

EDREMIT-SUSURLUK BÖLGESİNİN CURIE NOKTA DERİNLİKLERİNİN SAPTANMASI

Determination of Curie Point Depths in Edremit-Susurluk Region

Mümtaz HİSARLI*

ÖZET

Söz konusu çalışmada M.T.A Enstitüsünün hazırlanmış olduğu Edremit, Susurluk ve Balıkesir bölgelerinin aeromagnetik haritaları kullanılmıştır. Çalışma alanı içinde magnetik alan vektörü düzgün bir değişim göstermekte olduğundan toplam magnetik alandaki değişimler harita sahasının kuzeybatı köşesine indirgenmiştir. Daha sonra harita verisi 0.1 devir/veri aralığı kesme frekanslı alçak geçişli filtre ile süzgeçlenerek model çalışmaya uygun hale getirilmiştir. Bu aşamadan sonra, curie nokta derinlikleri en küçük kareler ters çözümünden elde edilmiştir.

Curie nokta derinlik haritası gravite, magnetik ve jeoloji verileriyle karşılaştırılmış ve aralarında iyi bir uyumun olduğu görülmüştür. Ayrıca, Curie nokta derinliklerinden yararlanarak elde edilen ısı akışı değerleri daha önce hesaplanan ısı akışı değerleriyle karşılaştırılmış ve sonuçların birbirleri ile benzer olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

The aeromagnetic maps of the Edremit, Susurluk and Balıkesir regions prepared by Institute of M.T.A is used in this study. The Earth's magnetic field vector shows uniform variation in the study area. Therefore, total magnetic field changes are reduced to the NW corner of the map. Then low pass filter with 0.1 cycle/sample interval cutting frequency was applied to the aeromagnetic map and the Curie depth points were obtained by using the least square inversion.

The map of Curie depth points were compared with the gravity, magnetic and geological map of the study area and very big conformity was seen between them. Beside these, it is possible to see very good similarity. When we compared the heat flow values calculated earlier and obtained from the Curie depth points.

GİRİŞ

Curie nokta derinliklerinin belirlenmesinde aeromagnetik verilerin kullanılması fikri yeni değildir. Bu konudaki kuramsal çalışmalar Vacquier ve Affleck (1941), Serson ve Hannoford (1957), Alldredge ve Van Voorhis (1961) ve Bhattacharya ve Morley (1965) tarafından gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda curie nokta derinliklerinin bulunması amacıyla, çalışılan bölgelere örnek olarak National Park (Bhattacharya ve Leu 1975 a, b, 1977; Smith ve diğerleri 1977), Arizona (Bylery ve Stolt 1977), Utah ve Wyoming (Shuey ve diğerleri 1977), Oregon Coscade sahası (Couch ve diğerleri 1981), Kyushu adası ve çevresi (Okuba ve diğerleri 1985) ve Meksika volkanik kuşağı (Enriquez ve diğerleri 1990) verilebilir.

Çalışmada kullanılan 1/100.000 ölçekli aeromagnetik haritalar M.T.A Enstitüsü tarafından 1960 yılında "Canadian Aero Service Ltd" ne yaptırılmış ve aynı kuruluş tarafından yayınlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, aeromagnetik verilerden yararlanarak curie nokta derinliklerinin belirlenmesidir. Bilindiği üzere, ferromagnetik özellik gösteren mineraller Curie sıcaklığının üzerinde mıknatıslanmalarını kaybederek paramagnetik özelliğe dönüşür. Bu mıknatıslanmanın kaybolduğu veya mıknatıslanma özelliğinin değiştiği noktalara Curie nokta değerleri denir. Bu Curie nokta değerlerini Batı Anadolu için elde ederek bölgenin ısı rejimine bir yaklaşım yapmak çalışmanın bir diğer amacıdır.

Aeromagnetik veriler kullanılarak Curie nokta derinliklerinin belirlenmesinde bugüne kadar çoğunlukla spektral yöntemler çözüm tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada sönümlü en küçük kareler çözümü kullanılmıştır.

* Ist. Üniv. Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl.

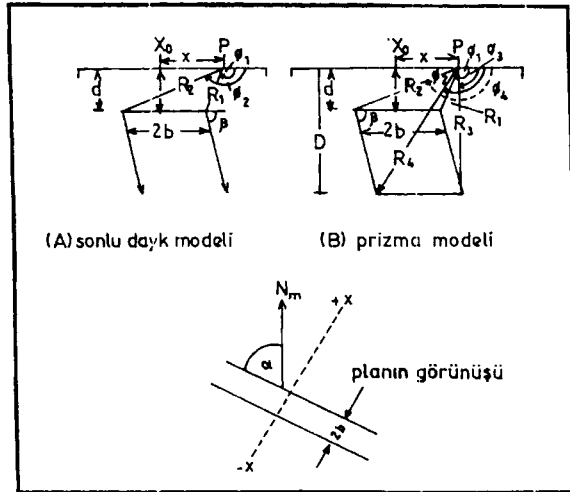
**PRİZMA MODELİNİN TOPLAM
MAGNETİK ALAN ANOMALİSİ, MODEL
PARAMETRELERİNİN HESAPLANMASI VE
YÖNTEM**

Sonsuz derinlikte düzgün mıknatıslanmış bir daykın toplam mağnetik alan anomalisinin matematiksel ifadesi Gay (1987) tarafından

$$T(x) = 2kTh^2 \sin(\beta) [\sin(2I - \beta) \Delta\phi - \cos(2I - \beta) \ln \Delta R] + T_0 \quad (1)$$

şeklinde verilmiştir. (1) nolu denklemde geçen büyüklükler Çizelge 1 ve Şekil 1 de gösterilmiştir. Prizma modelinden kaynaklan anomali ölçü düzlemi altında D ve d derinliklerine sahip sonsuz derinlikteki iki daykın anomalisinden hesaplanabilir.

Şekil 1 de gösterilen prizma modelinin $d, X_0, b, \beta, D, T_0, kT$ parametrelerine göre kısmi türevlerinin hesaplanması gerekir. Prizma model anomalisinin kısmi türevleri, üst derinlikleri d ve D olan benzer iki daykını ayrı ayrı kısmi türevlerinin farkları şeklinde verilebilir (Marobhe 1989).



Şekil 1 Model geometrisi. N_m mağnetik kuzey ve α cismin mağnetik kuzeyle saat yönünün tersindeki doğrultu açısıdır.

Figure 1 Geometry of models. N_m is magnetic north and α is strike angle measured anticlockwise from magnetic north.

Jeofizikte ters çözüm tekniğinin amacı, sonlu sayıdaki gözlem değerlerine idealize edilmiş bir model yanıtının çakıştırılması ve bu model parametrelerinin elde edilmesidir.

Bilindiği gibi, gözlemsel veri sayısının parametre sayısından büyük olması durumunda, parametre artış miktarının genelleştirilmiş en küçük kareler çözümü

$$\Delta P = (A^T A)^{-1} A^T \Delta G \quad (2)$$

şeklinde verilir (Lines ve Treitel 1984). Burada ΔP parametre artış miktarını, A kısmi türevleri içeren Ja-

Hisarlı

ccbian matrisini, ΔG gözlenen ve hesaplanan değerler arasındaki farkı göstermektedir. (2) nolu denklemin Marquard-Levenberg veya sönümlü en küçük kareler çözümü

$$\Delta P = (A^T A + \beta I)^{-1} A^T \Delta G \quad (3)$$

şeklinde verilir (Marquard 1963, Levenberg 1944). Burada β , $A^T A$ matrisini singulariteden kurtarmak amacıyla matrisin diagonaline eklenen bir sabittir. (3) nolu denklemdeki A matrisini tekil değerlere (SVD) ayırarak yeniden yazacak olursak

$$\Delta P = V \text{diag} \left(\frac{S}{S^2 + \beta} \right) U^T \Delta G \quad (4)$$

elde edilir (Lines ve Treitel 1984). Burada U $n \times p$ boyutunda veri eigen vektörlerini, V $n \times p$ boyutunda parametre vektörlerini ve S $p \times p$ boyutunda eigen değerlerini göstermektedir. Genelde, ΔP 'nin değişimini ayarlamak ve duraylı iterasyonu sağlamak amacıyla ΔP , γ gibi bir yuvarlatma faktörü ile çarpılarak yeni parametre (P)

$$P_{i+1} = P_i + \gamma \Delta P \quad (5)$$

bulunur. Bu yuvarlatma faktörü % hata miktarına bağlı olarak seçilir. Yuvarlatma faktörü eğer % hata > %10 ise 0.25, %25 < % hata < %10 ise 0.5 ve % hata < 0.75 ise 0.75 olarak alınmıştır (Marobhe 1989).

Çizelge 1 Daykın toplam mağnetik alan anomalisinin hesaplanmasında kullanılan mağnetik parametreler.

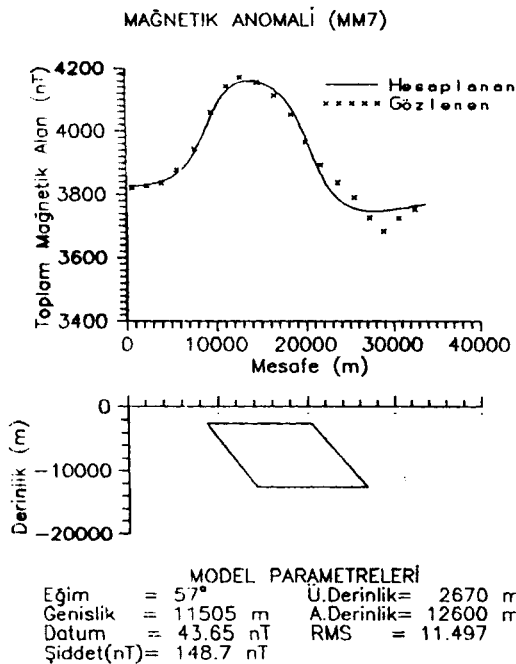
Table 1 The used magnetic parameters calculating of the total magnetic field anomaly of the dayk.

I	=	$\text{Arctan}(\tan i / \sin \alpha)$
i	=	Yer mağnetik alanının inklinasyonu
α	=	Cismin saatin tersi yönünde kuzeyle yaptığı açı
β	=	Daykın eğimi
T	=	Yer mağnetik alan şiddeti
x_0	=	Yüzeyde, Prizma veya daykın merkezi
b	=	Yarı değer genişliği
d	=	Modelin üst derinliği
T_0	=	Datum seviyesi
k	=	Süseptibilite kontrastı
h^2	=	$1 - \cos^2 \alpha \cos^2 i$
$\Delta \phi$	=	$\phi_1 - \phi_2$
ΔR	=	R_1 / R_2
ϕ_1	=	$\text{Arctan}((x-b)/d)$
ϕ_2	=	$\text{Arctan}((x+b)/d)$
R_1	=	$(d^2 + (x-b)^2)^{1/2}$
R_2	=	$(d^2 + (x+b)^2)^{1/2}$

VERİLERİN MODELLENMESİ

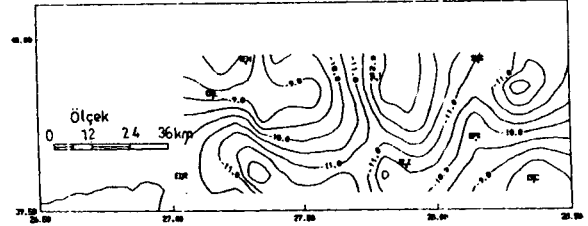
Bu çalışmada kullanılan Edremit-Balıkesir-Susurluk bölgelerini içine alan M.T.A Enstitüsüne ait 1/100000 ölçekli aeromagnetik haritalar kullanılmıştır. Veriler Nyquist kuralına uygun olarak 0.5 cm de bir örneklendirilmiştir. Çalışma alanındaki magnetik veriler çok geniş bir alanı kaplamasından dolayı, yer magnetik alanın yere bağlı büyük değişimlerini de içermektedir. Çalışma alanındaki magnetik alan vektörü düzgün değişim göstermekte olup bu değişim güneyden kuzeye doğru 3.073 nT ve batıdan doğuya doğru 1.169 nT dir (Sanver 1974). Bu özellik gözönüne alınarak toplam magnetik alandaki değişimler çalışma sahasının kuzey batı köşesine indirgenmiştir. Daha sonra, küçük dalga boyulu değişimleri atmak amacıyla, aeromagnetik harita 0.1 devir/veri aralığı kesme frekanslı alçak geçişli bir filtre ile süzgeçlenmiştir. Filtrelenmiş harita ile jeolojik yapının korelasyonu yapıldıktan sonra, bir başka deyişle, magnetik anomaliye neden olan kütle veya kütlelerin yapısal doğrultularının belirlenmesi ile sözü edilen bu harita üzerinden uygun kesit yerleri belirlenmiştir.

Daha sonra yukarıda yöntem bölümünde anlatılan tekniklerle bu verilerin modellenmesi yapılmış ve oluşturulan bu modellere bir örnek Şekil 2 de verilmiştir. Çalışma alanı içinde modelleme sonucu bulunan prizma alt derinlikleri curie nokta derinliği olarak kabul edilmiş ve Şekil 3 de elde edilen curie nokta derinlik haritası verilmiştir.



Şekil 2 Curie nokta derinlikleri belirlenmesinde seçilen profillerin modellenmesine bir örnek

Figure 2 An example to the modelling of the selected profile.



Şekil 3 Aerodinamik verilerden elde edilen curie nokta derinlik haritası. Kontur aralığı 0.5 km. dir

Figure 3 Curie depth points map calculated from the aeromagnetic data. Contour interval is 0.5 km.

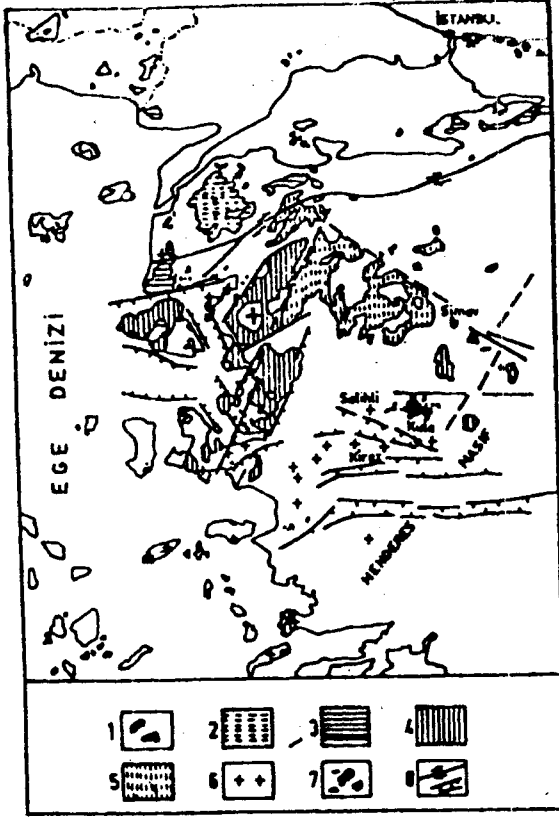
ELDE EDİLEN CURIE NOKTA DERİNLİKLERİNİN YORUMU

Edremit-İvrindi arasındaki volkanitlerin, genel olarak, Orta Miyosen kalkalkali-Pliyosen-Kuvaterner alkali ve İvrindi Balıkesir-Kireç civarındaki volkanitlerin ise üst Miyosen kalkalkali-Pliyosen-Kuvaterner alkali olduğu Ercan (1979) ve Savaşçın (1981) tarafından ifade edilmiştir (Şekil 4). Ayrıca Şekil 5 de de çalışma alanının jeolojik haritası görülmektedir.

Sanver (1974) 'in alçak geçişli filtre sonucu elde etmiş olduğu haritada (Şekil 6) görülen aeromagnetik anomalilerin volkanit kütlelere karşı geldiği açıkça görülmektedir.

Şekil 7 de bölgeye ait serbest hava anomali haritası verilmiştir. Bu haritada serbest hava anomali Örencik ve civarında bir azalma göstermesine karşın diğer yerlerde bir artma göstererek haritanın KB ve KD köşelerinde maksimum olmaktadır. Şekil 8 de verilen Bouguer gravite anomali haritasında ise merkezi Balıkesir'in biraz batısında olan negatif gravite anomali genelde çalışma alanının orta ve güney kısımlarını tamamen kaplamaktadır. Haritanın KB ve KD köşelerinde anomali değerleri pozitif olmaktadır.

Sözü edilen jeoloji, gravite ve magnetik veriler ile hesaplanan curie nokta derinlikleri arasında iyi bir uyum görülmektedir. Şekil 4 ve 5 deki jeolojik harita ile Şekil 3 deki curie nokta derinlikleri karşılaştırıldığında, haritanın KB köşesindeki sığ curie nokta derinlikleri Yenice ve Yenice'nin güneyindeki Üst Miyosen yaşlı volkanitlerle uyum göstermektedir. Haritanın GD köşesindeki diğer sığ curie nokta derinlikleri ise Kireç civarındaki Üst Miyosen yaşlı volkanitlere karşılık gelmektedir.

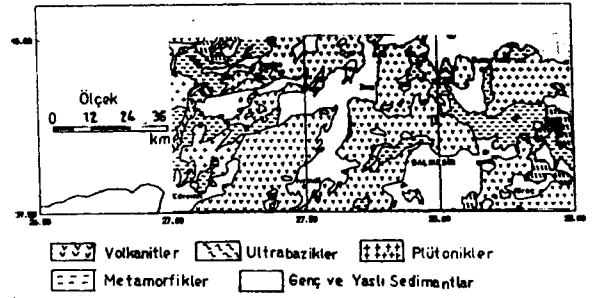


Şekil 4 Batı Anadolu'da genç volkanitlerin dağılımı ve bazı çizgisellikler. 1. Üst Kretase, 2. Genellikle Eosen ve Miyosen-Kuvaterner kalkalkali+alkali 3 Genellikle alt-orta Miyosen kalkalkali ve üst Miyosen-Kuvaterner alkali, 4. Genellikle orta-Miyosen kalkalkali ve Pliyosen-Kuvaterner alkali, 5. Üst Miyosen kalkalkali+Pliyosen-Kuvaterner alkali, 6. Plütonik eşdeğerler, 7. Orta-Üst Miyosen-Kuvaterner alkali bazaltitler, 8. Kuzey A-nadolu Fayı ve Graben sistemleri (Savaşçın, 1982 den alınmıştır.)

Figure 4 The distribution of the young volcanic rocks in the Western Anatolia and some traces. 1. Upper Cretaceous, 2. Generally Eocene and Miocene Quaternary calc-alkali and upper Miocene calc-alkali and upper Miocene, 4. Generally Quaternary alkali, 5. Upper Miocene calc-alkali+Pliocene-Quaternary alkali, 6. Plutonic rock, 7. Middle-upper Anatolian Fault and graben systems (After Savaşçın, 1982)

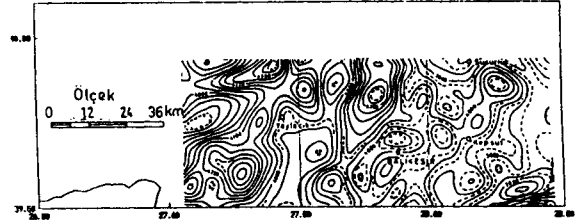
Serbest hava anomalileri yeraltında birim yüzeydeki kütle farklılıklarını yansıtır. Böylelikle bu anomaliler topografya ve derin jeolojik kütle değişimlerinin birleşik etkisini içerir (Frese ve diğ. 1982). Bilindiği üzere, kabuk içindeki yoğunluk değişimi gravite, mineral içeriklerinin değişimi de magnetik anomalileri meydana getirir. Kayaçların yoğunlukları ısıl hacim katsayıları ile ters orantılı olarak değişir. Kritik curie ısısının üzerindeki ferromagnetik mineraller de mıknatıslanmalarını kaybederek paramagnetik şekle dönüşür. Bu durumda kabuk içindeki ısı yükselmesi sonucunda serbest hava gravite anomalisi ile magnetik anomali arasında ters ilişki gözlenir. Başka bir deyişle mıknatıslanma azaldıkça serbest hava gravite anomalisi azalır (Frese ve diğ. 1982).

Bu durumda çalışma bölgesinde, düşük magnetik ve bağıl pozitif serbest hava gravite anomalilerinin gözlemlendiği yerde yüksek ısıdan ve çevreye göre göreceli olarak daha ince kabuktan söz etmek olasıdır. Bilindiği gibi Bouguer gravite anomalilerinin azaldığı yerlerde kabukta göreceli bir kalınlaşma görülmektedir. Bu durumda, curie nokta derinlikleri magnetik, serbest hava ve Bouguer gravite anomalileri ile kontrol edilebilir.



Şekil 5 İnceleme alanı Jeolojik Haritası (Sanver 1974' den alınmıştır.)

Figure 5 The geological map of the investigation area (After Sanver, 1974)



Şekil 6 0.1 devir/veri aralığı frekanslı alçak geçişli filtre kullanılarak elde edilmiş aeromagnetik harita (Sanver 1974' den alınmıştır.)

Figure 6 Aeromagnetic map obtained by applying the low pass filter with 0.1 cycle/sample interval cutting frequency (Sanver, 1974)

Ege Bölgesi için aktüel ısı akısı ölçümleri yapılmamış olmakla birlikte jeotermal alanlarda ısı gradient ölçümleri bulunmaktadır. Tezcan (1979) jeotermal alanlara bu ısı gradientlerini dikkate alarak sabit bir ısı iletkenliği ($k=2.1 \text{ W/m}^\circ\text{C}$) için yaklaşık ısı akısı değerlerini hesaplamıştır. İlkışık (1989) ise silika sıcaklıklarını kullanarak KB Anadolu için ısı akısı değerlerini hesaplamıştır.

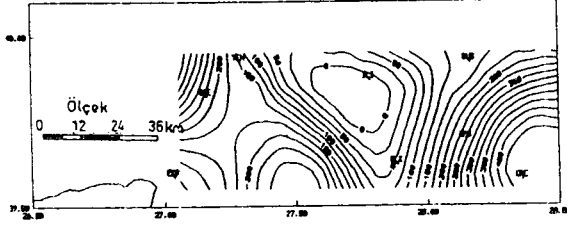
Tezcan ve İlkışık tarafından elde edilen ısı akısı değerleri Çizelge 2 de verilmiştir.

Bilindiği gibi ısı akısı

$$q = k \frac{dT}{dz} \quad (6)$$

olarak verilmektedir. Burada k ısı iletkenlik katsayısı, dT/dz ise ısı gradientidir. Bu çalışmada, curie sıcaklığı 580°C alınarak curie nokta derinliklerinden ısı gradientleri hesaplanmıştır. Tezcan (1979)'nın kullanmış

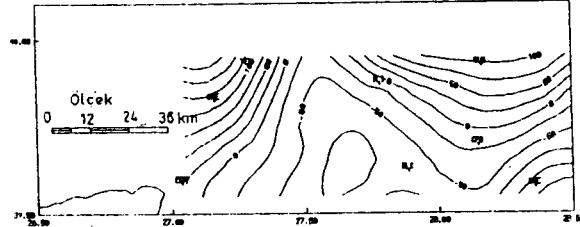
olduğu ortalama $2.1 \text{ W/m}^2\text{C}$ ısı iletkenlik katsayısı dik-kate alınarak çalışma bölgesi için ısı iletkenlik katsayısı $2 \text{ W/m}^2\text{C}$ ve $3 \text{ W/m}^2\text{C}$ seçilmiş ve (6) nolu denklem kullanılarak bölgeye ait ısı akısı değerleri hesaplanmıştır: Elde edilen sonuçlar Çizelge 2 de gösterilmiştir.



Şekil 7 İnceleme alanı bouguer gravite anomali haritası. Kontur aralığı 25 gb dir.

Figure 7 Fre air gravity anoly map of the investigation area. Contour interval is 25 gu.

Curie nokta derinliklerinden hesaplanan ısı akısı değerleriyle Tezcan ve İlkışık'ın vermiş olduğu ısı akısı değerleri arasında çok iyi bir uyumluluk görülmektedir.



Şekil 8 İnceleme alanı bouguer gravite anomali haritası. Kontur aralığı 25 gb dir.

Figure 8 Bouguer gravity anomaly map of the investigation area. Kontour interval is 25 gu.

Çizelge 2 Curie nokta derinliklerinden ve daha önceki çalışmalardan edilen ısı akısı değerleri

Table 2 Heat flow values obtained from the depth points and earlier studies

Alan	Curie nokta derinliği $\times 10^3 \text{ m}$	Isı gradiyenti $^{\circ}\text{C/m} \times 10^3$	Isı Akısı ($\text{mW/m}^2\text{C}$) $k=2$	Isı Akısı ($\text{mW/m}^2\text{C}$) $k=3$	İlkışık ($\text{mW/m}^2\text{C}$)	Tezcan ($\text{mW/m}^2\text{C}$)
Balya	10.5	57.70	115	144	120	120
M.K.Paşa	10.8	53.60	107	134	110	90-100
B.Kaşa	12.1	47.85	95	119	66	90-100
Yenice	9.0	64.40	128	161	-	140-160

SONUÇ

Frese ve diğ. (1982), düşük magnetik ve pozitif serbest hava gravite anomalilerinin Yellowstone jeotermal bölgesi, Orta Amerika ve Kuzey Cordillera gibi yüksek ısı akısı ve ince kabuk alanlarıyla karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Benzer değerlendirme çalışma alanına taşındığında Örencik ve Kireç civarlarında düşük

mağnetik anomaliler (3800 ve 3700 nT) ve yüksek serbest hava gravite anomali değerleri (200-400 gb ve 350-400 gb) görülmektedir. Söz konusu bu bölgelerde curie nokta derinlikleri ise sırasıyla 8 ile 8.5 km'lere çıkmaktadır. Derin curie nokta derinliklerinin bulunduğu haritanın (Şekil 3) orta kesiminde ise düşük serbest hava gravite anomalileri (50 gb den düşük) yüksek magnetik anomali (4400 nT) değerleri görülmektedir.

Kıtasa alanlarda ısı gradiyenti dünya ortalamalarına göre $30-50^{\circ}\text{C/km}$ arasında değişmektedir. Bhattacharyya ve Leu (1975 b) Yellowstone National Park'da ısı gradiyentinin kalderanın merkezinde $66-72^{\circ}\text{C/km}$ ve diğer kısımlarında $53-66^{\circ}\text{C/km}$ ve Okubo ve diğ (1985) Kyushu ve çevresinde $59-86^{\circ}\text{C/km}$ arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada saptanan curie nokta derinliklerinden bulunan ısı gradiyentlerinin $47-64^{\circ}\text{C/km}$ arasında değiştiği (Çizelge 2) ve yukarıda verilen değerlerle uyumluluğu gözönüne alınırsa, bölgenin gerek jeotermal potansiyele ve gerekse genç tektonik rejimden dolayı yüksek ısıya sahip olduğu ifade edilebilir.

KATKI BELİRTME

Çalışmam sırasında gösterdiği ilgi, yapıcı eleştiri ve yardımlarından dolayı Prof. Dr. Naci Orbay'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- Aldredge, L.R. and Van Voorhis, G.D., 1961, Depth to sources of magnetic anomalies, *J. Geophys. Res.*, 66, 3793-3800.
- Bhattacharyya, B.K. and Morley, L.W. 1965, The delineation of deep crustal magnetic bodies from total field aeromagnetic anomalies, *J. Geomag. and Geoelec.*, 17, 237-252.
- Bhattacharyya, B.K. and Leu, L.K. 1975 a, Spectral analysis of gravity and magnetic anomalies due to two dimensional structures, *Geophysics*, 40, 993-1013.
- Bhattacharyya, B.K. and Leu, L.K. 1975 b, Analysis of magnetic anomalies over Yellowstone National Park: Mapping of Curie point isothermal surface for geothermal reconnaissance, *J. Geophys. Res.*, 80, 4461-4465.
- Bhattacharyya, B.K. and Leu, L.K. 1977, Spectral analysis of gravity and magnetic anomalies due to rectangular prismatic bodies, *Geophysics*, 42, 41-50.
- Bylerly, P.E. and Stolt, R.H. 1977, Attempt to define the curie point isotherm in Northern and Central Arizona, *Geophysics*, 42, 1394-1400.
- Couch, R., Gemperle, M., Connard, G. and Pitts, G.S. 1981, Structural and thermal implications of gravity and aeromagnetic measurements made in the Cascade volcanic arc, *Geophysics*, 47, 424-430.
- Enriquez, J.O., Esquivel, M.A.A. and Fucuquachi, J.U. 1984, Curie isotherm and shallow-crustal structure of the Trans-Mexican Belt from aeromagnetic data, *Tectonophysics*, 172, 77-90.
- Gay, P.S. 1967, Curves for interpretation of magnetic anomalies caused by two dimensional structures, *Mining Geophysics*, 11, 512-548.

- Ercan, T.** 1979. Batı Anadolu, Trakya ve Ege adalarındaki Senozoyik volkanizması. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 9, 23-46.
- Frese, R.B., Hince, W.J. and Braile, L.W.** 1982. Regional North American gravity and magnetic anomaly correlations. *Geophys. J. Roy. Astr. Soc.* 69, 745-761.
- İlkışık, O.M.** 1989. Kuzeybatı Anadolu'da ısı akısı dağılımı. *Jeofizik*, 3, 83-91.
- Levenberg, K.** 1944. A method for the solution of certain nonlinear problems least squares. *Quarterly of Applied Mathematics*, 2, 164-168.
- Lines, L.R. and Treitel, S.** 1984. A review of least squares inversion and its application to geophysical problems, *Geophysical Prospecting*, 32, 159-186.
- Marquard, D.W.** 1963. An algorithm for least squares estimation of non-linear parameters, *Journal of the Society of Industrial and Applied Mathematics*, 11, 431-441.
- Marobhe, I.M.** 1989. A versatile turbo pascal program for optimization of magnetic anomalies caused by two dimensional dike, prism or slope models, *Computer & Geosciences*, 16, 341-365.
- Okubo, Y., Crai, J.R., Hansen, R.O., Ogawa, K. and Tsu, H.** 1985. Curie point depths of the Island of Kyushu and surrounding areas, Japon. *Geophysics*, 53, 481-494.
- Sanver, M.** 1974. Ege Bölgesi Havadan Manyetik Haritasının İki Boyutlu Filtreler ve İstatistik Yöntemlerle Analizi. İ.T.Ü. Maden Fakültesi (Doçentlik tezi). İstanbul.
- Savaşçın, M.Y.** 1981. Late Tertiary extensional tectonics and alkalibasaltic magmatism in the West Anatolian coastal zone. *International Congress of the Hellenic Arc and Trench (H.E.A.T.)*, Abstracts, 90-91.
- Savaşçın, M.Y.** 1982. Batı Anadolu neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik öğeleri, Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli, O. Erol, (ed). Türkiye Jeoloji Kurumu, Ankara
- Serson, P.H. and Hanaford, W.L.w.** 1957. A statistical analysis of magnetic profiles, *J. Geophys. Res.*, 62, 62, 1-18.
- Shuey, R.T., Schellinger, D.K., D.K., Tripp, A.C. and Alley, L.B.** 1977. Curie depth determination from aeromagnetic spectra. *Geophysical J. the Roy. Astr. Soc.*, 50, 75-101.
- Smith, R.H., Shuey, R.T., Felton, J.R. and Bailey, J.P.** 1977. Yellowstone hot spot: Contemporary tectonics and crustal properties from earthquake and magnetic data, *J. Geophys. Res.* 82, 3665-3676.
- Tezcan, A.K.** 1979. Geothermal studies, their present status and contribution to heat flow contouring in Turkey. Cermak, V. and Rybach, L. (eds), *Terrrestrial Heat Flow in Europe*, 283-291. Springer Verlag, Berlin.
- Vacquier, V. and Affleck, J.** 1941. A computation of the average depth the bottom of the earth's crust, based on a statistical magnetic properties. *Trans. Amer. Geophys. Union*. 446-450.