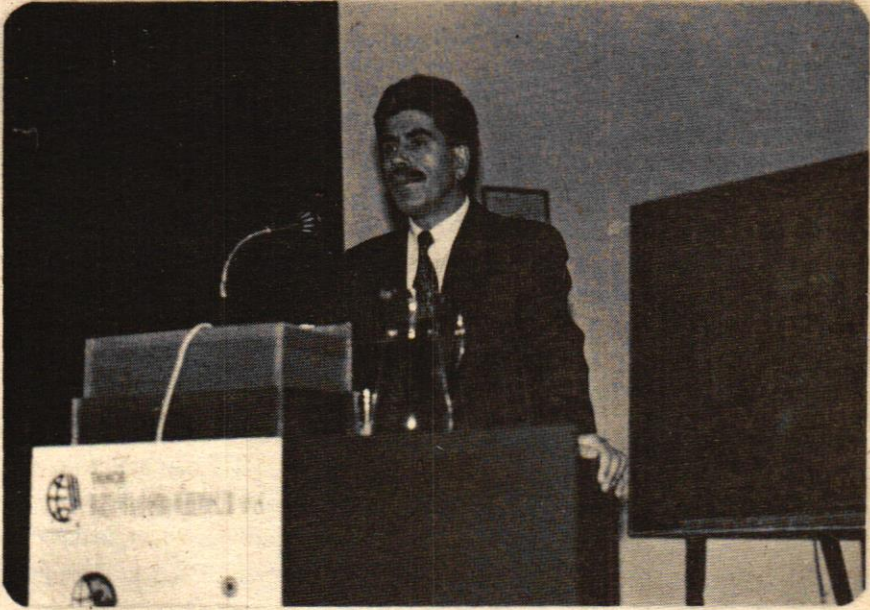


ARKEOLOJİK ALANDA MİKROGRAVİMETRİK BİR ARAŞTIRMA

Carl GERSTENECKER

Hüseyin DEMİREL



Özet

Günümüzde tarihi kültürel sanat eserlerinin ve kentlerin korunmasına büyük önem verilmektedir. Arkeolojik alanların ve içeriklerinin en az zarar ve harcama ile belirlenmesi amacıyla yaklaşık yarım yüzyıldan bu yana arkeojeofizik adı ile tanımlanan, yüksek duyarlılıklı çeşitli jeofiziksel yöntemler kullanılmaktadır. Arkeojeofiziksel araştırmalar ile yeraltındaki tarihi yapıların derinlik konumu, biçim ve uzanımları ve arkeolojik sit alanları belirlenebilmektedir. Dünyanın en zengin arkeolojik alanlarına sahip olan ülkemiz açısından bu tür araştırmaların çok büyük önemi vardır.

Arkeojeofiziksel yöntemlerden biri de mikrogravimetridir. Bu çalışmada, bir yeraltı dolmeni (eski mezar) üzerine bilgi edinmeye dönük mikrogravimetrik bir araştırma açıklanmaktadır. Ölçüler için gereken doğruluğa ulaşılmıştır. Mikrogravimterik ölçülerden dönüştürülen Bouguer anomalileri çeşitli yöntemler uygulanarak yorumlanmış ve etken yeraltı yapı ve nesnelerin derinlik konumu ve biçimleri üzerine bilgiler türetilmiştir.

1. Giriş

Fransa'nın güneyinde Couiza-Los Brugos yöresinde bulunan 250mx250m büyüklüğünde bir bölgede duyarlı aletler ile gravite ölçüleri yapıldı. Amaç, Bouger anomalilerini yüksek doğruluk ile belirlemek ve bunların yorumunu yapmaktır. Ölçümde;

— 1 elektronik takeometre AGA 440,

— 2 LaCoste Romberg gravite ölçer; Model G Nr 258 ve Nr 563,

— 1 LaCoste Romberg gravite ölçer; Model D Nr 38,

— takeometrik alım ve gravite ölçüleri için bir veri kayıt sistemi "FELDGRAV" kullanıldı.

Gravite ölçme noktalarının elektronik takeometre AGA 440 ile alımı yapıldı ve alet kurulan nokta ile bakılan noktalar arasındaki koordinat farkları belirlendi. Yatay koordinatları 1 cm ve yükseklikler 3 cm standart sapma ile elde edildi. Ölçülen yatay ve düşey açılar, uzunluklar ve koordinatlar veri kayıt sistemine aktarıldı ve Gauss-Krüger dik koordinat sistemine dönüştürüldü. Her türlü işlem bilgisayar desteğinde gerçekleştirildi (Czuczor, Gerstenecker, 1989).

Ölçme noktaları 15 cm uzunluğunda demir çivi ve takeometrik alım için alet kurulan iki nokta 40 cm uzunluğunda demir boru ile işaretlendi.

Nokta alımının ardından gravite ölçümüne geçildi. Her bir gravite ölçerin driftini (sıfır noktası değişimi) belirleyebilmek amacıyla yaklaşık 1-1.5 saat aralık ile aynı bir noktada ikinci bir ölçme yapılacak biçimde bir ölçü düzeni öngörüldü. Ayrıca aletlerin ölçekleri arasında olabildiğince iyi bir bağlantı kurulmasını sağlamak için noktaların yaklaşık %50'si en az iki gravite ölçer ile gözlemlendi. 236 noktada toplam 549 gravite ölçüsü yapıldı.

Tüm ölçme bölgesinde batı-doğu yönünde profiller oluşturuldu ve noktalar arasındaki uzaklık ≤ 20 m öngörüldü. Bu noktalardan dördü arasına rastlayan yaklaşık 35 m çaplı kesimde ≤ 5 m aralıklar ile daha sık ölçü yapıldı. Çökmeleri ilgi çeken bu kesimde önceden başka bir yöntem uygulanmış ve öz direnç gözlemleri yapılmıştı. Profil noktalarındaki gravite ölçülerinin arazide yapılan geçici değerlendirme sonuçları gravite anomalilerinin büyük çıktığı bir başka kesimin daha yakından araştırılmasını gerektirmiştir. Nokta aralığı ≤ 5 m olan kesimden başlayarak güney yönünde uzanan bu bölümde profil noktaları ≤ 10 m aralıklar ile sıklaştırılmıştır. Şekil 1'de noktaların dağılımı ve sıklaştırma kesimleri gösterilmiştir. 0.25 m aralık ile eşyükseklik eğrilerinin çizildiği şekil 2'de çöken arazi kesimi açıkça görülmektedir. Sınırlandırılan bölge dışına taşan yükseklik eğrilerinin fiziksel bir önemi yoktur.

2. Doğruluk kestirimi (a priori)

Alım için alet kurulan noktalardan biri başlangıç noktası kabul edilerek koordinatla-

rı 1/25 000 ölçekli haritadan okundu. Bağlantı doğrultusu haritadan bir şatonun kulesine göre belirlendi. Başlangıç noktası koordinatlarının ve bağlantı doğrultusunun kestirilen hataları ile bunların hesaplanan normal graviteye etkileri aşağıda verilmektedir.

| | Koordinat hatası | Normal graviteye etkisi |
|---------------------------------|------------------|-------------------------|
| Yatay konum koordinatları (x,y) | 20 m | 14 µgal |
| Deniz yüzeyinden yükseklik (H) | 5 m | 1543 µgal |
| Bağlantı doğrultusu | 1 gon | 1 µgal |
| Normal gravitenin toplam hatası | | 1558 µgal |

Burada yalnızca Bouguer anomali artıkları göz önüne alındığından başlangıç noktasının normal gravite değerinin hesabında yapılan sabit 1558 µgal büyüklüğündeki hata önemli değildir; yerel trend fonksiyonu (yüzey) ile yok edilir. Hatalı bağlantı doğrultusunun etkisi sabit değildir. Bu hatanın 400 m uzaklığındaki bir noktanın enlemine ve bunun sonucu olarak normal gravite değerine etkisi (≤ 0.012 µgal) ulaşılan ölçme doğruluğunun çok altında kalmaktadır.

Noktaların mutlak gravite değerleri bağlantı ölçüleri yardımıyla 1 mgal standart sapma ile belirlenmiştir. Bouguer anomali artıklarının doğruluğu, yalnızca seçilen bir referans noktasına dayalı olarak noktaların yatay konum koordinatları, yükseklik ve gravite farklarının hangi doğruluk ile elde edildiğine bağlıdır. Kestirilen (a priori) doğruluklar aşağıda verilmektedir.

| | Bağlı koordinat doğruluğu | Anomali artığına etkisi |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Yatay Konum | 1 cm | 1 µgal |
| Yükseklik | 3 cm | 9 µgal |
| Gravite ölçer okuması | | 10 µgal |
| Anomali artığının doğruluğu | | 13 µgal |

3. Ölçülerin değerlendirilmesi

Gravite ölçülerine;

- ayar faktörü,
- yer gelgiti,
- hava basıncı,
- yükseklik farkı (yeryüzüne indirgeme)

düzeltilmeleri getirildi. İndirgenmiş ölçüler en küçük kareler yöntemine göre serbest dengelendi (Demirel ve Gerstenecker, 1989). Ölçü sayısı 549 ve bilinmeyen sayısı 342 (gravite parametreleri-drift katsayıları-nivo parametreleri) dir.

Kesin dengelemeden önce her bir gravite ölçer için ön dengeleme yapıldı. Bu dengelemeler sonucu elde edilen birim ağırlıklı varyanslar kesin dengelemede gravite ölçerler için grup ağırlıklarının hesabında kullanıldı. Ön dengelemeler ve kesin dengeleme sonucunda çıkan birim ağırlıklı ölçünün standart sapmaları aşağıda verilmektedir.

| Alet | m_0 |
|-----------------|--------------|
| LCR-G258 | 16 μ gal |
| LCR-G563 | 11 μ gal |
| LCR-D38 | 9 μ gal |
| Kesin dengeleme | 11 μ gal |

Tüm ölçülerin dengelenmesiyle ulaşılan doğruluğun önceden kestirilen doğruluk ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Bouguer anomalileri artıklarının hesabı için aşağıdaki işlemler yapıldı :

- Yeryüzüne yakın tabakaların yoğunluğu 2.67 g/cm^3 kabul edilerek düzlem Bouguer anomalileri hesaplandı. Ölçü noktaları arasındaki yükseklik farkları çok küçük olduğundan yükseklikler ile anomaliler arasında açık bir korelasyon görülmedi.

- Düzlem Bouguer anomalilerine arazi düzeltmesi eklenerek düzeltilmiş Bouguer anomalileri elde edildi (Forsberg, 1984). Arazi düzeltmesi, uygulanan yaklaşık yöntemler nedeniyle daima hatalar ile yüklüdür. Bu yüzden bouguer anomalileri artıkları hem düzlem Bouguer anomalileri hem de düzeltilmişleri yardımıyla belirlendi.

- Yerel Bouguer anomalileri için öngörülen, noktaların yatay konum koordinatları ve yüksekliklerinin bir doğrusal fonksiyonu (yüzey) her iki anomalileri için en küçük kareler yöntemine göre dengeleme ile belirlendi. İki ve daha yüksek dereceli fonksiyonların bir iyileştirme sağlamadığı görüldü.

- Düzlem Bouguer ve düzeltilmiş Bouguer anomalilerinden yerel anomalileri alanı çıkarılarak iki tür anomalileri artıkları kümesi elde edildi.

Gravite alanı şekil 3'de çizilmiştir. Düzensiz görünümünden mikrotopoğrafik yapı etkilerini de yansıttığı anlaşılmaktadır. Düzlem Bouguer anomalileri artıkları şekil 4'de ve öteki küme şekil 5'de çizilmiştir. İkincisinde eğriler birincisinden daha düzgündür. Düzeltilmiş anomalileri artıklarının daha küçük olmasına karşı kümelerle ilişkin ekstrem değerlerin konumu ve geometrik biçimi yaklaşık aynıdır.

Ölçme noktalarının yoğun olduğu kesimde artı işaretli anlamlı anomali artıkları elde edilmiştir. Bu kesimin batısında anomali artıkları eksi işaretlidir. Eksi işaretli en büyük anomali ölçü alanının güney doğusunda ve artı işaretli en büyük anomali değeri bölgenin batısında bulunmaktadır.

Bir anomali artığı için kestirilen doğruluk Bölüm 2'de verilmiştir. Buna göre 13 μ gal'den küçük artıklar istatistiksel açıdan anlamlı değildir.

4. Bouguer anomali artıklarının yorumu

Gravite anomali artıklarının inversi (yeraltındaki yapı ya da oluşumların yoğunluk ve geometrik biçimlerinin belirlenmesi) matematiksel olarak açık değildir. Sonsuz sayıda çözüm olanaklıdır. Bu yüzden burada da açık ve kesin bir çözüm verilememektedir.

Bu araştırmada bilinen ve uygun görülen tüm yöntemler uygulanarak yerkabuğunun yüzeye yakın tabakalarının yapısına ilişkin olabildiğince çok bilgi edinme yolu denendi. Şekil 4 ve 5'de verilen çizimlerin benzerliği nedeniyle yalnızca düzeltilmiş Bouguer anomalilerinden dönüştürülen artıklar kümesi çözümlendi. Yapılan çözümlerlerde aşağıdaki yöntemler uygulandı :

- Anomali artıkları alanının "yukarıya ve aşağıya doğru" sürmesi; düşey gravite gradientleri alanının kestirimi (gravite alanının 1. türevi),

- İki boyutlu Fourier çözümlenmesi yardımıyla nesnelerin derinlik konumunun belirlenmesi,

- Nesnelerin yapay gravite alanlarının hesabı ve Bouguer anomali artıkları ile karşılaştırılması.

4.1 Artık gravite alanının aşağıya ve yukarıya doğru sürmesi

Gravite alanının sürmesi, bir yeraltı objesinin kapladığı alanı ve onun derinlik konumunu tanımlama olanağını sağlar. Bu yöntemde gözlenen gravite alanına göre ondan belli uzaklıkta (yeryüzünden yukarıda ya da aşağıda) bulunan gravite alanları gözlenmiş gibi hesaplanır. Bu amaçla Henderson (1960) tarafından geliştirilen bir yönteme dayanan bir yazılım kullanıldı (Rudman, 1975).

Gravite alanının yukarıya doğru sürmesi yaklaşımına göre hesaplanan 5.5. m aralıklı 3 gravite alanı, en büyük ve en küçük anomali artıklarının yeryüzüne yakın küçük etkilere karşılık geldiği ve bunların 15 m'den daha derinde olmadığı sonucunu vermektedir.

Gravite alanının aşığıya doğru sürmesi yaklaşıımı da etken nesnelere yeryüzünün çok yakınında bulunduğunu göstermektedir.

4.2 Artık gravite anomalilerinin iki boyutlu Fourier çözümlemesi

Bu yöntem ile etken nesnelere ya da yapıların derinlik konumu üzerine bilgi edinilir (Bhattacharya, 1966; Treitel, 1971). Dimitriadis ve diğerleri (1987) tarafından hazırlanan bir yazılım ölçme bölgesinin şekil 5'de sınırlandırılan kesimine uygulandı.

Bu yöntemle göre Bouguer anomali artıkları 12 m'den daha derinde olmayan nesnelere etkilerinden kaynaklanmaktadır. Nesnelere, yoğun ölçü yapılan kesimde yeryüzünün 3.5 m aşığısındadır. Ortalama derinlik 7.5 m'dir. Etken nesnelere derinlik konumu şekil 6'da gösterilmiştir. Bu yöntemin sonuçları uygun gözükmemekte ve önceki yöntem ile ulaşılan sonuçlara ters düşmemektedir.

4.3 Yapay gravite modelleri

Bu yöntemde biçimi, konumu ve yoğunluğu öngörülen obje tasarımlarına göre hesaplanan gravite etkisi ölçülen Bouguer anomali artıkları ile karşılaştırılmaktadır.

Araştırma bölgesinde bir yeraltı dolmeni bulunduğu savı ileri sürüldüğünden eksi ve artı işaretli anomali bölgelerinde bilinen değişik dolmen modelleri oluşturulmuş ve bunlara karşılık yapay gravite alanları gözlenen Bouguer anomali artıkları ile karşılaştırılmıştır (Telford, 1981; Joussaume, 1987). Modellerde Bouguer anomali artıklarının Fourier çözümlemesinden çıkan derinlik konumu göz önüne alınmıştır.

Tasarlanan toplam 18 dolmen modelinden bölgenin güney yönünde 25m x 3m x 3m boyutlarında bir geçiti olan 15m x 15m x 3m büyüklüğünde bir dolmenin (şekil 7) ölçülere en iyi uyduğu görülmüştür. Bouguer anomalileri ile bu modelin gravite alanı arasındaki fark şekil 8'de çizilmiştir.

5. Sonuç

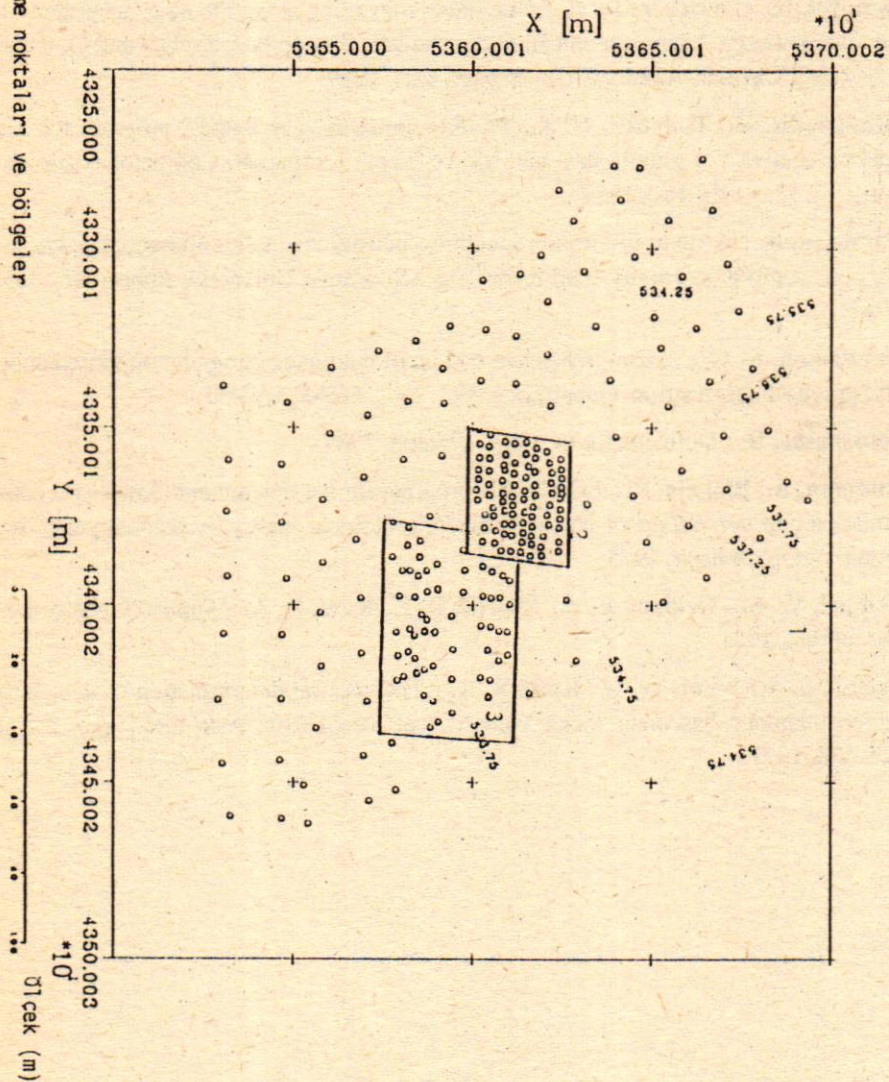
Gravite anomalilerinin inversi, başka bir deyişle yeraltında var olan yapıların yoğunluk ve geometrik biçimlerinin belirlenmesi problemin açık bir çözümü yoktur. Ölçülen gravite alanı için düşünülen modeller olanaklı sonsuz sayıda çözüm örnekleridir. Bunlardan olasılığı en yüksek olan en uygun çözüm olmalıdır. Boyutları ve yapısal özellikleriyle ölçülere kabul edilebilir bir uyum gösteren "geçitli dolmen modeli" uygun çözüm olarak gözükmemektedir. Öteki modeller ölçülere ya hiç uymamakta ya da geometrik boyutları bakımından olanaklı görülmemektedir.

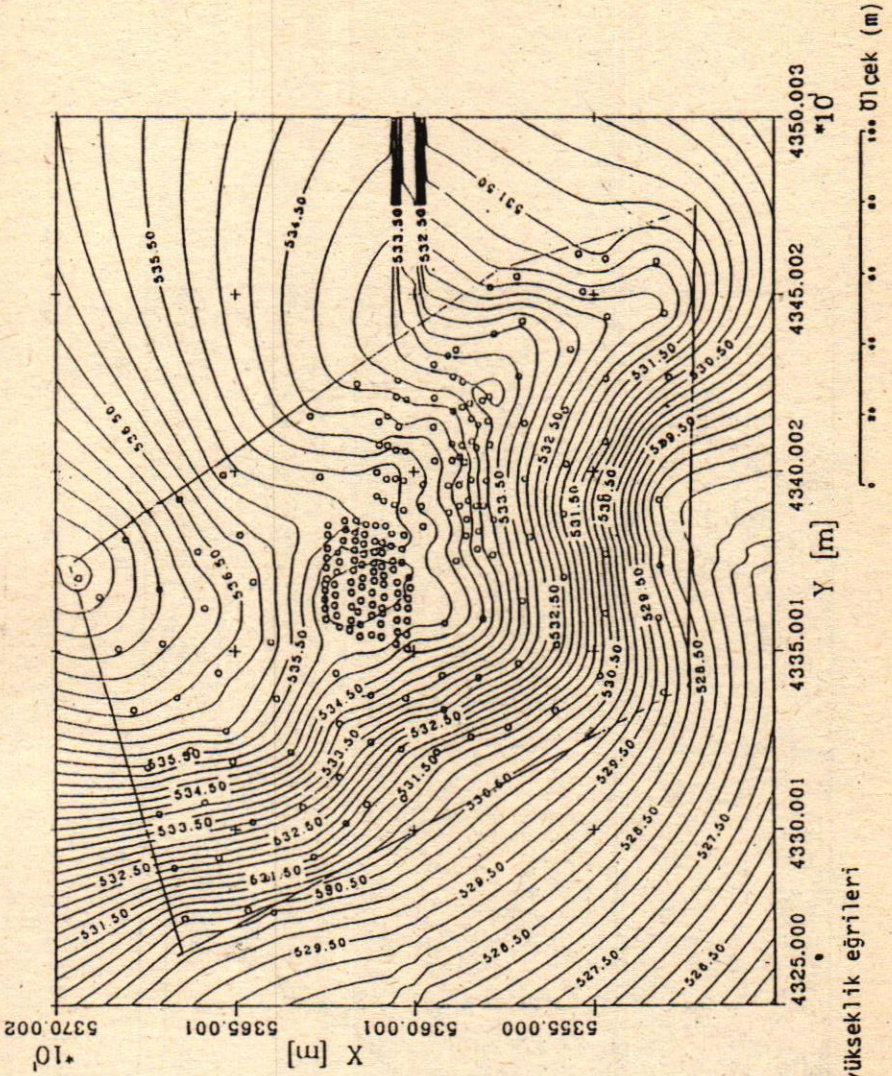
Bouguer anomali artıkları büyük bir olasılıkla yeraltı örtüsü ve yerel, jeolojik mikroyapı etkilerini de içermektedir. Bu durumun sondalama yardımıyla açıklığa kavuşturulması gerekmektedir (Butler, 1984).

KAYNAKLAR

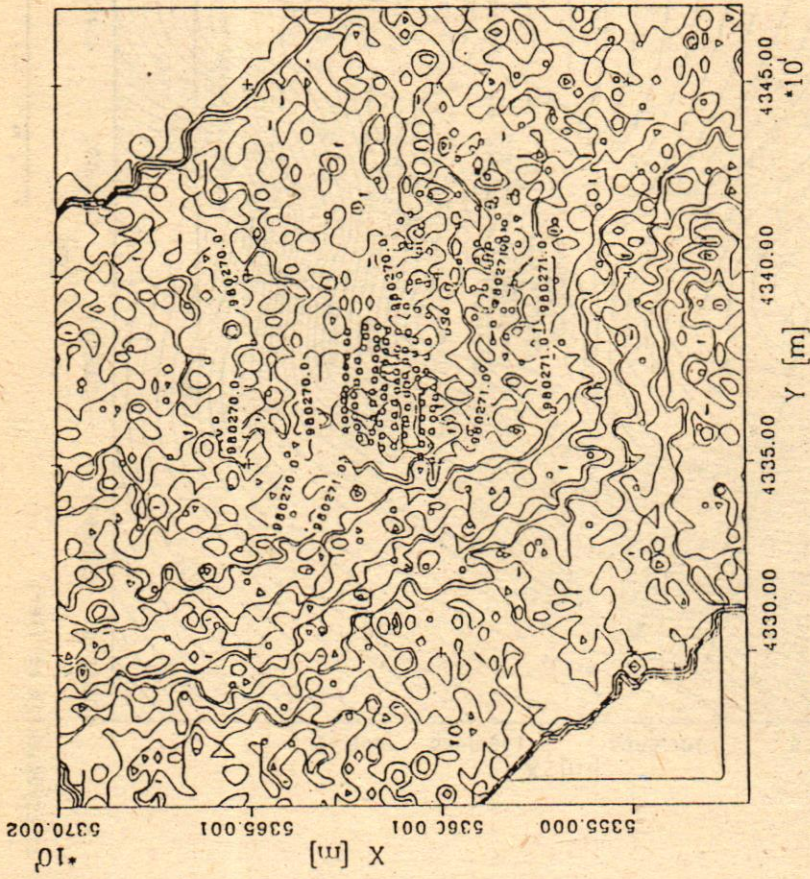
- Bhattacharya, B. K.** : Continuum spectrum of total magnetic field due to a rectangular body, *Geophysics*, Vol. 31, s. 97-121, 1966
- Butler, D. K.** : Microgravimetric and gravity gradient techniques for detection of subsurface cavities, *Geophysics*, Vol. 49, s. 1084-1096, 1984
- Czuczor, E., Falk, H., Gerstenecker, C.** : Automation in der Feldgravimetrie, *Zeitschrift für Vermessungswesen*, Vol. 114, s. 259-268, 1989
- Demirel, H., Gerstenecker, C.** : Gravimetric levelling along the north anatolian fault zone between Adapazari and Bolu, *Earthquake Research*, J. Zschau and O. Ergüney (eds.), Chritian-Albrechts Univesitaet, Kiel, 1989
- Dimitriadis, K., Tselentis, G. A., Thanassoulas, K.** : A BASIC program for 2-d spectral analysis of gravity data and source -depth estimation, *Computer Geosciences*, Vol. 13, s. 549-560, 1987
- Forsberg, R.** : A study of terrain reductions, density anomalies and geophysical inversion methods in gravity field modelling, *Ohio State University Report No. 355*, 1984
- Henderson, R. G.** : A comprehensive system of automatic computation in magnetic and gravity interpretation, *Geophysics*, Vol. 25, s. 569-585, 1960
- Joussaume, R.** : *Dolmens for the dead*, London, 1987
- Rudman, A., Blakely, R.** : FORTRAN program for the upward and downward continuation and derivatives of potential fields, *geological survey occasional paper 10*, bloomington, Indiana, 1975
- Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., Keys, D. A.** : *Applied Geophysics*, Cambridge, 1981
- Treitel, S., Clement, W. G., Kaul, R. K.** : The spectral determination of depths to buried magnetic basement rocks, *Geophysical Jurnal Roy. Astr. Soc.*, Vol. 24, s. 415-428, 1971

Şekil 1 : DİCME noktaları ve bölgeler



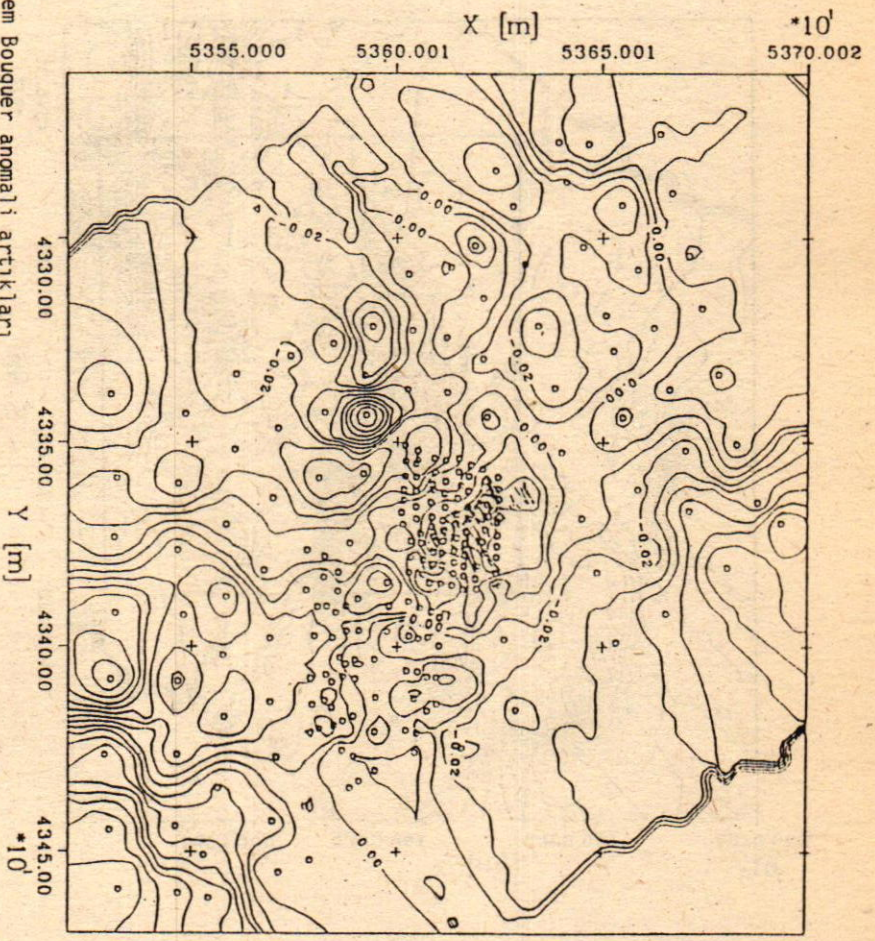


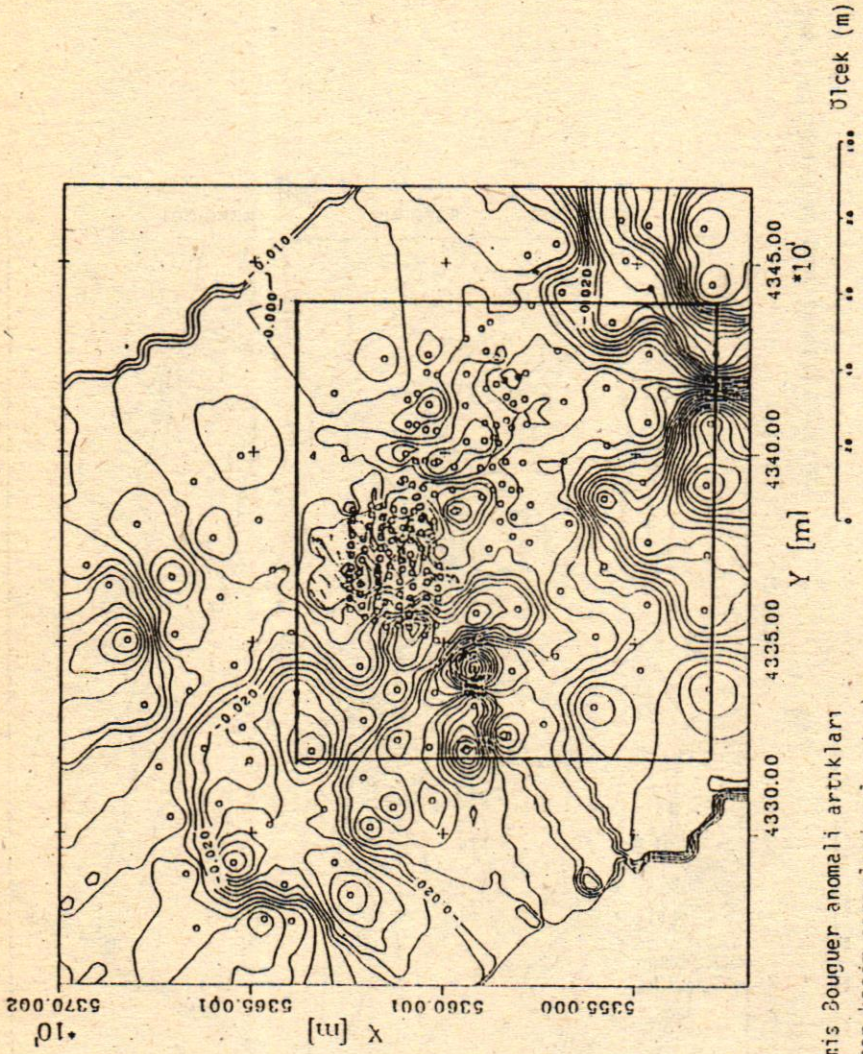
Şekil 2: Eşyükseklik eğrileri



Sekil 3: Gravite degerleri (mgal)

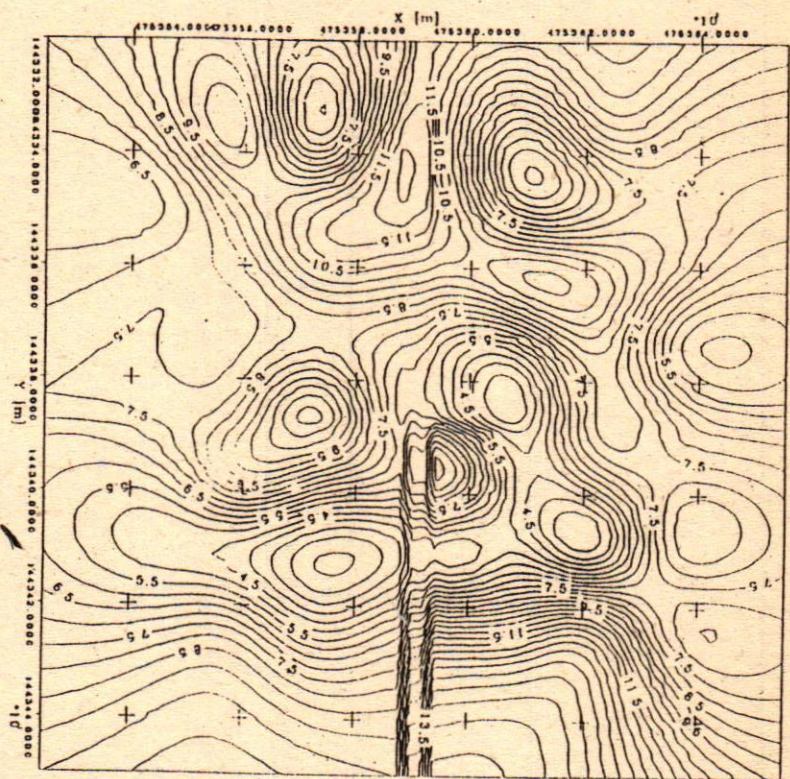
Seki 1 4: Düzlem Bouguer anomali artıkları



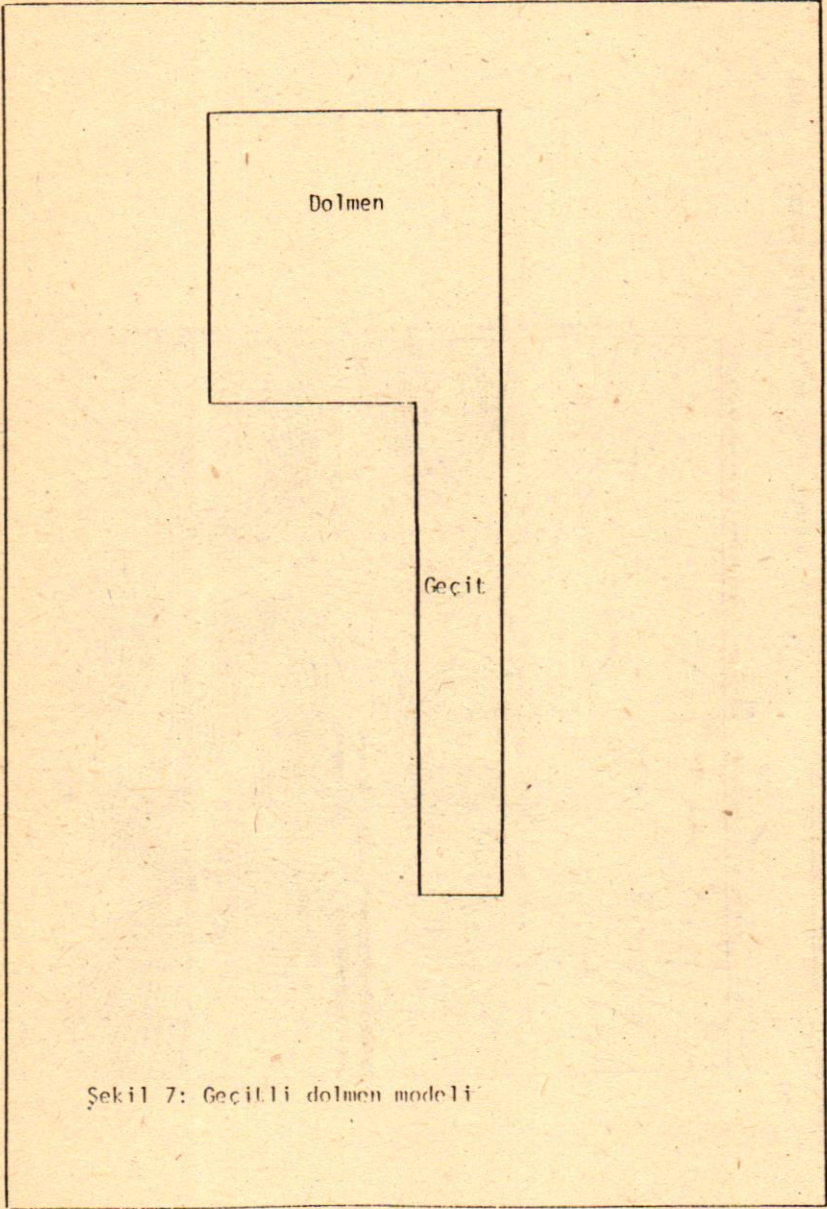


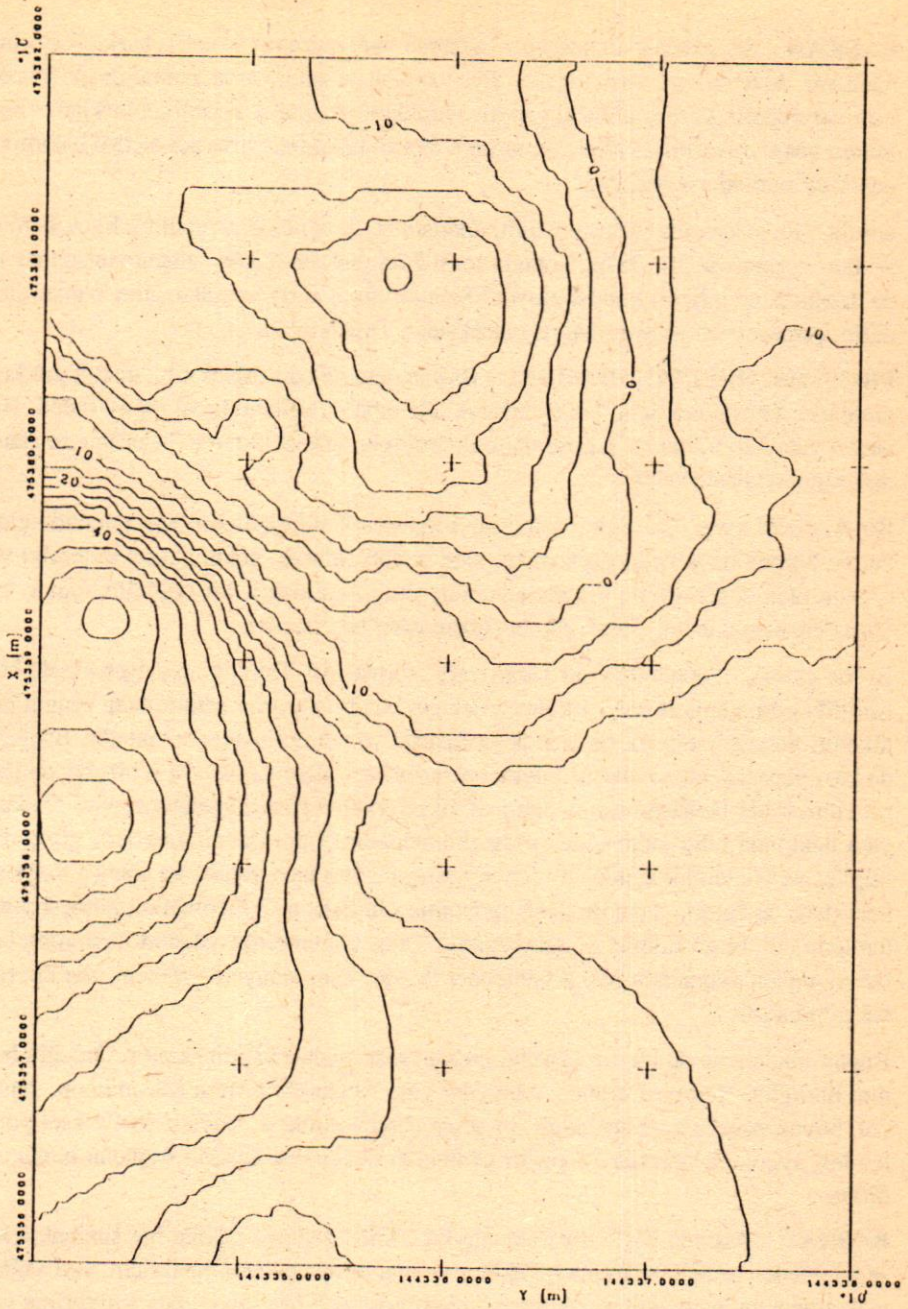
Sekil 5: Düzeltilmiş Bouguer anomali artıkları
(Yorumlanan kesim sınırlandırılmıştır)

Sekil 6: Etken objelerin derinlik konumu



0 10 20 30 40 Ölçek (m)





Şekil 8: Ölçüler ve model arasındaki fark

BAŞKAN - Saygıdeğer arkadaşlar, 3 günden beri oturumu yöneten başkanların bir âdeti var. Aslında ben onlar yapıyor diye yapmak istemem; ama, benim de bir iki sorum var değerli kardeşime. Bu yapmış oldukları çalışmayı, koordinat farklarını bulurken hangi duyarlılıkta aletlerle, mesafe ölçüsü bakımından ve açı ölçüsü bakımından total stationlarla yaptınız?

Bir de, "Eş yükseklik haritası çizildi, demiştiniz, hangi ölçekte çizildi? Evet, benim iki tane sorum var. Bir de her konuda sorduğum gibi, bu özgün çalışmanın sonucunda, topluma ne gibi bir katkısı oluyor? Sanıyorum, onu da vurgularsanız, benim çizdiğim çerçeveye göre aydınlatmış olacaksınız. Teşekkür ederim.

PROF. DR. HÜSEYİN DEMİREL - Başlangıçta da belirttiğim gibi, noktaların konumlarını belirlemek için, bir elektronik takeometre kullanıldı, AGA-440 aleti. Bu aletle, yatay koordinatlar 1 santimetre doğrulukla, yüksekliklerde 3 santimetre standart sapmayla belirlendi.

Bir de çizim vardı. Çizim konusu, yine bilgisayarla bu ölçülerin, başta arazide global ve büroda da kesin değerlendirmesine yönelik olarak, nokta yüksekliklerinin ve gravite ölçü değerlerinin, gravite anomallerinin; tüm alanda bir bütünlük içinde tanımlanmasına yönelik olarak yapılan çizimlerdir bu çizimler.

Bir de galiba, "Topluma ne tür yararı var?" sorusuydu. Tabii, yine çalışmada da belirtildiği gibi, günümüzde Türkiye gerçekten, bu tarihi eserler bakımından zengin bir ülkedir. Son zamanlarda, bu alanda jeofiziksel yöntemler uygulanmaktadır. Bir yerde kazı yapacaksınız, belki de büyük bir tarihi eser alanı ya da eski şehir; bu alanların sınırlarıyla belirlenmesi, ancak jeofiziksel yöntemlerin uygulanmasıyla, oradaki yapı hakkında bilgi edinmekle sağlanabilmektedir. Tabii bunun yararları, güvenilir bilgiler ve yöntemlerle elde edildikten sonra, bir kez kazı yapma ve sonuca ulaşma; hem daha az zararlar, hem de daha ekonomik olmaktadır. Arkeologlara böylesi yöntemlerle çok kesin bilgiler sunulmaktadır. Tabii gravimetrik yöntem bunlardan bir tanesi, çokça uygulanan başka yöntemler de var. İşte, manyetik yöntem, sismik, radar gibi birçok.

Bugün ülkemizde de bu tür, örneğin mezar araştırmaları yapılmaktadır. Örneğin benim bildiğim, Nemrut Dağında, Almanlar yine Alman Araştırma Kurumunun, hatta çok büyük paralarla desteklediği bir proje çerçevesinde ve böylesi jeofiziksel yöntemleri uygulamaktadırlar ve çeşitli yöntemler deneyerek başarılı sonuçlar almaktadırlar.

BAŞKAN - Aslında şöyle diyebilir miyiz? Tarihsel yapıyı ilgililerine sunmak için, zedelemeyen ortaya çıkarmak gerekiyor ve onu ortaya çıkarabilmek için, veri sağlamak amacıyla uyguladığımız yöntemlerden biri diyebiliriz. Evet, ben sorularına yanıt aldım. Şimdi soru sormak isteyen?.. Yalnız kayıt olayı burada yapılmıyor hocam. İsterseniz, size bağlı; oradan da sorabilirsiniz, o bakımdan.Buyurun Sayın AKSOY.

PROF. DR. AHMET AKSOY- (Yerinden sorduğu soru ses kayıt bantına geçmediği için yazılmadı)

BAŞKAN- Evet, Sayın Demirel.

PROF. DR. HÜSEYİN DEMİREL- Bu çalışmanın, tabii Fransa özellikle seçilmedi. Fransa'da daha önce bu bölgede başka yöntemlerin uygulandığı; örneğin, uzaktan algılama, fotogrametrik yöntemler uygulanmış, fotoğraflar çekilmiş bu alanda. Sonra, öz direnç ölçmeleri yapılmış. Bu bölgede, geçmişte çalışmalar yapılarak sonuçlar alınmaya çalışılmış. İddia edilen şu: O bölgede, biraz ayrıntıya girersek, bu Romalılar döneminde, işte Yavuz Alem'den kaçırılan ya da getirilen bir hazinenin, böyle birkaç gün içinde, o şatonun yakınında bir bölgede birden yok olduğu kesin olarak biliniyormuş. Gerçekten bu kitaplarda da var. Yıllardır bu proje, Avrupa Topuluğu tarafından da desteklenen bir çalışma olduğunu duydum. Daha önceleri bu bölgede böyle çalışmalar yapıldığı için, biz de o bölgede yaptık ve daha doğrusu burada bizden bu çalışmayı yapmamız istendi. Biz buraya gidelim, bu yöntemi uygulayalım demedik, orada bu nedenle yapıldı.

250 metre x 250 metrelik bir alanda, yine bu geçmişteki çalışmalarla da bizim orada yaptığımız incelemeler sonucu belirlediğimiz bir alan oldu. Orada bir sırt, tepe gibi yükselmesi gereken, yükselen bir bölgede; daha sonradan, orada öyle dikkati çeken bir biçimde arazi yüzeyinin çöktüğü, gerçekten çökmeleriyle ilginç görüldüğü bir yerdi. O nedenle, biz de burada yöntemi uyguladık.

Şu da var: "Niçin hiçbir yöntemde kesin sonuçlar yok?" deniyor. Yeraltında var olanı kesin olarak saptamaya yönelik kesin yöntemler, ben bilmiyorum. Genellikle uygulanan ve var olan yöntemler, bilgi edinmeye, belli bir olasılıkla yeraltındaki yapıların ve yapısal değişimlerin ortaya çıkarmaya yönelik, yine hocamızın da çok iyi bildiği gibi, böylesi çalışmalarda çok değişik yöntemler uygulanarak, işte birbirleriyle sonuçlar karşılaştırılarak, olabildiğince çok bilgi toplanarak, emin sonuçlar, güvenilir sonuçlar elde edilmeye çalışılıyor. Bu alanda da böyle. Mikrogravimetrik yöntem de, öteki yöntemlerden biri. Öyle ya, yeryüzünün aşağısında bir yer çekimi kuvveti, gravite değerini ölçüyorsunuz; gravite, çekimi etkileyen yer altındaki yapı özelliklerini, tabii bu diğer anomali artuklarıyla belirlemek amacı güdüyor. Aslında, bu yapısal değişimleri kantitatif özellikleriyle kavramak, görmediğimiz için oldukça zor. Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Ben de teşekkür ederim. Şimdi arkadaşlar, özür diliyorum, "Kayıt yapılıyor" dendi, konuşmacının, yani Profesör Doktor Hüseyin Demirel'in yanına gelecek soru soracak arkadaş. Adını söyleyecek, kimliğini söyleyecek, sorusunu yöneltecek; sonra, Sayın Demirel onu yanıtlayacak. O şekilde yapalım. Buyurun öndeki arkadaşımız.

NIHAT AKDOĞAN (MTA Jeofizik Dairesi)- Burada birkaç soru soracağım. Kendi konum gravite üzerine. Çalışma gerçekten çok güzel ve sonuçları açısından da yeterli. Çalışma sahasında da gerekli hassasiyet gösterilmiş izlenimini aldım. Yalnız bu konu, bana göre Jeofizik Mühendisleri Odasında ilk olarak anlatılsa daha iyi olurdu kanısındayım.

Şimdi dinleyen kişiler gördü ki, bildiri tamamen gravite konusunda bildiri. Topografik olayı, graviteye yardımcı bir dal olarak düşünüyorum ben. Acaba, Sayın Profesör Doktor Hüseyin Demirel beyefendi bu konuyu, Jeofizik Mühendisleri Odasında da anlatmayı düşünüyor mu, var mı böyle bir girişimi? Bana göre, bu konu orada tartışılrsa daha iyi olur. Tartışmadan ziyade, Türkiye genelinde uygulanmasını söyledi kendisi. Onun uygulanabilirliğini, orada daha iyi görürüz kamsındayım ben.

BAŞKAN- Teşekkür ederim Sayın Demirel.

PROF. DR. HÜSEYİN DEMİREL- Teşekkür ederim. Tabii düşünüyorum, olabilir. Yalnız, jeofizik mühendisleri ya da jeolog arkadaşlarımın yoğun olarak buldukları ya da katıldıkları bir toplantıda da sunmayı düşünüyorum. Bu yöntemin uygulanabilirliği, gravimetrik yöntemi içimizde tanıyanlar var. İşte, belli sınırlar içerisinde, belli ölçüler içerisinde uygulanabiliyor. Örneğin, geçmişte de yeraltı boşluklarının ya da belli özellikteki bölümlerin ortaya çıkarılmasında en uygun yöntem olduğu söyleniyor. Ülkemizde de bu yöntem birçok alanda uygulanmaktadır.

Ben, şu noktayı belirtmek isterim, vurgulamak isterim: Artık, günümüzde teknoloji, konular o kadar hızla değişiyor, gelişiyor ki, bazı disiplinlerin bir araya gelerek, ortaklaşa çalışmaları zorunluluğu kaçınılmaz olmaktadır. Biz de bu çalışmanın, bir yönüyle bizi de ilgilendirdiğini düşünerek yaptık. Tabii ki, jeofizik alanda da doğrudan yer alan bir konu. Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Teşekkürler. Evet Buyurun. Yalnız kısa ve öz. Nedense konu çok kendine özgü, hiç soru sorulmayacak gibi sanıyorum; ama, soruluyor, zamana da uymak zorundayım başkan olarak; onu sağlıklı kullanmak zorundayım, vakit de geçiyor. E-vet lütfen.

ŞEVKET DEMİRBAŞ (MTA Jeofizik Dairesi)- Şimdi ben konuşmacıya birkaç soru sormak istiyorum, birbirleriyle ilişkili olacak.

Bu çalışma esnasında kullanılan dakostromberg gravimetresinin duyarlılık derecesi nedir? Yani mikrogal derecesinde mi ölçüyor, yoksa gal derecesinde mi, miligal derecesinde mi ölçüyor? Birincide onu öğrenmek istiyorum.

İkincisi, mikrogal cinsinden alınan ve mikrogal cinsinden ölçülen değerlerin, bu haritası çizildiğinde, meydana gelen anomalinin abstüt farkı, yani anomalinin şiddetinin kaç mikrogal derecesinde olduğunu? Tabii biz, harita gösterilmediği için tam manasıyla bilemiyoruz.

Bununla ilişkili olarak, çok küçük bir abstüt farkı varsa, yani mikrogal cinsinden çok küçük bir şiddeti varsa ve bunun yapmış olduğu anomalinin, yüzeyden alınan 2.67' lim yoğunluk ile, yani bu 2.67 yoğunluğu standart olarak alınmış bir yoğunluktur; biliyoruz ki... Ben kısa bir şekilde izah etmek isteyeceğim. Biliyoruz ki, gravimetrik ölçülerde en önemli faktör, bir defa aşağıda aradığımız kütle, derinliğin, büyüklüğün ve çevre ile olan yoğunluk kontrastı çok önemlidir. Burada yoğunluğu,

yüzeiden alacağımız küçük bir yoğunluk farkı, hele mikrogal cinsinden elde ettiğimiz çok küçük abstütlü bir anomali varsa, 2.67 yerine 2.60 aldığımız takdirde, bu anomali kaybedebilirsiniz yahut da daha da şiddetlendirebilirsiniz, bu da istediğiniz sonucu elde edemeyebilir. Ben konuşmacıdan bunları rica edeceğim. Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Ben de teşekkür ederim.

PROF. DR. HÜSEYİN DEMİREL - Bu kullanılan gravimetrelerin doğruluğu 2 lakostromberg gravite ölçer, model G-258 ve G-563. Yine bir lakostromberg gravite ölçer, model D-38 kullanıldı. Bu gravite ölçerlerin doğrulukları, bir ölçü için standart sapmaları, ölçülerin değerlendirilmesi sonucunda bulunan değerlerdir söyleyeceklerim: lakostromberg - 258-16 mikrogal, lakostromberg G-563-II mikrogal, lakostromberg D-38 -9 mikrogal doğruluklar elde edildi. Tüm ölçülerin birlikte dengelenmesi sonucunda da, bir ölçü için II mikrogal doğruluğa ulaşıldı. Başlangıçta da ölçülerin 0 mikrogal doğrulukla yapılabileceği varsayılmıştı. Kullanılan aletler, bu incelekte aletlerdi.

Sorunun öteki bölümü: Tabii, yeryüzüne yakın tabakaların yoğunluğu 2,67 grant/santimetreküp kabul edildi; ama, değişik modellerle denemelerde; örneğin dolmen modellerine göre, çok değişik yoğunluklar da öngörüldü. Yalnızca, bir tek yöntem denenmedi. Değişik yöntemlerle, öngörülen modellere göre farklı yoğunluklar da alınarak anlamlı sonuçlar üretilmeye çalışıldı.

Tabii bir anomali artırılıp anlamlı olması için, yine bir araştırma inceleme sonucu olarak 13 mikrogalden küçük, bu diğer anomali artıklarını istatistik anlamlı görmedik ve onun dışındaki, ondan daha büyük olanları inceledik, değerlendirdik.

İki tür anomali kümesi elde edildiğini belirtmiştim. Bunlardan biri, işte düzlem bugiel anomali artıkları, öteki de arazi düzeltmesi getirilmiş bugiel anomali artıkları. Tabii birinci kümeyle ikinci küme arasında, bu düzeltmeler sonucu olarak farklar var. İkinci düzeltme getirilmiş olanlar, genellikle daha küçük. Bu değerler, bende sayısal olarak yok; ama, çizim değerleri olarak vardır, onu söyleyebilirim. 100 civarında olanlar var, 100 mikrogram...

BAŞKAN- Evet, bunun dışında başka sorusu olan arkadaş ?.. Bir kişiye daha... Bu yurun efendim.

SEYFULLAH TUFAN- Mikrogravite çalışmaları.. Uzun yıllardan beri demiyeceğim; ama, 7-8 seneden beri MTA'da bu gravite çalışmaları yapılmaktadır. Özellikle, Artvin Nükleer Santralında bu tür bir çalışma yapılmıştı ve başarılı sonuçlar alınmıştı. Bunun dışında, maden çalışmaları da uygulanmaktadır. Bu konuda, Harita Mühendisleri Odasının çalışmalarından da yararlanmaktayız.

Benim öğrenmek istediğim -demin arkadaş sordu, soracaklarımın bir kısmını- bu yoğunluk tayininde, acaba arazideki numune yoluyla bir değerlendirme yapıldı mı? Bunun dışında, bu 250m x 250m alanda gravite ölçüm noktaları gelişigüzel mi tespit edildi, yoksa karelaj mı yapıldı? Karelaj yapıldıysa, profil aralıkları ve nokta aralıkları

ları ne kadar yapıldı? Bunu öğrenmek istiyorum. Teşekkür ederim.

PROF.DR. HÜSEYİN DEMİREL- Şimdi, o zaman, şöyle bir geçirelim. Bu sorunun yanıtını, şekilleri göstererek, şekillerin üzerinde açıklamalar yaparak vermiş olacağımı sanıyorum. Hem daha önce noksan kalan bir eksikliğimizi de gidermiş olacağız.

BAŞKAN- Değerli arkadaşlar, soru yöneltenler, yine de bu açıklamalar, zamanın kısıtlılığı nedeniyle sizleri doyuramayabilir. Onu lütfen dikkate alın. Çünkü ben programı bitirmek zorundayım, belirlenen plana göre.

PROF. DR. HÜSEYİN DEMİREL- Ölçme alanı ve noktaların dağılımı şekilden görülmektedir. Son soruda da söz edildiği gibi, arazide nokta yerleri kareler oluşacak biçimde öngörülmüştür. Yukarıda (1) ile gösteren genel ölçme alanında, nokta sıklıkları yaklaşık 20 metre, (2) nolu bölgede, kesimde, işte o çökmelerin, arazi yapısının çok ilginç gözüktüğü yerde 5 metreden küçük aralıklar; yine (3) nolu bölgede, nokta aralıkları maksimum 10 metre öngörüldü. Bu da, tabii ölçme sonucu arazinin topografik yapısını göstermek amacıyla çizilen bölge haritası. Burada, bölgede gravite değerlerinden türetilen eş eğriler, çizgiler görülmektedir. Arazinin çok düzensiz olduğu açıkça görülmektedir. Bu, bize mikro topografik etkilerin de ölçülerde baz olduğunu göstermektedir.

Burada, düzlem bugiel anomali artıkları çizilmiştir. Yine bir başka, bu şekilde de düzeltilmiş, arazi düzeltilmesi getirilmiş bugiel anomali artıkları görülmektedir. Yine, noktalar ve sıklık ölçme bölgesi belirtilmiştir ve görülmektedir. Şekilde, çizgilerle kare biçiminde sınırlandırılan alan, daha sonraki model araştırmaları için ele alınan bölge olmuştur. Tabii, bu alan dışındaki anomalinin artıkları anlamlı görülmemiştir.

Burada, yeraltı analiz değerlendirme sonucunda, etken objelerin derinlik konumu çizimsel olarak verilmektedir.

Çeşitli modeller içerisinde, ölçüm sonuçlarına en uygun model olarak, digecittidolmen modeli olduğu belirtilmişti. İşte şekil olarak, digecitti ve bir de mezar bölümü olan kısım. Tabii bu dolmen modeli, malzeme yapılarıyla modelde göz önüne alınmaktadır.

Burada, ölçüler ile model arasındaki farklar inceleniyor. Onlar hakkında genel bir görünüm elde etmek amacıyla elde edilmiştir. Teşekkür ederim.

BAŞKAN- Sayın Profesör Doktor Hüseyin Demirel'e açıklamalarından dolayı da teşekkür ediyoruz. Diğer konuya geçiyoruz arkadaşlar.

Diğer konumuz, "Arazi Bilgi Sistemlerinde Altılığın Homojenliği ve Sınıflandırma". Sunacak olan arkadaşımız, Doçent Doktor Doğan Uçar. Buyurun Sayın Uçar.