

İSTANBUL'DA YEREL MAĞNETİK SABİT *

LOCAL MAGNETIC CONSTANT FOR ISTANBUL

Y. İSPİR ** A. M. IŞIKARA **

Ö Z :

İstanbul - Kandilli Gözlemevinde, 1949 yılından bu yana kaydedilen arzmağnetik alan değerlerinden hesaplanan yerel mağnetik sabitin (G) uzun süreli değişimleri, arzmağnetik alanına güneş leke sayısı ve mağnetik aktivite indisinin etkilerini saptamak amacı ile analiz edilmiştir. 1949-1972 periyodu için güneş leke sayısı ve aktivite indisi ile G'deki değişimler arasında bulunan yüksek korelasyona (0,92, 0,61) karşın, kısmi korelasyon uygulandığı zaman, aktivite indisi ile G'deki değişim arasındaki korelasyonun görünür olduğu ortaya konmuştur. Aynı işlemler, elde edilen sonuçları karşılaştırmak ve bu tür çalışmalarında alan bileşenleri yerine G vektörünün kullanılmasının gerektiğini göstermek amacıyla, arzmağnetik alanının diğer bileşenlerine de uygulanmıştır.

ABSTRACT :

The long-term variation of the apparent magnetic constant, G, for Istanbul is analysed to determine the effect of solar and magnetic activities on it. A high correlation is found between ΔG and the sunspot number for the period of 1949 - 1972. The same analysis is also carried out for the H, Z and F components of the Earth's magnetic field for comparison of the results obtained from two analyses.

GİRİŞ :

Arzmağnetik alan vektörü, farklı yer veya bölgelerdeki gözlemlerin karşılaştırılabilmesi amacıyla, arzın merkezine yerleştirildiği varsayılan bir dipol vektörüne (G) dönüştürülebilir. Bu vektörün büyüklük ve doğrultusu aşağıdaki denklemlerle verilir :

$$G = (g_{10}^2 + g_{11}^2 + h_{11}^2)^{1/2} = (H^2 + 22/4)^{1/2}$$

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

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

burada

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

* Bu çalışma, Geophysical Journal Royal astronomical Society'de, vol. 43 (1975)'de, yayınlanmak üzere hazırlanmıştır.

** İstanbul Üniversitesi Jeofizik Kürsüsü, Fen Fakültesi - İSTANBUL

H ve Z : Gözlenen alan vektörünün yatay ve düşey bileşenleri; g_{01} , g_{11} ve h_{11} : Gauss katsayıları; \varnothing ve λ : Mağnetik kutbun enlem ve boylamı; \varnothing_0 ve λ_0 : Gözlem yerinin enlem ve boylamı; D ve I : Gözlenen alan vektörünün sapma ve meyil açılarıdır. İlk kez Bauer (1914) tarafından tanımlanan G dipol vektörü, yerel veya görünür mağnetik sabit olarak adlandırılmıştır.

As (1967), bazı mağnetik gözlemlerinde, seküler değişimdeki dalgalanmaları hesaplamıştır. Bu ve diğer çalışmalarda (örneğin Vestine, 1953) varılan önemli sonuçlardan biri, seküler değişimdeki dalgalanmalarla, arzın dönmesindeki değişimler arasındaki korelasyondur. Yalnız söz konusu korelasyon, Avrupa ve K. Amerika gözlemleri için var olduğu halde, Asya ve K. Afrika için bulunamamıştır.

Bu çalışmada, İstanbul Kandilli Gözlemevinde, 1949'dan 1972 yılına dek kaydedilen alan bileşenlerinden hesaplanan G dipol vektöründeki değişimler üzerinde durulmuştur. Çalışmanın ana amacı, G, H, Z ve F deki seküler değişimleri gösteren eğrileri, güneş aktivitesinin etkisini saptamak için, analiz etmektir.

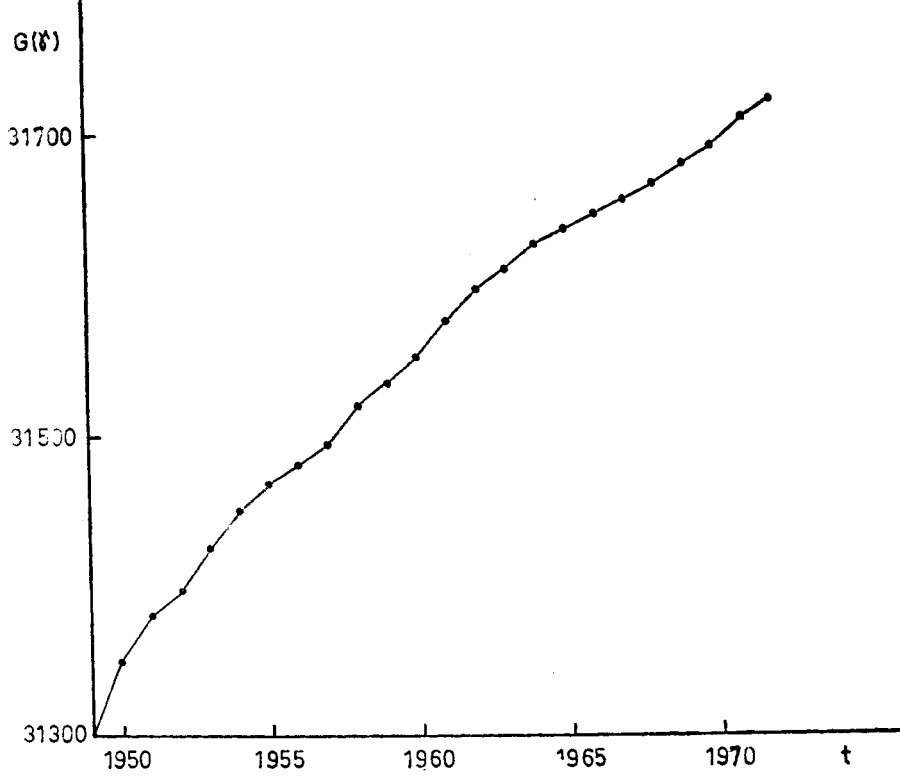
G'NİN SEKÜLER DEĞİŞİMİ :

İlk adımda, 1949 - 1972 süresinde, İstanbul - Kandilli Gözlemevinde (ISK) sürekli olarak kaydedilen H ve Z bileşenlerinin yıllık ortalama değerlerinden, yerel mağnetik sabit n mutlak değerleri hesaplanmıştır. Şekil 1. Bu süre içerisinde, G değerini zamanın fonksiyonu olarak göstermektedir. G'deki değişimin pozitif ve As (1967) tarafından, Avrupa ve Asya'daki mağnetik gözlemleri kayıtlarından, saptanmış G'deki değişimlere yakın ve ~ 8 nT/y dolayında olduğu görülmektedir.*

Şekil 1'deki eğrinin Fourier spektrumu ile analizi yapıldığı zaman, ikinci harmoniğin (yani 12 yıl) baskın (dominant) olduğu ve bu sürenin de güneş aktivite periyoduna yakın olduğu görülür. İkinci adımda, aynı süre için, G ile güneş aktivitesinin bir ölçüsü olan leke sayısı (R) arasında bir korelasyon olup olmadığı araştırılmıştır. Aynı hesaplama, G ile mağnetik aktivitenin bir ölçüsü olan K indisi arasında, fakat 1952 - 1972 süresi içerisinde, korelasyon katsayısının saptanması için yinelenmiştir. Bu sürenin daha kısa oluşuna neden, ISK tarafından 1949 dan 1952 yılına dek, K-indislerinin hesaplanmamış olmasıdır. G ile R ve G ile K arasındaki korelasyonun önemli olmadığı Çizelge 1'de görülmektedir. G ile R arasında benzer negatif korelasyonun Bauer (1914) tarafından ca saptandığı bilinir. R ile K arasındaki korelasyonun kuvvetli olduğu dikkati çekmektedir.

G'nin, iç ve dış bileşenlerinden oluştuğunu düşünmek doğaldır. ΔG olarak adlandırılan dış kısmın, polinomial regresyon analizi ile, Şekil 1'de gösterilen G (t)'den ayrılması yoluna gidilmiştir. Başka bir deyişle, aşağıda ayrıntıları verilen yöntemle, güneş aktivitesinin görünür mağnetik sabit üzerindeki etkisi saptanmaya çalışılmıştır.

* Giderek kullanılması daha yaygınlaşan Uluslararası birim sisteminde mağnetik alan birimi için Tesla (T) önerilmiştir. $1 \text{ nT} = 10^{-9} \text{ T}$ (n : nano veya 10^{-9}) dur.



ŞEKİL : 1

Çizelge 1. G ile K, G ile R, ve R ile K arasındaki basit korelasyon katsayıları (K.K.)

	K. K.
G, K	0,01
G, R	-0,26
R, K	0,60

İlk adımda, en küçük kareler yöntemi ile,

$$G_1(t) = 31.335,98 + 17,12 \cdot T, (T = t - 1948)$$

denkleminin katsayıları saptanmıştır. Burada t, 1949'dan 1972'ye kadar, yılı göstermektedir. Bu denklem yardımıyla, her yıl için, hesaplanan $G_1(t)$ değerleri, G(t) eğrisi ile Şekil 1'de verilen değerlerden çıkarılarak farkları hesaplanmıştır. ΔG_1 ile R ve K arasında hesaplanan ve yüksek olmiyan korelasyon katsayıları, Çizelge 2'de verilmiştir. Aynı yöntem, ikinci ve üçüncü dereceden polinomial regresyon denklemlerinin hesaplanması için de kullanılmış, regresyondan ileri gelen karelerin toplamı yardımıyla, F-testi uygulanmış ve böylece üçüncü dereceden polinomial regresyonun (yani $G_3(t)$), G(t)

eğrisi ile en iyi çakışan eğri olduğu görülmüştür. Hesaplanan ikinci ve üçüncü dereceden denklemler aşağıda verilmiştir :

$$G_2(t) = 31.297,66 + 25,95.T - 0,350.T^2 \quad (2)$$

$$G_3(t) = 31.287,82 + 30,23.T - 0,772.T^2 + 1,117.T^3 \quad (3)$$

(2) ve (3) denklemlerinden, her yıl için, hesaplanan $G_2(t)$ ve $G_3(t)$ değerleri ile $G(t)$ değerleri arasındaki farklarla (ΔG_2 ve ΔG_3), R ve K arasındaki korelasyon katsayıları da, Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge incelendiği zaman, korelasyon katsayılarının ΔG_1 'den ΔG_3 'e doğru büyüdüğü görülür. $G_3(t)$ 'nin en iyi çakışan eğri olduğu da gözönüne alınırsa, $G(t)$ 'nin içerdiği ve kaynağı arzın dışında olan bileşenin ΔG_3 olduğu öne sürülebilir. Böyle bir varsayımın diğer dayanağı, ΔG_3 ile R ve K arasındaki yüksek korelasyondur. ΔG_3 değeri $-11,46$ dan $8,16$ nT'ye kadar değişmektedir. Böylece değişim aralığı $19,62$ nT olarak hesaplanır. $G(t)$ değerlerinin, belirtilen süre için, aritmetik ortalaması (G_0) hesaplanır ve $\Delta G_3/G_0$ oranı $6,2 \cdot 10^{-4}$ olarak bulunur. Bu oran, güneş aktivitesinin G dipol vektörüne olan yaklaşık etkisini gösterir.

Çizelge 2. ΔG_1 , ΔG_2 , ΔG_3 ile R, K arasındaki basit korelasyon katsayıları.

	R	K
ΔG_1	-0,20	-0,06
ΔG_2	-0,76	-0,49
ΔG_3	-0,92	-0,61

Söz konusu büyüklükler arasında, kısmî korelasyon katsayıları da, bilinen yöntemle (Yamane, 1969), hesaplanmıştır. Bu işlemde amaç, ΔG 'ye R'nin mi yoksa K'nın mı ettiğinin daha kesin olarak saptanmasıdır. Çizelge 3, kısmî korelasyon katsayılarını vermektedir. Görüldüğü gibi, R ile ΔG_2 ve özellikle ΔG_3 arasındaki kısmî korelasyon hayli yüksek olmasına karşın, K ile ΔG farkları arasında önemli bir korelasyon bulunamamıştır. Böylece, ΔG ile K arasında görünür korelasyon, gerçekte R ile K arasındaki yüksek korelasyondan ileri gelmektedir (Bkz. Çizelge 1).

Ayrıca, G vektörünün yönü, dolayısıyla manyetik kutbun enlem ve boyları, 1949 - 1972 süresi içerisinde, her yıl için, hesaplanmıştır. Kuzey manyetik kutbun enlemi $86,38^\circ N$ (1972) ve $86,45^\circ N$ (1960) arasında bulunmuştur. Böylece, görünür dipolün kuzeye doğru kayma hızı, ortalama olarak, $4,10 \cdot 10^{-4}$ derece/y olarak hesaplanmıştır. Söz konusu kutbun boyları ise, $0,99^\circ E$ (1949) ve $9,95^\circ W$ (1968) arasında bulunmuş ve dipolün batıya kayma hızı $0,46^\circ/y$ olarak saptanmıştır.

Çizelge 3. Kısmî korelasyon katsayıları.

	$\Delta G, R; K$	$\Delta G, K; R$
ΔG_1	-0,20	0,08
ΔG_2	-0,67	-0,06
ΔG_3	-0,87	-0,19

(ΔG , R; K: K sabit tutularak ΔG ile R arasında bulunan kısmî korelasyon katsayısı; G, K; R: R sabit tutularak ΔG ile K arasında bulunan kısmî korelasyon katsayısıdır.)

H, Z ve F'İN SEKÜLER DEĞİŞİMİ :

G için yapılan analiz, aynı gözlemevinde ölçülmüş H, Z ve F'nin yıllık ortalama değerlerine de uygulanmıştır. Aynı yol izlenerek, ilk önce ΔH , ΔZ ve ΔF farkları hesaplanmış, daha sonra bu farklarla R ve K arasında basit ve kısmî korelasyonlar aranmıştır. Çizelge 4'de verilen korelasyon katsayıları incelendiğinde, genel olarak, her bileşen için, yukarıdan aşağı doğru korelasyonun büyüdüğü görülmektedir. Bu sonuca uymayan yalnız « ΔZ , R; K» ve « ΔF , K» için bulunan korelasyon katsayılarıdır.

En yüksek korelasyon, ΔH_3 için bulunanlardır: ΔH_3 ile R arasındaki basit ve kısmî korelasyon katsayıları 0,9'un üstündedir. Ayrıca, ΔH_3 ile K arasındaki kısmî korelasyon katsayısı, basit korelasyon katsayısına göre, daha küçük olmasına karşın, yine de 0,5'den büyüktür. Buna neden, K-indislerinin, bizim enlemlerde, arзмаğnetik alanının yatay bileşenindeki değişimlerinden saptanması olabilir. ΔZ ile R arasında, ayrıca yine enlemlerimizde arзмаğnetik alanının meyil açısının 60° dolayında olması nedeniyle, ΔF ile R arasında bir korelasyon yoktur.

Böylece, ΔF ve ΔZ değişimlerinin güneş aktivitesince etkilendiklerini söylemek güçtür.

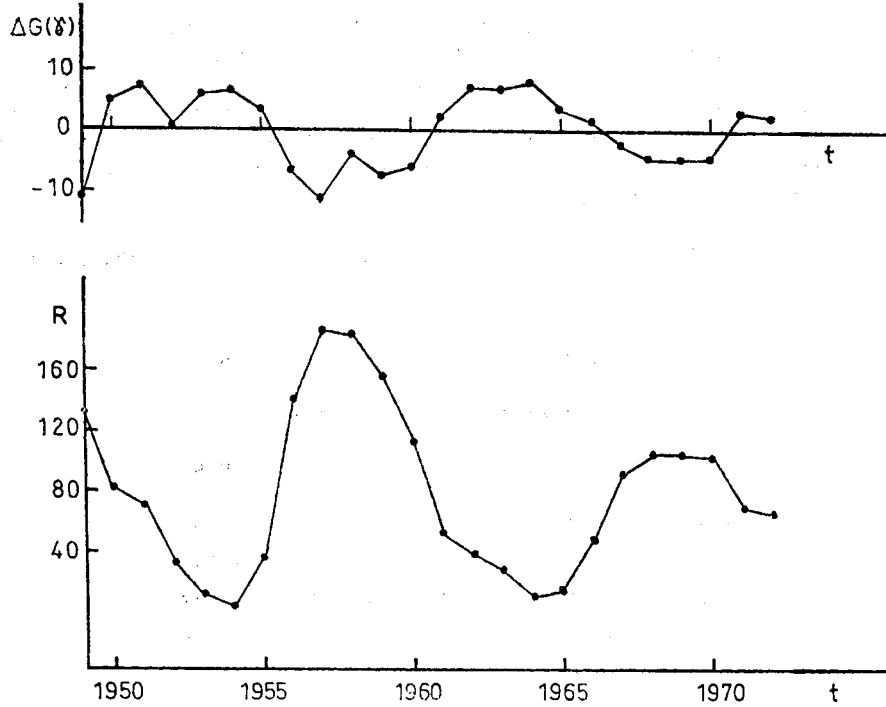
Çizelge 4. Basit ve kısmî korelasyon katsayıları.

	Basit K.K.		Kısmî K.K.	
	R	K	R; K	K; R
ΔH_1	-0,74	-0,57	-0,60	-0,23
ΔH_2	-0,80	-0,60	-0,69	-0,26
ΔH_3	-0,94	-0,71	-0,91	-0,54
ΔZ_1	0,05	0,23	0,06	0,15
ΔZ_2	0,21	0,54	0,01	0,45
ΔZ_3	0,21	0,54	0,01	0,45
ΔF_1	-0,02	0,17	0,00	0,14
ΔF_2	-0,25	0,14	-0,36	0,33
ΔF_3	-0,28	0,08	-0,41	0,33

SONUÇ :

ΔG_3 ile R arasındaki korelasyon katsayıları, ΔH_3 ile R arasındakilere hayli yakındır. Fakat ΔH_3 ile K arasındaki korelasyon, bir önceki bölümde belirtilen nedenden dolayı, ΔG_3 ile K arasındaki korelasyondan yüksektir (Bkz. Çizelge 2 ve 4).

Diğer yandan, düşey ve toplam bileşen farkları ile R arasındaki korelasyon katsayılarının 0,20 den büyük olmasına karşın, önemli olmadıkları görülmüştür. Bu sonuçlar, Chapman ve Bartels'in (1951, s. 138), «sapma açısı ve düşey bileşenin 11-yıllık değişimce etkilendiği, fakat bu etkinin küçük olduğu» tahminini destekler. Bunların yanısıra, ΔG_3 ile R veya K'nın korelasyonunun 1,0'e yakın olduğu saptanmıştır ki burada G, b- lindiği gibi, gözlenen alan vektörünün kaynağı veya yerel alan bileşenlerini oluşturan d- poldür. Bundan dolayı, bazı durumlarda, yerel arзмаğnetik alanının uzun değişimlerinin analizi için, gözlenen alan bileşenleri yerine, yerel mağnetik sabitin kullanılması daha uygun olur. Böylece yerel arзмаğnetik alanını daha iyi saptayacak sonuçların elde edilmesi olanaklıdır. Ayrıca, yerel mağnetik sabitin jeomağnetik enleme bağılı olmayışı, araştırmacıya farklı enlemlerde gözlenen alan bileşenlerini karşılaştırma olanağı sağlar.



ŞEKİL : 2

Gerçekte, bir gözlemevinin mağnetik kayıtlarını kullanarak, G'nin iç ve dış bileşenlerini ayırmak veya, başka bir deyişle, güneşin etkisini G'den çıkarmak zor bir işlemdir. Buna karşın, bu çalışma sonucu, ΔG_3 olarak elde edilen bileşenin büyük bir kısmının güneş aktivitesince yaratıldığını söylemek olanaklıdır. Başka bir deyişle, Şekil 2'de gösterilen ΔG_3 ile R arasındaki lineer bağıntıdan, her bir güneş lekесinin G üzerindeki etkisinin, görünür olarak, $-0,12$ nT olduğu söylenebilir.

Arzmağnetik alan kaynağının bir dipol olması durumunda, arz yüzeyinde, bütün noktalarda gözlenen alan bileşenlerinden hareketle hesaplanacak dipollerin tek bir dipol vektörünü vermesi gerekir. Böylece, zaman içerisinde, dipol vektörlerinde gözlenen sapmalar, dipol alanından olan sapmaları gösterecektir. Başka bir deyişle, bu sapmalar arzmağnetik alanının dipol olmıyan kısmıdır.

TEŞEKKÜR :

Yazarlar, bu konu ile ilgili önerilerinden dolayı, Sayın Prof. Dr. İ. Özdoğan'a teşekkür ederler.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- As, J.A., 1967. Past, present and future changes in the earth's magnetic field, Magnetism and Cosmos, 29 - 44, Oliver and Boyd Ltd, Edinburgh.
- Chapman, S. and Bartels, J., 1951. Geomagnetism, Oxford University Press.
- Bauer, L.A., 1914. The local magnetic constant and its variation, Terrest. Magn. Atmos. Electr., **19**, 113 - 125.
- Vestine, E.H., 1953. On variations of the geomagnetic field, fluid motions and the rate of the earth's rotation, J. Geophys. Res., **58**, 127 - 145.
- Yamane, T., 1969. Statistics - an introductory analysis, A Harper International Edition Harper and Row, London.
- Bu konuda daha fazla bilgi için Bkz. :
- As, J.A., 1975. World-wide belts in the earth's magnetic field, Progress in Geodynamics Geodynamics Proj., Sci. Rep. no. 13. 1-14, Amsterdam.
- İspir, Y., Işıkara, A.M. and Özden, H., 1975. Variation in the local magnetic constant and seismicity of Turkey, J. Geomagn. Geoelectr. (in publish).