.44E            | 24.35  | 11.58 |  |
| H <sub>10</sub> |                             | 4 | 11 | 344.27 | 51.45 | 113.65 | 4.64                   | 339.82 | 46.77 | 556.21 | 2.65 | 70.19 N   | 259.57E            | 391.08 | 3.17  |  |
| Ortalama        |                             | 4 | -  | 332.70 | 55.71 | 72.37  | 8.22                   | 235.50 | 52.81 | 59.75  | 9.05 | 61.93 N   | 230.98E            | 40.63  | 10.98 |  |



Şekil 5. İkincil mıknatıslanmalarından arındırılmış örneklerin kalıntı mıknatıslanma dağılımları.

Fig. 5. The distribution of the remanent magnetizations of the samples after alternative magnetic cleaning.

## SONUÇLAR

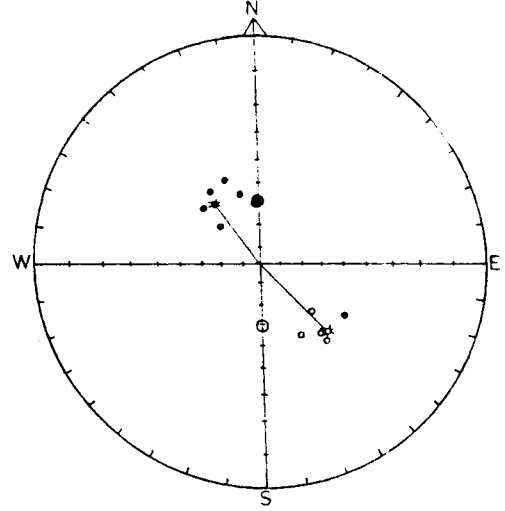
Çizelge 1'de verilen normal ve ters mıknatıslanmaya sahip her bir örnek grubuna ait ortalama mıknatıslanma doğrultuları yanı sıra bu grupların da ortalama değerleri alınarak bulunan normal ve ters mıknatıslanmaların doğrultuları Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde, ortalama normal mıknatıslanma doğrultusunun günümüzdeki dipol doğrultusuna göre saatin tersi yönünde  $36^\circ$  kadar dönmüş olmasının yanında, ters mıknatıslanmaya sahip örneklerin ortalamasının da buna yakın ( $42^\circ$ ) bir değerde döndüğü açıkça görülmektedir. Normal

ve ters mıknatıslanma doğrultuları arasındaki  $6^\circ$ 'lik fark temel olarak bu mıknatıslanmalara sahip olan kayaçların aynı jeolojik zaman içinde, fakat farklı dönemlerdeki volkanik aktivite sonunda oluşmuş olmasına bağlanabilir. Sözü edilen bu iki grubun ortalama doğrultularından elde edilen kutup pozisyonlarından Üst Kretase için saptanan ortalama kutup pozisyonu ( $271^\circ E; 63^\circ N$ ) daha önce yapılmış çalışmalardan elde edilenlerle (Van der Voo 1968, Orbay 1979, Orbay ve Bayburdi 1979, Orbay ve diğ. 1983) birlikte incelendiğinde (Şekil 7) çok iyi bir uyumun olduğu görülmektedir. Şekil 7'den açıkça görüldüğü gibi, Türkiye verileri, Avrupa verilerinden (içi

boş daireler) çok Afrika (içi artı olan daireler) ve doğu Akdeniz verilerine (içi boş üçgen Lübnan'a ve içi dolu üçgen İsrail'e ait) uygun düşmektedir.

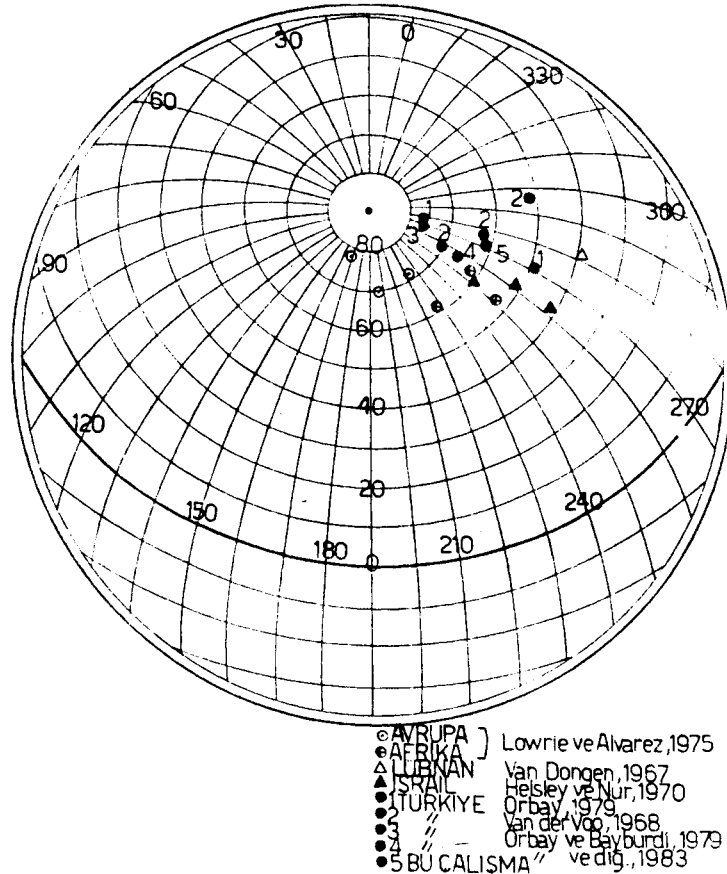
Şekil 8'de Afrika ve Avrupa ortalama Kretase kutup pozisyonlarından yararlanarak çizilmiş olan paleo-izoklinler görülmektedir. Aynı şekil üzerine Türkiye'den elde edilen daha önceki Üst Kretase mıknatıslanma doğrultuları ile birlikte bu çalışmadan elde edilen normal ve ters mıknatıslanma doğrultuları da işaretlenmiştir. Sözü edilen bu mıknatıslanma doğrultularının Afrika paleo-izoklinlerine dik bulunması yanında eğim açıları değerlerinin de paleo-izoklin değerleriyle uyumlu olduğunu söylemek olanaklıdır. Bu söylenenlerin ışığı altında elde edilen sonucun Afrika verileri ile daha uyumlu olduğu açıkça görülmektedir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, Türkiye'den elde edilen mıknatıslanma doğrultularının Avrupa paleo-izoklinlerine uygun gelebilmesi için bu doğrultuların saat yönünde döndürülmesi gerekir ki, bu da Türkiye'nin Avrupa'ya göre saatin tersi yönünde yaklaşık 45-50°'lik dönmesinin varolduğunu ortaya koyar.



Şekil 6. Normal ve ters mıknatıslanmaya sahip örneklerin grup ortalamaları ile grupların ortalamalarının günümüz dipol doğrultusundan olan farklılığı.

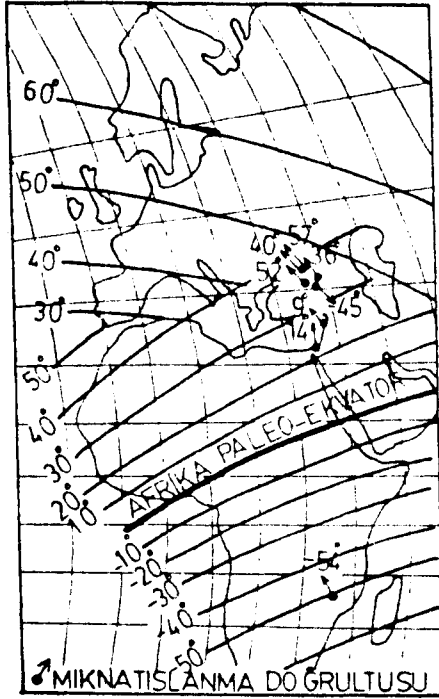
Fig. 6. The means of the normal and reverse remanent magnetizations and their difference from present dipole direction.



Şekil 7. Türkiye, Lübnan, İsrail, Avrupa ve Afrika'ya ait Kretase kutup pozisyonlarının birbirlerine göre olan konumları (Açıklama için metne bakınız).

Fig. 7. The situations of the Cretaceous pole positions from Turkey, Lebanon, Israel, Europe and Africa (see text).





Şekil 8. Avrupa ve Afrika ortalama Kretase kutup pozisyonlarından elde edilmiş olan paleo-izoklin eğrileri ve Türkiye'den elde edilmiş olan kalıntı mıknatıslanma doğrultularının bu eğrilere göre konumları.

Fig. 8. The paleo-isoclines obtained from Africa and Europe Cretaceous pole positions and the situations of the remanent magnetization directions obtained from Turkey.

### KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmanın gerçekleşmesinde büyük katkıları olan M.T.A. Enstitüsü, Jeofizik Etüd Dairesi, Mağnetik servis elemanlarına, jeolojik haritanın hazırlanması ve örneklerin ince kesitlerinin incelenmesindeki katkılarından dolayı Yard. Doç. Dr. Semih Ulakoğlu'na teşekkür ederler.

### YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Helsley, C.E. and Nur, A. 1970, The paleomagnetism of Cretaceous rocks from Israel, Earth Planet, Sci. Lett. 8, 403-410.
- İzdar, E. 1963, Doğu Hekimhan-Hasançelebi (Doğu Anadolu) Bölgesinin Yapısı, Mağnetizma ve Cevher Yatakları, M.T.A. yayını.
- Kovenko, V. 1940, Hasançelebi mıntıkası demir yatakları, M.T.A. yayını 5, 1/8, 75-83.
- Lowric, W. and Alvarez, W. 1975, Paleomagnetic evidence for rotation of the Italian Peninsula, J. Geophys. Res. 80, 11.
- Orbay, N. 1979, Paleomagnetic study of the North Anatolian Fault Zone, Rev. de la Fac. des Sci. de l'Univ. d'Istanbul (Serie C) 44, 23-29.
- Orbay, N. and Bayburdi, A. 1979, Paleomagnetism of dykes and tuffs from the Mesudiye region and rotation of Turkey, Geophysical J.R. Astr. Soc. 59, 437-444.
- Orbay, N., Özdoğan, İ., Baydemir, N., Işıkara, A.M. 1983, Sinop bölgesi Kretase volkaniklerinin paleomağnetizması, T.B.T.A.K. VII. Bilim Kongresi Yayını, 147-156.
- Sanver, M. and Ponat, E. 1980, Paleomagnetism of the Magmatic Rocks in Kırşehir and Surrounding Area, Publication of Kandilli Observatory.
- Stchepinsky, V. 1944, Malatya bölgesinin jeolojisi ve mineral varlıkları, M.T.A. Yayını 31, 79-93.
- Van der Voo, R. 1968, Jurassic, Cretaceous and Eocene pole position from North eastern Turkey, Tectonophysics 6 (3), 251-269.
- Van Dongen, P.G. 1967, The rotation of Spain: Paleomagnetic evidence from the eastern Pyrenes, Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleocal. 3 (4), 417-432.