

MARKOV RASTGELE ALANLAR YÖNTEMİ KULLANILARAK HİTİT HUWASI KUTSAL SAHASININ GÖRÜNTÜLENMESİ

Osman N. UÇAN¹, A. Muhittin ALBORA²

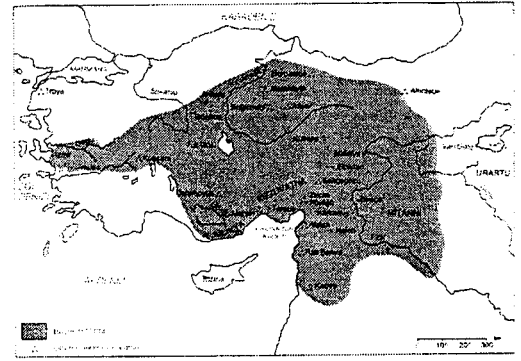
¹ İ.Ü., Müh.Fak., Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Doç.Dr.

² İ.Ü., Müh.Fak., Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Doç.Dr.

Abstract: In this paper, regional and residual anomaly separation is achieved using Markov Random Field (MRF) approach. MRF needs no training and uses the benefit of neighbourhood of pixels of the input anomaly. It is an update stochastic model. MRF has applied to Sivas city, Altınyayla-Kuşaklı Hitit civilisation and satisfactory results are obtained.

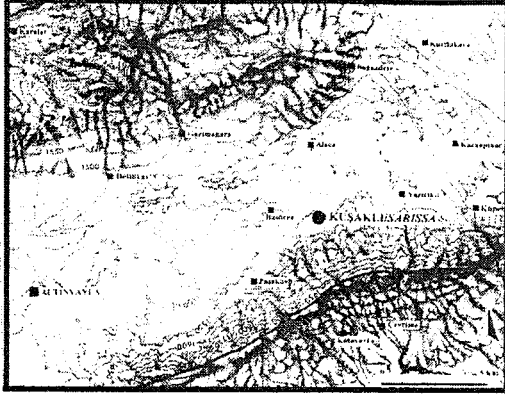
I. GİRİŞ

Bu makalede, jeoradar anomali haritasının yorumlanması için Elektronik Mühendisliğinde güncel olarak görüntü işlem tekniği olarak kullanılan Markov Rastgele Alanlar (Markov Random Field, MRF) yöntemi kullanılmıştır. Jeofizik Mühendisliğinde MRF yaklaşımı kullanarak yüzeye yakın görüntülerin (Rezidüel anomali) elde edilmesi önemli bir yaklaşımdır. Rezidüel anomali haritalarının iyi bir şekilde ayrımı bizim model çalışmalarımızdaki problemlerimizin çözümünü önemli ölçüde kolaylaştırır. Maden sahaları, Arkeolojik sahalar, Çöküntü alanları gibi yüzeye yakın anomali veren sahaların görüntülenmesinde kullanılacak filtre teknikleri oldukça önemlidir. Bu tür sahalarda yeryüzüne yakın yapıların derindeki yapılardan ayrılarak görüntülenmesi gerekir. Ayrıca birbirine yakın kütlelerin ayrılması modellemede doğacak sıkıntıların giderilmesi açısından gereklidir. Ayrım metodları üzerinde, [1,7,10] gibi birçok araştırmacı çalışmıştır. Bu makalede MRF yaklaşımı jeoradar datalarına uygulanmıştır. Uygulama sahası Sivas-Altınyayla Kuşaklı bölgesinde bulunan Hitit uygarlığına ait Sarissa Fırtına Tanrısı'nın Huwasi kutsal alanında alınan Global Positionierungssystem (GPS, Satelit destekli) verileridir. Markov Random Field (MRF) yönteminin en önemli özellikleri, komşuluk özelliklerinin dikkate alınması, iki boyutlu görüntünün stokastik yapısından faydalanması, ön eğitim gerektirmemesi ve veri kaybımızın çok az olması olarak özetlenebilir. MRF yaklaşımının iki boyutlu görüntülere ilk uygulamasını [2,3,5,9] gerçekleştirmiştir.



Şekil.1. İslamiyetten Önce 1340 Büyük Hitit İmparatorluğunun toprak ve önemli yerleşim yerleri.

Büyük Hitit uygarlığının tarihi aydınlatacak kalıntılarının sadece Anadolu topraklarında bulunması kültürümüz açısından oldukça önem taşımaktadır. Hitit İmparatorluğunun topraklarının Kızılıрмаğın güneyine doğru genişlemesi nedeniyle başkenti Kuşşara'dan Hattuşa'ya (Boğazköy) taşınmıştır. Hititler güneye doğru genişleyerek Yamhad (Halep) ve Orontes (Asi) ırmağı kıyısındaki Kadeş'i de alarak (İÖ1286) Büyük Hitit İmparatorluğunu kurmuşlardır (Şekil.1). Hitit İmparatorluğundan günümüze kadar gelen kalıntıları araştırılması için jeofizik çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sahası Sivas-Altınyayla bölgesi Başören köyünün hemen doğusunda yer alan Kuşaklı-Sarissa bölgesidir (Şekil.2). Anadolu'da Hitit İmparatorluğuna ait çalışmalarda, [4] Külhöyük bölgesinde Hitit İmparatorluk dönemini, Sivas-Kuşaklı bölgesinde [6,8] çalışmalarda bulunmuşlardır.



Şekil.2. Çalışma alanının bulduru haritası

II. MARKOV RANDOM FIELD (MRF)

Bu makalede, Global Positionierungssystem (GPS) elde edilen anomali haritası $N_1 \times N_2$ boyutlu $y = \{y_{ij}\}$ görüntüsü olarak alınmıştır. Bu görüntü yeraltındaki farklı yapıların etkileşiminden oluştuğu varsayılmıştır. MRF uygulaması ile rezidüel yapıların ortaya çıkarılması sağlanmış ve $x = \{x_{ij}\}$ şeklinde belirlenmiştir. X rastgele değişkeni, $Q = \{q_1, q_2, q_3, \dots, q_M\}$ olarak adlandırılan M kuantalardan birini almaktadır. Y anomali haritasından X rezidüel haritaya geçiş Bayes kuralına uygun olmaktadır ve geçiş olasılığı $P(X = x | Y = y)$ şöyledir.

$$P(X = x | Y = y) = \frac{P(Y = y | X = x)P(X = x)}{P(Y = y)} \quad [1]$$

Bu formülün maksimum yapılab, logaritmik ifadesi ise,

$$\begin{aligned} \ln P(X = x | Y = y) &= \ln P(X=x) + \\ \ln P(Y = y | X = x), \end{aligned} \quad [2]$$

şeklinde. Ara işlemler atlanırsa,

$$\ln P(X = x) = -\ln Z - \sum_{c \in C} V_c(x) \quad [3]$$

$$\ln P(Y = y | X = x) = -\frac{N_1 N_2}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \quad [4]$$

$$\sum_{m=1}^{N_1} \sum_{i=1}^{N_2} \frac{1}{2\sigma^2} (s_{ij} - q_m)^2$$

şeklinde.

Burada $S_m = \{(i,j) \in L : X_{ij} = m\}$ olmaktadır. Z bir sabittir, q_m geçici kuantal seviyesidir (Şekil 3). $V_c(x)$ ise kliklere bağlı potansiyeldir “Derin and Elliot (1987)”. q_m komşuluk ilişkisi cinsinden şöyle yazılabilir (Şekil 4, Şekil 5).

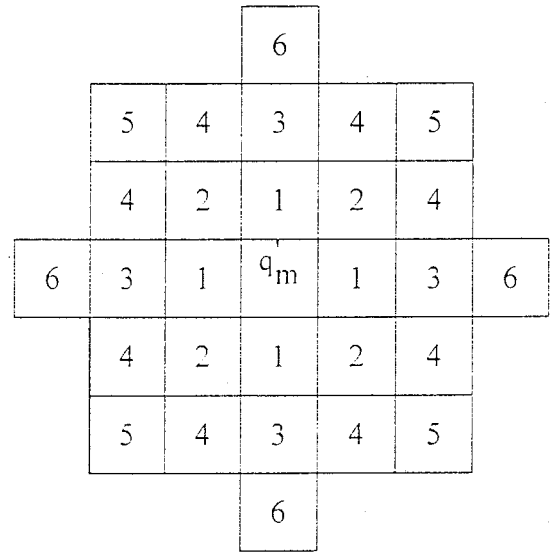
$$t = [u_1, u_2, u_3, u_4, v_1, v_2, v_3, v_4]^T \quad [5]$$

Burada t komşulukları vermektedir. Ara işlemler atlanırsa, (3) nolu denklemin sağ tarafı şöyledir.

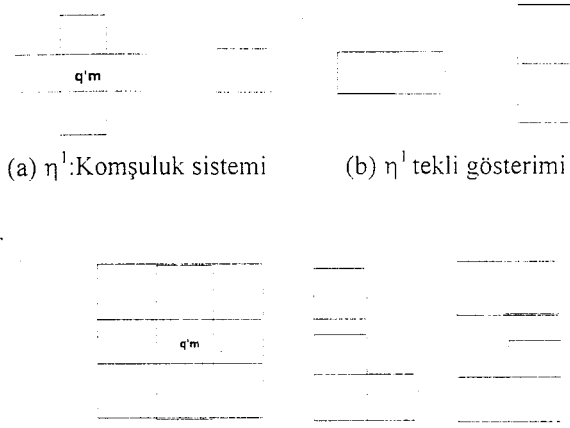
$$V(q_m, t, \theta) \equiv \sum_{c: q_m \in C} V_c(x) \quad [6]$$

burada θ parametre vektörüdür ve aşağıda tanımlanmıştır.

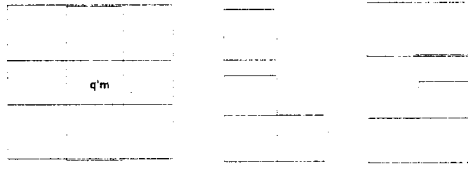
$$\theta = [\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_M, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \xi_1]^T, \quad [7]$$



Şekil.3. η^m nün düzenli bir şekilde komşuluk ilişkisini gösteren sistem



(a) η^1 :Komşuluk sistemi (b) η^1 tekli gösterimi



(c) η^2 : Komşuluk sistemi



(d) η^2 nin gösterimi

Şekil.4. Komşuluk sisteminde η^1 , η^2 ve diğer bileşenlerin gösterimi (a),(b),(c),(d).

V_1	U_2	V_2
U_1	q_m	U_3
V_1	U_4	V_3

Şekil.5. q_m komşuluk ilişkisi cinsinden gösterilişi.

α , β , γ ve ξ komşuluk seviyelerini göstermektedir. Burada (6) nolu denklem yeniden düzenlenirse.

$$V(q_m, t', \theta) \equiv \phi^T(q_m, t')\theta. \quad [8]$$

Buradan,

$$\begin{aligned} \phi(q_m, t') = & [J_1(q_m), J_2(q_m), \dots, J_M(q_m), (I(q_m, u_1) + \\ & I(q_m, u_2)), (I(q_m, u_2) + I(q_m, u_4)), (I(q_m, v_2) + \\ & I(q_m, v_4)), (I(q_m, v_1) + I(q_m, v_3)), (I(q_m, u_2, v_2) + \\ & I(q_m, u_4, v_4)) + I(q_m, u_1, v_1)), \\ & ((I(q_m, u_4, v_3) + I(q_m, u_2, v_4)) + I(q_m, u_1, v_1)) + \\ & I(q_m, u_1, v_4) + I(q_m, u_5, v_3)) + I(q_m, u_1, v_2) + I(q_m, u_4, v_4) + \\ & I(q_m, u_5, v_2)) + I(q_m, u_1, v_4) + I(q_m, u_2, v_2, v_4) + \\ & I(q_m, u_5, v_3, v_4) + I(q_m, u_4, v_4))] \end{aligned} \quad [9]$$

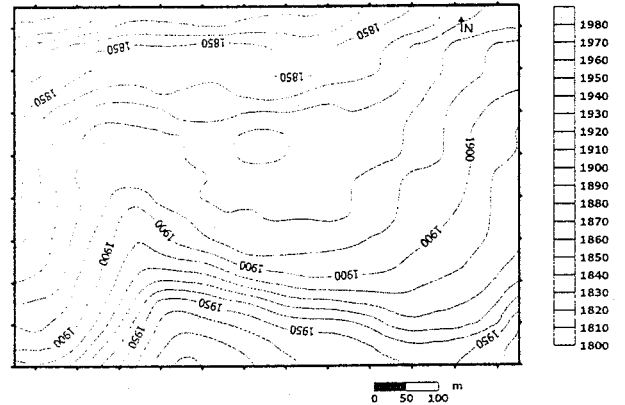
yazılabilmektedir. Burada I ve J indikatör fonksiyonlardır "Uçan vd (2000)". Böylece (2) nolu denklem optimize edilmiştir ve MRF yaklaşımı ile rezidüel harita çıkarılması için gerekli matematiksel sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil.6. Sivas-Altınyayla Kuşaklı bölgesinde bulunan Hitit uygarlığına ait Firina Tanrısı Huvasi kutsal alanı

III. HUWASİ KUTSAL ALANINA MRF YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

MRF yönteminin en önemli özeliği, rejyonel veya rezidüel etkilerin bulunmasında her bir noktanın tek tek komşuluk ilişkilerini hesaba katmasıdır. Ayrıca kuantum sayısını artırarak rezidüel etkileri



Şekil.7. Şekil.6' da verilen GPS ölçümleri sonucunda elde edilen Huvasi kutsal alanının anomali haritası.

