

*Doğuş Üniversitesi Dergisi, 4 (1) 2003, 107-116*

## **YÖNLENDİRMELİ FİLTRELER YARDIMIYLA KONYA BÖLGESİ CİVARINDAKİ GÖMÜLÜ FAYLARIN TESPİTİ**

### ***EVALUATION OF BURIED FAULTS IN KONYA REGION USING STEERABLE FILTERS***

**Atilla ÖZMEN**

*Kadir Has Üniversitesi, Elektronik Bölümü*

**Osman N. UÇAN**

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektronik Bölümü*

**A. Muhittin ALBORA**

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Bölümü*

**ÖZET:** Bu makalede, yönlendirmeli filtreler jeofizik verilerin değerlendirilmesinde kullanılmışlardır. Yönlendirmeli filtreler belirli bir doğrultuda band geçiren filtrelerdir. Yönlendirmeli filtreler de, giriş görüntüsündeki farklı yönlerdeki kenarların elde edilmesi için, görüntü ilk önce farklı yönlere sahip temel filtrelerden geçirilir ve daha sonra yönelim alt-bandlarına ayrılır. Bu çalışmada, yönlendirmeli filtrelerin başarımını görebilmek için, çeşitli açılara sahip sentetik datalar ele alınmış ve kenar belirlemesi yapılmıştır. Arazi çalışması olarak, Konya bölgesinin gravite anomali haritasını kullandık. Gömülü durumda bulunan fayların oluşturduğu anomaliler farklı yönler için incelenmiş ve bölgenin oluşturulan fay haritası jeolojik bilgilerle karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Yönlendirmeli Filtreler, Gravite Anomali Haritası, Konya Bölgesi*

**ABSTRACT:** *In this paper, steerable filters are used in the evaluation of geophysical data. Steerable filters are band-pass filters having direction property. In extraction of directional properties, input data is passed through various directed band pass filters and then grouped into sub-bands. Here, to present the performance of steerable filters, we have chosen synthetic examples having various direction properties and tried to find out the borders of these samples. As a field study, we have used gravity anomaly map of Konya region. The anomalies caused by buried faults are evaluated for different angles and obtained fault map of the region is compared to previous geological results.*

**Keywords:** *Steerable Filters, Gravity Anomaly Map, Konya Region*

### **Giriş**

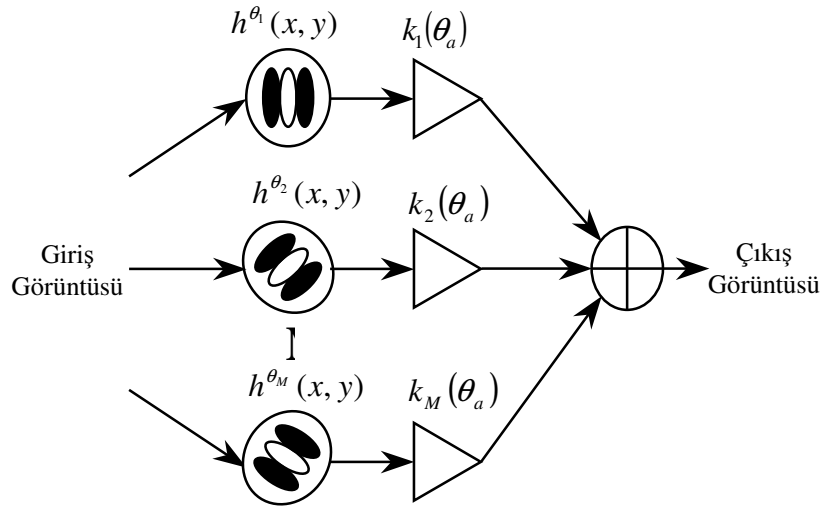
Gömülü durumdaki jeolojik yapıların görüntülenip, modellenerek parametrelerinin ortaya çıkartılması, jeofizik mühendisliğinin en önemli problemlerinden biridir. Farklı görüntü işleme teknikleri kullanarak, gömülü yapı gürültülerden arındırılabilir, sınırları tespit edilebilir, yapının net bir şekilde ortaya çıkması sağlanabilir.

Bu çalışmada, elektronik mühendisliğinde sıkça kullanılan görüntü işleme tekniklerinden yönlendirilmeli filtreler jeofizik mühendisliğindeki bazı problemlerin çözümü için incelenmiştir. Bu yöntem kullanılarak Bouguer anomali haritasından gömülü fayların yerlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Arazi çalışması olarak Konya bölgesi seçilmiş ve buradaki gömülü faylar ortaya çıkartılmıştır. Ayrıca bu bölgede yapılmış olan jeolojik haritalar ile de bulunan veriler karşılaştırılmıştır.

Kenar belirleme, görüntü sıkıştırma ve iyileştirme, doku analizi gibi birçok görüntü işleme konularında uygulamaları bulunan yönlendirilmeli filtreler temel olarak belirli bir doğrultuda band geçiren filtre özelliğini gösterirler. Bir görüntüdeki farklı yönelimdeki kenarlar, görüntünün farklı yönelimlere sahip temel filtrelerden geçirilip, yönelim altbandlarına ayrılmasıyla elde edilebilir. Bu konuda Laine ve Chang (1995), Freeman ve Adelson (1991), Özmen (2001) gibi birçok araştırmacı çalışmışlardır.

### Yönlendirilebilir Filtreler

Kenar belirleme, görüntü sıkıştırma ve iyileştirme, doku analizi gibi birçok görüntü işleme konularında uygulamaları bulunan yönlendirilmeli filtreler temel olarak belirli bir doğrultuda band geçiren filtre özelliğini gösterirler. Yönlendirilmeli filtrelerde, giriş görüntüsünde bulunan yönelim özelliklerini ortaya çıkarmak için, giriş verisi farklı yönelimlere sahip temel filtrelerden geçirilir ve daha sonra altbandlarına ayrılır. Şekil 1'de bu işlemi gerçekleştiren yönlendirilmeli filtre blok şeması verilmiştir. Burada  $h^{\theta_1}(x, y)$ ,  $h^{\theta_2}(x, y)$ ,  $h^{\theta_M}(x, y)$  dürtü yanıtları, yönlendirilmeli süzgeç dürtü yanıtı  $h(x, y)$ 'nin  $\theta_i$ ,  $0 \leq i \leq M$ , açılış değerlerindeki ifadesine denktir. Giriş görüntüsü bu filtreler kullanılarak  $M$  alt-banda ayrılır ve böylece filtrelerin yönelimlerine karşılık düşen yönelimdeki kenarlar belirlenir.



Şekil 1. Yönlendirilebilir Filtrenin Blok Şeması

*Tanım:* Bir  $h(x, y)$  fonksiyonunun gelişigüzel bir dönme değerindeki ifadesi, sabit dönme değerlerindeki ifadelerinin lineer bir kombinasyonu biçiminde yazılabiliyorsa bu fonksiyon yönlendirilmeli fonksiyon denir. Böyle bir fonksiyonun matematiksel ifadesi aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

$$h^{\theta_a}(x, y) = \sum_{i=1}^M k_i(\theta_a) h^{\theta_i}(x, y) \quad (1)$$

$h^{\theta_a}(x, y)$ ;  $\theta_i$ ,  $i=\{1,..M\}$  açılarında tanımlanmış sisteme ilişkin belirli yönlü dürtü yanıtları  $h^{\theta_i}(x, y)$ ' nin  $\theta_a$  doğrultusundaki ağırlıklı toplamından oluşur. Ağırlık katsayıları  $k_i(\theta_a)$ ,  $i=\{1,..M\}$  ise,  $\theta_a$  doğrultusundaki süzgeç yönelimlerini kontrol eder.

*Teorem* (Freeman, W.T., Adelson E.H., 1991):

Ara değerlendirme fonksiyonları,

$$e^{jl\theta_a} = \sum_{i=1}^M e^{jl\theta_i} k_i(\theta_a), \quad 0 \leq l \leq N \quad (2)$$

koşulunu sağlıyorsa, yönlendirme fonksiyonları aşağıdaki gibi Fourier Serisine açılabilir.

$$h(r, \theta_a) = \sum_{n=-N}^N a_n(r) e^{jn\theta_a} \quad (3)$$

Burada  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$  ve  $\theta_a = \arg(x, y)$ 'dir.  $h(x, y)$ 'nin  $\theta_a$  kadar dönmüş durumuna karşılık düşen  $h^{\theta_a}(x, y)$ , (1) nolu eşitlik kullanılarak bulunabilir. Böylece bir görüntüdeki  $\theta_a$  yönelimindeki kenarların belirlenmesi, bu görüntünün  $h^{\theta_i}(x, y)$  filtrelerinden geçirilmesiyle sağlanmış olur.  $\theta_a$  açılı yönlendirilmiş band geçiren filtrelerin, bu doğrultusundaki enerjinin hesaplanması ayrıştırma işlevinin başarımını göstermek için önemli bir parametredir. Yönlendirilmiş enerji fonksiyonunun hesaplanmasında (4) nolu denklem verilmektedir (Freeman, W.T., Adelson E.H., 1991).

$$E^{\theta_a} = [f(x, y) * h^{\theta_a}(x, y)]^2 + [f(x, y) * g^{\theta_a}(x, y)]^2 \quad (4)$$

Bu eşitlikte “\*” konvolüsyon işlemini gösterir.  $f(x, y)$  giriş görüntüsü ve  $g^{\theta_a}(x, y)$  ise  $\theta_a$  açısındaki yönlendirmeli süzgeç dürtü yanıtı  $h^{\theta_a}(x, y)$  ifadesinin Hilbert dönüşümüdür. Bir görüntünün yönelimi, (4) nolu denklem ile bulunur. Her bir açı değerine karşılık gelen enerjilerin toplamı ile o görüntüye ait açı-enerji histogramını oluşturulur.

## Yönlendirilebilir Filtre İle Görüntü İşlenmesi

Bir görüntü yönlendirilebilir bir filtreden geçirildikten sonra yönlendirilebilir filtre hangi açı değeri için seçilmişse görüntü üzerindeki o açı değerlerindeki kenarlar baskın olacak şekilde ortaya çıkarken bu açıdan uzaklaşan açı değerlerindeki yönelimler ise zayıflayarak veya tamamen yok olarak kendilerini göstermektedirler.

Burada yönlendirilebilir filtre olarak  $h(x, y) = e^{-(x^2+y^2)/2}$  şeklindeki iki boyutlu Gaussian fonksiyonun birinci türevi kullanılmıştır.

$$h^{0^0}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} e^{-(x^2+y^2)/2} = -xe^{-(x^2+y^2)/2} \quad (5)$$

Aynı fonksiyonun, 90 derece dönmüşünü yazalım:

$$h^{90^0}(x, y) = \frac{\partial}{\partial y} e^{-(x^2+y^2)/2} = -ye^{-(x^2+y^2)/2} \quad (6)$$

Buradan bu fonksiyonun herhangi bir açıdaki dönme değeri ara değerlendirme fonksiyonları da hesaba katılarak yazılacak olursa:

$$h^{\theta^0}(x, y) = \cos(\theta) \cdot h^{0^0}(x, y) + \sin(\theta) \cdot h^{90^0}(x, y) \quad (7)$$

elde edilir. Sonuçta elde edilen bu fonksiyon, yönlendirilebilir bir fonksiyondur.

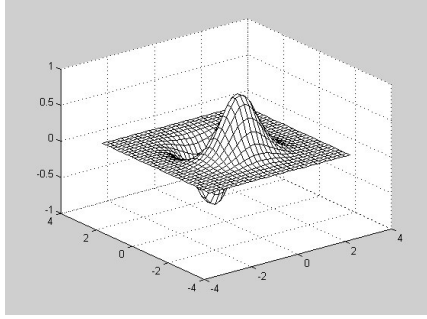
Burada herhangi bir açı değerindeki dönmeye karşılık gelen  $h^{\theta^0}(x, y)$  fonksiyonu kendisinin  $h^{0^0}(x, y)$  ve  $h^{90^0}(x, y)$  şeklinde verilen sırasıyla  $0^0$  ve  $90^0$  derece dönme değerlerinin lineer bir kombinasyonundan oluşmaktadır. Örnek olarak, Şekil 2'de  $\theta_a = 45^0$  ve  $135^0$  değerlerindeki yönlendirmeli süzgeç çıktıları incelenmiştir.

(7) nolu denklem  $\theta_a = 45^0$  ve  $135^0$  için tekrar yazılırsa,

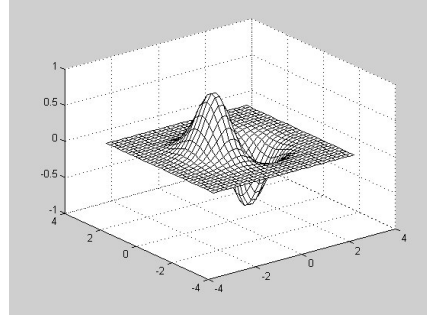
$$h^{45^0}(x, y) = \cos(45) \cdot h^{0^0}(x, y) + \sin(45) \cdot h^{90^0}(x, y) \quad (10)$$

$$h^{135^0}(x, y) = \cos(135) \cdot h^{0^0}(x, y) + \sin(135) \cdot h^{90^0}(x, y) \quad (11)$$

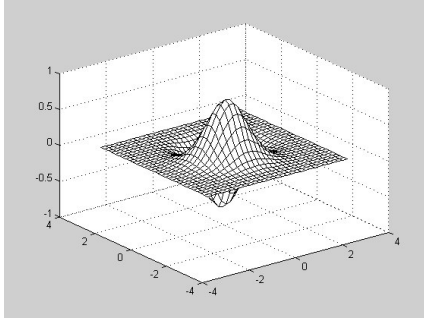
elde edilir. Baskın kenarları belirlenecek olan görüntü, hangi açı değerindeki baskın kenarlar ortaya çıkarılmak isteniyorsa o açı değerine ait yönlendirilebilir filtreden geçirilerek elde edilir. Şekil 2'de  $0$  ve  $90$  derecelerdeki dönme değerleri ve bu dönme değerlerinin lineer kombinasyonundan elde edilen  $45$  ve  $135$  derecelerdeki dönme değerleri (10) ve (11) nolu denklemler kullanılarak elde edilmiştir. Şekil 3'de ise bir dairenin  $45$  derecelik bir yönlendirilebilir filtreden geçtikten sonraki durumu görülmektedir. Bu şekiller üzerinde dikkat edilecek olursa sadece baskın kenarların olduğu kenarlar (burada  $45$  derecelik eğime sahip olan kenarlar) ortaya çıkarken, diğer açı değerlerine sahip olan kenarlar daha zayıf ve belirsiz olarak gözükülmektedirler.



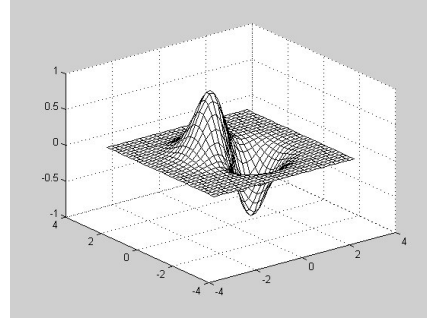
(a)  $h^{0^{\circ}}(x, y)$



(b)  $h^{90^{\circ}}(x, y)$

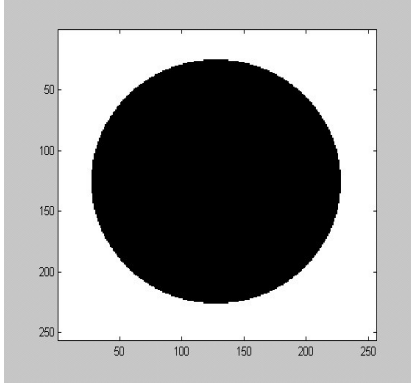


(c)  $h^{45^{\circ}}(x, y)$

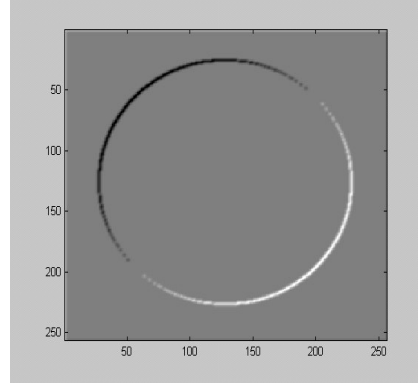


(d)  $h^{135^{\circ}}(x, y)$

**Şekil 2.** 0 ve 90 derecelerdeki dönme değerleri ve bu dönme değerlerinin lineer kombinasyonundan elde edilen 45 ve 135 derecelerdeki dönme değerleri.



(a)

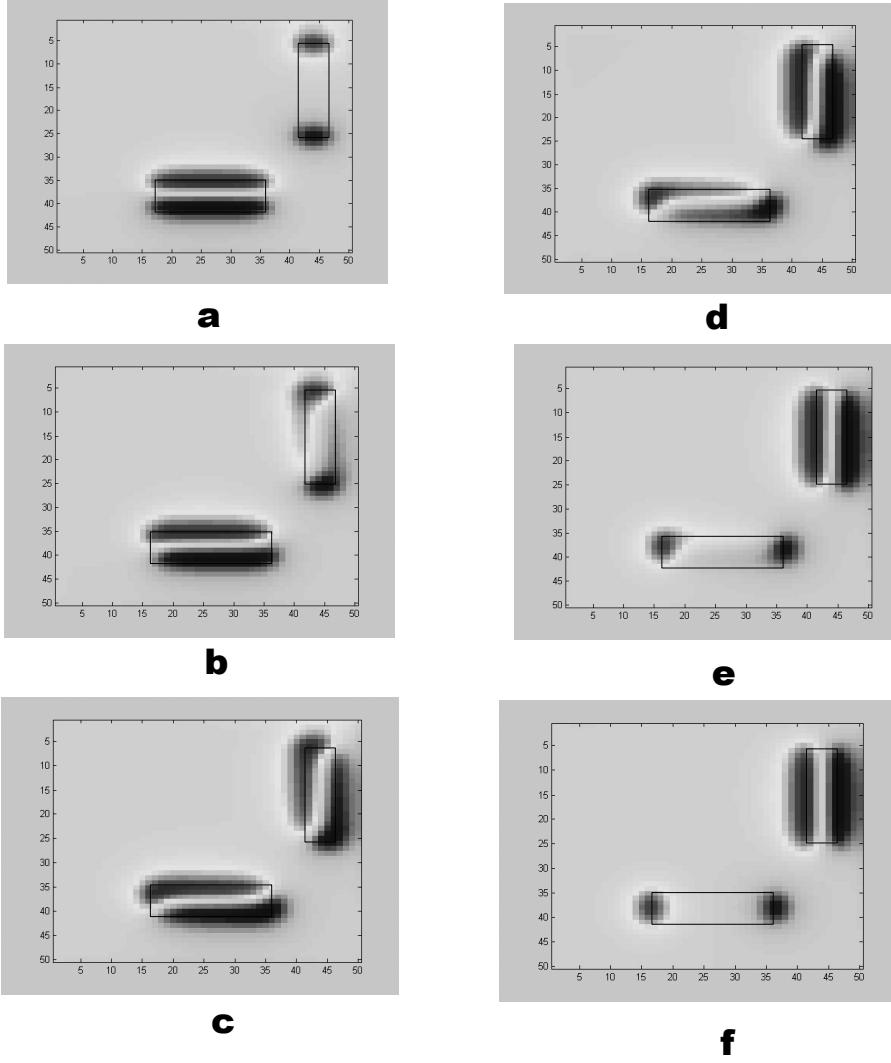


(b)

**Şekil 3.** (a) Giriş görüntüsü (b) 45 Derecelik yönlendirilebilir filtreden geçtikten sonraki görüntü.

Başka bir uygulama olarak yönlendirilebilir filtreler birbirine dik durumda olan iki prizmanın kenarlarını saptamak için kullanılmıştır (Şekil 4). Burada çeşitli açılar uygulayarak yönlendirilebilir filtreler yardımıyla prizmaların kenarlarını saptamak

amacımızdır. Birbirlerine dik iki adet prizmanın yeryüzünde oluşturdukları Gravite anomali haritasına çeşitli açılarda (0, 20, 40, 60, 80 ve 90 derecede) yönlendirmeli filtreler uygulanmış ve prizmatik yapıların kısa ve uzun kenarları ortaya çıkartılmıştır.

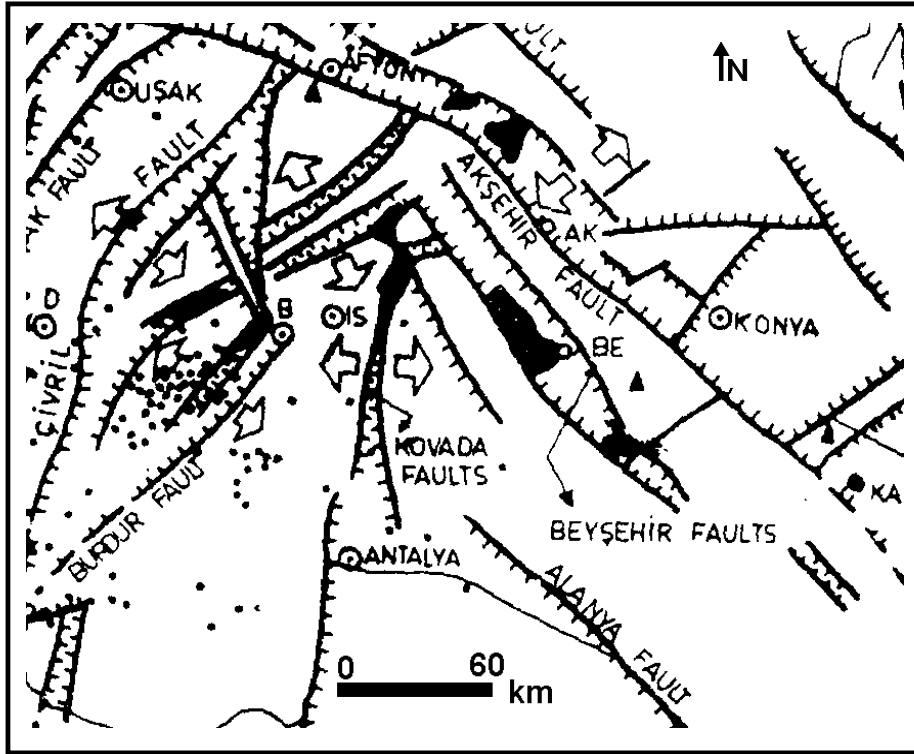


**Şekil 4.** Yönlendirmeli filtreler yardımıyla elde edilen prizmaların değişik açılardaki çıktıları. **a.** 0 derecede **b.** 20 derecede **c.** 40 derecede **d.** 60 derecede **e.** 80 derecede **f.** 90 derecede elde edilen çıkışlar.

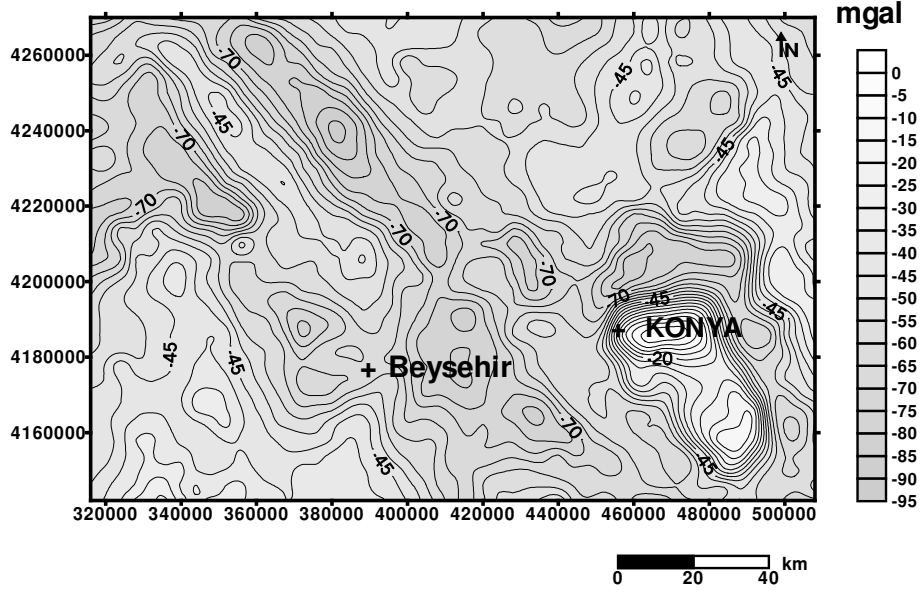
## Yönlendirilebilir Filtrelerin Arazi Verilerine Uygulanması

Bölgenin genel jeolojisine bakıldığında, Tortoniyen sonunda, güneybatı Türkiye tümüyle yükselmeye başlamış ve günümüzde de etkinliğini sürdürmekte olan çekme tektoniği rejiminin denetimine girmiştir (Koçyiğit 1984). Akşehir fayı (Şekil 5), Simav-Gediz-Afyon sismik kuşağı içinde yer alan ve Güneydoğuda Karaman (Konya) dolayından, kuzeybatıda Simav batısına değin uzanan, 200-300 m atımlı, 75°- 80°KD eğimli bir çekim fayıdır (Atalay, 1975).

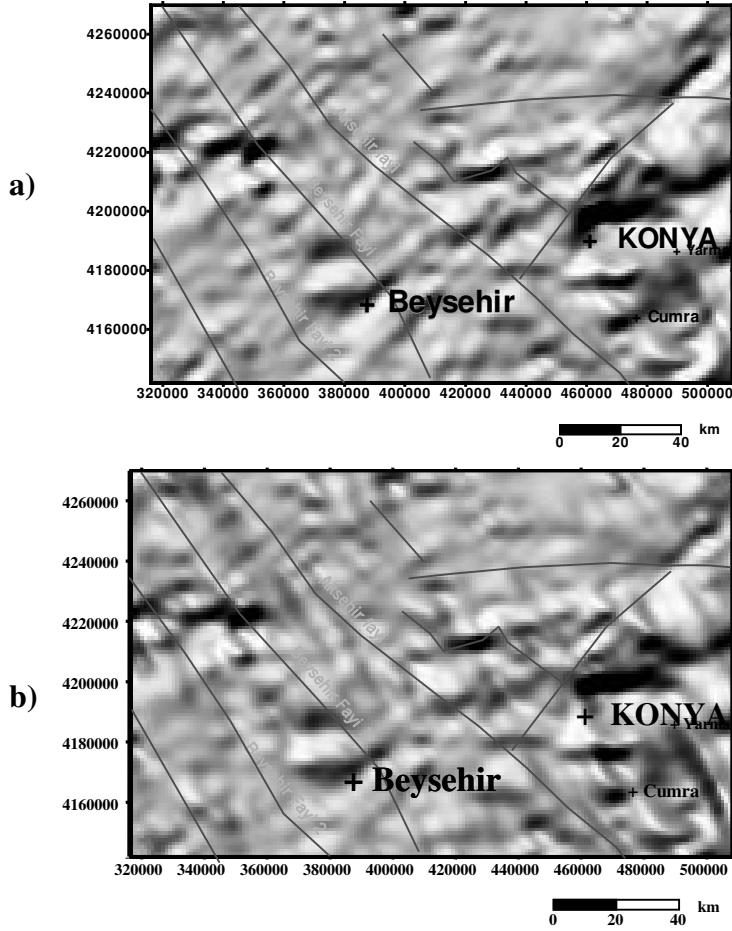
Sunulan yönleme arazi uygulaması olarak Konya bölgesi Gravite anomali haritası kullanılmıştır. Gravite anomali haritasından yapılan yoğunluk çalışmalarında ortamın yoğunluğu yaklaşık olarak  $2.4 \text{ gr/cm}^3$  olarak hesaplanmıştır. Gravite anomali haritasına bakıldığında (Şekil 6) süreksizlik oluşturan yapıların genelde 40-50 derecelik açılar ile uzandığı görülmektedir. Konya ili civarında mağmatik dayak şeklinde bir jeolojik oluşum olduğu gözlenmektedir. Bu haritaya çeşitli açılarda (0, 20, 40, 60, 90 ve 180) yönlendirmeli filtre uygulanmış ve elde edilen çıkışlar Şekil 7 de gösterilmiştir.



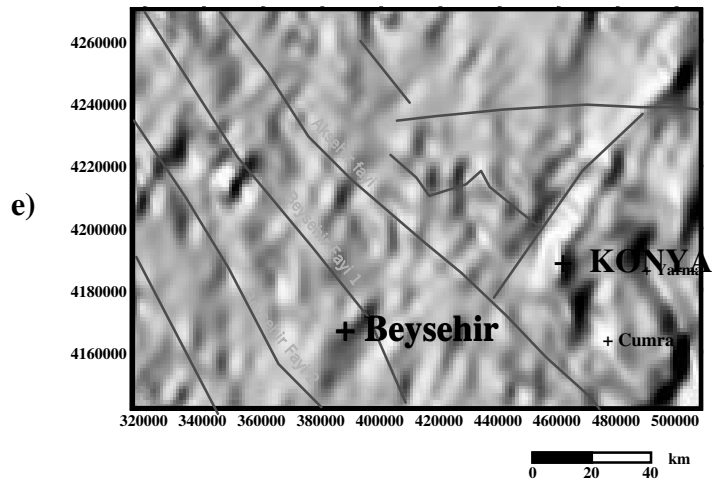
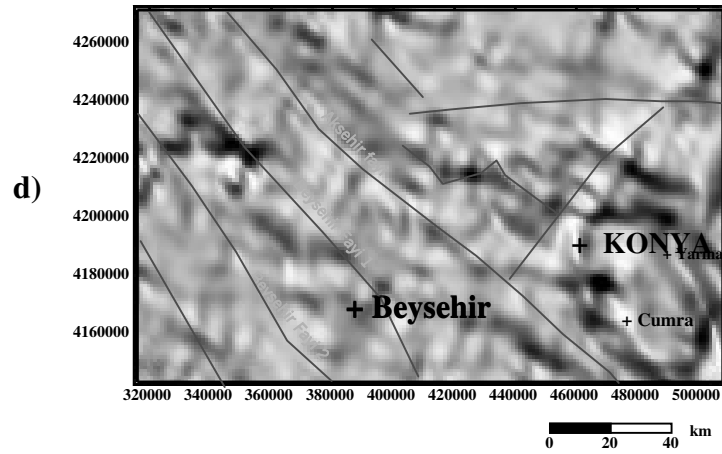
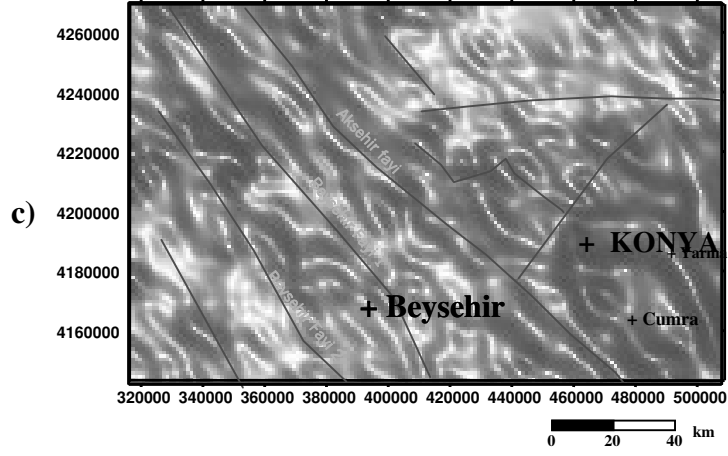
Şekil 5. Konya Bölgesi ve Civarının Sismo-Tektonik Haritası (Koçyiğit 1984).

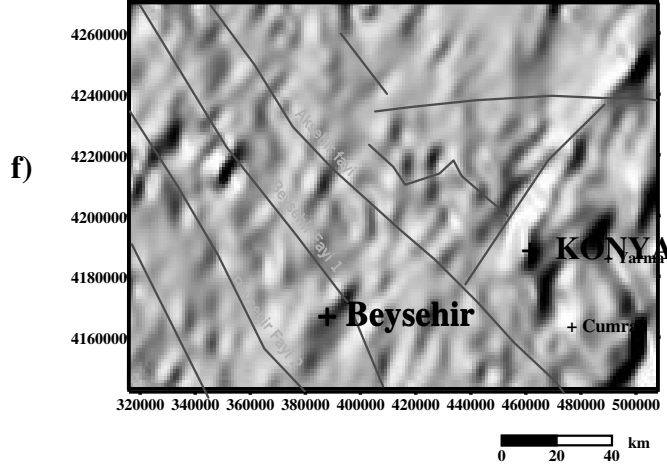


Şekil 6. Konya Bölgesi ve Civarının Gravite Anomali Haritası (kontur aralığı 5 mgal).









**Şekil 7.** Konya bölgesi gravite anomali haritasının farklı açılı yönlendirmeli filtre çıktıları. **a.** 0 derecedeki **b.** 20 derecede **c.** 40 derecede **d.** 60 derecede **e.** 90 derecede **f.** 180 derecedeki görüntüsü (yönler 0 dereceden başlayıp saat istikametine göre gitmektedir).

## Sonuç

Bu makalede, yönlendirilebilir filtrelerin jeofizik yöntemlerden gravite datalarına uygulaması yapılmıştır. İlk olarak yönlendirmeli filtreler sentetik data'lara uygulanmıştır. Sentetik data'larda yönlendirmeli filtre yardımıyla başarılı bir şekilde kenar saptama problemlerinin çözüldüğü görülmüştür. Sunulan yöntem, Konya bölgesi civarındaki Gravite anomali haritasına uygulanmıştır. Burada Akşehir fayı, Beyşehir1 ve Beyşehir2 faylarının yaklaşık olarak 40-50 derece Kuzey-Batı istikametindedir. Gravite anomali haritasının Yönlendirmeli filtre çıktıları 0 dereceden başlamaktadır. 0 derece, haritanın yatay eksenine paralel olan bir çıkışıdır. 0 dereceden başlayan yön açısı saat istikametine doğru 20, 40, 60, 90, 180 derecede olmak üzere alınmıştır. Yönlendirmeli filtre çıktılarına bakıldığı zaman bu 3 önemli fayın sınırlarının en net Şekil 7 c'de görülmektedir. Yönlendirmeli filtre çıktılarına Şekil 5 de verilen sismo-tektonik haritadan alınan faylar aynı koordinatlara getirilerek konulmuştur. Buradaki amacımız elde ettiğimiz çıkış değerlerini jeolojik olarak elde edilen veriler ile karşılaştırmaktır. Bu işlem sonucunda da elde edilen filtre çıktıları ile jeolojik verilerin son derece uyumlu bir şekilde çakıştığı görülmektedir. Sonuçta gömülü durumdaki fayların oluşturduğu süreksizlikler yönlendirmeli filtreler yardımıyla ortaya çıkartılabilmektedir.

## Kaynaklar

- ATALAY, İ., (1975) Tektonik hareketlerin sultandağının jeomorfolojisine olan etkileri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, cilt 18, 21-26.ss.
- FREEMAN, W.T., ADELSON E.H., (1991) The design and use of steerable filters, *IEEE Transactions on Patteren Analysis and Machine Intelligence* vol. 13, pp.891-906.
- KOÇYİĞİT, A. (1984) Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, cilt 27, 1-16.ss.
- LAINE, A.F., CHANG, C.M., (1995) De-noising via wavelet transforms using steerable filters, *Proceedings IEEE International Symposium on Circuits and Systems* vol. 3, pp.1956-1959.
- ÖZMEN, A., (2001) *Hücrel yapay sinir ağları ve görüntü işleme uygulamaları*, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi.