

YÖNLENDİRİLEBİLİR FİLTRELER YARDIMIYLA KONYA BÖLGESİ CİVARINDAKİ GÖMÜLÜ FAYLARIN TESPİTİ*

Atilla ÖZMEN¹

Osman N. UÇAN²

A.Muhittin ALBORA³

¹Has Üniversitesi, Elektronik Bölümü

²İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektronik Bölümü

³İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Bölümü

¹e-posta: aozmen@istanbul.edu.tr ²e-posta: uosman@istanbul.edu.tr ³e-posta: muhittin@istanbul.edu.tr

ABSTRACT

In this paper, Steerable Filters are used for the solutions of some problems in Geophysics. Steerable Filters are band pass filters that pass band in a contain direction. Different sides in an image are obtained after image is passed from fundamental filters and then separated to direction sub bands. In this study, Steerable filters are applied to synthetic dates with various angles to determine the sides. As a field study gravity anomaly map of Konya region is used. The anomalies caused by buried faults are found by Steerable Filters and fault map of the region are compared to Geological data.

GİRİŞ

Gömülü durumdaki jeolojik yapıların görüntülenip, modellenerek parametrelerin ortaya çıkartılması, jeofizik mühendisliğinin en önemli problemlerindendir. Bu nedenle aranacak olan jeolojik yapı, maden, arkeolojik kalıntı, vb. neslelerin elde edilen jeofizik anomli haritalarına en iyi filtreyi uygulamamız gerekir. Uygulanacak olan filtre tekniklerine göre aranacak olan yapı gürültülerden arındırılabilir, yapının 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 kullanılmıştır. 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 [1, 2, 3] gibi birçok araştırmacı çalışmışlardır.

YÖNLENDİRİLEBİLİR FİLTRELER

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. Şekil 1'de bu işlemi gerçekleştiren yönlendirilmeli filtre blok şeması verilmiştir. Burada $h^{\theta_1}(x, y), h^{\theta_2}(x, y), \dots, h^{\theta_M}(x, y)$ $h(x, y)$ 'nin $\theta_i, 0 \leq i \leq M$, değerlerinde dönmüş durumlarına karşılık düşen filtrelerin dürtü cevaplarıdır. Giriş görüntüsü bu filtreler kullanılarak M altbanda ayrılır ve böylece filtrelerin yönelimlerine karşılık düşen yönelimdeki kenarlar belirlenir.

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

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

$h^{\theta_a}(x, y), h(x, y)$ 'nin θ_a kadar dönmüş durumuna karşılık düşer. $k_i(\theta_a), 0 \leq i \leq M$, filtre yönelimlerini kontrol eden aradeğerleme fonksiyonlarıdır.

Teorem:

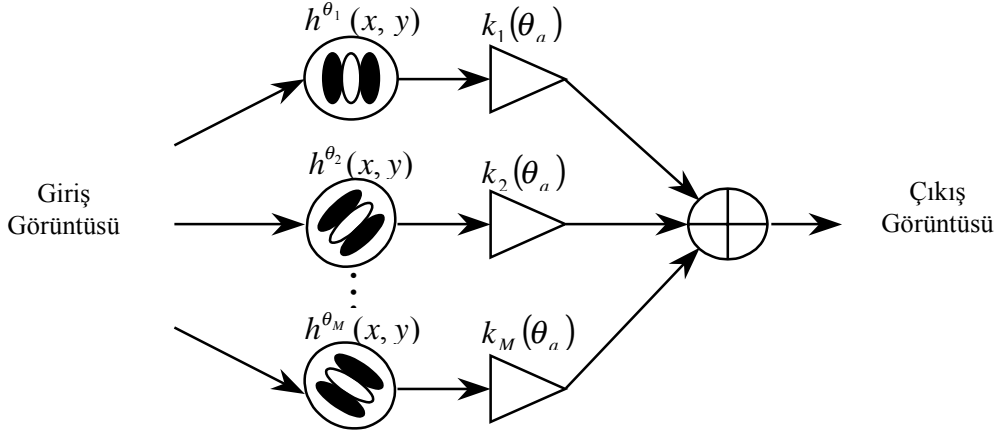
Aradeğerleme fonksiyonları

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

koşulunu sağlıyorsa, yönlendirme fonksiyonları aşağıdaki gibi Fourier Serisine açılabilir.

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

* Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma fonunca desteklenmiştir. Proje No: 1539/16012001.



Şekil-1. Yönlendirilebilir filtrenin blok şeması.

Burada $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ ve $\theta = \arg(x, y)$ 'dır. Temel fonksiyonlar ve ara değerlendirme fonksiyonları belirlendikten sonra $h(x, y)$ 'nin θ_a kadar dönmüş durumuna karşılık düşen $h^{\theta_a}(x, y)$, (1) nolu eşitlik kullanılarak bulunabilir. Böylece bir görüntüdeki θ_a yönelimindeki kenarların belirlenmesi, bu görüntünün $h^{\theta_a}(x, y)$ filtrelerinden geçirilmesiyle sağlanmış olur.

θ_a açısına yönlendirilmiş band geçiren filtrelerin, dördün eşleniği kullanılarak θ_a doğrultusundaki enerji hesaplanabilir. Buna yönlendirilmiş enerji adı verilir. Yönlendirilmiş enerji fonksiyonunun hesaplanması için, $h^{\theta_a}(x, y)$ nin dördün eşleniği oluşturan temel fonksiyonların bulunması gerekmektedir (bu fonksiyonlar birbirinin Hilbert dönüşümleridir) [2]. Yönlendirilmiş enerji, dördün eşli süzgeçler kullanılarak aşağıdaki ifadeyle hesaplanır.

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

Bu eşitlikte '*' konvolüsyon işlemini gösterir. $f(x, y)$, giriş görüntüsü ve $g^{\theta_a}(x, y)$, $h^{\theta_a}(x, y)$ nin Hilbert dönüşümüdür. (4) nolu eşitlik Fourier serisine aşağıdaki şekilde açılır.

$$E^{\theta_a} = C_1 + C_2 \cos(2\theta_a) + C_3 \sin(2\theta_a) + \dots \quad (5)$$

Yerel baskın yönelim θ_d doğrultusu ile S dayanımı, (5) deki düşük frekans terimleri kullanılarak yazılırsa

$$\theta_d = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{C_3}{C_2} \right), \quad S = \sqrt{C_2^2 + C_3^2} \quad (6)$$

eşitliği elde edilir. Bir görüntünün yönelim eşlemi, görüntüdeki her piksel için θ_d ve S hesaplanarak oluşturulabilir.

Bir görüntüye ait her pikselin yönelimini gösteren açı ve buna birebir karşılık gelen enerji ağırlık katsayı haritaları oluşturulduktan sonra, bu iki haritadan her bir açı değerine karşılık gelen enerjilerin toplamı o görüntüye ait açı-enerji histogramını oluşturmaktadır.

YÖNLENDİRİLEBİLİR FİLTRE İLE GÖRÜNTÜ İŞLENMESİ

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

$$g^{0^0}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} e^{-(x^2+y^2)/2} = -2xe^{-(x^2+y^2)/2} \quad (7)$$

Aynı fonksiyonun 90 derece dönmüşünü yazalım:

$$g^{90^0}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} e^{-(x^2+y^2)/2} = -2ye^{-(x^2+y^2)/2} \quad (8)$$

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

$$g^{\theta^0}(x, y) = \cos(\theta) \cdot g^{0^0}(x, y) + \sin(\theta) \cdot g^{90^0}(x, y) \quad (9)$$

elde edilir. Sonuçta elde edilen bu fonksiyon yönlendirilebilir bir fonksiyondur. Burada herhangi bir açı değerindeki dönmeye karşılık gelen $g^{\theta^0}(x, y)$

fonksiyonu kendisinin $g^{0^0}(x, y)$ ve $g^{90^0}(x, y)$ şeklinde verilen sırasıyla 0^0 ve 90^0 derece dönme değerlerinin lineer bir kombinasyonundan oluşmuştur. Bu fonksiyonun hem bu iki açı değerlerindeki ve hem de bu iki farklı açı değerinin kombinasyonundan oluşmuş farklı iki farklı açı değerlerindeki üç boyutlu

görüntüleri Şekil 2' de gösterilmiştir.

$$g^{30^{\circ}}(x, y) = \cos(30) \cdot g^{0^{\circ}}(x, y) + \sin(30) \cdot g^{90^{\circ}}(x, y) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot g^{0^{\circ}}(x, y) + \frac{1}{2} \cdot g^{90^{\circ}}(x, y)$$

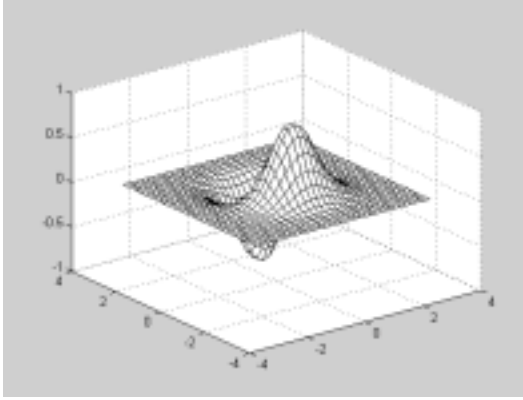
$$g^{135^{\circ}}(x, y) = \cos(135) \cdot g^{0^{\circ}}(x, y) + \sin(135) \cdot g^{90^{\circ}}(x, y) = -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot g^{0^{\circ}}(x, y) + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot g^{90^{\circ}}(x, y)$$

Baskın kenarları belirlenecek olan görüntü, hangi açı değerindeki baskın kenarlar ortaya çıkarılmak isteniyorsa o açı değerine ait yönlendirilebilir filtreden geçirilerek elde edilir.

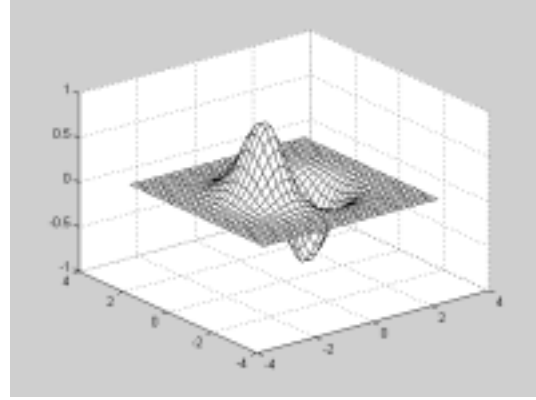
Şekil 3'de bir dairenin 45 derecelik bir yönlendirilebilir filtreden geçtikten sonraki durumu görülmektedir. Bu şekiller üzerinde dikkat edilecek olursa sadece baskın kenarların olduğu kenarlar (burada 45 derecelik eğime sahip olan kenarlar) ortaya çıkarken, diğer açı değerlerine sahip olan kenarlar daha zayıf ve belirsiz olarak gözükmektedirler.

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.

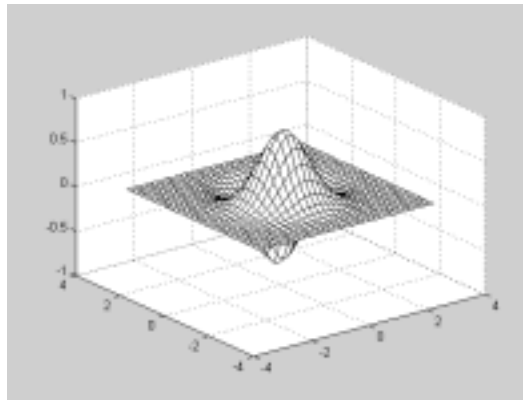
Şekil 4'de birbirlerine dik iki adet prizmanın yeryüzünde oluşturdukları Gravite anomali haritasına çeşitli açılarda (0, 20, 40, 60, 80 ve 90 derecede) yönlendirmeli filtreler uygulanmış ve prizmatik yapıların kısa ve uzun kenarları ortaya çıkartılmıştır.



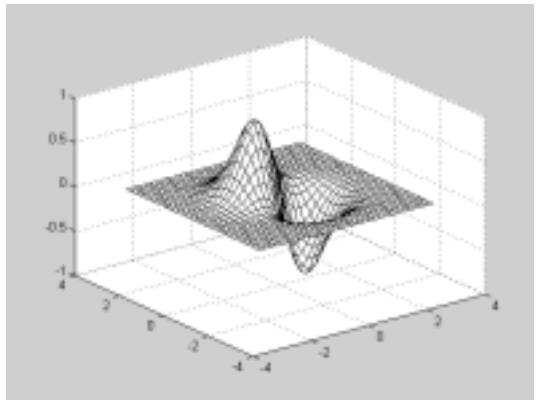
(a) $g^{0^{\circ}}(x, y)$



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

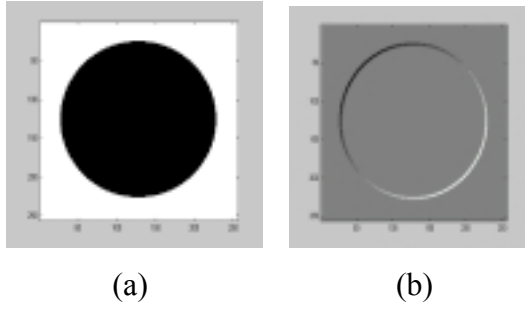


(c) $g^{45^{\circ}}(x, y)$

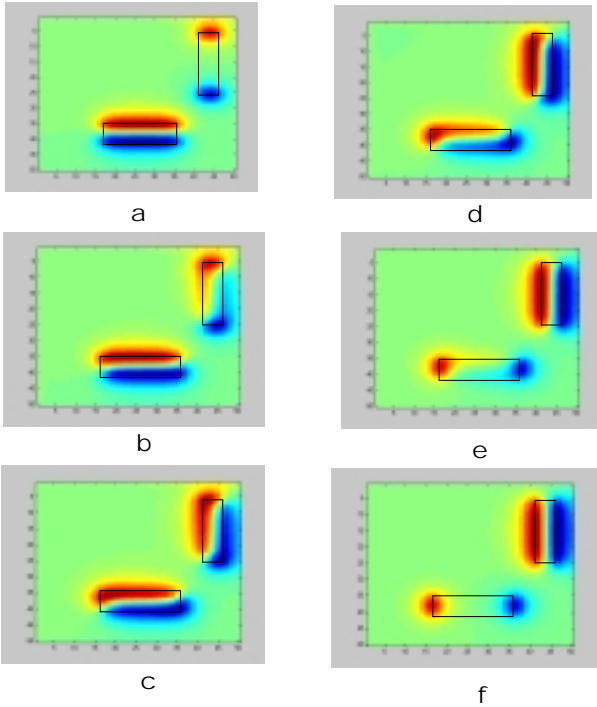


(d) $g^{135^{\circ}}(x, y)$

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



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



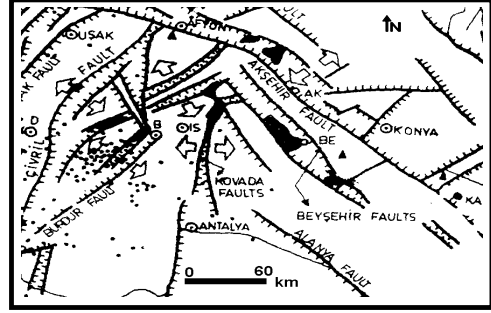
Şekil-4. Yönlendirmeli filtreler yardımıyla elde edilen prizmaların değişik açılardaki çıktıları. a. 0 derecede b. 20 derecede c. 40 derecede d. 60 derecede e. 80 derecede f. 90 derecede elde edilen çıktılar.

YÖNLENDİRİLEBİLİR FİLTRELERİN ARAZİ VERİLERİNE UYGULANMASI

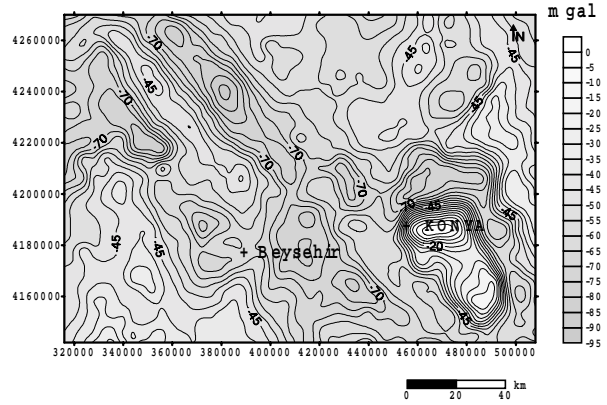
Bölgenin genel jeolojisine bakıldığında, Tortoniyen sonunda, Güneybatı Türkiye tümüyle yükselmeye başlamış ve günümüzde de etkinliğini sürdürmekte olan çekme tektoniği rejiminin denetimine girmiştir (Koçyiğit 1984). Akşehir fayı (Şekil 5), Simav-Gediz-Afyon sismik kuşağı içinde yer alan ve Güneydoğuda Karaman (Konya) dolayından, kuzeybatıda Simav batısına değin uzanan, 200-300 m atımlı, 75°- 80°KD eğimli bir çekim fayıdır [4].

Sunulan yöntem arazi uygulaması olarak Konya bölgesi Gravite anomali haritası kullanılmıştır. Gravite anomali haritasından yapılan yoğunluk çalışmalarında ortamın yoğunluğu yaklaşık olarak 2.4 gr/cm³ olarak hesaplanmıştır. Gravite anomali haritasına bakıldığında

(Şekil 6) süreksizlik oluşturan yapıların genelde 40-50 derecelik açılar ile uzandığı görülmektedir. Konya ili civarında mağmatik dayk şeklinde bir jeolojik oluşum olduğu gözlenmektedir. Bu haritaya çeşitli açılarda (0, 20, 40, 60, 90 ve 180) yönlendirmeli filtre uygulanmış ve elde edilen çıktılar Şekil 7 de gösterilmiştir.



Şekil-5. Konya bölgesi ve civarının Sismo-tektonik haritası [5].



Şekil-6. Konya bölgesi ve civarının gravite anomali haritası (kontur aralığı 5 m gal).

SONUÇ

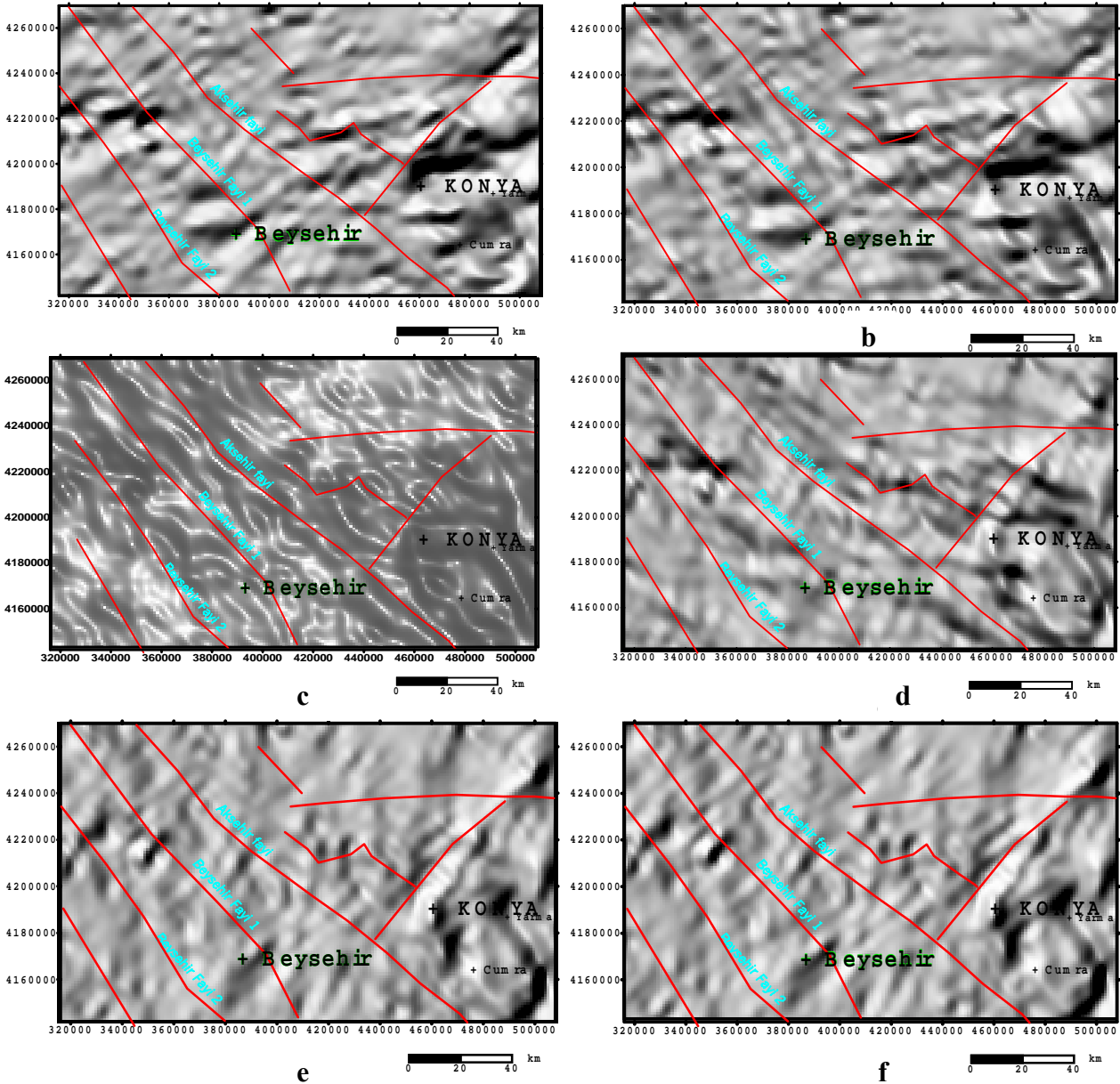
Bu makalede, yönlendirilebilir filtrelerin jeofizik yöntemlerden gravite datalarına uygulaması yapılmıştır. İlk olarak yönlendirmeli filtreler sentetik datalara uygulanmıştır. Sentetik datalarda yönlendirmeli filtre yardımıyla başarılı bir şekilde kenar saptama problemlerinin çözüldüğü görülmüştür. Sunulan 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 bakıldığında zaman bu 3 önemli fayın sınırlarının en net Şekil 7 f'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 çıkışları ile jeolojik verilerin son derece uyumlu bir şekilde çakıştığı görülmektedir. Sonuçta gömülü durumdaki fayların oluşturduğu süreksizlikler Yönlendirmeli filtreler yardımıyla ortaya çıkartılabilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] LAINE, A. F., CHANG, C. M., (1995) "De-noising via wavelet transforms using steerable filters," Proc. IEEE Int. Sym. On Circuits and Systems 3, 1956-1959.
- [2] FREEMAN, W. T., ADELSON E. H., (1991) "The design and use of steerable filters," IEEE Trans. On Patt. Anl. And Machine Intell 13, 891-906.

- [3] ÖZMEN, A., (2001) "Hücrel Yapay Sinir Ağları ve Görüntü İşleme Uygulamaları" İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Doktora Tezi.
- [4] ATALAY, İ., (1975) "Tektonik hareketlerin Sultandağının Jeomorfolojisine olan etkileri" Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 18, 21-26.
- [5] KOÇYİĞİT, A., (1984) "Güneybatı Türkiye ve Yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim" Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 27, 1-16.



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