

BASENLERİN GRAVİMETRİK MODELLEMESİ VE DEPREM HASARLARI İLE İLİŞKİSİ

Hakkı ŞENEL*

ÖZ. - 17 Ağustos 1999 depreminde Gölcük-İzmit ve çevresindeki hasarlı yapıların bölgesel dağılımı dikkatle incelendiğinde, bina kalitesi etmeninin yanı sıra, bazı bölgelerde binaların daha yoğun hasar gördüğü, bazı bölgelerde ise aynı tipteki ve kalitedeki binaların hiç etkilenmediği görülmektedir. Bu özelliğin zemin rijitliğinden başka alüvyon ile örtülü taban topografyasının geometrisi ile de yakından ilgili olduğu bu çalışmada gösterilmeye çalışılmıştır. 17 Ağustos 1999 depreminde çalışma alanı içindeki yoğun hasarlı binaların dağılımı, güney yönü açık yarım havzalar veya alüvyon örtülü vadilerin duvarlarına yakın bölgededir. Bu yön deprem dalgalarının geliş yönüdür. Bu da havza içindeki deprem dalgalarının odaklanma etkisini açıkça gösterir. Bu olayı açıklamak için izmit kent yerleşim alanı içinde 4 km² alan içindeki 785 gravite verisi ters çözüm teknikleri ile modellenerek alüvyon ile örtülü taban topografyası şekillendirilmeye çalışılmıştır. Depremde yıkık, ağır hasarlı ve orta hasarlı yapıların yerleri bu hesaplanan derinlik haritasına işaretlenerek havzalar ile hasar dağılımı ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki sonraki olası depremlerde hasarın yoğunlaşacağı bölgeler için iyi bir ön bilgi olacaktır. Çalışma alanı içinde güneye doğru taban kaya derinleşme göstermektedir. Taban topografyasının gömülü vadi-sirt sıralanmaları ile belirgin şekillendiği bazı yerlerde gömülü basenin kenarları dike yakın eğim kazanmıştır. Özellikle gömülü vadi biçimli taban topografyasının üzerinde yer alan alüvyonal kesimlerde, çok katlı binalardaki hasar yoğunluğunun artması da dikkat çekicidir. Alüvyon ile örtülü taban topografyasının havza kenarlarındaki dike yakın eğim yüzeylerinin örtülü bir fay düzlemi olarak ele alınması mümkündür. Kuzeydeki yüzey topoğrafyasındaki vadi-sirt şeklindeki ardışık oluşumun, alüvyon ile örtülü güney kesimde batıya ötelenmiş bir konumda süreklilik göstermesi oblik faylanma olasılığını da dikkate almayı gerektirmektedir.

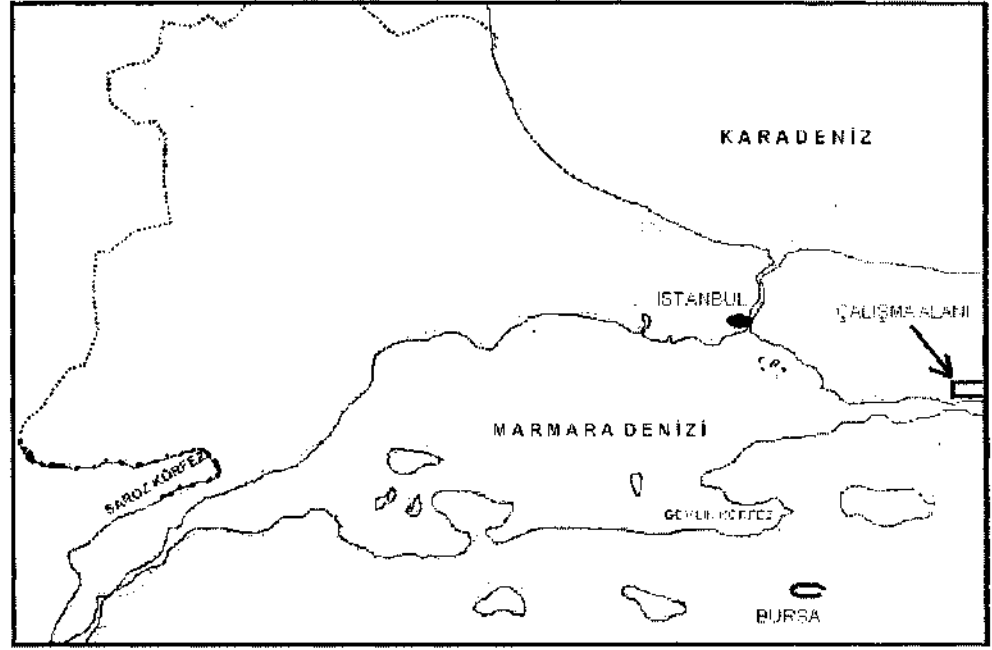
Anahtar kelimeler: Gravimetrik Modelleme, Deprem Hasarları, Deprem Dalgaları Odak Etkisi, Taban Topografyası.

GİRİŞ

19 Eylül 1985'te Cocos levhası ile Kuzey Amerika levhası arasındaki depremde, odak noktasından 350 km uzaklıktaki Mexico City'nin alüvyon üzerindeki yerleşim kesiminde, çevreye göre büyük yıkım hasarı görülmüştür. Bundan sonra, basen ve taban topografyası ile deprem dalgalarının kanal hareketi ve odaklanma olaylarının depremler arasındaki ilişkileri de dikkat çekmeye başlamıştır (Alvarez, R., 1990; Motosaka, M. ve Nagana, M., 1997; Keçeli, A., 2000;

Noguchi, T. ve Nishida, R., 2002, Demirbaş ve diğerleri 2003, Şenel, H. 2003).

17 Ağustos 1999 Gölcük-İzmit depreminde, İzmit kent merkezinde, Gölcük kaza merkezinde ve İzmit körfezinin doğu kesiminin güneyindeki yapılarda meydana gelen yıkım, ağır, orta ve hafif hasar dağılımının, bina kalite etmeninin yanı sıra, bölgesel kümedenme göstermesi, hasarın alüvyon örtülü taban topografyası ile yakından ilişkili olabileceği görüşünü destekleyen bir olaydır.



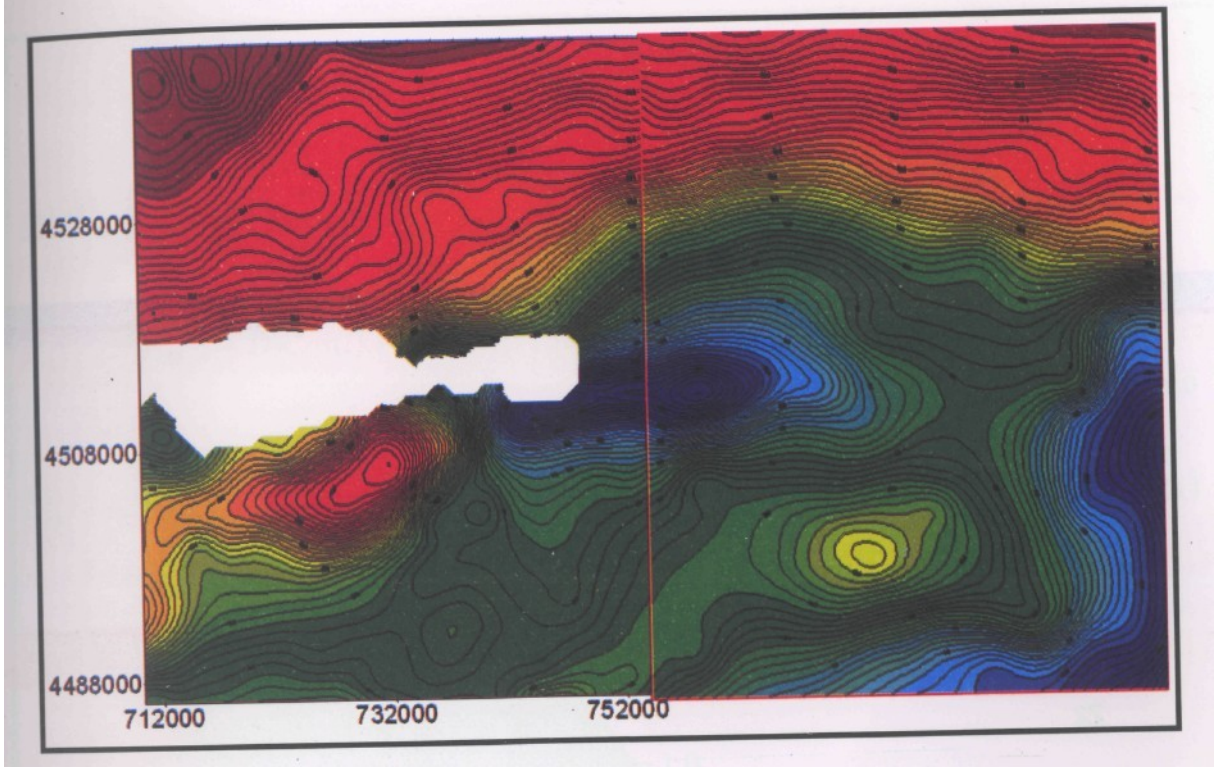
Şek. 1 - Çalışma alanı bulduru haritası

Kaynakta oluşan deprem dalgaları geçtiği birimlerin elastiklik parametrelerine göre kırılma ve yansıma kurallarına uyarak yayılır. Özellikle havzalardaki birimlerde elastiklik farklılığı gibi uygun koşullar oluştuğunda odaklanma etkisi belirgin olarak ortaya çıkabileceği görülür.

İnceleme sahası, İzmit kent yerleşim alanı içindeki Şirintepe - Yahya Kaptan arasında 11 km boyunda yaklaşık 500 metre genişliğinde bir alandır (Şek. 1). Kentin alçak kotlu kesimleri alüvyon ile kaplı olup, deprem hasarlarının yoğunlaştığı bölgeler bu alüvyon alan içinde kümelenmiştir. Kent oldukça yoğun yerleşim alanına sahip olduğundan ve kalın alüvyon örtü içerdiğinden, kent içinde jeofizik-sismik yöntem uygulama sorunu göstermektedir. Bunun yanında alüvyon tuzlu deniz suyuna doygun olduğundan jeofizik-elektrik derin sondaj da uygulama sorunu getirmektedir. Keza kent ve çevresi yoğun

sanayi içerdiğinden, elektrik makineleri nedeniyle yoğun bir elektro manyetik kirlenmeye sahiptir. Bu ortamda manyetik yöntemin uygulama ve değerlendirme güçlüklerini artırmaktadır. Bu problemler nedeniyle deprem hasarları ile taban topografyası arasındaki ilişki mikrogravite detay etüdü ile kurulmaya çalışılmıştır.

Kocaeli ve çevresine ait rejyonel gravite haritasına bakıldığında (Şek.2), çalışma alanına denk gelen bölgedeki Bouguer gravite anomalisi tipik step (yanal süreksizlik modeli) fonksiyonu karakterini taşımaktadır. Çalışma sahası, İzmit-Sapanca oluşunun kuzeyde Eosen ve daha yaşlı birimlerle, güneydeki düşük yoğunluklu alüvyon örtü arasındaki bölgede yer aldığından, aradaki yoğunluk farkı, step fonksiyonu biçiminde gravite anomalisi oluşturmaktadır. Çalışma alanı, alüvyon örtüye göre yarı-sonsuz blok jeofizik modeliyle yorumlanabilir.



Şek. 2 - Çalışılan bölgenin rejyonel gravite alan haritası.

YÖNTEM

Fayın (yarı-sonsuz blok) gravite anomalisi

Fay (yarı-sonsuz blok) modeli (Şek. 3), birçok gravite anomalisinin yorumunda başvurulan ve sıkça kullanılan önemli bir jeofizik modeldir. Yarı-sonsuz blok modelin gravite anomalisinin birçok ilginç özellikleri, düz-ters çözüm, gradient ve farklı dönüşümlerdeki

davranışları çeşitli yazarlar tarafından (Heiland, 1943, Heiland, 1968, Paul ve diğerleri 1966, Stanley,1977, Rao, ve Murthy, 1978; Sundararajan, ve diğerleri 1983, Murthy ve Krishnamacharyulu, 1990) açıklanmıştır. Bu modelin gravite anomalisi Δm elementer kütesinin iki boyutlu integrali

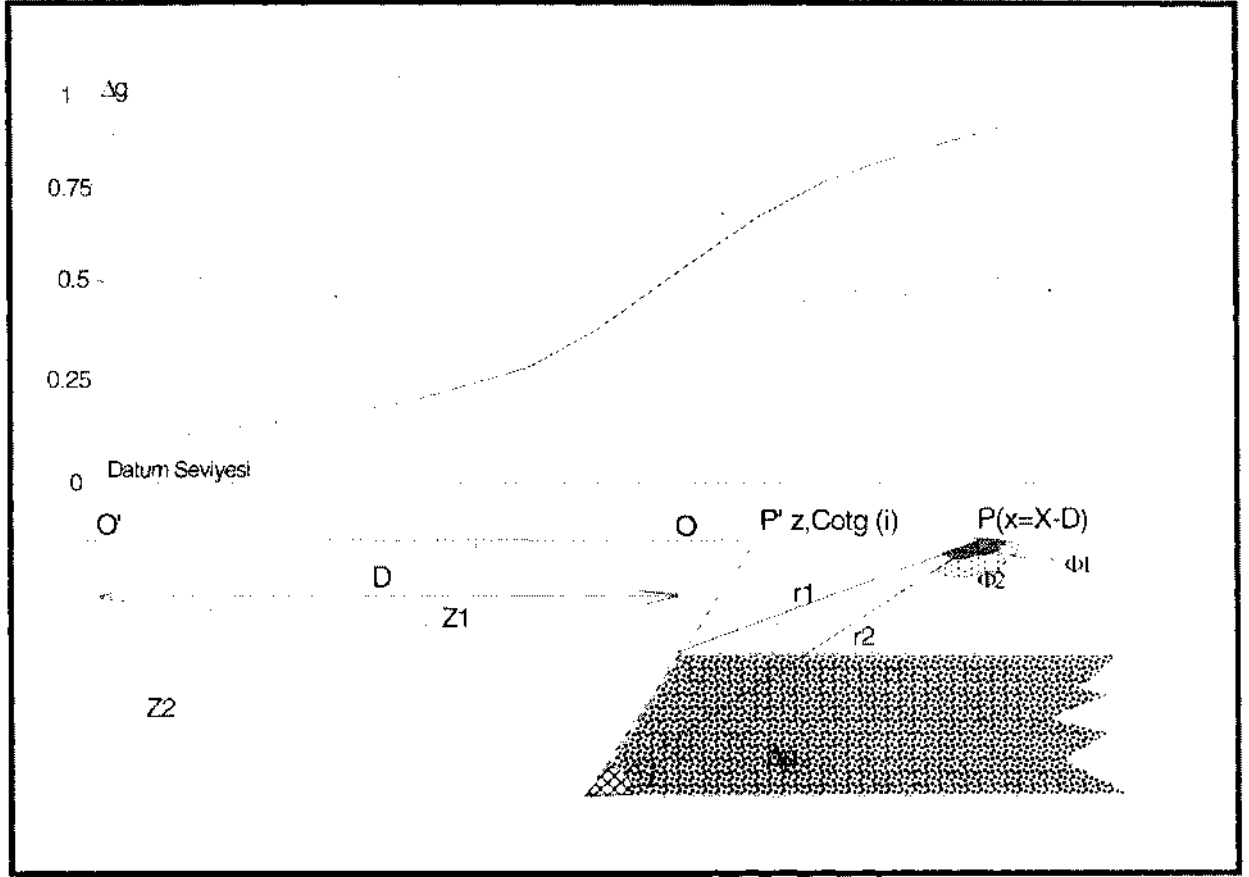
$$\Delta g(x) = 2 \gamma \rho \int_{z_1}^{z_2} \int_{-(v-z)\cot(i)}^{\infty} \frac{vdvdu}{(u-x)^2 + v^2} \tag{1}$$

çözülerek, yarı sonsuz blok modelin gravite anomalisi

$$\Delta g(x) = 2\gamma\rho \left[(x\sin(i) - Z_1\cos(i))\left(\sin(i)\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \cos(i)(\Phi_2 - \Phi_1)\right) + Z_2\Phi_2 - Z_1\Phi_1 \right] \tag{2}$$

olarak verilebilir (Rao, ve Murthy, 1978). Burada γ evrensel gravite sabiti, ρ yoğunluk

farkı, i yarı sonsuz blok eğim açısı, Z_1 blok üst derinliği, Z_2 blok alt derinliğidir.



Şek. 3 - Fayın (yarı-sonsuz blok) gravite anomalisi ve model parametreleri.

Yarı-sonsuz blok iteratif ters çözüm tekniği

Bu teknikte temel yaklaşım gözlenen gravite ile yaklaşım için kullanılan matematik model gravite anomalisi arasındaki farkı minimumlaştırma koşullarını ($g_{obs}(x) - g_{cal}(x) < \min!$) sağlamaktır. Bu şartı gerçekleştirmek içinde anomaliyi oluşturan değişken

parametreler sistemi terimlerinin tek tek türevlerini sıfıra eşitlemek gerekir. Bu kavramı da tüm diferansiyel ifadesi ile gerçekleştirebiliriz. Gözlenen ve hesaplanan gravite anomalilerinin değişken parametrelerine göre kısmi toplam diferansiyelleri ise aşağıdaki tüm diferansiyel ifadesi ile verilebilir.

$$g_{obs}(x) - g_{cal}(x) = \frac{\delta g(x)}{\delta D} dD + \frac{\delta g(x)}{\delta Z_1} dZ_1 + \frac{\delta g(x)}{\delta Z_2} dZ_2 + \frac{\delta g(x)}{\delta i} di + \frac{\delta g(x)}{\delta \rho} d\rho + \frac{\delta g(x)}{\delta B} dB \quad (3)$$

Yukarıdaki tüm diferansiyel ifadenin terimlerini açık bir şekilde

$$\frac{\delta g(x)}{\delta D} = 2\gamma\rho [\sin(i) \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \cos(i)(\Phi_2 - \Phi_1)] \quad (4)$$

$$\frac{\delta g(x)}{\delta Z_1} = -2\gamma\rho \Phi_1 \quad (5)$$

$$\frac{\delta g(x)}{\delta Z_2} = 2\gamma\rho \Phi_2 \tag{6}$$

$$\begin{aligned} \frac{\delta g(x)}{\delta i} = 2\gamma\rho \{ & ((X - D)\text{Sin}(i) - Z_1\text{Cos}(i)) * \left[\text{Cos}(i) \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) - \text{Sin}(i)(\Phi_2 - \Phi_1) \right] + \\ & [(X - D)\text{Cos}(i) + Z_1\text{Sin}(i)] * \left[\text{Sin}(i) \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \text{Cos}(i)(\Phi_2 - \Phi_1) \right] - Z_2 + Z_1 \} \end{aligned} \tag{7}$$

$$\frac{\delta g(x)}{\delta \rho} = 2\gamma \{ [(X - D)\text{Sin}(i) - Z_1\text{Cos}(i)] * [\text{Sin}(i) \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) + \text{Cos}(i)(\Phi_2 - \Phi_1)] + Z_2\Phi_2 - Z_1\Phi_1 \} \tag{8}$$

ve datum değeri

$$\frac{\delta g(x)}{\delta B} = 1.0 \tag{9}$$

olarak yazabiliriz. Bu terimlerin değişimlerini Marquardt (Marquardt,1963) optimizasyon işlemlerini kullanarak bulabiliriz. İteratif ters çözüm işlemiyle $gobs(x) - gcal(x)$ ifadesini minimum yapan D yarı sonsuz blok üst yüzey süreksizlik noktasının, profil başlangıç noktasına olan uzaklığı, Z_1 yarış sonsuz blok üst yüzey derinliği, Z_2 yarı sonsuz blok alt yüzey derinliği, i eğim açısı, ρ yoğunluk farkı ve B fay anomalisinin datum değerini hesaplayabiliriz.

Hilbert dönüşüm tekniği ile yarı-sonsuz blok modellemesi

Hilbert dönüşümü, genlik bilgisini etkilemeden $\pi/2$ faz kaydırma özeliğine sahip olduğundan, özellikle yarı sonsuz blok modeli gibi yapılarıdaki türev çalışmalarında karşılaşılan Sinus-Cosinus dönüşümlü olaylara farklı bir çözüm ortamı yaratması nedeniyle jeofizik modellemelerde sıkça kullanılır. Bir $f(x)$ fonksiyonunun Hilbert dönüşümü,

$$F_{Hi}(x) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(x')dx'}{(x'-x)} \tag{10}$$

şeklinde verilebilir (Bracewell, 1986). Bu ifade $f(x)$ in lineer bir fonksiyonu olduğun-

dan $F_{Hi}(x)$ dönüşüm değeri $(-\pi x)^{-1}$ ile konvolüsyonu ile de elde edilebilir.

$$F_{Hi}(x) = -\frac{1}{\pi x} * f(x) \tag{11}$$

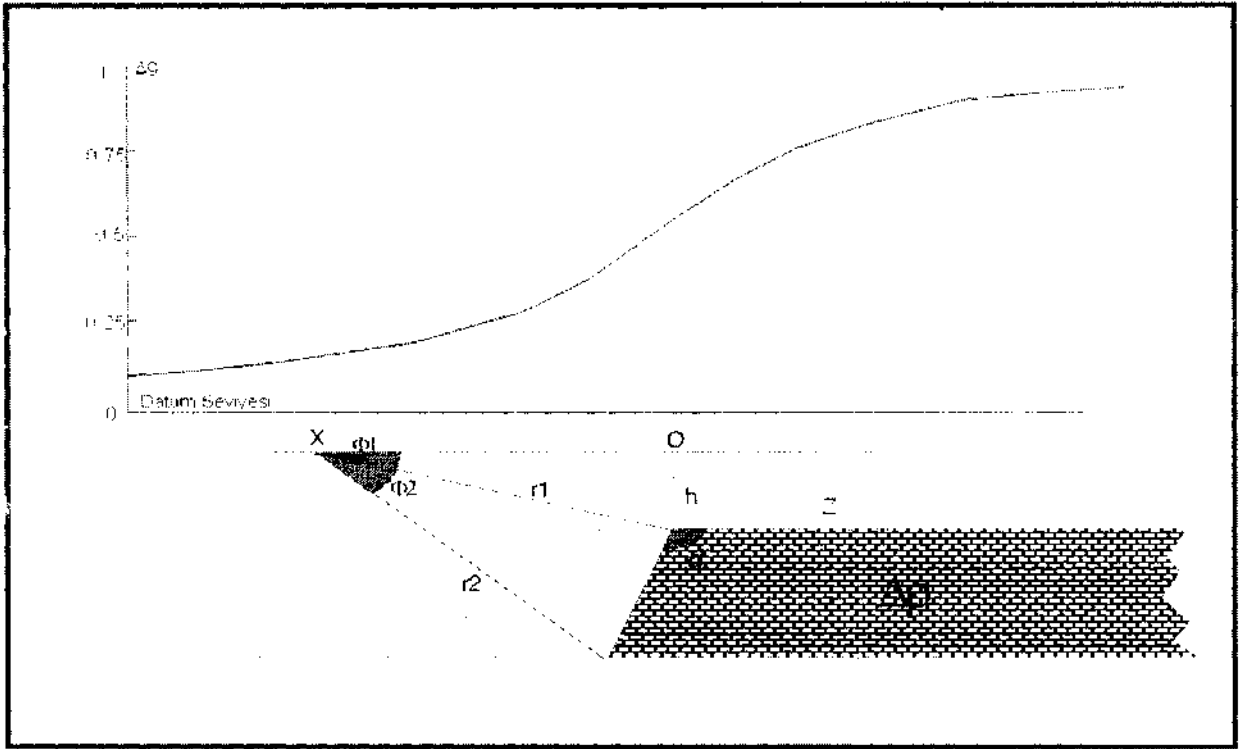
Konvolüsyon teoreminden $F_{Hi}(x)$ in spektrumu $f(x)$ ile ilişkilidir. $(p-x)^{-1}$ in Fourier dönüşümü fonksiyona işaret değişimi yaptırdığından, Hilbert dönüşümü bir çeşit filtreleme işlemi gibi çalışır. Spektral ortamda genlikleri değişmez, fakat fonksiyonun işaretine bağlı olarak $p/2$ kadar faz kaydırır. Bir fonksiyona iki defa ardışık Hilbert dönüşümü uygulandığında orijinal fonksiyonun negatifi elde edilmiş olacaktır. Bu durumda

$$f(x) = -\left(\frac{-1}{\pi x}\right) * F_{Hi}(x) \quad (12)$$

ya da

$$f(x) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f(x') dx'}{(x'-x)} \quad (13)$$

olarak gösterilebilir ve net bir değişiklik olmayacaktır. Sonuçta simetrideki kayıp Hilbert dönüşümü ile yine gerçel bir fonksiyon olarak kazanılmış olacaktır. Şekil 4 deki gibi geometriye sahip yarı sonsuz bloğun gravite etkisi aşağıdaki biçimde verilebilir. (Jung,1961; Sundararajan, ve diğerleri 1983)



Şek. 4 - Hilbert dönüşümdeki modeli için Fayın (yarı-sonsuz blok) gravite anomalisi ve model parametreleri

$$g(x) = 2\gamma\rho \sin(d) \left[(x + h \cotg(d)) \sin(d) \left\{ \sin(d) \ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right) - \cos(d)(\phi_2 - \phi_1) \right\} + (Z\phi_2 - h\phi_1) \right] \quad (14)$$

Burada g evrensel gravite sabiti, ρ yoğunluk farkı, d yarı sonsuz blok eğimi, h blok üst derinliği, Z blok alt derinliğidir. Yarı

sonsuz blok gravite anomalisinin ikinci yatay türevi de aşağıdaki gibi verilebilir.

$$g_{xx}(x) = 2\gamma\rho \sin(d) \left[\frac{h \cos(d) - x \sin(d)}{x^2 + h^2} + \frac{(x - D) \sin(d) - Z \cos(d)}{(x - D)^2 + Z^2} \right] \quad (15)$$

burada $D = (Z - h)\text{Cotg}(d)$ olarak gösterilebilir. Bu ifadenin Fourier dönüşümü

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} g_{xx}(x)e^{-i\omega x} dx \quad (16)$$

terimler yerine konduğunda İkinci yatay türev ifadesinin Hilbert dönüşümü aşağıdaki biçimde verilebilir.

$$H(x) = 2\gamma\rho \text{Sin}(d) \left[\frac{h\text{Sin}(d) - x\text{Cos}(d)}{x^2 + h^2} + \frac{(x - D)\text{Cos}(d) - Z\text{Sin}(d)}{(x - D)^2 + Z^2} \right] \quad (17)$$

Nabighian, 1972 çalışmasına göre, orijin noktasına olan uzaklık değeri D ye

$$D = \left\{ [g_{xx}(x)]^2 + [H(x)]^2 \right\}^{1/2} \quad (18)$$

ifadesi ile yaklaşılabılır. Blok eğimi üst aç değeri (Sundararajan, ve diğerleri 1983)

$$d = \text{Cotg}^{-1} \left[\frac{g_{xx}(0)}{H(0)} \right] \quad (19)$$

ifadesi ile ulaşılabilir. Yatay ikinci türev fonksiyonu ile Hilbert dönüşüm fonksiyonlarının kesişme noktalarının absisleri $X_{1,2}$ için

$$g_{xx}(x_{1,2}) = H(x_{1,2}) \quad (20)$$

yazılabilir. Bu x değerleri için Hilbert fonksiyonu ve yatay ikinci türev ifadesi yazılarak yarı sonsuz blok üst derinliği h ;

$$h = \frac{(x_1 + x_2) \pm \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + 4x_1x_2 \left(\frac{1 + 2(\text{Cotg}(d)) - (\text{Cotg}(x))^2}{1 - (\text{Cotg}(d))} + \frac{\text{Cotg}(d)(1 + \text{Cotg}(d))}{1 - \text{Cotg}(d)} \right)}}{2 \left(\frac{1 + 2(\text{Cotg}(d)) - (\text{Cotg}(x))^2}{1 - (\text{Cotg}(d))} + \frac{\text{Cotg}(d)(1 + \text{Cotg}(d))}{1 - \text{Cotg}(d)} \right)} \quad (21)$$

ifadesinden hesaplanabilir. Yarı sonsuz blok taban (alt) Z derinliğine ise

$$Z = \frac{\left(\frac{\text{Cotg}(d)(1 + \text{Cotg}(d))}{1 - \text{Cotg}(d)} \right) h^2 - x_1x_2}{\left(\frac{(1 + (\text{Cotg}(d))^2)}{(1 - (\text{Cotg}(d)))} \right) h} \quad (22)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Yarı sonsuz blok modelin çevre ile yoğunluk farkına ise

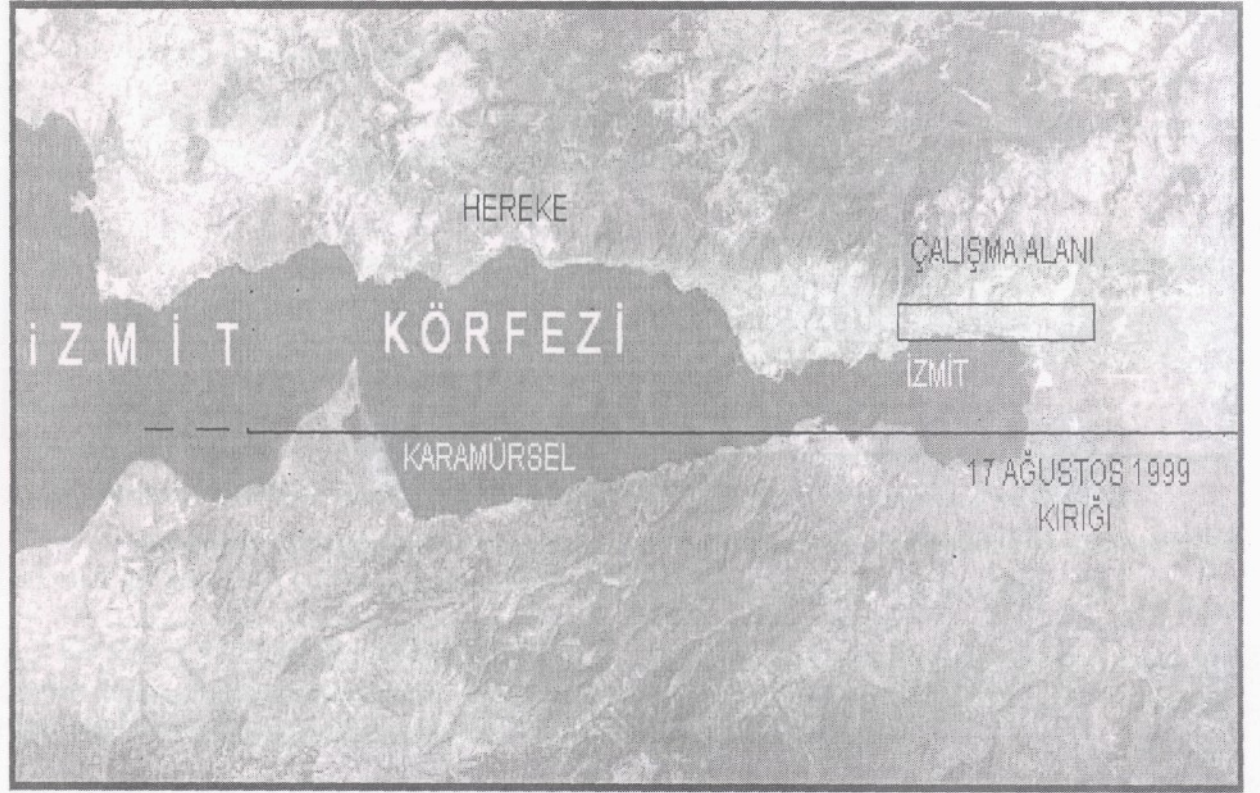
$$\rho = \frac{1}{2\gamma\text{Sin}(d)} \sqrt{\frac{[g_{xx}(0)]^2 + [H(0)]^2}{\left(\frac{1}{h^2} \right) + \left[\frac{D^2 + Z^2 + 4DZ\text{Cos}(d)\text{Sin}(d)}{(Z^2 + D^2)^2} \right]} - \left[\frac{2(Z + 2D\text{Sin}(d)\text{Cos}(d))}{h(Z^2 + D^2)} \right]} \quad (23)$$

ifadesiyle ulaşılabilir. Böylece yatay ikinci türev ve Hilbert dönüşüm fonksiyonundaki kritik değerler kullanılarak yarı sonsuz blok model parametreleri hesaplanabilir.

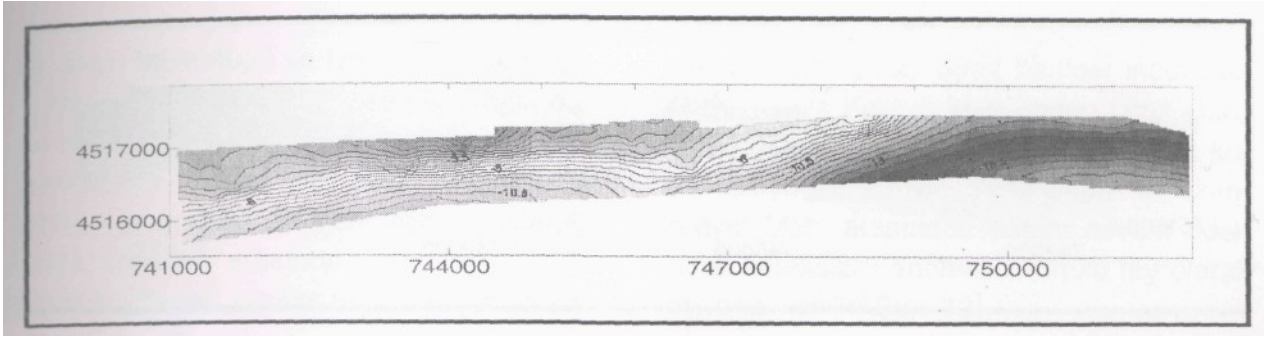
ÇALIŞMA ALANININ GRAVİTE VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

17 Ağustos 1999 depreminde oluşan kırık İzmit-Sapanca oluşunun güney kenarını takip etmiştir. Bölgeye ait bölgesel gravite haritasında ise bu hat doğu-batı uzanımlı havza özellikleri taşıyan negatif anomalinin minimum değerlerini takip etmektedir (Şek. 5). Çalışma sahası ise bu havza görünümlü negatif anomalinin kuzey kenarında yer almakta olup, 50 metre aralıklarla 11 km uzunlukta iki ana profil ve araları kısa profillerle doldurulmuş 500 metre kadar genişlikte kent yerleşim alanı içinde ayrıntılandırılmış, mikro-gal gravite verilerini içermektedir (Şek. 6). Model çalışma İzmit Büyükşehir Belediyesi mücavir alan içinde yer alan 4 km²lik alan içindeki 785 gravite verisi ile değerlendirilmiştir. Veri haritalama aşamasında 2.4g/cm³

teren yoğunluğu ile Oasis paket programı kullanılarak MTA Jeofizik Etütleri dairesi data işleme merkezinde tashih edilmiştir. Gravite verilerinin oluşturduğu mikrogal gravite' anomalî haritası WINGLINK jeofizik paket programında işlenirken, 65 metrelik grid aralığı kullanılarak çalışma alanının yatay gradient ve düşey gradientlerini içeren yatay ve düşey birinci türev haritaları (Şek. 7, Şek. 8), Hilbert dönüşüm tekniğinde kullanılmak üzere yatay ikinci türev haritaları, alçak geçişli (Şek. 9), yüksek geçişli (Şek. 10) ve farklı dalga boy aralıklarını içeren (Şek.11) bant geçirimli filtrelerle filtrelenerek alçak geçişli, yüksek geçişli ve bant geçişli gravite haritaları üretilmiştir. Özellikle bant geçişli gravite haritalarındaki doğu-batı doğrultusu boyunca yer alan kuzey-güney uzanımlı pozitif-negatif anomalî aralanmalarının güney kesimleri



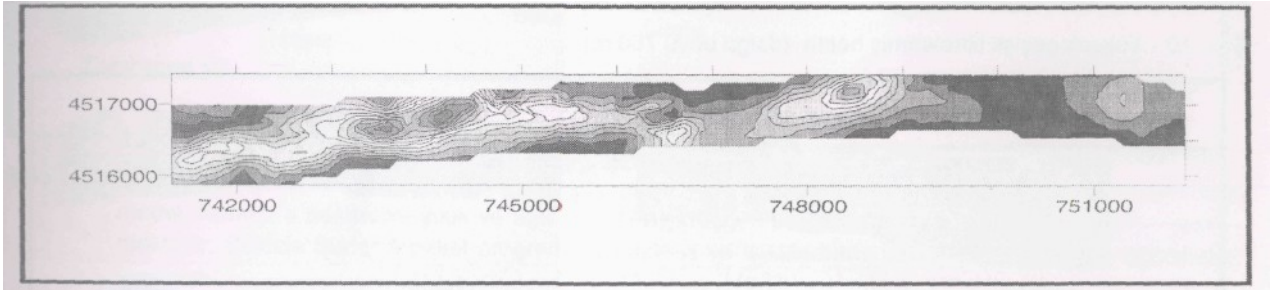
Şek. b - Çalışma alanı uydu fotoğrafı ve 17 Ağustos 1999 kırık hattı.



Şek. 6 - Çalışılan alanın gravite alan değişimi haritası. (Tashih yoğunluğu 2.4 gr/cm³)

nin batıya doğru bükülmeleri, çalışma sahasının güneyindeki bloğun alüvyon altında örtülü olarak batıya ötelendiği görünümünü vermektedir. İzmit-Sapanca oluşunun kuzey kenarının bu alüvyon oluşmadan önce doğrultu atımlı olarak çalıştığı izlenimini vermektedir. Bu alanda kuzey güney hakim doğrul-

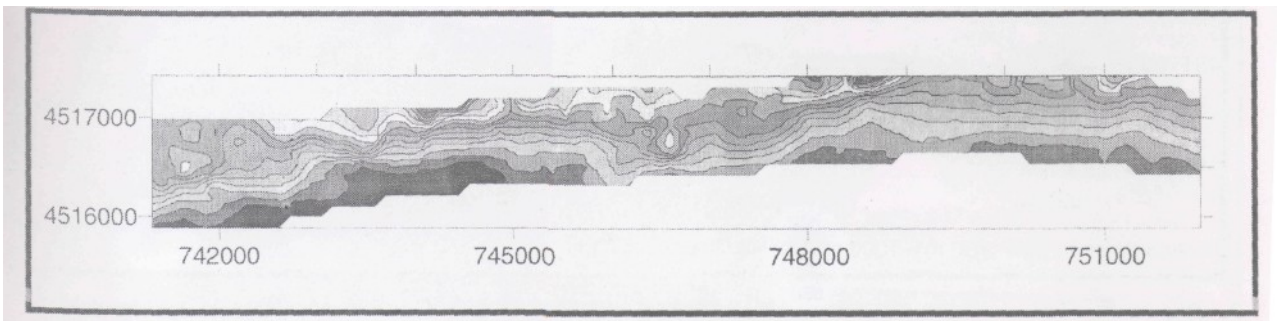
tulu, gravite konturlarına dik uzanan, her biri step (yarı sonsuz blok- fay) karakterli 150 gravite anomali kesitlerinin ters çözümleri yapılmıştır. Yer yer spektral ortamdaki modellemeleri ile blok model parametreleri ilişkilendirilerek anomaliyi oluşturan yapının derinlik seviyeleri hesaplanarak, çalışma



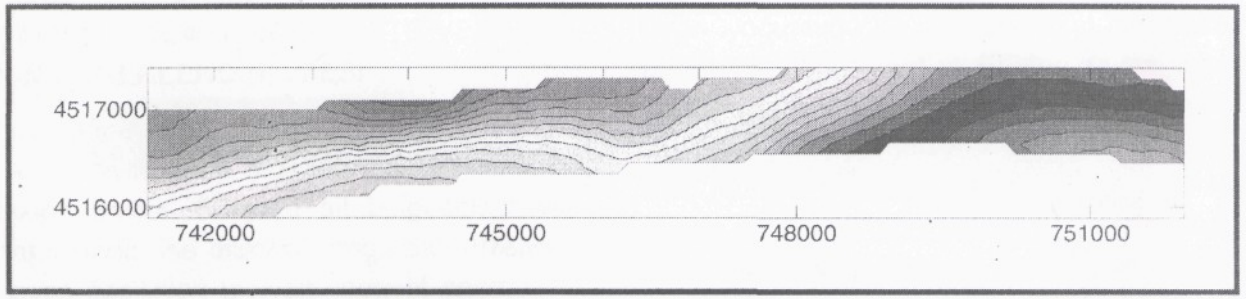
Şek. 7 - Çalışılan alanın yatay birinci türev haritası.

alanı içindeki alüvyon ile örtülü taban yapının dalgalanmaları elde edilmiştir(Şek. 12). Batıdan doğuya doğru, Cumhuriyet Mah., İzgaz, Yenidoğan, Seka, Vilayet ile Kocaeli Üniversitesi arası bölge, 42 Evler ile Real alışveriş merkezi ve çevresindeki bölge ve

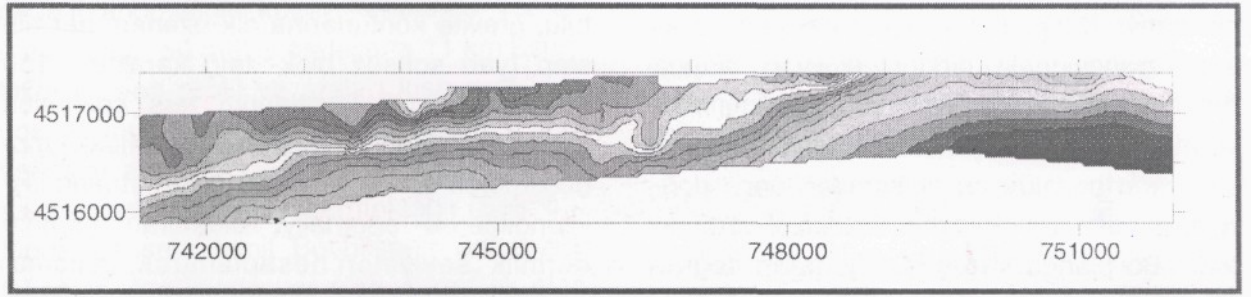
Yahya Kaptan Süleyman Demirel Kültür merkezinden KentSa'ya doğru gittikçe derinleşerek devam eden bölge çalışma alanı içindeki belirgin taban derinleşmelerinin saptandığı bölgelerdir. 17 Ağustos 1999 depreminden sonra Kocaeli Valiliği Bayındırlık



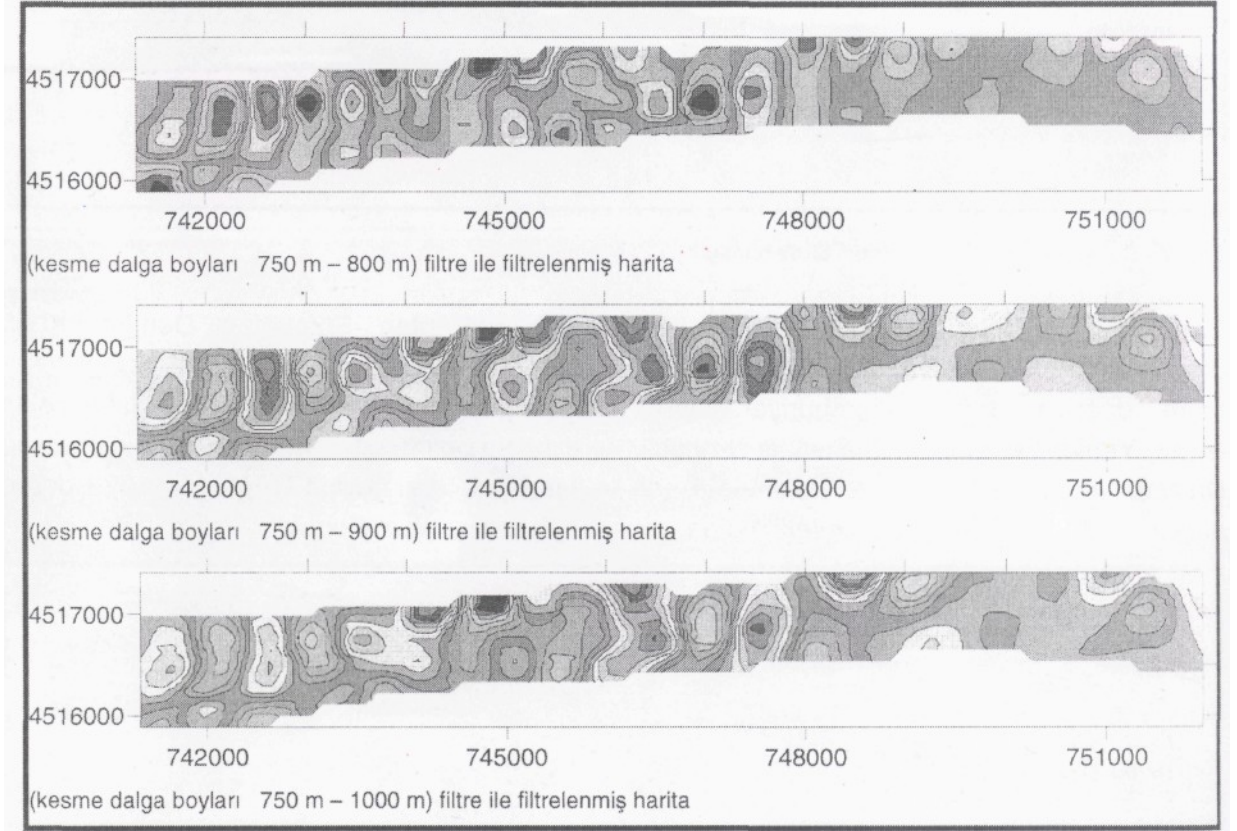
Şek. 8 - Çalışılan alanın düşey birinci türev haritası.



Şek. 9 - Alçak geçişli filtrelenmiş harita (dalga boyu 750 m)



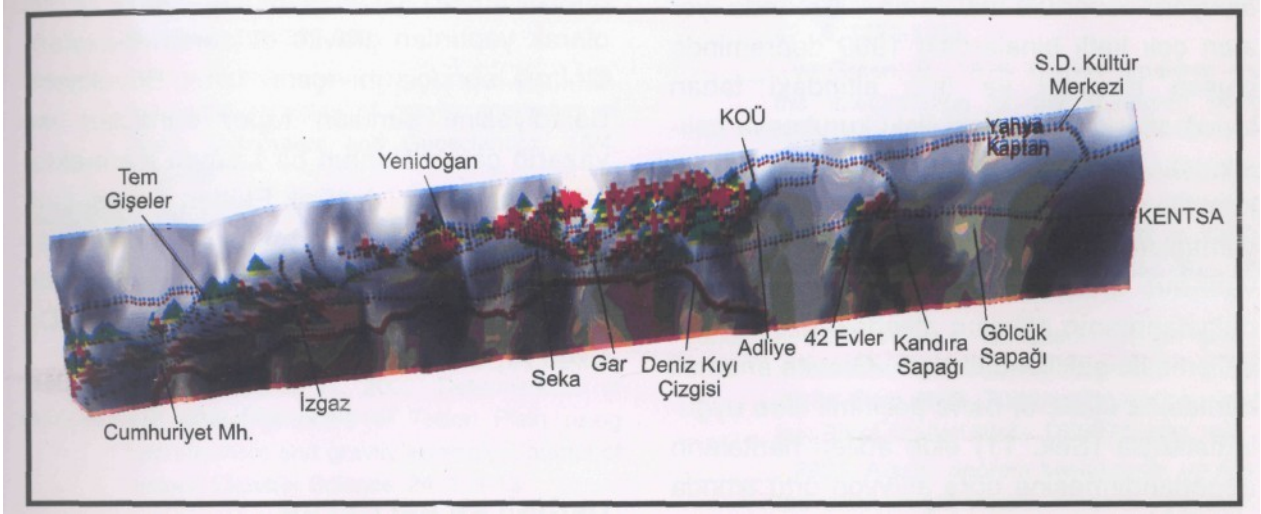
Şek. 10 - Yüksek geçişli filtrelenmiş harita (dalga boyu 750 m)



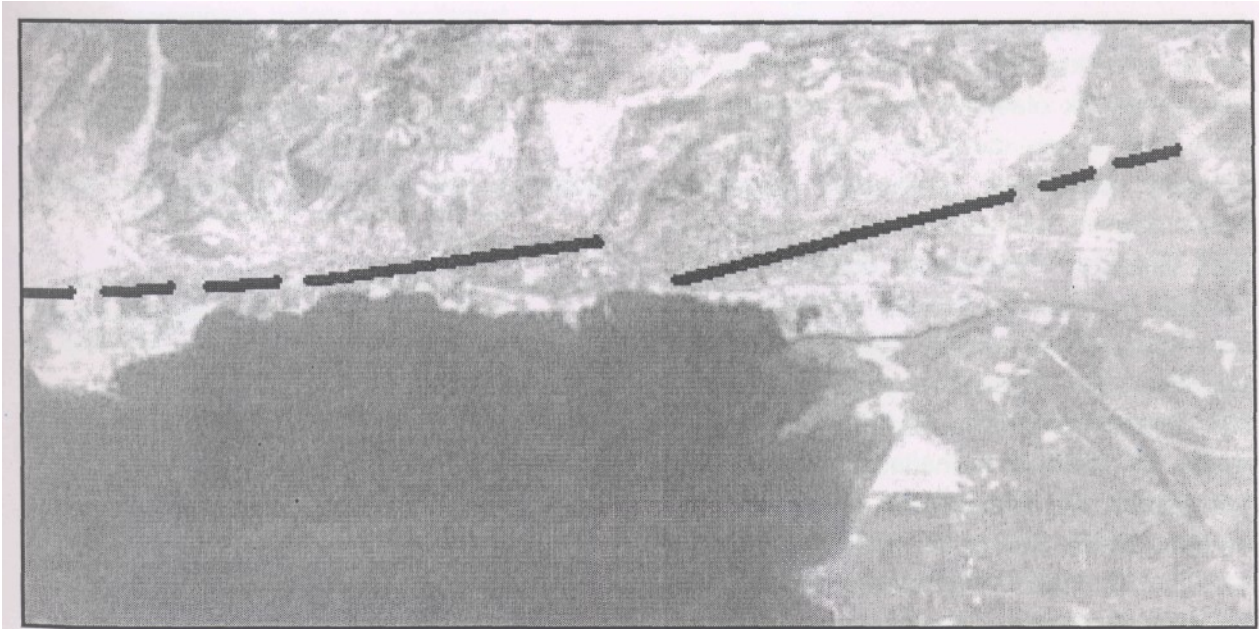
Şek. 11 - Bant geçişli filtrelenmiş haritalar.

ve İskan Müdürlüğü ve İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan yıkık, ağır, orta ve hafif hasarlı binaların yerleri bu haritaya işlendiğinde hasar yoğunluğu dağılımı ile taban topografyasının derinleşme gösterdiği bölge kenarları arasında yakın ilişki olduğu görülür. Yanal süreksizliği belirgin olarak

ortaya koyan yatay türev haritası incelendiğinde Yahya Kaptan kuzeyinden İzmit Garına kadar devam eden ve Gardan sonra kuzey batıya sıçrayarak TEM gişeler ile Cumhuriyet Mah. arasından batıya devam eden yan al süreksizlik anomalisi, örtülü fay olarak nitelendirilebilir(Şek. 13).



Şek. 12 - Çalışma sahasındaki alüvyon örtülü havza kenarının taban dalgalanması ve hasar dağılımını gösterir blok model. Kırmızı + semboller yıkık ve ağır hasar, yeşil üçgen semboller orta hasarlı bina yerlerini göstermektedir. Şekilde Surfer 8 paket programı kullanılmış ve ışıklandırma yatay -87° düşey 66° açılı olarak verilmiştir.



Şek. 13 - Çalışma alanı içindeki yatay türev gravite değerlerine göre yorumlanmış yan al süreksizlik sınırları.

SONUÇ

Alüvyon ile örtülü havzaların, örtü altındaki taban topografyası, çalışmada sunulan ters çözüm ve diğer gravimetrik modelleme teknikleriyle şekillendirilmiştir, İzmit Büyükşehir Belediyesi yerleşim alanı içinde ver alan, tuzlu su içeren, balçık düzeyinde bir alüvyon ile örtülü havzanın üzerinde ver alan çok katlı binalardaki 1999 depreminde oluşan hasarlar ile örtü altındaki taban topografyası arasındaki ilişki kurulmaya çalışılmıştır. Havzanın kuzeyinde yer alan, İzmit kentinin de üzerinde yer aldığı güneye bakan yamaçlarda görülen kuzey-güney uzanımlı vadi-sırt ar dalanması şeklindeki topoğrafik dalgalanmanın alüvyon altındaki uzanımı bu çalışma ile şekillendirilmiştir. Gravite anomali haritasına (Şek. 6) band geçirimli filtre uygulamalarıyla (Şek. 11) elde edilen haritaların değerlendirmesine göre alüvyon örtü altında pozitif anomali olarak uzanım gösteren sırtların çalışma alanının güney kesimlerinde batı yönünde ötelenme göstermesi olasılıkla bu hat boyunca doğrultu atımlı bir faylanmaya uğradığına bir işarettir. Keza yatay türev değerlerine göre yorumlanan (Şek. 13) 400-450 metre kalınlıkta alüvyon örtüyle gömülü yanal süreksizlik olasılıkla Kuzey Anadolu Fayının eski segmentlerinden biridir. İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan hasar dağılım haritasında yıkık ve ağır hasarlı binaların yoğunlaştığı bölgeler, bu çalışmada bulunan üç boyutlu alüvyon altı taban topografyası modeli (Şek. 12) üzerine çakıştırılmıştır. Hasarların yoğunlaştığı alanların havza kenarlarına veya batıdan doğuya doğru Cumhuriyet Mahallesinin, İzmit TEM batı gişelerinin, Yenidoğanın bulunduğu, Seka-Gar, Valilik-Bulvar ve 42 Evler-Kandıra sapağı arasındaki bölgelerin herbiri ayrı ayrı alüvyon ile örtülü vadi ve yarım havza tipi bölgelere denk geldiği görülmektedir. Ayrıca

çalışma alanındaki hasarların yoğunlaştığı bölgelerde 50 metreden daha fazla bir alüvyon örtü kalınlığının varlığı dikkat çekicidir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, İzmit Büyükşehir Belediyesi tarafından MTA Genel Müdürlüğüne ücretli olarak yaptırılan gravite etüdünün detaylandırılmış sonuçlarını içerir. İzmit Büyükşehir belediyesine sunulan rapor sonuçları ise yazarın çalışmalarının bir kısmını içermektedir. Yazar, MTA Jeofizik Etütleri dairesi çalışanlarına, ayrıca çalışmanın yayıma hazırlanmasındaki teşvik öneri ve titiz incelemelerinden dolayı Prof.Dr. Abdullah Ateş ve Dr. Esen Arpat'a teşekkür eder.

Yavına verildiği tarih, 12 Ocak 2004

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alvarez, R., 1990. Structure of the basin of Mexico City and its relation to destruction in the earthquake of 1985. Geotechnical and Environmental Geophysics, 3, 263-279
- Baranov, W., 1975. Potential fields and their transformations in applied geophysics. Gebrüder Borntraeger Berlin, 122p.
- Bracewell, R.N. 1986. The Fourier transform and its applications. McGraw Hill Book Comp. Revised Second Edition, 474p.
- Butler, D.K., 1995. Generalized gravity gradient analysis for 2-D inversion. Geophysics, 60, 4. 1018-1028.
- Demirbaş, Ş.: Şenel, H.: Özmenek, G. ve Endeş, H., 2003. İzmit Büyükşehir Belediyesi adına jeofizik zemin etüdü gravite raporu. MTA Rap. no. 2003-34, (yayımlanmamış) Ankara.
- Heiland, C.A., 1943. A rapid method for measuring the profile components of horizontal and vertical gravity gradients. Geophysics, v. 8, p. 119.
- Heiland, C.A., 1968. Geophysical exploration. Hafner Publishing Co. New York, 956p, (Second Edition)
- Jung, K., 1961. Schwerkraftverfahren in der angewandten Geophysik. Geest and Portig K.-G.

- Keçeli,A., 2000. Zemin-Deprem. Jeofizik Bülten, 37.
- Marguardt, D.W.,1963. An algorithm for least-squares estimation of non-linear parameters. Journal Society Industrial Applied Mathamathics, 11, 2,431-441.
- Motosaka, M. ve Nagana, M., 1997. Analysis of amplification characterized of ground motions in the heavily damagedbelt zone during the 1995 Hyogo-Ken Nanbu (Kobe) earthquake. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 26, 377-393.
- Murthy, I.V.R., ve Krishnamacharyulu, S.K.G., 1990. Automatic inversion of gravity anomalies of faults, Computers and Geosciences, 16/4, 539-548.
- Nabighian, I.N.,1972. The analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross section, its properties and use for automated anomaly interpretation. Geophysics, 37, 507-512.
- Noguchi, T. ve Nishida, R., 2002. Determination of subsurface structure of Tottori Plain using microtremors and gravity anomaly. Journal of Natural Disaster Science, 24, 1, 1-13
- Paul, M.K., Datta, S. ve Banerjee, B., 1966. Direct interpretation of two-dimensional structural faults from gravity data. Geophysics, 31/5, 940-948.
- Pick, M.; Picha, J. ve Vyskocil, V., 1973. Theory of the Earth's gravity field. Elsevier Scientific Publ.Co. 538p.
- Rao, B.S.R., ve Murthy, I.V.R., 1978. Gravity and magnetic methods of prospecting. Arnold Heinemann, 392p.
- Stanley, J.M., 1977. Simplified gravity interpretation by gradients-the geological contact. Geophysics, 42, 6, 1230-1235.
- _____, ve Green, R., 1976. Gravity gradients and the interpretation of the truncated plate. Geophysics, 41, 1270-1276.
- Sundararajan, N., Mohan, N.L., ve Seshagiri Rao, S.V. 1983. Gravity interpretation of two dimensional fault structures used in Hilbert transforms. Journal of Geophysics, 53, 34-41.
- Şenel, H., 2003. Alüvyon altı basenlerin gravimetrik modellemesi ve deprem hasarları ile ilişkisi. 20-24 Ekim 2003, Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı Bildiri özetleri kitabı, DESEM-İzmir, 148.
- _____, 2003. Avcılar deprem hasarlarının odaklanma etkisinin gravimetrik modelle açıklaması. 20-24 Ekim 2003, Türkiye 15. Jeofizik Kurultayı Bildiri özetleri kitabı, DESEM-İzmir, 148.