

## Manyetik Belirti Haritalarının Histogram Eşitleme Yöntemi Kullanılarak İyileştirilmesi

### *The Improvement of Magnetic Anomaly Maps Using Histogram Equalization Method*

MUZAFFER ÖZGÜ ARISOY<sup>1</sup>, ÜNAL DİKMEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeofizik Etütleri Dairesi Başkanlığı, 06800 Çankaya, ANKARA

<sup>2</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara

Geliş (received) : 09 Ocak (January) 2014  
Kabul (accepted) : 18 Temmuz (July) 2014

#### ÖZ

Histogram eşitleme, görüntü histogramını kullanarak görüntü karışıklığının ayarlanması için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntem, bir görüntüde düşük karışıklık değerleriyle betimlenen bölümlerin karışıklık değerlerini artırır. Bu düzeltme sayesinde görüntüdeki parlaklık değerleri görüntü histogramı üzerinde daha iyi bir dağılım sergiler. Düşük yerel karışıklıktaki bölümlerin bir kazanç işlemi sonrası yüksek zıtlık değerlerine taşınması göze çarpmayan bölgelerin görünürlüğüne artmasına ve böylelikle görüntünün daha iyi yorumlanmasına olanak sağlar. Histogram eşitleme yöntemi, hesaplama zamanının düşük olması ve etkili sonuçlar üretmesi nedeniyle birçok bilim dalında öncel bir işlem olarak kullanılmaktadır. Yöntem, son yıllarda yerbilimleri verilerine ait görüntü haritalarının yorumlanmasına yardımcı olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında, histogram eşitleme yöntemi kuramsal ve arkeolojik bir alanda toplanan toplam manyetik alan veri kümelerine uygulanmıştır. Görüntü haritalarında, derin veya düşük mıknatıslanma özelliği gösteren yapılardan kaynaklanan düşük genlikli bölgelerin görünürlüğüne artırılmasında yöntemin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

**Key Words:** Görüntü histogramı, manyetik veri, sayısal görüntü işleme

#### ABSTRACT

Histogram equalization is an extensively used method for image contrast adjustment using the image's histogram. The method increases the contrast of the regions of an image that are represented by low contrast values. Through this adjustment, the image brightness values can be better distributed on the histogram. The moving low contrast regions to high contrasts after a gain process increases the visibility of unobtrusive regions and thus, allows better interpretation of the image. Histogram equalization method is used as a priority procedure in many disciplines because of its low computation time and it produces effective results. The method is frequently used as an aid to interpretation of the earth science image maps in recent years. In the frame of this study, the histogram equalization method is applied to theoretical and to a real archaeological total magnetic field datasets. In image maps, the method produces successful results in increasing the visibility of the low amplitude regions resulting from the structures that present deep or low magnetization characteristics.

**Anahtar Kelimeler:** Image histogram, magnetic data, digital image processing

## GİRİŞ

Görüntü histogramı bir görüntüdeki renk değerlerinin sayısını gösteren grafik olarak tarif edilmektedir. Gri seviyeli bir görüntüdeki her piksel (görüntü elemanı) 0 – 255 arasında bir parlaklık değeri ile temsil edilir. Parlaklığın 0 değeri siyah rengi, 1 değeri ise beyaz rengi gösterir. Gri seviyeli bir görüntüye ait histogram 0 – 255 aralığında bulunan parlaklığın çeşitli değerlerdeki piksel sayısını göstermektedir. Histogram sola yaklaştıkça karanlık, sağa yaklaştıkça ise aydınlık bir görüntü oluşur. Görüntü histogramında renk değerleri belirli bir bölgede dağılmışsa görüntünün karşıtlığı düşük, tersi durumda yani renk değerleri orantılı bir şekilde dağılmışsa görüntünün karşıtlığı yüksektir. Düşük karşıtlıktaki görüntülerin iyileştirilmesi için çok sayıda görüntü işleme teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan en sık kullanılanı histogram eşitleme yöntemidir. Histogram eşitleme bir görüntüdeki renk değerlerinin belirli bir değer aralığı içerisinde kümelemesinden kaynaklı renk bozukluğunu gidermek için kullanılan bir yöntemdir. Hesaplama zamanı düşük ve oldukça etkili sonuçlar üretebilen bir yöntemdir. Bununla birlikte ters çevrilebilir bir operatördür. Diğer bir ifadeyle, istenildiğinde görüntünün gerçek histogramına tekrar dönüşümü yapılabilir. Yöntemin zayıf noktası ise görüntü varlığı durumunda hem gerçek sinyalin hem de görüntü seviyesinin karşıtlıklarının birlikte artmasıdır. Bu nedenle, görüntü içeren görüntülere öncelikli olarak görüntü seviyesini azaltacak bir süzgecin uygulanması gereklidir.

Yöntemin algoritması ve sayısal görüntüler üzerinde uygulanması ile ilgili literatürde birçok örnek bulunmaktadır (Jain, 1989; Gonzales ve Woods, 2002; Acharya ve Ray, 2005; Jahne, 2005; Russ, 2011). Histogram eşitleme, sayısal fotoğraf makineleri ile çekilen sayısal görüntülerin dışında birçok bilim dalında (tıp, astronomi, yerbilimleri gibi) kullanılan yapma renklendirilmiş sayısal görüntülerin iyileştirilmesinde de sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Jan, 2006; Najarian ve Splinter, 2006; Starck ve Murtagh, 2006; Wu vd., 2008).

## HİSTOGRAM EŞİTLEME YÖNTEMİ

Herhangi bir sayısal görüntünün  $f$  ile temsil edildiği ve bu görüntünün her bir pikseline ait genlik

değerinin 0 ile  $L-1$  arasında değiştiği varsayalım. Buradaki  $L$  görüntüdeki olası genlik değerlerinin toplam sayısını gösterir ve gri tonlamalı görüntüler için 256 değerini almaktadır. Bu tür bir görüntünün normalize edilmiş histogramı ise

$$p_f(f_k) = \frac{n_k}{n} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1 \quad (1)$$

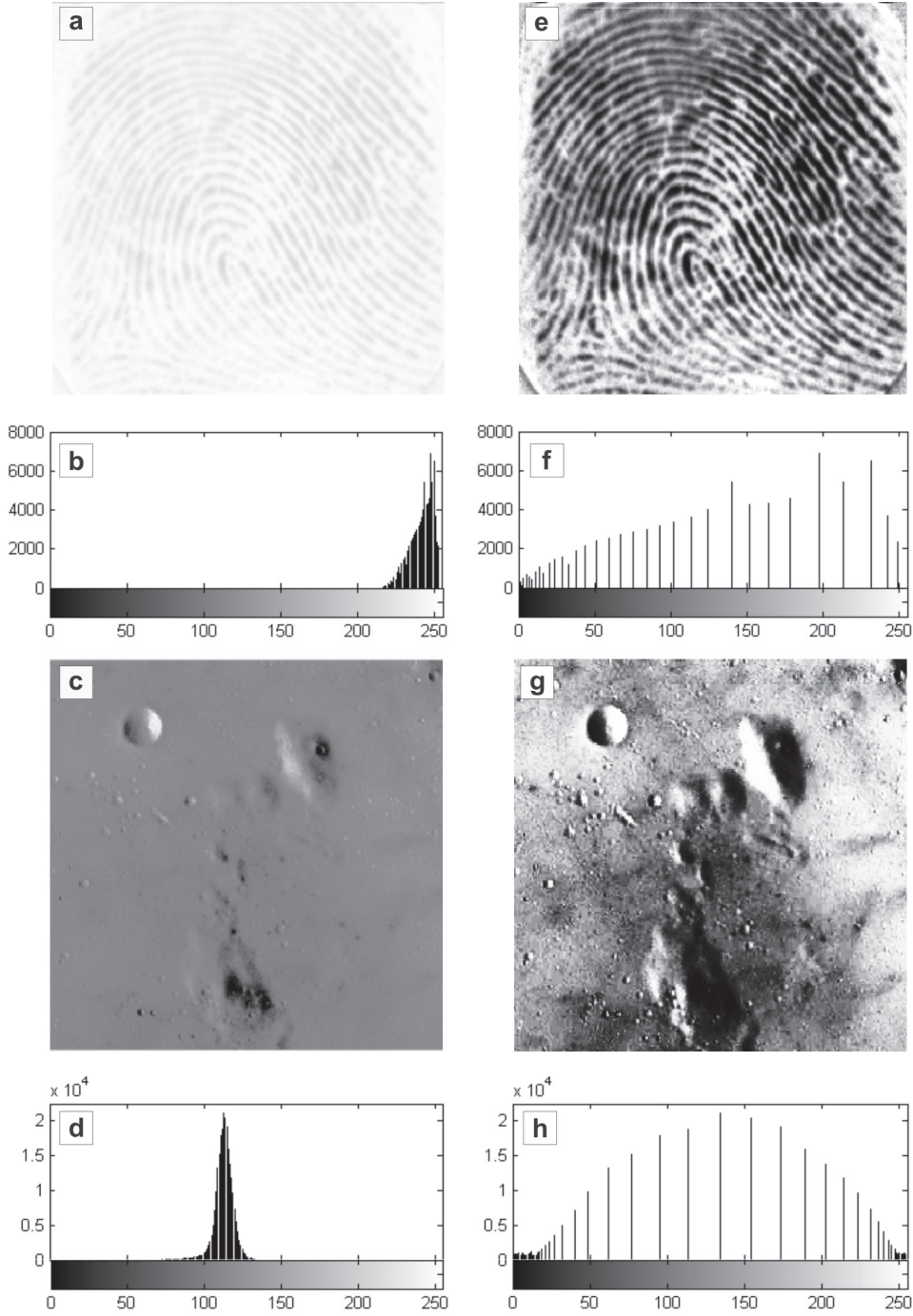
eşitliği ile verilmektedir. Eşitlik (1)' de  $n$  görüntüdeki toplam piksel sayısını ve  $n_k$  ise  $f_k$  genlikli piksel sayısını temsil eder.  $p_f(f_k)$ ' nin  $f_k$ ' ya göre çizdirilmesi ile elde edilen grafiğe görüntü histogramı adı verilmektedir. Genelleştirilmiş histogram eşitleme,  $T$ , ise

$$T(f_k) = \sum_{j=0}^k p_f(f_j) \quad (2)$$

$$= \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1$$

ifadesi ile verilmektedir (Gonzales ve Woods, 2002). Bir sayısal görüntünün histogram eşitleme dönüşümünün hesaplanması üç temel adımdan oluşur. Öncelikli işlem sayısal görüntünün her pikselindeki renk genlik değerini saymaktır ve diğer pikseller için aynı genlik değeri bulunduğu bu genlik indisini bir adet arttırmaktır. Bu işlem sonucunda sayısal görüntünün histogramı hesaplanmış olur. İkinci adım, birikimli dağılım fonksiyonu olarak da adlandırılan yığılmalı histogramın hesap edilmesidir. Yığılmalı histogram, her renk değerine atanan indisin kendinden önce gelen indis değerleriyle toplanmasıyla elde edilir. Son adım, yığılmalı histogramın her değerinin görüntüde olması istenen en büyük değer ile çarpılıp elde edilen sonucun toplam piksel sayısına bölünmesi işlemidir. Bu üç işlem adımı sonucunda sayısal görüntünün histogramında renk genlikleri orantılı bir şekilde dağılım göstereceğinden görüntüdeki düşük karşıtlık problemi giderilmiş olur.

Şekil 1a'da bir parmak izi sayısal görüntüsü ve Şekil 1b'de bu görüntünün histogramı verilmiştir. Şekil 1a'da verilen parmak izi görüntüsünde renk değerlerinin yüksek genliklerde yoğunlaşmasından dolayı görüntüde bir renk kaybının (parlak değerlerin baskın olması) yaşandığı görülmektedir. Şekil 1b'de verilen görüntü



Şekil 1. Histogram eşitleme yönteminin sayısal görüntüye uygulanması (a) Parmak izi sayısal görüntüsü, (b) Parmak izi sayısal görüntüsünün histogramı, (c) Ay yüzeyine ait bir sayısal görüntü, (d) Ay yüzeyine ait sayısal görüntünün histogramı, (e) Parmak izi sayısal görüntüsüne histogram eşitleme uygulanması sonucu, (f) (e)'de verilen görüntünün histogramı, (g) Ay yüzeyine ait sayısal görüntüye histogram eşitleme uygulanması sonucu, (h) (g)'de verilen görüntünün histogramı.

Figure 1. Application of histogram equalization method to digital images (a) Fingerprint digital image, (b) Histogram of the fingerprint digital image, (c) A digital image of moon surface, (d) Histogram of the moon surface digital image, (e) Result of the application of histogram equalization to image given in (a), (f) Histogram of the image given in (e), (g) Result of the application of histogram equalization to image given in (c), (h) Histogram of the image given in (g).

histogramı incelendiğinde, görüntüye ait renk genlik değerlerinin parlak bölgede toplandığı görülebilir. Şekil 1c'de ay yüzeyine ait bir sayısal görüntü ve Şekil 1d'de ise bu görüntünün histogramı verilmiştir. Görüntü histogramında renk genlik değerleri yaklaşık 125 – 175 bandı arasında bir dağılım göstermiştir. Bu durumun sonucu olarak, Şekil 1c'de verilen görüntüde renk değerlerinin belirli bir gri renk bandında yoğunlaştığı görülebilir. Buradan, bir sayısal görüntüye bakmadan histogramının incelenmesiyle o görüntünün karşıtlık özelliği (parlak, karanlık vb.) ile ilgili bilgi elde edileceği sonucu çıkmaktadır. Şekil 1e ve Şekil 1f'de sırasıyla parmak izi görüntüsünün histogram eşitleme sonucu ve histogram eşitlenmiş görüntünün histogramı verilmiştir. Histogram eşitleme sonucunda görüntüde karanlık bölgeyi temsil eden siyah tonlara ait bölgelerin karşıtlığı arttığından görüntüdeki tüm ayrıntılar görülebilir hale gelmiştir. Şekil 1f'de verilen görüntü histogramında da renk genlikleri tüm bölgelerde görülmektedir. Şekil 1g ve Şekil 1h'de sırasıyla ay yüzeyine ait sayısal görüntünün histogram eşitleme sonucu ve histogram eşitlenmiş görüntünün histogramı verilmiştir. Histogram eşitleme sonucunda ham görüntüdeki birçok görünmeyen ayrıntı görülebilir hale gelmiştir. Şekil 1h'de verilen histogram eşitlenmiş görüntü histogramında da renk genlikleri düzgün bir dağılım sunmaktadır.

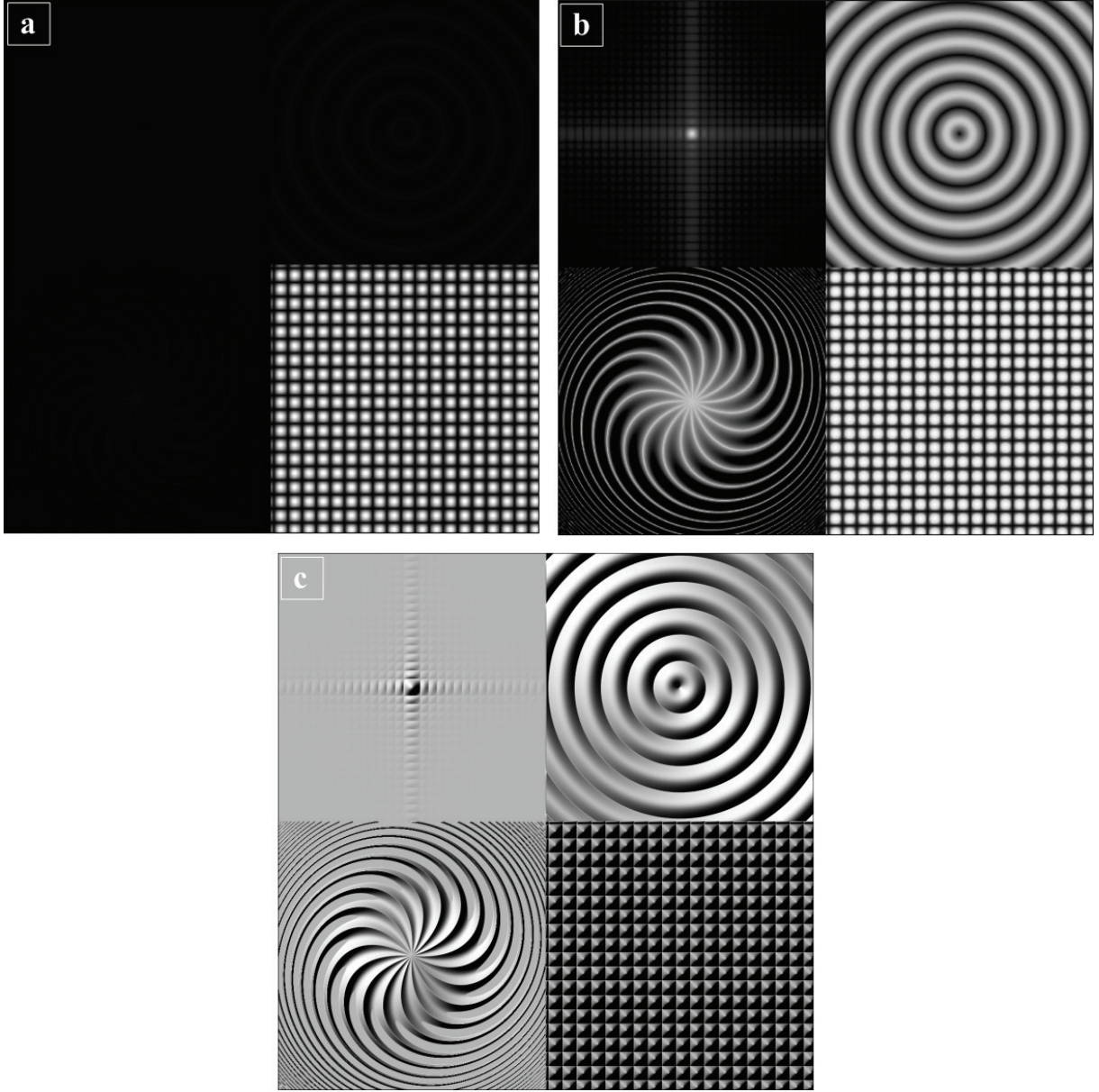
Farklı disiplinlerde, ölçülen veya teorik olarak hesaplanan veri kümelerinin yapma renklendirilmiş görüntüleri de (veya görüntü haritaları) sayısal görüntülerin bir sınıfıdır. Sayısal görüntülerdeki karşıtlık problemi ışık kaynağının yetersizliği veya gereğinden fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Farklı bilim dallarında kullanılan sayısal görüntülerdeki karşıtlık problemi, o görüntüdeki belirtilere (aynı renk grubundaki yoğunlaşma) neden olan nesnelere/objelerin/yapıların çok farklı fiziksel özellik göstermelerinden dolayı meydana gelmektedir. Bu görüntülerdeki göze çarpmayan bölgelerin görünürlüğü'nün artırılması amacıyla histogram eşitleme yönteminin kullanımı hızlı ve etkili sonuçlar verebilmektedir. Şekil 2a'da dört adet 2B (2-Boyutlu) matematiksel fonksiyon kullanılarak oluşturulan bir görüntü verilmiştir. Görüntü 512×512 boyunda dört ayrı dizeyin yatay yönlerde uç

uca eklenmesiyle oluşturulan 1024×1024 boyunda dizeyin gri tonda yapma renklendirilmesi ile elde edilmiştir. Görüntünün sol üst bölgesi 0.5 Hz frekanslı bir sinüs kullanılarak hesaplanan sinc fonksiyonu, sol alt bölgesi sarmal fonksiyonu, sağ üst bölgesi ışınal bir sinüs fonksiyonu, sağ alt bölgesi ise 0.5 Hz frekanslı sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının toplamından hesaplanan bir dizey ile temsil edilmektedir. Genel dizeyin oluşturulmasında tüm fonksiyonların mutlak genlik değerleri kullanılmış ve görüntüde karşıtlık probleminin ortaya çıkması için sağ alt bölge için hesaplanan fonksiyonun (0.5 Hz frekanslı sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının toplamı) genlik değerleri 15 katsayısı ile çarpılmıştır. Bu durum sağ alt bölgede verilen alt görüntünün tüm görüntü üzerinde baskın hale gelmesine ve diğer alt görüntülerin hemen hemen görünmez hale gelmesine neden olmuştur. Şekil 2a'da verilen görüntünün histogram eşitleme işlemi sonucu Şekil 2b'de gösterilmiştir. Histogram eşitleme sonrasında görüntüyü oluşturan dört alt görüntü tümüyle görünebilir bir duruma gelmiştir. Karşıtlık probleminin üstesinden gelinmesinde ve verideki çizgisel yapıların ortaya çıkartılmasında kartografya bilim dalında kabartma haritalarının kullanımı tercih edilmektedir. Kabartma haritalarının oluşturulması için günümüzde en sık kullanılan yöntem Lambertian yansıtıcı modelidir (Horn, 1982). Şekil 2a'da verilen görüntünün Lambertian yansıtıcı modeli kullanılarak elde edilen kabartma haritası Şekil 2c'de gösterilmiştir. Yöntem tüm alt bölgelerin görünür hale gelmesinde başarı sonuç üretmiştir. Ancak görüntünün sol üst bölgesinde verilen sinc fonksiyonunun küçük genlikli yan salınımları Şekil 2b'de verilen histogram dengelenmiş görüntüde daha belirgindir.

## MANYETİK ALAN GÖRÜNTÜ HARİTALARI

Arazi çalışmaları ile toplanan ham-veriye gerekli düzeltmelerin yapılmasından sonra manyetik veriler ölçü geometrisine bağlı olarak profil eğrileri veya görüntü haritaları şeklinde sunulur. Günümüzde arazi çalışmaları hızlı yürütülebildiğinden alan ölçülerinin toplanması ve veri görselleştirmede ise görüntü haritalarının kullanımı tercih edilmektedir. Görüntü haritalarının dışında potansiyel alan verilerinin görselleştirilmesinde;





Şekil 2. Histogram eşitleme ve Lambertian yansıtıcı yöntemleriyle yapma renklendirilmiş sayısal görüntülerin iyileştirilmesi (a) Farklı matematiksel fonksiyonlar kullanılarak oluşturulmuş sayısal görüntü, (b) Histogram eşitleme uygulaması sonucunda elde edilen görüntü, (c) Lambertian yansıtıcı uygulaması sonucunda elde edilen kabartma görüntüsü.

Figure 2. The improvement of pseudo-colored digital images using histogram equalization and Lambertian reflectance methods (a) Digital image that composed of different mathematical functions, (b) Resulting digital image after histogram equalization application, (c) Resulting relief image after Lambertian reflectance application.

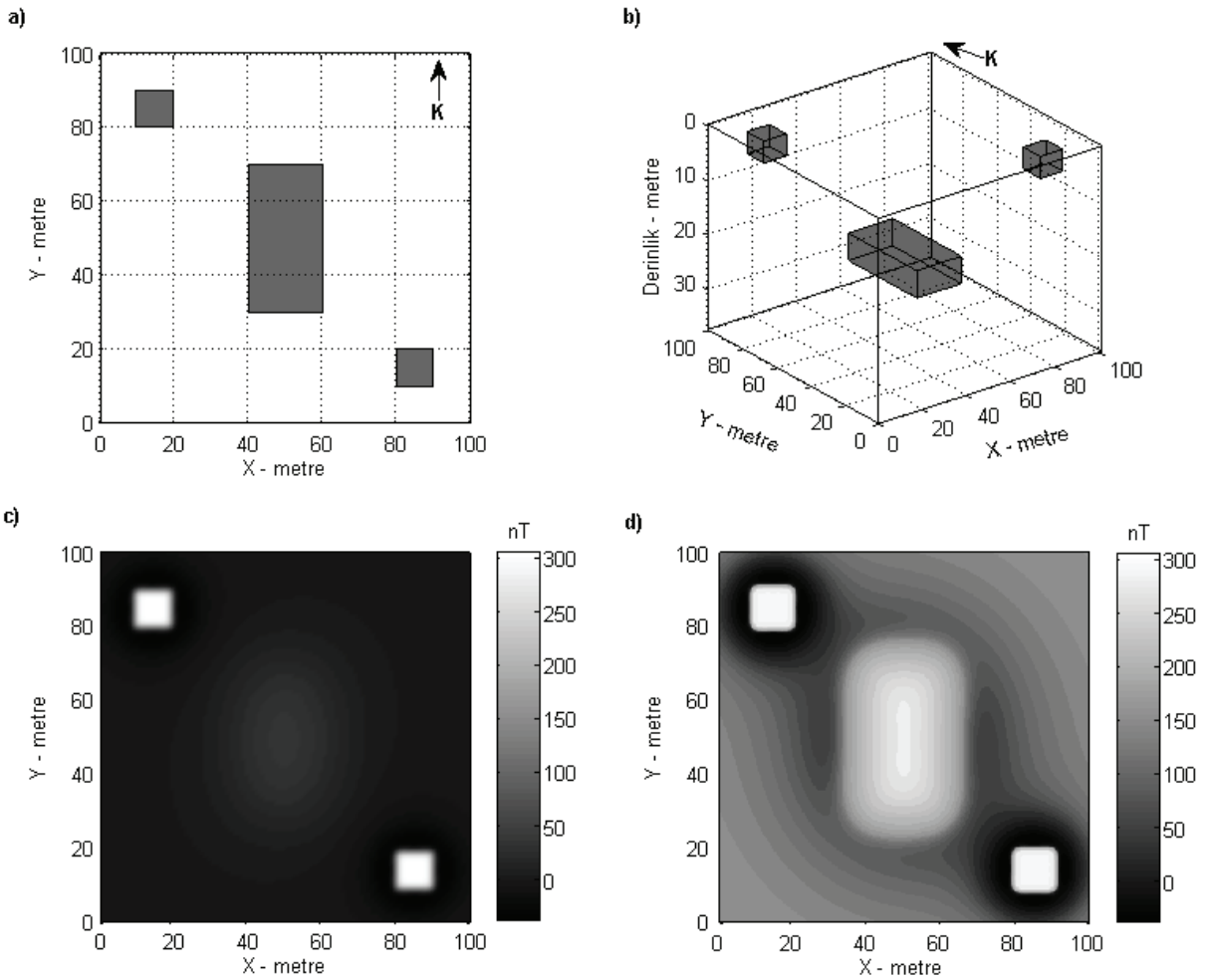
kontur haritaları, renklendirilmiş kontur haritaları, kabartma (gölgelendirme) haritaları ve üç boyutlu perspektif haritalarının kullanımı da yaygındır (Arısoy ve Dikmen, 2011). Görselleştirilmiş veri üzerinde yorumcu; fiziksel özelliğin ölçü alanında dağılımı, veri kalitesi, olası gürültü

varlığı gibi etkenleri kabaca yorumlayabilir. Günümüzde manyetik alan verilerinin görselleştirilmesinde ticari programların kullanımı yaygındır. Bu ticari yazılımlara örnek olarak; Oasis Montaj ve eklentileri, Profile Analyst, Modelvision ve Surfer yazılımı verilebilir. Bunlarla birlikte,

dördüncü kuşak programlama dillerinin veri görselleştirme araç kutularının kullanımı da yaygındır. Bahsi geçen bu yazılımların bir kısmı veri görselleştirmede histogram eşitleme seçeneğini de içermektedir. Literatürde manyetik alan görüntü haritalarının histogram eşitleme yöntemiyle iyileştirilmesi ile ilgili uygulamalara sıklıkla rastlanılmaktadır (Dentith vd., 2000; Morris vd., 2001; Lili vd., 2005; Cooper, 2012 ).

Histogram eşitleme yönteminin kuramsal veriye uygulanmasında Şekil 3'de görülen üç adet prizmatik yapıdan kaynaklanan toplam manyetik alan verisi kullanılmıştır. Yeraltı modelinin

plan görüntüsü Şekil 3a'da ve üç boyutlu perspektif görüntüsü Şekil 3b'de gösterilmiştir. Tüm yapıların miktatsızlanma şiddetleri 1 A/m, yer manyetik alanının eğim ve sapma açıları sırasıyla  $90^\circ$  ve  $0^\circ$  olarak seçilmiştir. Şekil 3a-b'de geometrik ve yukarıda ise fiziksel parametreleri verilen modelden hesaplanan toplam manyetik alan görüntü haritası Şekil 3c'de verilmiştir. Modelin plan görüntüsünde sol-üst ve sağ-alt bölümlerinde verilen sığ derinlikteki özdeş iki yapıdan kaynaklanan toplam manyetik alan belirtisi harita üzerinde oldukça belirgindir. Ancak, modelin ortasında verilen yapıya ait belirti artan de-



Şekil 3. Histogram eşitleme yönteminin kuramsal manyetik görüntü haritasına uygulanması (a) Modelinin plan görüntüsü, (b) Modelin 3B perspektif görüntüsü, (c) Modelden hesaplanan toplam manyetik alan görüntü haritası, (d) Histogram eşitlenmiş toplam manyetik alan görüntü haritası.

Figure 3. Application of histogram equalization method to synthetic magnetic image map (a) Plan view of the model, (b) 3D perspective view of the model, (c) Computed total magnetic field image map from the model, (d) Histogram equalized total magnetic field image map.

rinlik etkisiyle oldukça yayvan ve düşük genlik özelliğindedir. Bu durumun sonucu olarak, bu yapının manyetik belirti içinde gözlenebilmesi oldukça zordur. Şekil 3a'da verilen toplam manyetik alan görüntü haritasına histogram dengeleme işleminin uygulanması ile elde edilen görüntü haritası Şekil 3d'de verilmiştir. Histogram dengelenmiş manyetik alan görüntüsünde genliklerdeki dağılım sorunu yol edilmiş ve tüm yapılara ait belirtiler oldukça belirgin hale gelmiştir.

Histogram eşitleme gürültüye karşı duyarlı bir yöntemdir. Yöntemin bu zayıf noktasını gösterebilmek amacıyla yapılan uygulama Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 3c'de verilen sentetik toplam manyetik alan verisine verinin en yüksek genlik değerinin %5'i kadar rastsal gürültü eklenmiştir. Gürültü eklenmiş manyetik alan görüntü haritası Şekil 4a'da ve histogram eşitleme sonucu Şekil 4b'de verilmiştir. Aynı veriye %10 gürültü eklenerek elde edilen manyetik alan görüntü haritası Şekil 4c'de ve histogram eşitleme sonucu Şekil 4d'de, benzer şekilde veriye %15 gürültü eklenmiş manyetik alan görüntü haritası Şekil 4e'de ve histogram eşitleme sonucu Şekil 4f'de verilmiştir. Histogram eşitleme (Şekil 4b-d-f) modeldeki tüm yapılara ait belirtilerin görünür hale gelmesinde başarılı sonuç üretmesine karşın, verideki artan oranda gürültünün (%5, %10, %15) sonuçlarda oldukça baskın olduğu görülmektedir.

Histogram eşitleme yönteminin arazi verileri üzerinde etkisini gösterebilmek için Kahramanmaraş ili Kayranlık Gözü mevkiinde yer alan Roma dönemine ait bir hamam kalıntısı (Görür, 2005) üzerinde 29x21m'lik bir alanda toplanan manyetik veriler kullanılmıştır. Ölçü alanı üzerinde profil aralığı 0.5m, ölçü noktası aralığı 0.1m olarak seçilmiştir. Bu alan üzerinde toplanan manyetik alan verilerine ait görüntü haritası Şekil 5a'da verilmiştir. Görüntü haritasında görülebilen tek manyetik belirti diğerlerine göre oldukça yüksek genlik sunduğundan harita üzerinde etkin hale gelmiş ve diğer belirtileri belirsiz hale getirmiştir. Bahsi geçen bu manyetik belirti ölçü alanının tümünde görülen ve yaklaşık güney-kuzey yönlü uzanan bir duvar yapısından kaynaklanan belirtidir. Şekil 5a'da verilen manyetik alan görüntü haritasına histogram eşitleme uygulama sonucu Şekil 5b'de verilmiştir.

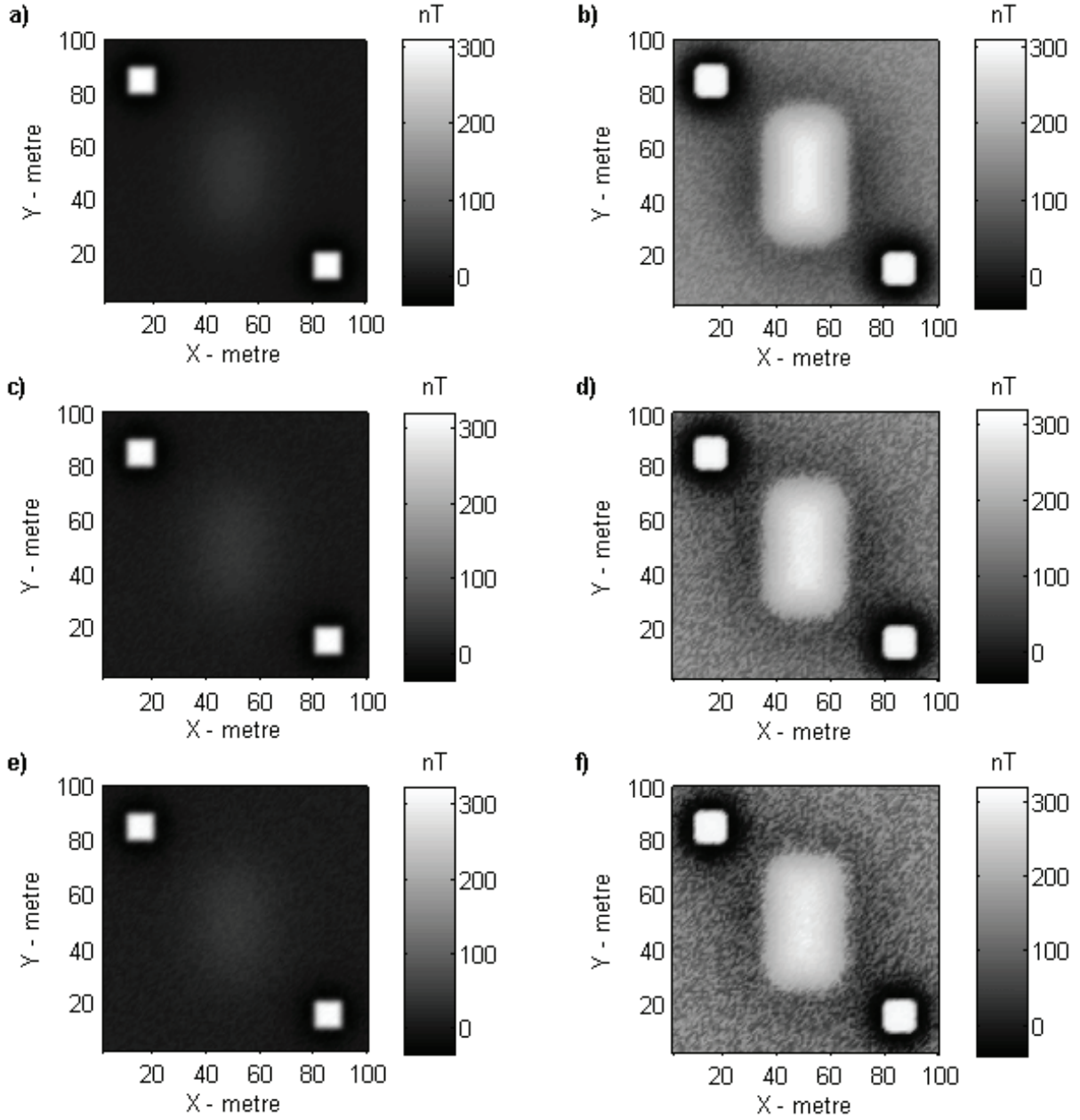
Histogram eşitleme işlemi sonucunda bu duvar yapısına ait manyetik belirti oldukça belirgin bir hale gelmiştir. Görüntüdeki karşıtlık probleminin düzelmesinden sonra duvar yapısına ait belirti dışında kalan diğer belirtiler de görülebilir hale gelmiştir. Bunlardan en dikkat çeken görüntü haritasının yaklaşık batısında görülen dairesele şekilli belirtidir. Kazı sonrası bu manyetik belirtinin bulunduğu yerde tandır (ocak) ortaya çıkartılmıştır.

## TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Histogram eşitleme günümüzde sıklıkla kullanılan görüntü iyileştirme yöntemlerinden birisidir. Yöntem, bir sayısal görüntüdeki renk değerlerinin belirli bir değer aralığı içerisinde kümelenmesinden kaynaklı renk bozukluğunu gidermek için geliştirilmiştir. Bu renk bozukluğu giderildikten sonra görüntüdeki belirgin olmayan ayrıntılar görülebilir hale gelmektedir. Bu çalışma kapsamında, histogram eşitleme yöntemi manyetik alan görüntü haritalarına uygulanmıştır. Manyetik verilerin değerlendirilmesinde, derin veya düşük miktatsızlanma özelliği sunan yapıların görüntü haritalarında gözle fark edilememesi yaşanan en büyük sorunlardan birisidir. Histogram eşitleme yöntemi manyetik alan görüntü haritalarında düşük genlikli belirtilerin görünür olmasının artırılmasında başarılı sonuçlar vermiştir. Yöntemin zayıf noktası ise gürültü varlığı durumunda hem gerçek sinyalin hem de gürültü seviyesinin birlikte kuvvetlenmesidir. Bu nedenle, gürültü içeren verilere öncelikli olarak gürültü seviyesini azaltacak özellikte bir süzgecin (alçak geçişli süzgeçler, aşağı analitik uzay süzgeci vb.) uygulanması gereklidir.

## KATKI BELİRTME

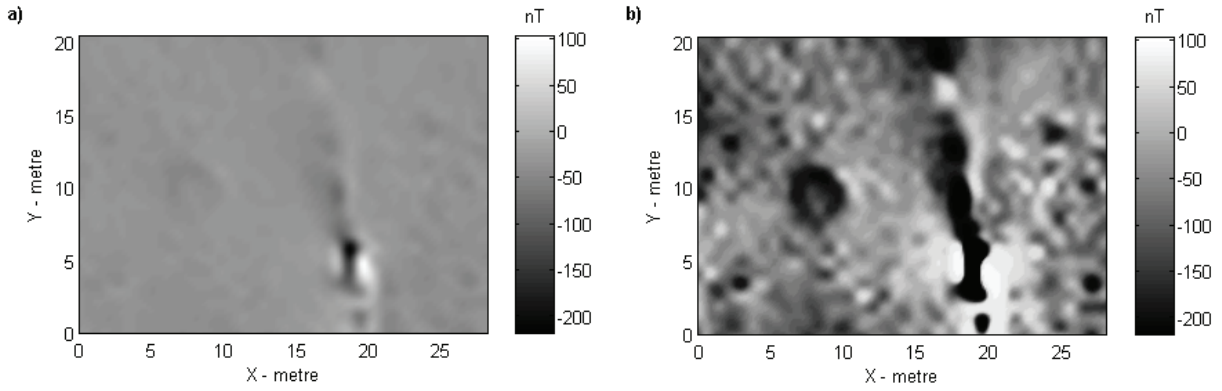
Yazarlar yapıcı katkılarından dolayı Prof. Dr. Ahmet Tuğrul BAŞOKUR'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü) ve Doç. Dr. Bülent ORUÇ'a (Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü) teşekkür ederler.



Şekil 4. Histogram eşitleme yönteminin gürültü eklenmiş sentetik manyetik görüntü haritasına uygulanması. Uygulamada Şekil 3' de verilen model kullanılmıştır. (a) %5 gürültü eklenmiş sentetik toplam manyetik alan görüntü haritası, (b) (a)' da verilen toplam manyetik alan görüntü haritasına histogram eşitleme uygulama sonucu, (c) %10 gürültü eklenmiş sentetik toplam manyetik alan görüntü haritası, (d) (c)' de verilen toplam manyetik alan görüntü haritasına histogram eşitleme uygulama sonucu, (e) %15 gürültü eklenmiş sentetik toplam manyetik alan görüntü haritası, (f) (e)' de verilen toplam manyetik alan görüntü haritasına histogram eşitleme uygulama sonucu.

Figure 4 Application of histogram equalization method to noise-added synthetic magnetic image map. The model given in Figure 3 is used in the application. (a) %5 noise-added synthetic total magnetic field image map, (b) Histogram equalization application result for total magnetic field image map given in (a), (c) %10 noise-added synthetic total magnetic field image map, (d) Histogram equalization application result for total magnetic field image map given in (c), (e) %15 noise-added synthetic total magnetic field image map, (f) Histogram equalization application result for total magnetic field image map given in (e).





Şekil 5. Histogram eşitleme yönteminin arazi verisine ait manyetik görüntü haritasına uygulanması. (a) Kahramanmaraş ili Kayranlık Gözü mevkiinde bir hamam kalıntısı üzerinde ölçülen toplam manyetik alan verisi görüntü haritası, (b) (a)' da verilen toplam manyetik alan görüntü haritasına histogram eşitleme uygulama sonucu.

Figure 5. Application of histogram equalization method to field data magnetic image map. (a) The image map of the total magnetic field data measured over a bath ruin in Kahramanmaraş province Kayranlık Gözü site, (b) Histogram equalization application result for total magnetic field image map given in (a).

## KAYNAKLAR

- Acharya, T., and Ray, A.K., 2005. Image processing: principles and applications. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Arısoy, M.Ö., and Dikmen Ü., 2011. Potensoft: Matlab-based software for potential field data processing, modeling and mapping. Computers & Geosciences, 37(7), 935-942.
- Cooper, G.R.J., 2012. An improved tilt angle filter for potential field data. The Leading Edge, 31(5), 514-517.
- Dentith, M., Cowan, D.R., and Tompkins, L.A., 2000. Enhancement of subtle features in aeromagnetic data. Exploration Geophysics, 31, 104-108.
- Gonzales, R.C., and Woods, R.E., 2002. Digital image processing. Prentice Hall, New Jersey.
- Görür, M., 2005. Kayranlık Gözü, Doğu Klikeya' da bir Roma hamamı. Gazi Üniversitesi Arkeolojik Çevre Değerleri Araştırma Merkezi, Bakü-Tiflis-Ceyhan ham petrol boru hattı arkeolojik kurtarma kazıları proje dökümanları: 6, Ankara.
- Horn, B.K.P., 1982. Hill shading and the reflectance map. Geo-Processing, 2, 65-146.
- Jahne, B., 2005. Digital Image Processing. Springer, Berlin/Heidelberg.
- Jain, A.K., 1989. Fundamentals of Digital Image Processing. Prentice Hall, New Jersey.
- Jan, J., 2006. Medical image processing, reconstruction and restoration, concepts and methods. CRC Press, Florida.
- Lili, Z., Tianyao, H., Jiansheng, W., and Jialin, W., 2005. Application of image enhancement techniques to potential field data. Applied Geophysics, 2(3), 145-152.
- Morris, B., Pozza, M., Boyce, J., and Lebnanc, G., 2001. Enhancement of magnetic data by logarithmic transformation. The Leading Edge, 20(8), 882-885.
- Najarian, K., and Splinter, R., 2006. Biomedical signal and image processing. CRC Press, Florida.
- Russ, J.C., 2011. The image processing handbook. CRC Press, Florida.
- Starck, J.L., and Murtagh, F., 2006. Astronomical image and data analysis. Springer, Berlin/Heidelberg.
- Wu, Q., Merchant, F.A., and Castleman, K.R. 2008. Microscope image processing. Academic Press, Elsevier, USA.

