

ARZMAGNETİZMASI, ARZDİNAMİĞİ ve BİR ÖRNEK*

GEOMAGNETISM, GEODYNAMICS and AN EXAMPLE

Y. İSPİR **, A. M. IŞIKARA **, H. ÖZDEN ***

Ö Z :

Bu çalışmada, 1965.0 ve 1970.0 epoklarına ait, Türkiye mağnetik haritaları, yer'e bağlı olmiyan ve «görünür mağnetik sabit» olarak adlandırılan haritalara dönüştürülmüş ve bu 5 yıllık süre için bir tür seküler mağnetik harita elde edilmiştir. Söz konusu bu harita, Türkiye'nin genel tektoniği, deprem mekanizma çözümlerinden hesaplanan stress doğrultuları ve depremlerden dolayı açığa çıkan enerji ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

ABSTRACT :

Secular variation of the geomagnetic field and the variation in the local magnetic constant (G) between the epochs 1965.0 and 1970.0 for whole Turkey are considered. G isolines are found to be almost perpendicular to the stress directions obtained by earthquake mechanism studies for this region. There is also a good correlation between the values of G and the released energy density which is calculated for only the west part of Turkey, and the depth of felt earthquakes.

GİRİŞ

Jeolojik devirlerden günümüze dek, dolaylı ya da dolaysız yoldan, ölçülen arzmağnetik alanı, sürekliliğinin yanısıra, birkaç saniye ile birkaç milyon yıllık periyodlara sahip değişmeler de gösterir. Kaynağının büyük bir kısmı arz içindeki dinamik olaylarla ilgili olan bu değişmeler, giderek tektonik olayların nedenlerine daha çok ışık tutabilmekte ve tektonik olayların geçmişe uzanan zaman çizgisi üzerindeki yerini daha belirli kılmaktadır. Kıtaların kayma kuramını destekleyen ve veriler arttıkça arzın paleocoğrafyasını daha belirli duruma getirmekte olan paleomağnetizmanın yanısıra, okyanus tabanlarının yayını ve diğer tektonik olaylarla, zamanımızda yapılan mağnetik ölçüler arasındaki bağ, arzmağnetizmasına dolayısıyla yerbilimlerine yeni boyutlar kazandırmıştır. Arzın dinamik olarak incelenmesinin ana amaçlarından birinin yeraltı zenginliklerinin saptanması oluşu, arzmağnetizmasına yerbilimleri içinde önemli bir yer vermiştir.

Bilindiği gibi, birçok ülkede, 2-5 yıl aralıklarla, düzenli olarak mağnetik ölçülerin yinelenmesi ağılar vardır. Amacı, ülke mağnetik alan haritalarının çizimi olan bu tür ölçüler, giderek daha küçük zaman aralıkları ile ve daha sık bir ağıda yinelenmeye başla-

* Bu çalışma, J. Geomagn. Geoelectr. (1975)'de yayınlanacaktır. Ayrıca, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliğinin XVI. Genel Toplantısında (Grenoble) tebliğ olarak okunmuştur.

** İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Kürsüsü Fen Fakültesi - İSTANBUL

*** Harita Genel Müdürlüğü, Cebeci - ANKARA

mıştır. Söz konusu bu izoporik haritaların, kabuk ve üst mantodaki, tektonik, jeotermik ve jeokimyasal olayları başka bir açıdan incelememizi olanaklı kıldığını bilmekteyiz (Örneğin Orlov, 1965). Bu nedenle, özellikle son yıllarda, tektonik, sismik aktivite vb. olaylarla, seküler değişimler arasındaki ilgi ve bu konudaki çalışmalar artmıştır. Örneğin, Kuznetsova ve Mel'nichuk (1972), 1958-1968 süresi için, Karpat-Balkan bölgesindeki seküler değişimleri inceledikleri zaman, arзмаğnetik alanının düşey bileşenindeki maksimum seküler değişimin en yüksek sismik aktivite gösteren bölgede olduğunu; yatay bileşenin seküler değişiminin ise en kuvvetli tektonik hareketlerin olduğu bölgede gözlemlendiğini görmüşlerdir.

Diğer yandan bilinir ki, arзмаğnetik alan vektörü jeomağnetik enleme bağlı olarak değişir. Bu durum, arz üzerinde, farklı noktalarda yapılan mağnetik gözlemlerin karşılaştırılmasını güçleştirir. Bundan dolayı, ölçülen alan vektörleri, basit bir dipol vektöre dönüştürülebilir. Arzın merkezinde olduğu varsayılan bu vektör, farklı bölgelerde yapılan mağnetik gözlemleri genellikle karşılaştırma olanağını sağlar. G ile gösterilecek bu dipol vektörünün büyüklüğü ve doğrultusu aşağıda sıralanan bağıntılarla verilir :

$$G = (H^2 + Z^2/4)^{1/2} = (g_{10}^2 + g_{11}^2 + h_{11}^2)^{1/2}$$

$$\sin \varnothing = \sin \varnothing_0 \cdot \cos p + \cos \varnothing_0 \cdot \sin p \cdot \cos D$$

$$\cot (\lambda - \lambda_0) = (\cot p \cdot \cos \varnothing_0 - \sin \varnothing_0 \cdot \cos D) / \sin D$$

Burada,

$$\cot p = \frac{1}{2} \cdot \tan I$$

g_{10} , g_{11} ve h_{11} : Gauss katsayıları; \varnothing ve λ : Kuzey mağnetik kutbun enlem ve boylamı; \varnothing_0 ve λ_0 : Gözlem yapılan yerin enlem ve boylamı; D ve I : Gözlenen alan vektörünün sapma ve meyil açılarıdır. Yukarıdaki açıklama da, bu dipol vektörünün (G) «görünür veya yerel mağnetik sabit» olarak adlandırılmış olduğunu haklı gösterir (Bauer, 1914).

Arзмаğnetik alanı, arzın merkezindeki bir dipolca doğurulmuş; başka bir deyişle, dipol alanı olmuş olsaydı, arz üzerinde, farklı bölgelerde ölçülen alan vektörlerinden hesaplanan dipollerin aynı büyüklük ve doğrultuya sahip olması gerekirdi. Böylece, dipol vektörlerindeki diverjans, dipol alandan olan yerel ve bölgesel sapmaları verecektir. Başka bir deyişle, bir bölgenin G haritasındaki anomaliler, jeomağnetik alanın dipol olmayan bileşenince doğurulmuştur. G ve bunun yıllık değişim (G) haritaları, farklı epoklar için hesaplanmıştır (Gaibar Puertas, 1953; As, 1967 ve 1975). Sonuçlardan biri, G ile G değerleri arasında bir korelasyonun bulunmasıdır (As, 1967). Farklı epoklar için saptanan diverjans yüzeyinin giderek artmasından dolayı arзмаğnetik alanının 2.000 yıl sonra ters dönebileceği de tahmin edilmiştir (As, 1967). Ayrıca, yine arзмаğnetik alanının, G vektörü yardımıyla, yapılan analizi sonucu saptanan mağnetik kuşaklarla arzın tektoniği arasında bir korelasyon bulunmuş; bu kuşakların arzın mantosuna göre sabit olduğu fakat kaynaklarının çekirdek içinde bulunduğu öne sürülmüştür. Varılan sonuç, büyük tektonik yapıları oluşturan manto içindeki olayların veya değişimlerin yalnız arz kabuğuna yakın kısmında değil, aynı zamanda çekirdeğe yakın kısmında da olabileceğidir (As, 1975).

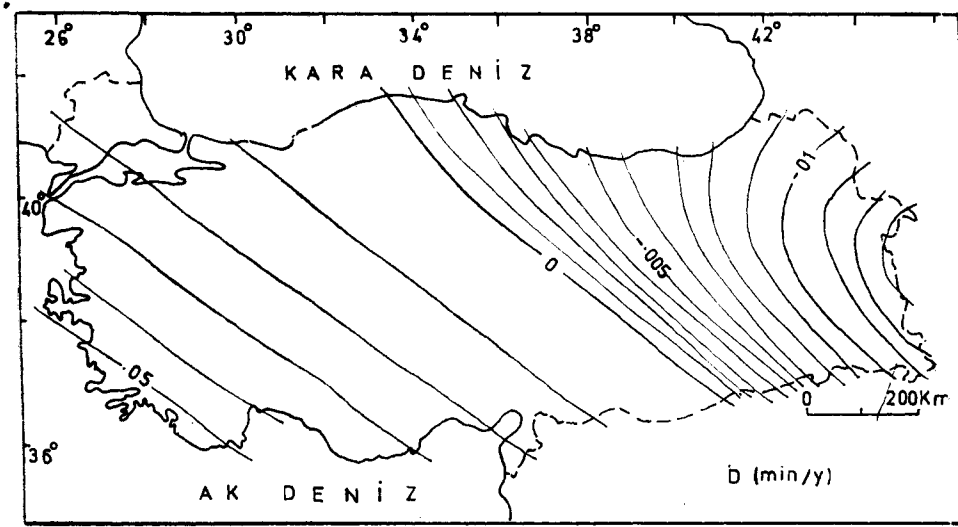
Sunulan bu çalışmanın ana amacı, Türkiye için hazırlanmış sapma λ açısı, yatay ve düşey mağnetik haritalarında ve bunlardan hesaplanan G haritalarındaki yıllık değişimler, ülkenin sismisitesi ve tektoniğinin karşılaştırılmasıdır.

VERİLER

Bilindiği gibi, Türkiye'de, arzmağnetik alanının üç bileşeni, düzenli olarak, ülke yüzeyine dağıtılmış istasyonların oluşturduğu ağ yardımıyla, her beş yılda bir ölçülmektedir. Doğal olarak ölçü noktaları, yerel mağnetik anomalilerden uzakta seçilmişlerdir. Zamana bağlı değişimler, İstanbul - Kandilli Mağnetik Gözlemevinin sürekli kayıtlarından yararlanarak yok edilmiş; daha doğru bir deyişle, arazide ölçülen tüm mağnetik veriler belli bir güne indirgenmiştir. Böylece, 1965.0 ve 1970.0 epokları için ülke mağnetik haritaları, Harita Genel Müdürlüğünce hazırlanmıştır. Jeomağnetik element haritalarının herbirine en küçük kareler yöntemi uygulanarak, normal ve yerel alan haritaları hesaplanmıştır.

SEKÜLER DEĞİŞİMİN GENEL ÖZELLİKLERİ

1965.0 ve 1970.0 epokları için çizilmiş, normal haritalardan hesaplanan sapma açısının yıllık değişim (D) haritası incelendiğinde, D'deki değişimin, genel olarak, yurdun batısına doğru arttığı ve SW Türkiye'de 3 dak/y'dan büyük olduğu görülür (Şekil 1). Bir diğer ilginç özellik ise, değişimin sıfır olduğu hattın NW'dan SE'ya doğru uzandığı ve Türkiye'yi farklı özellikte iki bölgeye ayırdığıdır.

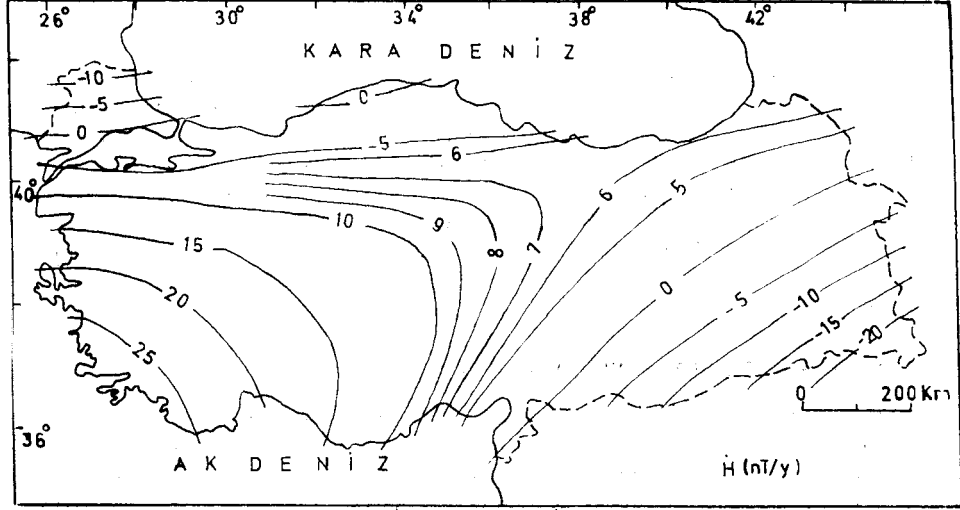


ŞEKİL 1

Şekil : 1 — 1965 - 1970 zaman aralığı için D'deki seküler değişim.

Figure : 1 — Secular variation in D for the period 1965 - 1970

Yatay bileşendeki yıllık değişimi (H) gösteren haritada ise, başlıca üç farklı bölge görülmektedir: NW ve SE kısımlardaki konturların, bu iki bölge arasında uzanan geniş bölgeye göre, daha yoğun olduğu açıktır (Şekil 2). H değerlerinin değişim aralığı -26 (SE) ve 29 nT/y (SW) değerleri ile sınırlandırılmıştır.

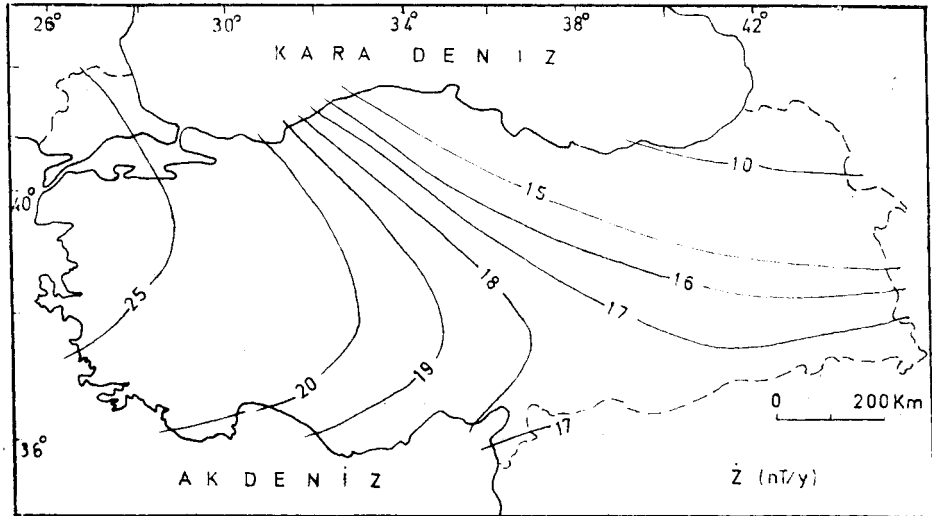


ŞEKİL_2

Şekil : 2 — 1965 - 1970 zaman aralığı için H'deki seküler değişim.

Figure : 2 — Secular variation in H for the period 1965 - 1970

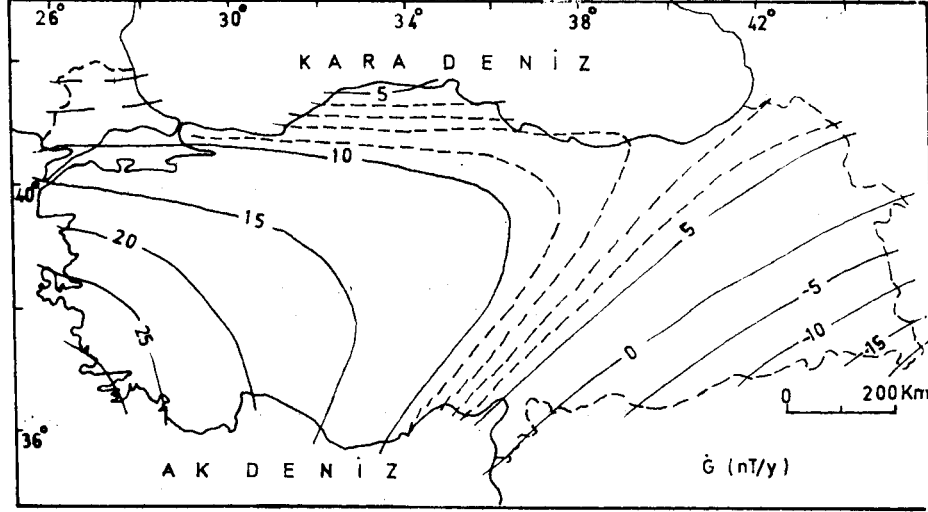
Düşey bileşendeki yıllık değişim (Z) haritasında konturların batı Türkiye'de, NW'dan SE'ya doğru basılmış olduğu görülür (Şekil 3). Aynı özellik, H haritasında, SW Anadolu'da, fakat SW'dan NE'ya doğru basılmış olarak belirlenmiştir. Z değerleri, 8 (NE) ile 29



ŞEKİL_3

Şekil : 3 — 1965 - 1970 zaman aralığı için Z'deki seküler değişim.

Figure : 3 — Secular variation in Z for the period 1965 - 1970



ŞEKİL 4

Şekil : 4 — 1965 - 1970 zaman aralığı için G'deki seküler değişim.

Figure : 4 — Secular variation in G for the period 1965 - 1970

nT/y (W) arasında değişmekte ve Batı Anadolu'da hem konturlar sıklaşmakta hem de batıya gidildikçe şiddet artmaktadır.

Daha önce verilen bağıntı yardımıyla, G değerleri 1965.0 ve 1970.0 epokları için hesaplanmıştır. G'nin mutlak değeri 31.500 - 33.500 nT arasında bulunmuştur ki bu değerler, daha önce As (1967) tarafından hazırlanan G-dünya haritasındaki değerlere hoyli yakındır. İkinci adımda, iki ardışık epok için hesaplanan G değerleri arasındaki farktan, G'nin yıllık değişim haritası hesaplanmıştır. Şekil 4'de görüldüğü gibi, G'nün değeri, -20 (SE) ile 30 nT/y (SW) arasında değişmektedir. İlk bakışta, ayrıntılara inilmeden karşılaştırılırsa, G ile H haritaları arasında bir benzerlik görülür. Buna neden, daha önce verilen bağıntıdan da görüldüğü gibi, H değerlerinin G'ye olan büyük katkısıdır.

Bir küre üzerine dağılmış bir grup doğrultu hakkında, daha kesin bir sonucun, Fisher'in istatistik yöntemi ile sağlanacağı açıktır. Bu yöntem kullanılırsa, α_{95} ile gösterilen ve güvenlik çemberinin yarıçapı olarak adlandırılan büyüklük, As (1967)'de söz konusu edilen diverjans yüzeyinin bir ölçümü olabilir. Aynı istatistik yöntem kullanılarak, her epok için ortalama kutupların koordinatları (\varnothing_m ve λ_m) hesaplanabilir ve böylece kutbun kayma miktarı da saptanabilir. Çizelge 1'de verilen bu küresel istatistik sonuçlar, her epok için eşit sayıdaki (168) verilerden elde edilmiştir. Çizelge incelendiği zaman görülür ki, güvenlik çemberinin 0,1 derece olması ve k duyarlık parametresinin 10.000'nin üstünde bulunması, bu istatistik sonuçların hayli güvenilir olduğunu gösterir. Kutupların koordinatlarından hesaplanan kayma miktarının kuzeye ve batıya doğru olan bileşenleri, sırası ile, 0,002 ve 0,320°/y olarak hesaplanabilir.

SONUÇLAR

Buraya kadar saptanan sonuçlar, Türkiye'de gözlenen bölgesel arзмаğnetik alanının zaman içindeki davranışlarının arz için saptanan genel davranışlardan farklı olduğunu gösterir. Örneğin, eğer Çizelge 1'de verilen α_{95} değerlerini, diverjans yüzeyinin bir ölçüsü olarak kullanırsak, tüm arz için bulunan aksine, Türkiye için bu büyüklüğün zamanla azaldığı görülür. Ayrıca, yine As (1967)'de ulaşılan sonuçlardan biri olan G ile \dot{G} arasındaki korelasyonun Türkiye için söz konusu olmadığı sonucuna varılır.

Diğer yandan bilinir ki, ülke mağnetik haritaları için seçilen ölçü noktaları, yerel mağnetik anomalilerden uzakta seçilirler. Ayrıca daha sonra hesaplanan normal mağnetik haritalar, doğal olarak, filtre edilmişlerdir.

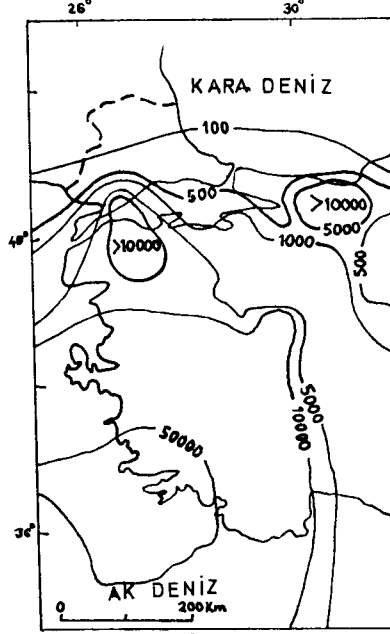
Çizelge : 1 — 1965 .0 ve 1970.0 epokları için G vektörlerinin doğrultularının İstatistiği.

| Epok | $\varnothing_m(^{\circ})$ | $\lambda_m(^{\circ})$ | k | $\alpha_{95}(^{\circ})$ |
|--------|---------------------------|-----------------------|--------|-------------------------|
| 1965.0 | 86,36N | 6,81W | 11.630 | 9,89.10 ⁻² |
| 1970.0 | 86,37N | 8,42W | 14.325 | 9,06.10 ⁻² |

Böylece, kabuktaki yerel ve sığ kayaçların etkilerini bu tür haritalarda görmek olanaksızdır. Aynı özelliğe, normal mağnetik haritalardan hesaplanan G ve \dot{G} haritaları da sahiptirler.

Bilindiği gibi, Türkiye'de başlıca iki aktif ve sürekli zon vardır: Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Zonları. Sonuncusu, İskenderun çivarından başlayarak NE yönünde devam eder ve Kuzey Anadolu Fay Zonu ile birleşir. \dot{G} haritasına bakıldığında zaman, konturların genel olarak bu iki fay zonunu izledikleri görülür. Aynı özelliği, biraz farklı olarak, H haritasında da görmek olanaklıdır. Söz konusu fark, H konturlarının \dot{G} konturlarına göre, SW yönünde yerdeğiştirmiş olmasıdır.

Yine \dot{G} haritası incelendiğinde, $\dot{G} \leq 0$ olduğu bölgelerin asismik olduğu, deprem dağılım haritalarından görülür. Deprem mekanizması çalışmalarından saptanan stress doğrultularına, \dot{G} konturlarının genellikle dik oluşu, elde edilen sonuçlardan bir diğeridir (Ritsema, 1969, Fig. 10). Türkiye'nin batı kesimi için hesaplanan, depremlerden açığa çıkan enerjinin yoğunluğunu gösteren harita (Şek. 5) ile G değerleri arasında, özellikle bölgenin SW kısmı için, iyi bir korelasyon vardır (UNDP/UNESCO Survey of the Seismicity of the Balkan Region, Eds. G.P. Gorshov, V. Karnik and B. Sikosek, 1974). G değerlerinin, sığ olmayan depremlerin yer aldığı bölgeye, yani SW'ya doğru arttığı görülür. Doğu Akdeniz ve dolaylarında meydana gelen depremlerin dağılımı birkaç yayında yer almıştır (Örneğin, Papazachos, 1973). McKenzie (1970) tarafından, sismik verilerden hareketle çizilen Türk levhasının kuzey ve güney-batı sınırları, \dot{G} haritasında da görülebilmektedir. Fakat Ege levhası ile Türk levhası arasındaki sınırı görmek olanaksızdır. Gerçekten, bazı yer bilimciler (Örneğin, Jacobshagen, 1973), veri azlığından dolayı, hiç değilse şimdilik, McKenzie'nin önerdiği ve Batı Türkiye'yi ayıran Ege levhasının var olduğunu gösteren bir neden bulamamaktadırlar.



ŞEKİL 5

Şekil : 5 — 1900 - 1970 zaman kesiti için açığa çıkmış enerji yoğunluğu haritası.
(Değerler, 10^5 erg/kms² ile çarpılarak elde edilmiştir.)

Figure : 5 — Released energy density map for the period 1900 - 1970
(Values are obtained by multiplication of 10^5 ergs/kms²).

TEŞEKKÜR

Yazarlar, kıymetli önerilerinden dolayı, Prof. Dr. İ. Özdoğan'a ve ülke magnetik haritalarının bu çalışmada kullanılmasına izin veren Harita Genel Müdürlüğü yetkililerine teşekkür ederler.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- As, J.A., 1967. Past, present and future changes in the earth's magnetic field, In : Magnetism and the Cosmos Eds. W.R. Hindmarsh, F.J. Lowes, P.H. Roberts and S.K. Runcorn, Oliver and Boyd Ltd., Edinburgh, 29-44.
1975. World-wide belts in the earth's magnetic field, Progress in Geodynamics, Geodynamics Project, Sci. Report no. 13, 1-14.
- Bauer, L.A., 1914, The local magnetic constant and its variation, Terr. Magn. Atm. Electr., 19, 113-125.
- Gaibar Puertas, C., 1953. Observatorio del Ebro Memoria, no. 11.
- Jacobshagen, V., 1973. Some geodynamic aspects of the Alpine Chains of Greece, Bull. Geol. Soc. Greece, 10 (1), 90-93.

- Kuznetsova, V.G. and M.I. Mel'nichuk, 1972. Some characteristics of the secular geomagnetic field variations in the Carpatian-Balkan Region for the period 1958-1968. *Geomagn. and Aeron.*, **12**, 644-646.
- McKenzie, D.P., 1970. Tectonics of the Mediterranean Region, *Nature*, **226** (Apr. 18), 239-243.
- Orlov, V.P., 1965. The leading trends of the secular variation investigations, *J. Geomagn. Geoelectr.*, **17**, 277-285.
- Papazachos, B.C., 1973. Distribution of seismic foci in the Mediterranean and surrounding area and its tectonic implication, *Geophys. J.R. astr. Soc.*, **33**, 421-430.
- Ritsema, A.R. 1969, Seismo-tectonic implications of a review of European earthquake mechanism, *Geol. Rundschau (Stuttgart)*, **59**, 37-56.