

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**WALSH DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK
TOPLAM MANYETİK ALAN
ANOMALİLERİNDEN İDEAL YAPILARIN
DERİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Mehmet Ali GÜNGÖR

**Ocak, 2014
İZMİR**

**WALSH DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK
TOPLAM MANYETİK ALAN
ANOMALİLERİNDEN İDEAL YAPILARIN
DERİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı**

Mehmet Ali GÜNGÖR

**Ocak, 2014
İZMİR**

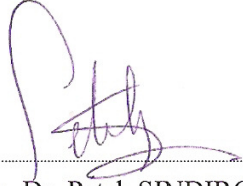
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MEHMET ALİ GÜNGÖR, tarafından PROF. DR. COŞKUN SARI yönetiminde hazırlanan “WALSH DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK TOPLAM MANYETİK ALAN ANOMALİLERİNDEN İDEAL YAPILARIN DERİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Coşkun SARI

Yönetici



Yrd. Doç. Dr. Petek SINDIRGI

Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Gülden KÖKTÜRK

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yaşamımın her alanında, her zaman bana gösterdikleri karşılıksız sevgi, ilgi, sabır ve desteklerinden dolayı çok değerli ve çok sevdiğim aileme tüm kalbimle sonsuz teşekkür ederim.

Lisans eğitimim süresince ve yüksek lisans eğitimimin başlangıcından bu yana bana olan güvenini ve iyi niyetini göstermekten hiçbir zaman kaçınmayan, tez konusunun belirlenmesinde ve tezin yazımı aşamasında çok değerli vaktini benden esirgemeyen, tüm bilgi ve birikimini çalışmalarım için seferber edip bu tezin bitirilmesinde benim kadar emek harcayan çok değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Coşkun SARI' ya,

Bu tez çalışmasının veri toplama ve hazırlama aşamasında, değerlendirme ve sonuçlara ulaşılması sırasında bana her zaman yardımcı olan, değerli vaktini bana her ihtiyacım olduğunda ayıran, çok değerli hocam sayın Yrd.Doç.Dr. Emre Timur' a

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim süresince üzerimde emeği ve katkısı olan bütün hocalarıma, arkadaşlarıma ve sayın Araş. Gör. Atilla ONGAR' a

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince yönlendirici yorumlarını esirgemeyen sayın Agarwal B.N.P' ye, Shaw R.K' ya

Çalışmalar sonunda değerli yorumlarını sunan sayın jüri üyeleri Yrd. Doç. Dr. Petek SINDIRGI ve Yrd. Doç. Dr. Gülden KÖKTÜRK' e

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen Koza Altın İşletmeleri A.Ş' ye

Hayatım boyunca yanımda olacak olan ve bana geçmişte olduğu gibi gelecekte de yardımını ve varlığını esirgemeyeceğinden emin olduğum Jeofizik Yük. Müh. Ayşe GÜNGÖR' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet Ali GÜNGÖR

WALSH DÖNÜŞÜMÜ KULLANILARAK TOPLAM MANYETİK ALAN ANOMALİLERİNDEN İDEAL YAPILARIN DERİNLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında, ideal yapılardan ve arazi çalışmalarından elde edilen toplam manyetik alan anomalileri üzerinde Walsh dönüşümü kullanılarak yöntemin kaynak yapıların derinliklerinin hesaplamasında kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yöntem, toplam manyetik alan anomalilerinin Walsh dönüşümü kullanılarak önce Normalize edilmiş Enerji Yoğunluğu (NEY) spektrumuna, sonrasında ise Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrumuna geçilerek kaynak yapıların derinliklerinin hesaplanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde NEY spektrumunun ardışık değerleri arasındaki fark olan DEY spektrumu içerisindeki aralanma sayılarının (I) en büyük değeri olan I_{max} değeri belirlenir ve bu değer uygun olan bağıntıda yerine konularak kaynak yapıya ait derinlik hesaplaması yapılır. Bu çalışmada Tek Kutup, Tek Kutup Çizgisi, Çift Kutup ve Çift Kutup Çizgisi modelleri ideal kaynak yapı modelleri olarak seçilmiş ve bu yapılara ait toplam manyetik alan anomalileri hesaplanmıştır. Walsh dönüşümü daha önce çeşitli yöntemlerle derinlikleri hesaplanmış olan arazi verileri üzerinde de uygulanmış ve derinlik hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca ideal yapı ve arazi verilerine ait anomaliler Fourier-Güç Spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Walsh dönüşümü, Walsh spektrumu, normalize enerji yoğunluğu, diferansiyel enerji yoğunluğu, aralanma sayısı

DEPTH DETERMINATION OF IDEALIZED BODIES FROM TOTAL FIELD MAGNETIC ANOMALIES BY USING WALSH TRANSFORMS

ABSTRACT

Within the scope of this thesis, Walsh transform was applied to the total magnetic field anomalies obtained from the ideal subsurface structures and the field studies and the possibility of this method for the calculation of the depths to the source structures was investigated. This method is based on the Walsh transformation which can be applied to the total magnetic field anomalies. In this method, initially normalized energy density (NED) spectrum, then the differential energy density (DED) spectrum would be obtained. DED spectrum is the difference between two successive sequency numbers of the NED. The maximum value of sequency numbers ($I_{\max}$) on DED spectrum is determined and, the depth of the subsurface structure that caused the anomaly can be computed by using of this value in the proper equation. The monopole, line of monopoles, dipole and line of dipoles models were chosen as the ideal subsurface sources in the theoretical studies and the total magnetic field anomalies of these structures can be calculated. The depths of the subsurface structures were estimated by using Walsh transform method to the field data and the obtained results were compared with the previously calculated depth with the various other methods. Furthermore, the theoretical and the field magnetic anomaly data were evaluated with using Fourier-Power Spectrum method.

Keywords: Walsh transform, Walsh spectra, normalized energy density, differential energy density, sequency number

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ - WALSH SPEKTRUMLARI.....	4
BÖLÜM ÜÇ - SPEKTRAL ÖZELLİKLER.....	6
BÖLÜM DÖRT - ÖRNEKLEME ve YORUMLAMA DÜZENİ.....	8
BÖLÜM BEŞ - WALSH DÖNÜŞÜMÜ ve FOURİER DÖNÜŞÜMÜ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	10
BÖLÜM ALTI - YAPILAN ÇALIŞMALAR	12
6.1 İdeal Yapılar Üzerinde Yapılan Kuramsal Çalışmalar	12
6.2 Walsh Dönüşümünün Arazi Verilerine Uygulanması	23
6.2.1 Parniaba Anomalisi	24
6.2.2 Pishabo Anomalisi	28
6.2.3 Gülbahçe Anomalisi.....	32
BÖLÜM YEDİ - SONUÇLAR	36
KAYNAKLAR	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 6.1 Kuramsal tek kutup modelin toplam manyetik alan anomalisi	14
Şekil 6.2 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin toplam manyetik alan anomalisi	14
Şekil 6.3 Kuramsal çift kutup modelin toplam manyetik alan anomalisi	15
Şekil 6.4 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin toplam manyetik alan anomalisi	15
Şekil 6.5 Kuramsal tek kutup modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi	16
Şekil 6.6 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi.....	16
Şekil 6.7 Kuramsal çift kutup modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi	17
Şekil 6.8 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi.....	17
Şekil 6.9 Kuramsal tek kutup modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi	18
Şekil 6.10 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi.....	18
Şekil 6.11 Kuramsal çift kutup modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi ...	19
Şekil 6.12 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi.....	19
Şekil 6.13 Kuramsal tek kutup modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi.....	20
Şekil 6.14 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi.....	20
Şekil 6.15 Kuramsal çift kutup modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi.....	21
Şekil 6.16 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi.....	21
Şekil 6.17 Toplam manyetik alan anomalisi-Parniaba, Brezilya	24
Şekil 6.18 Parniaba anomalisi Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi.....	25
Şekil 6.19 Parniaba anomalisi Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi.....	25
Şekil 6.20 Parniaba anomalisinin Fourier-Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi.....	26
Şekil 6.21 Toplam manyetik alan anomalisi- Pishabo gölü, Kanada	28

Şekil 6.22 Pishabo anomalisi Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi	29
Şekil 6.23 Pishabo anomalisi Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi	29
Şekil 6.24 Pishabo anomalisinin Fourier -Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi	30
Şekil 6.25 Toplam manyetik alan anomalisi-Gülbahçe, İzmir	32
Şekil 6.26 Gülbahçe anomalisi Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi.....	33
Şekil 6.27 Gülbahçe anomalisi Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi.....	33
Şekil 6.28 Gülbahçe anomalisinin Fourier-Güç Spektrumu eğrisi eğim çizgisi	34



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 6.1 Çeşitli ideal kaynak geometrilerine ait toplam manyetik alan anomalisi bağıntıları	13
Tablo 6.2 İdeal yapılar ve bu yapılara karşılık gelen I_{max} değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümleri ile elde edilen derinlik değerleri.....	22
Tablo 6.3 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri.....	27
Tablo 6.4 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri.....	31
Tablo 6.5 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri.....	35
Tablo 7. 1Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri.....	37

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Yer manyetik alanı üzerinde anomaliye neden olan farklı manyetik özelliklere sahip mineral ve kayaçların yerlerini belirlemek amacıyla manyetik araştırmalar yapılmaktadır.

Manyetik yöntem, doğal kaynaklı bir jeofizik yöntemdir. Manyetik çalışmalar sonucunda elde edilen anomaliler ise derin ve sık yapıların etkilerinin toplamıdır. Sığ (rezidüel) yapılara ait manyetik anomaliler bazı durumlarda derin (rejyonel) anomalilerden ayrılabilir ve mıknatıslanmış tek bir yapı davranışı gösterebilir. Bu gibi durumlarda, manyetik verilerin yorumlanması çözümsüzlüğe gider. Benzer şekilde yeraltında farklı geometrik biçimlere sahip olan yapılar yüzeyde aynı manyetik etkiye neden olabilirler (Li, 2003). Ayrıca, manyetik duyarlılık farkı sabit ve yüzeydeki değişimlere (anomalilere) neden olan yapılar bilinen bir şekle sahip ise, manyetik verilerden tekil çözüm elde edilebilir. Ancak bu durum doğada her zaman bu şekilde gelişmemektedir. Özellikle manyetik verilerin yorumlanması aşamasında; mıknatıslanmanın çift kutuplu doğasından dolayı birçok sorunla karşılaşmaktadır. Manyetik verilerin yorumlanmasının amacı bölgesel bir çalışma ya da orta büyüklükte bir çalışma alanında jeolojik sınırları belirlemeye yönelik ise araştırmacının elindeki manyetik haritalar; genel yönelimleri, manyetotektonik sınırları, fay ve makaslama zonları vb. yapıların ortaya çıkartılmasında, sokulum yapılarının trendlerinin belirlenmesinde oldukça büyük önem arz etmektedir. Ancak hidrokarbon ve maden aramacılığında durum böyle değildir. Örneğin hidrokarbon aramacılığında taban topoğrafyasının haritalanması ile ilgilenilirken, maden aramacılığında ise anomaliye neden olan yapının konumu, derinliği, boyutları ve kaynak geometrilerinin bulunması amaçlanmaktadır. Bahsedilen bu parametreleri belirlemek ise verinin ileri seviyedeki özel tekniklerle değerlendirilmesiyle ortaya çıkarılabilir.

Rejyonel etkiden arındırılmış bir manyetik anomali; dalga boyu, genliği, şekli veya bakışimsızlığı (asimetrliliği) ile tanımlanır. Bir anomalinin dalga boyu doğrudan

kaynak geometrisi ve kaynak derinliğine bağlı iken, kaynağın şekli veya simetrisi ise mıknatıslanmanın yönüne, kaynağın yönelimine, kaynak geometrisine ve ölçüm yönüne bağlıdır.

Yukarıda bahsedilen yapı geometrisi, derinliği vb. bilinmeyenlerden kaynaklanan karışıklıkları gidermek amacıyla birçok araştırmacı bu konuda yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemler (i) kutba indirgeme (Baravov ve Naudy, 1964), (ii) yapay gravite dönüşümü (Baranov, 1957), (iii) anomaliyi bakışumlu (simetrik) ve bakışumsuz (anti-simetrik) parçalara ayırma (Koulomzine ve diğer., 1970), (iv); analitik sinyali hesaplama (Nabighian, 1972; Roest ve diğer., 1992), vs. içerir. Yukarıda bahsedilen yöntemler arasında kutba indirgeme ve yapay gravite dönüşümü, kaynak mıknatıslanma vektörünün yönelimi üzerinde bir ön bilgi gerektirir (İnklinasyon ve denklinasyon açıları). Yalnızca kaynak konumunun yeri bilindiğinde, çift ve tek bileşenleri içine bakışumsuz (asimetrik) bir anomalinin düzgün bir ayrışımı yapılabilir. Ancak, 2 boyutlu (2B) kaynaklar için, analitik sinyalinin büyüklüğü kaynak mıknatıslanma vektörünün yönelimine bağlı değildir ve bu nedenle derinlik kestirimi için potansiyel bir araçtır, benzer durum 3 boyutlu (3B) yapılar için doğru değildir (Agarwal ve Shaw, 1996; Li, 2006).

Birçok araştırmacı tarafından manyetik verinin bu çok çözümlülüğünden yola çıkılarak; kaynak yapının manyetizasyon şiddeti ve mıknatıslanma doğrultusuna bağlı olarak geometrik şekli ve derinlik parametrelerini tayin etmeye yönelik değişik yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmalarda manyetik anomaliye neden olan yapılar doğrudan bir jeolojik yapının geometrisi ile (küre, silindir ya da ince tabaka) ilişkilendirilmiş ve bu yönde bir çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır. (Gay, 1963; McGrath ve Hood, 1970; Naudy, 1971; Rao ve diğer., 1973; Atchuta Rao ve Ram Babu, 1980; Ku ve Sharp, 1983; Lines ve Treitel, 1984; Prakasa Rao ve diğer., 1986; Silva, 1989; Thurston ve Smith, 1997; Abdelrahman ve diğer., 2003).

Manyetik verilerden yola çıkılarak Barbosa ve diğer. (1999) tarafından yer altındaki gömülü yapıların tespiti ve anomaliye neden olan kaynağın yapısal indeksini belirlemek için bir ölçüt sunulmuş ve Euler ters evrişim (dekonvolüsyon) işlemi (Thompson, 1982; Reid ve diğer., 1990) uygulanarak manyetik verilerin yorumunda kullanılan bir yöntem geliştirilmiştir. Bu ölçüt, bilinmeyen baz

seviyesinin kestirimi ve toplam alan arasındaki uyuma (korelasyona) dayanmaktadır. Abdelrahman ve Hassanein (2000) manyetik verilerden gömülü bir yapının derinliğini ve biçimini (biçim faktörünü) aynı anda belirlemek için parametrik eğriler yöntemini geliştirmiştir.

Tanıtılan bu yöntemlere benzer şekilde Walsh dönüşümleri de manyetik veriler üzerinde kullanılarak, arkeolojik alan araştırmalarında sinyal gürültü oranının arttırılmasına (Gubbins ve diğer., 1971), telemetri yöntemi için veri sıkıştırılmaya (Bois, 1972; Wood, 1974), deniz sismik verilerinin işlenmesine (Chen, 1972; Chen ve Boucher, 1973), kuyu loglarından yatak sınırlarının belirlenmesine (Lanning ve Johnson, 1983; Maiti ve Tiwari, 2005), gravite anomalilerinin yorumlanmasına (Shaw ve Agarwal, 1990; Keating, 1992; Shaw ve diğer., 1998), öz direnç haritalamasına (Pal, 1991), rezidüel manyetik anomalilerin yorumlanmasına (Mokhtar, 2007) ve küresel jeofiziğe (Negi ve Tiwari, 1990; Negi ve diğer., 1993) kadar değişen bir aralıkta arama jeofiziğinin çeşitli uygulamalarında kullanılmıştır.

Yapılan bu çalışmada manyetik veriler Walsh dönüşümleri kullanılarak değerlendirilmiştir ve yöntemin uygulama sahasıyla beraber ideal yapıların neden olduğu toplam manyetik alan anomalilerinin Walsh dönüşümü ile değerlendirilmesiyle bu yapılara ait derinliklerin hesaplanması yöntemi tanıtılmaktadır. Yöntem, toplam manyetik alan anomalisine öncelikle profil boyunca normalleştirme işlemi uygulanması daha sonra ise normalize edilmiş olan bu verinin ardışık noktaları arasındaki değişimini hesaplayarak bir çeşit dizi sayısı elde etme esasına dayanmaktadır. Elde edilen diziye ait maksimum genlik değeri kuramsal çalışmalar sonucunda elde edilen bağıntılarda yerine konularak anomaliye neden olan yapının derinliğini bulmaya çalışılmaktadır.

Bu çalışmada dört farklı ideal yapı üzerinden elde edilen toplam manyetik alan verileri kullanılarak yapılara ait derinlik hesaplaması yapılmıştır. Kuramsal çalışmaların yanı sıra farklı yöntemler ile derinlik hesaplamaları yapılan; Parniaba, Pishabo ve Güzelbahçe toplam manyetik alan anomalileri Walsh dönüşümü ile de değerlendirilerek derinlik hesaplamaları yapılmış ve yöntemler karşılaştırılmıştır.

BÖLÜM İKİ

WALSH SPEKTRUMLARI

Literatürde Walsh-Hadamard yöntemi olarak da bilinen Walsh yönteminin fonksiyonları (Ahmed ve Rao, 1975; Beauchamp, 1975) dikdörtgen dalga biçimine sahip tam bir ortogonal (dik) fonksiyon kümesidir. Bu fonksiyonlar ya +1 ya da -1 değerlerini alır. Bunlar gerçekte periyodik olmadıklarından dolayı, frekans kavramı bu kümeler için geçerli değildir. Bu tür fonksiyonları tanımlamak için, Harmuth (1969), frekans kavramını birim aralık başına sıfır geçişlerinin ortalama sayısının yarısı olarak genelleştirmiş ve bunu ardalanma (sequency) olarak adlandırmıştır. Ahmed ve Rao (1975) Walsh dönüşümünün birçok spektral modlara neden olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda, bu spektral modların birkaçının döngüsel kayma sabiti olduğunu göstermiştir. Var olan bu tekniği geliştirmek için döngüsel kayma sabiti kullanmışlardır. Bu döngüsel kayma sabitinin Walsh spektrumunun kısa bir açıklaması aşağıda tanımlanmaktadır.

Walsh Spektrumu Kuramı

ν , pozitif bir tamsayı olmak üzere, $N = 2^\nu$ ile $\{x(n)\}$ bir N -periyodik serisini düşünelim. Ahmed ve Rao (1975) tarafından tanımlanan Değiştirilmiş (Modifiye) Walsh dönüşümü (DWT),

$$\{x(n)\} \xleftrightarrow{DWT} \{X(k)\} \quad (2.1)$$

olsun.

Daha sonra Walsh enerji yoğunluğu spektrumu,

$$W_0(0) = X^2(0), \quad (2.2)$$

$$W_m(0) = \sum_{k=2^{m-1}}^{2^m-1} X^2(k) \quad (2.3)$$

$$W_m(l) = \sum_{k=2^{m-1}}^{2^m-1-l} X(k).X(k+1) - \sum_{j=0}^{l-1} X(2^{m-1}+j).X(2^m+j-l) \quad (2.4)$$

olarak hesaplanabilir. Bu bağıntılarda $m = 1, 2, \dots, v$ ve $l = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$ 'dir.

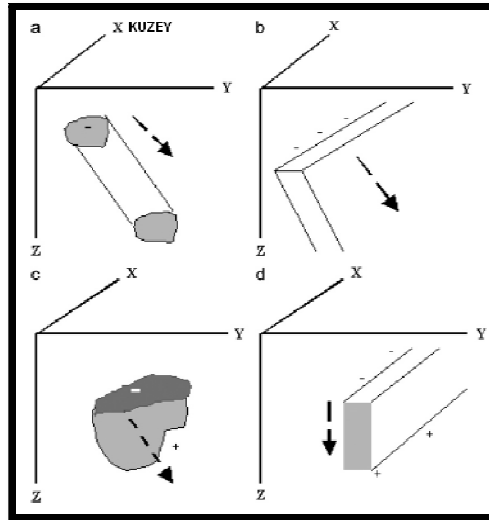
Yukarıdaki bağıntılar $N/4+1$ adet bağımsız spektral noktaya sahip en büyük spektral grup ile farklı boyutlarda $(n+1)$ adet bağımsız spektral gruplar için Walsh spektrumunun hesaplanmasına olanak verir. Bir grup içindeki her bir spektral nokta oluşturulan seriler tarafından gruba dahil edilir ve bu spektral noktalar boyutsuz olan aralanma numarası (sequency number) olarak ifade edilir (Shaw vd, 1998). Aralanma sayısının aralanma cinsinden fiziksel yoruma sahip olmadığına ve Fourier dönüşümünde dalga sayısı (k) ile karıştırılmamasına dikkat edilmelidir. Ayrıca, eşitlik 2.4' ün ikinci terimi ilk terimi aştığında yani denklemin negatif değere ulaştığı durumlarda bu Walsh spektrumu, tam manasıyla bir enerji spektrumu olarak isimlendirilemez. Walsh spektrumu, spektral bir noktanın yalnızca belirli bir frekanstaki enerjiye katkısını temsil eden Fourier enerji spektrumundan kavramsal olarak farklıdır (Shaw ve diğer., 2007).

Walsh spektrumu her biri farklı sayıda spektral noktalı $(v+1)$ grup içinde dağılmış $(N/2+1)$ bağımsız spektral noktalar içeren eşitlik 2.2 kullanılarak hesaplanmıştır. m . grup $(1 < m \leq v)$, $m=0$ ve 1 için her bir noktada 2^{m-2} adet spektral nokta içerir. Her gruptaki spektrum bağımsız olarak hesaplanabilir. Çalışmada, maksimum sayıda spektral noktaya (örneğin, $m = v$ gibi) sahip grup kullanılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

SPEKTRAL ÖZELLİKLER

İdealleştirilmiş 4 farklı kaynak geometrilerine ait toplam manyetik alan anomalilerinin Walsh spektrumlarını araştırmak için, manyetizasyon şiddetleri 500 nT olan her biri 5 km derinlikte Tek Kutup, Tek Kutup Çizgisi, Çift Kutup ve Çift Kutup Çizgisi kaynak modelleri (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Bu kaynak modeller üzerinde 1 km aralıklı 100 km uzunluğunda bir profil boyunca toplam manyetik alan anomalileri hesaplanmıştır (Şekil 6.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4). Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7 ve Şekil 6.8'deki eğriler (2.2) nolu bağıntıdan hesaplanan Walsh **NEY** spektrumlarını göstermektedir. **NEY** spektrumları veri grubunun sıfır aralanma sayısındaki enerjiye göre normleştirilmiştir. Aralanma sayısı üzerindeki enerji dağılımının farklı kaynak geometrilerine göre değişken olduğu Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.12'deki **DEY** eğrilerinde gözlemlenmiştir. **DEY** eğrisi $I = I_{max}$ 'ta bir doruk noktası sergileyen birbirini izleyen iki aralanma sayısı arasındaki **NEY**'in farkı olarak hesaplanmıştır. Yapılan teorik çalışmalarda aynı kaynak derinliği ve mıknatıslanma (manyetizasyon) şiddetine göre, I_{max} 'ın kaynak geometrilerine bağlı olarak değişken olduğu görülmüştür.



Şekil 3.1 Çeşitli ideal kaynak modelleri: a) Tek kutup, b) Tek kutup çizgisi, c) Çift kutup, d) Çift kutup çizgisi, Agarwal ve Shaw, (2006)'dan uyarlanmıştır.

Agarwal ve Shaw (2006)'ın çalışmasında farklı geometrilere sahip kaynak yapıların derinliklerinin hesaplanması için Kaynak derinliği ve l_{max} değerleri arasında nicel ilişkiler yazarlar tarafından aşağıdaki gibi tanımlanmıştır;

(Not= KD/VA; Kaynak Derinliği/Veri Aralığı' dır.)

$$\text{Tek kutup} \implies \text{KD/VA} = (1,16 \pm 0,06) * l_{max} \quad (3.1)$$

$$\text{Tek kutup çizgisi} \implies \text{KD/VA} = (0.85 \pm 0,02) * l_{max} \quad (3.2)$$

$$\text{Çift kutup} \implies \text{KD/VA} = (1,74 \pm 0,10) * l_{max} \quad (3.3)$$

$$\text{Çift kutup çizgisi} \implies \text{KD/VA} = (1,54 \pm 0,10) * l_{max} \quad (3.4)$$

BÖLÜM DÖRT

ÖRNEKLEME VE YORUMLAMA DÜZENİ

Manyetik anomalilerin yorumlanması için öncelikli olarak dikkat edilmesi gereken konular aşağıda yer almaktadır.

Uygulama esnasında karşılaşılan sorunlar

Manyetik anomalilerin değerlendirilmesi aşamasında bir takım sorunlarla karşılaşmıştır. Bu sorunlar giderildikten sonra veri sağlıklı bir şekilde değerlendirilmiş ve makul sonuçlar elde edilmiştir.

Karşılaşılan bu sorunlar ise;

- Anomali profilinin kısıklığı,
- Yetersiz örnekleme aralığı,
- Veri içerisinde gömülü olan rejyonel anomalinin veriden çıkarılmaması
- Verinin eşit aralıklarla örneklenmemiş olması ve
- Profil uzunluğu ile örnekleme aralığının yetersizliği sonucunda DEY spektrumu eğrisinin bir maksimum değere sahip olamaması ve I_{max} değeri elde edilememesidir.

Kaynak yapının derinliğinin hesaplanması için;

- i. Arazi çalışması sırasında öncelikle aranılan yapının olası derinliği, kullanılan yöntem/etki derinliği kuralı ve yerel bölge bilgileri göz önünde tutularak uygun bir örnekleme aralığı ile veri toplanmalıdır.
- ii. Arazi çalışması sonrasında elde edilen anomali haritası üzerinden alınan kesitin her iki kanadının da sıfır değerine kadar uzatılması (x ekseninde) anomalinin sağlıklı değerlendirilmesi açısından önemlidir. Böylece Laplace denklemi de sağlanmış olur.

- iii. Anomali haritasından alınan kesit üzerinden trend çıkarma yöntemi gibi uygun bir yöntem kullanılarak rejyonel ve rezidüel etkilerin birbirinden ayrılması gerekir.
- iv. Rejyonel ve rezidüel etkilerin birbirinden ayrılması sonrasında anomalinin (2.1), (2.2), (2.3) ve (2.4) bağıntıları yardımıyla önce **NEY** sonra **DEY** Walsh spektrumları hesaplanır.
- v. **DEY** 'in maksimum değeriyle ilişkili I_{max} ' değeri belirlenir.
- vi. Anomaliye ve aranılan yapıya uygun olan *geometrik model bağıntısı* seçilerek kaynak yapının derinliği hesaplanır.

Kaynak yapının geometrik model bağıntısı seçilirken;

- i. Elde edilen anomali haritası üzerinde konturların kapanım biçimine göre anomaliye neden olan kaynak modeli seçilir. Bu kaynak modeller tek kutup, tek kutup çizgisi, çift kutup ve çift kutup çizgisi olabilir. Konturlar dairesel bir kapanım gösteriyor ise tek kutup ve tek kutup çizgisi, eliptik bir kapanım gösteriyor ise de çift kutup ve çift kutup çizgisi seçilmelidir,
- ii. Anomaliye ve aranılan yapıya uygun bağıntıyı seçerken aşağıda yazan maddelerin geçerliliği de unutulmamalıdır,
 - Eğer kaynağın sonlu olduğu düşünülüyor ise her iki kutbun da etkisi ölçüleceğinden çift kutup kaynak modelleri tercih edilmelidir,
 - 3 boyutlu kaynaklar için tek kutup ya da çift kutup modeli,
 - 2 boyutlu kaynaklar için tek kutup çizgisi ya da çift kutup çizgisi modeli tercih edilmelidir.

BÖLÜM BEŞ

WALSH DÖNÜŞÜMÜ VE FOURIER DÖNÜŞÜMÜ YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Fourier dönüşümü sinyal işlemede kullanılan ve bir sinyalin frekans dağılımını gösteren en önemli matematiksel yöntemlerden birisidir (Gold ve Rader , 1967). Yöntem sinyal işleme dışında da oldukça geniş kullanıma sahiptir. Bu kadar geniş uygulama alanına sahip olması da Fourier dönüşümünü uygulayan Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) algoritmasının birçok alanda uygulanabilirliğidir (Cochran ve diğer., 1967).

N elemanlı $f_i(0 \leq i \leq N - 1)$ serisinin Ayırık Fourier Dönüşümü (AFD)

$$F_k = \sum_{i=0}^{N-1} f_i W^{ik}, \quad 0 \leq k \leq N - 1 \quad (5.1)$$

$$W = \exp(-j2\pi/N) \quad (5.2)$$

olarak yazılabilir.

5.1 Numaralı denklem ile tanımlanan AFD doğrudan değerlendirmeye alınması N^2 adet çarpma ve bölme işlemi gerektirmektedir. HFD ise bir takım matematiksel işlemlerle AFD hesaplayan bir yöntemdir. HFD sayesinde çarpma ve bölme işleminden kurtularak sadece toplama ve çıkarma ile AFD hesaplanır. AFD için N^2 işlem gerekirken HFD ise $N \log_2 N$ adet işlem gerektirmektedir. Ancak bu durum az sayıda N Fourier katsayısının göreceli olarak hesaplatılmasının gerektiği uygulamalarda HFD'nin dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır (Cox ve diğer., 1972; Takodoro Y. ve diğer., 1974).

Daha önce bahsedildiği gibi Walsh fonksiyonları +1 ya da -1 değerlikli dik (ortogonal) fonksiyonların tam bir setini oluşturmaktadır (Ahmed ve Rao, 1975; Harmuth, 1972). Bundan dolayı da Walsh dönüşümünün hesaplanması sadece ekleme ve çıkarmalara ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle Walsh dönüşümü hesaplama açısından daha hızlıdır. Eğer ayırık Walsh matrisi AFD'de olduğu gibi hızlı Walsh dönüşümü algoritması ile oluşturulursa hesaplama çok daha hızlı olacaktır (Shanks,

1969). Ancak, Walsh dönüşümünün girdi sinyalinin fazına (evresine) karşı hassas olması bir dezavantajdır. Walsh fonksiyonlarının sinüzoidal fonksiyonlarla olan benzerliğine rağmen Walsh dönüşümü sinüzoidal-tip verilere Fourier analizi kadar uygun değildir (Yeo ve Smith, 1972). Bu çalışmada ise sinüzoidal tip veriler üzerinde Walsh dönüşümünün uygulanabilirliği araştırılmıştır.



BÖLÜM ALTI

YAPILAN ÇALIŞMALAR

6.1 İdeal Yapılar Üzerinde Yapılan Kuramsal Çalışmalar

Yapılan kuramsal çalışmalarda 4 farklı ideal yapının toplam manyetik alan anomalileri Tablo 6.1’de tanıtılan bağıntılar kullanılarak hesaplanmıştır. Bu ideal yapılar Tek kutup, Tek Kutup Çizgisi, Çift Kutup ve Çift Kutup çizgisidir.

İdeal Yapı anomalileri hesaplanırken kullanılan parametreler ise;

- i. Derinlik 5 km
- ii. Örnekleme aralığı 1 km
- iii. Profil uzunluğu 100 km
- iv. İnklinasyon 40° (derece)
- v. Manyetizasyon şiddeti 500 nT olarak alınmıştır.

Hesaplanan kuramsal Tek kutup, Çift Kutup, Tek Kutup Çizgisi ve Çift Kutup çizgisi toplam manyetik alan Anomalileri sırasıyla Şekil 3.1, Şekil 6.1, Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4’te gösterilmiştir.

Her dört kuramsal Model Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiştir. Elde edilen eğriler sırası ile Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7 ve Şekil 6.8’de gösterilmiştir

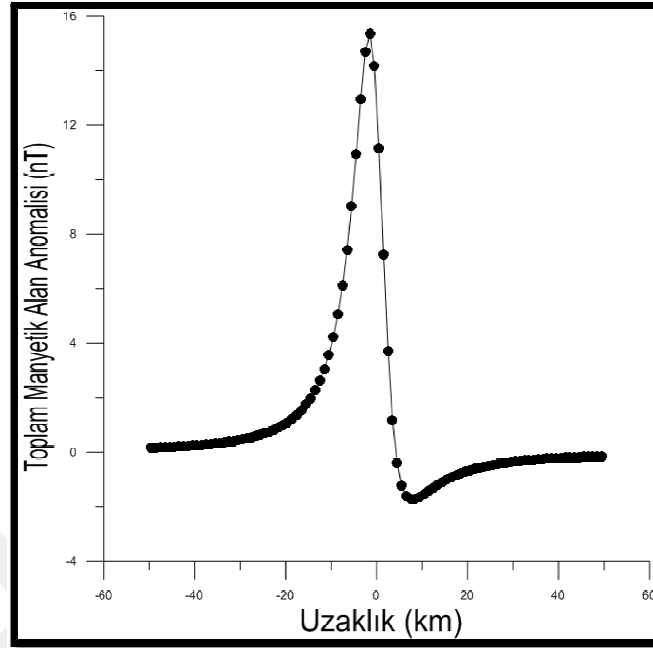
NEY spektrumunun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrumu eğrileri sırasıyla Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11 ve Şekil 6.12’de gösterilmiştir. Grafikler üzerinde elde edilen I_{max} değerleri gösterilmiştir.

Elde edilen kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç Spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiştir. Fourier-Güç Spektrum eğrileri Şekil 6.13, Şekil 6.14, Şekil 6.15

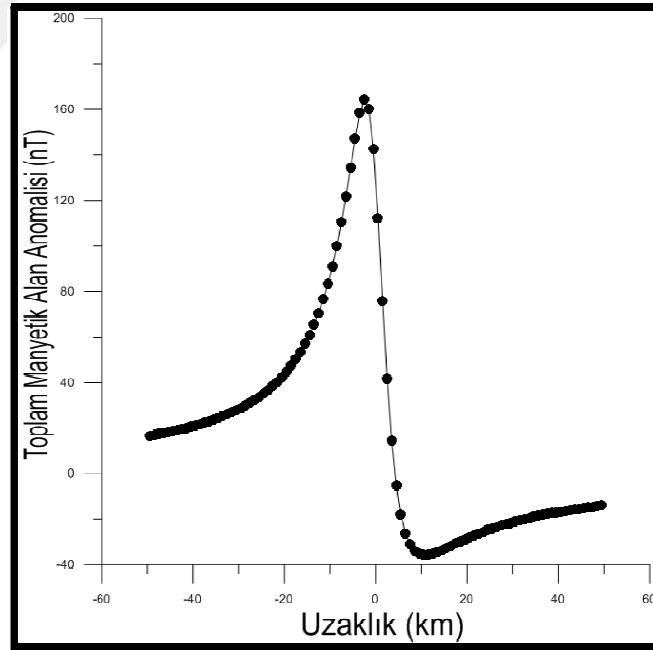
ve Şekil 6.16'da sırasıyla verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise Tablo 6. 2'de karşılaştırılmıştır.

Tablo 6.1 Çeşitli ideal kaynak geometrilerine ait toplam manyetik alan anomalisi bağıntıları (Telford, 1990)

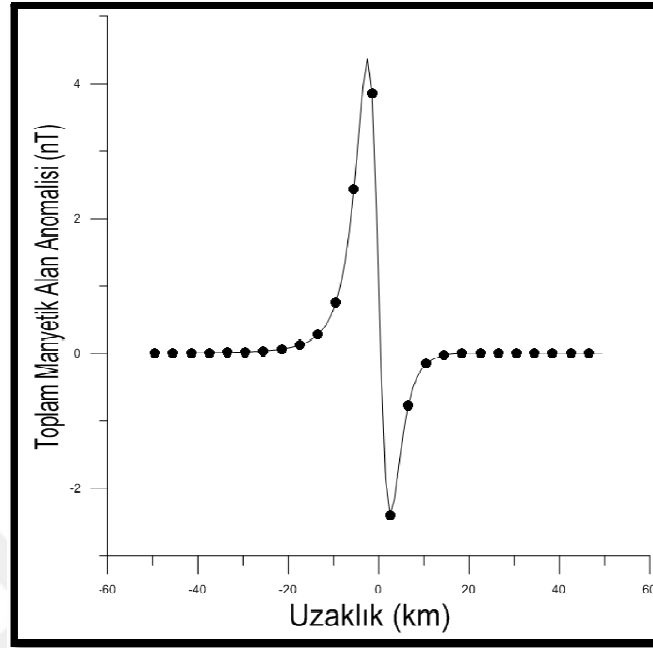
Kaynak Geometrisi	Toplam Manyetik Alan Anomalisi
Tek Kutup	$M \left[\frac{z_0 \sin \alpha - (x - x_0) \cos \alpha}{\{(x - x_0)^2 + z_0^2\}^{3/2}} \right]$
Tek Kutup Çizgisi	$2M \left[\frac{z_0 \sin \alpha - (x - x_0) \cos \alpha}{(x - x_0)^2 + z_0^2} \right]$ Doğu-Batı doğrultulu kaynak.
Çift Kutup	$M \left[\frac{(3 \sin^2 \alpha - 1)z_0^2 - 6 \sin \alpha \cos \alpha (x - x_0)z_0 + (3 \cos^2 \alpha - 1)(x - x_0)^2}{\{(x - x_0)^2 + z_0^2\}^{5/2}} \right]$
Çift Kutup Çizgisi	$2M \left[\frac{\cos 2 \alpha \{(x - x_0)^2 - z_0^2\} - 2(x - x_0)z_0 \sin 2 \alpha}{\{(x - x_0)^2 + z_0^2\}^2} \right]$ Doğu-Batı doğrultulu kaynak.



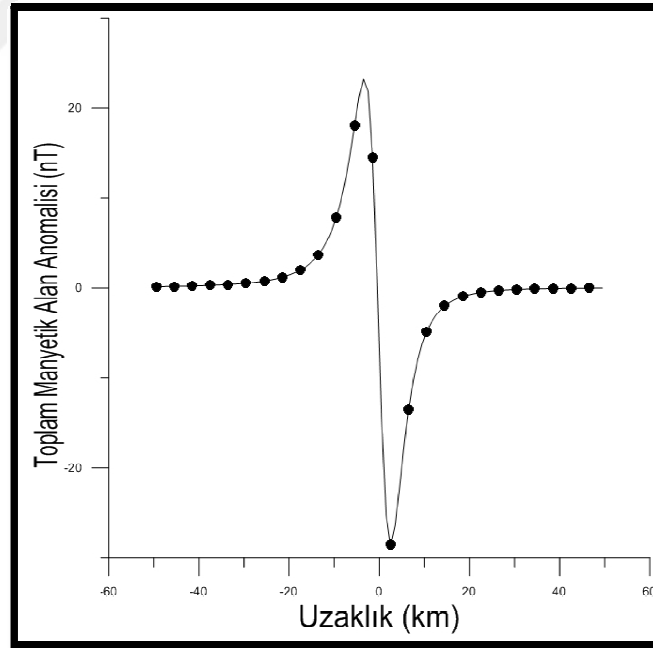
Şekil 6.1 Kuramsal tek kutup modelin toplam manyetik alan anomalisi



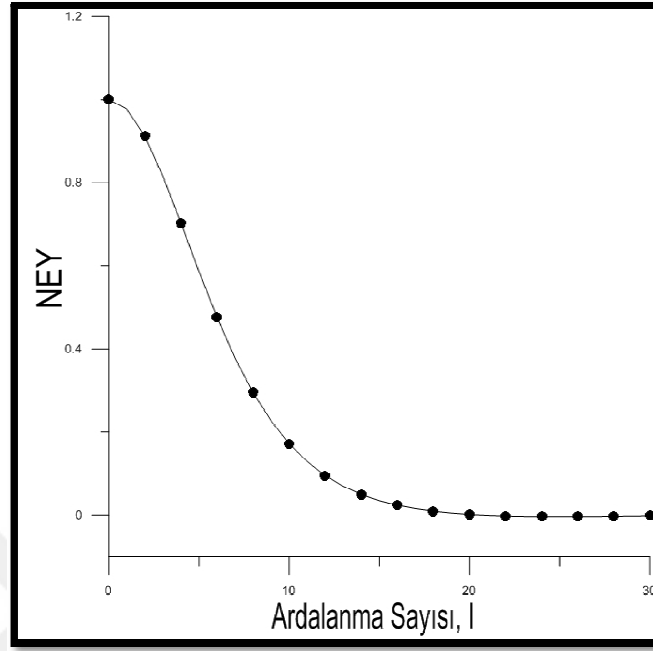
Şekil 6.2 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin toplam manyetik alan anomalisi



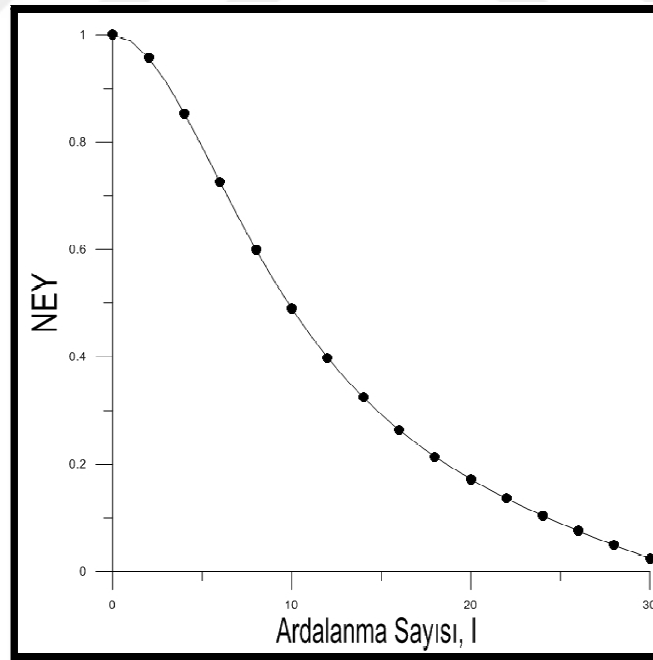
Şekil 6.3 Kuramsal çift kutup modelin toplam manyetik alan anomalisi



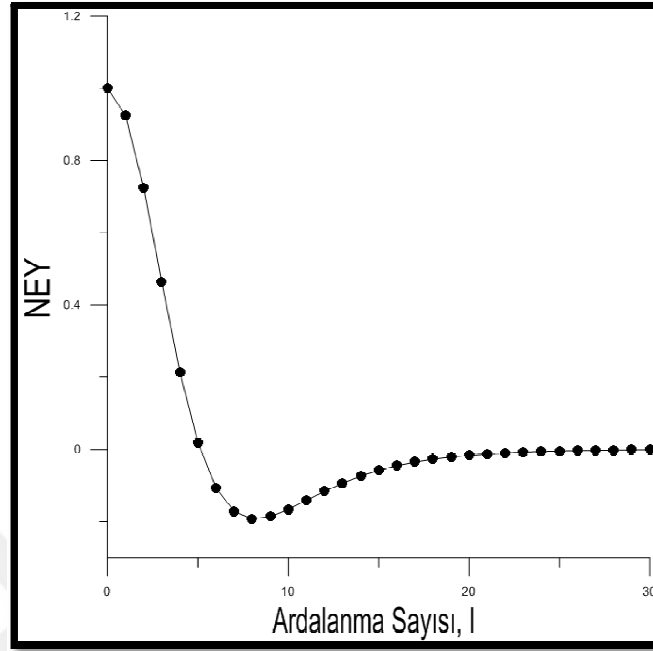
Şekil 6.4 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin toplam manyetik alan anomalisi



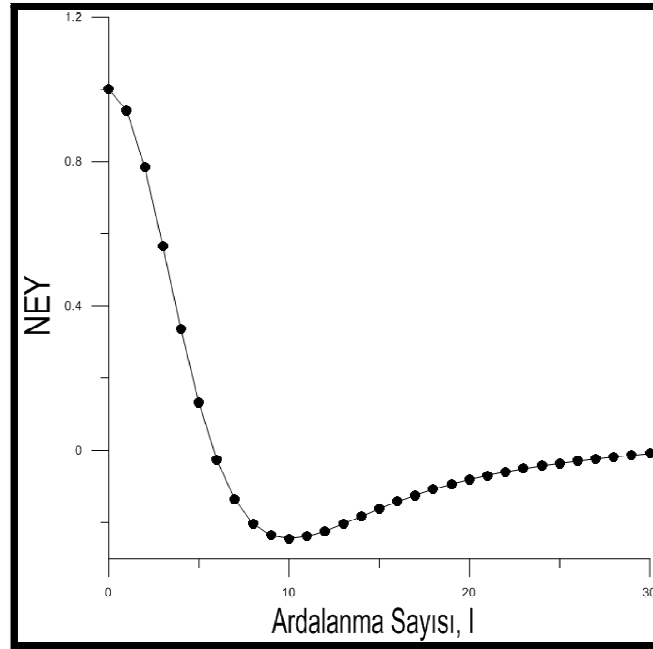
Şekil 6.5 Kuramsal tek kutup modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



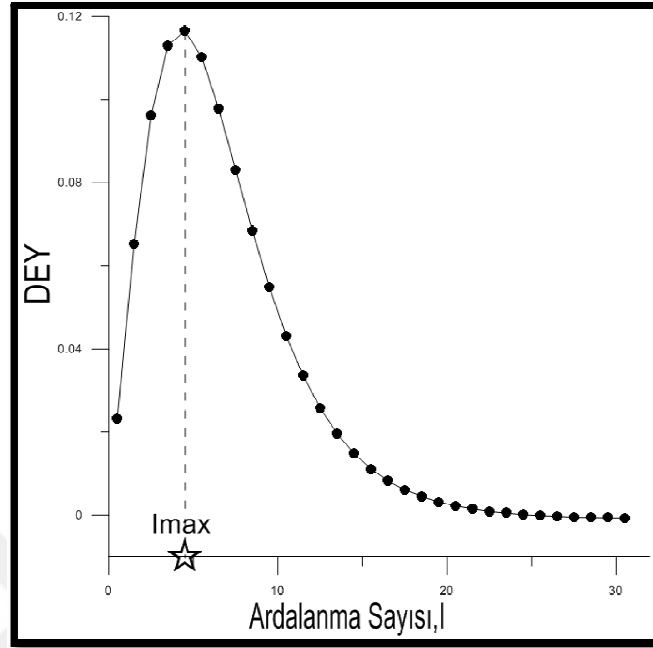
Şekil 6.6 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



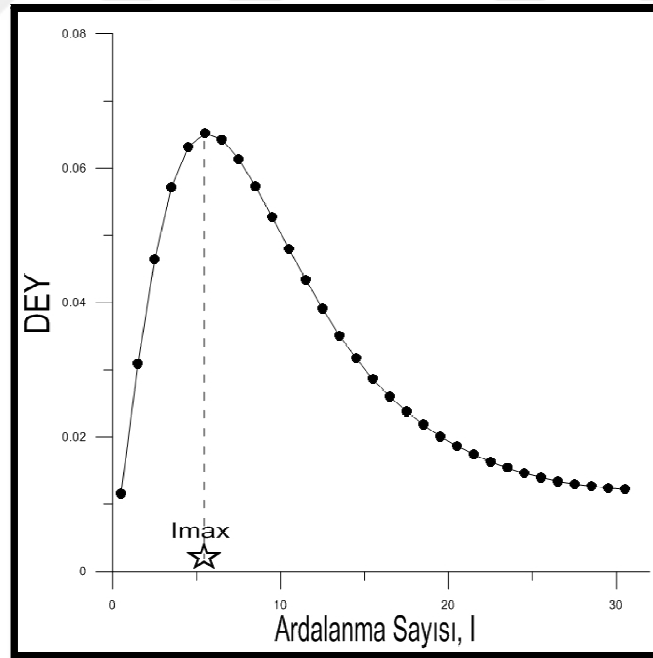
Şekil 6.7 Kuramsal çift kutup modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



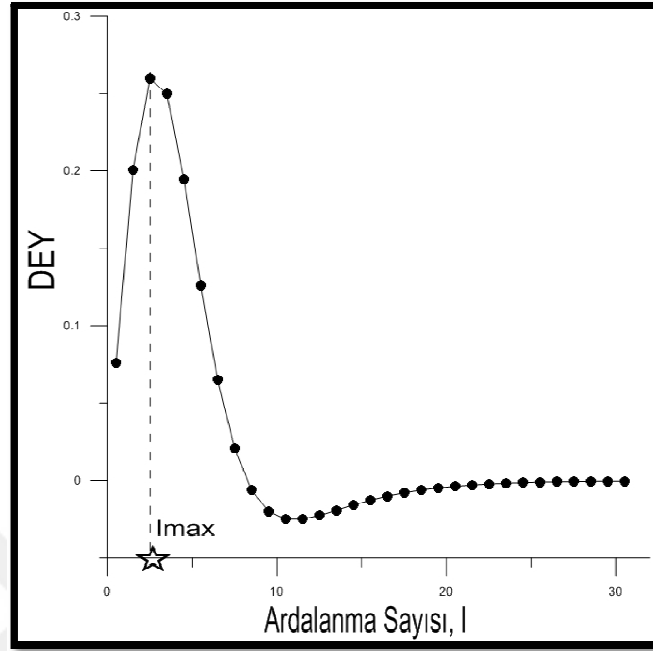
Şekil 6.8 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



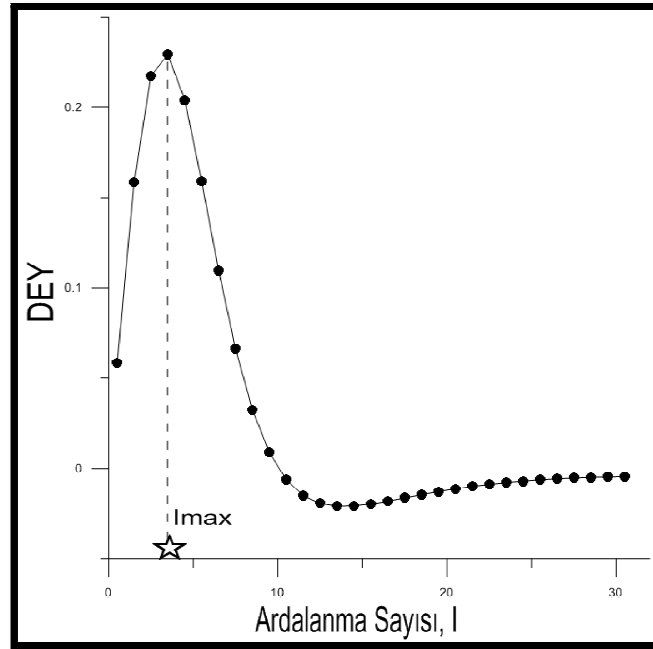
Şekil 6.9 Kuramsal tek kutup modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



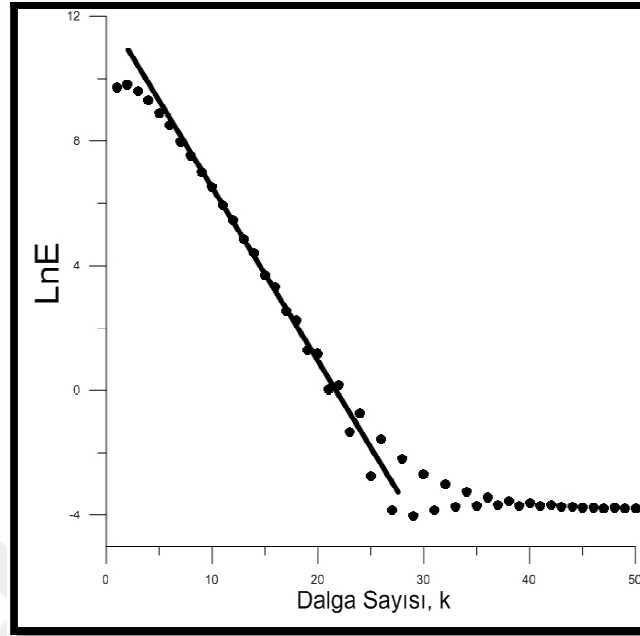
Şekil 6.10 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



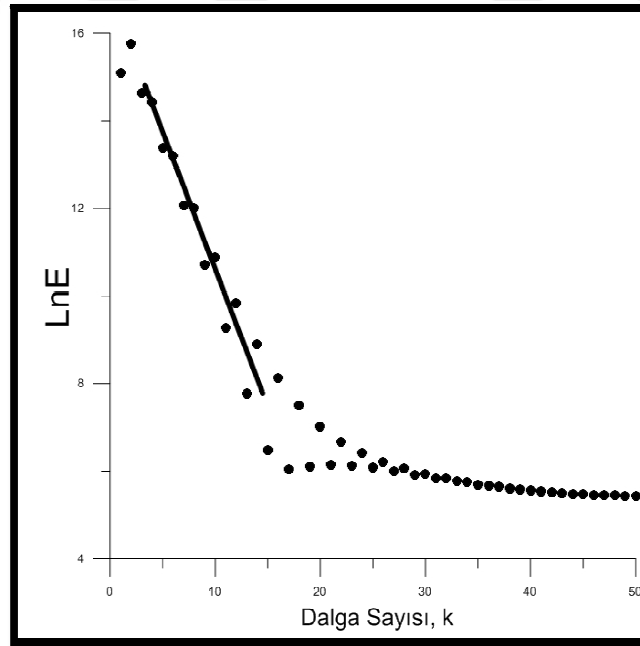
Şekil 6.11 Kuramsal çift kutup modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



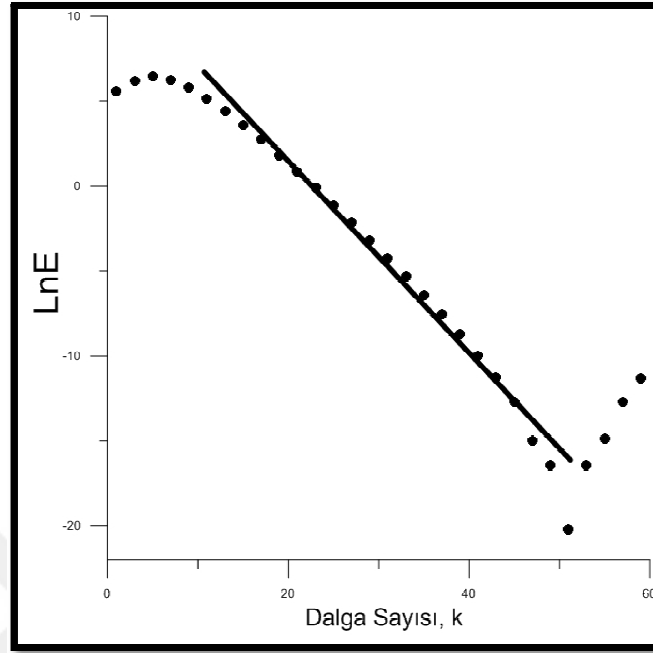
Şekil 6.12 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



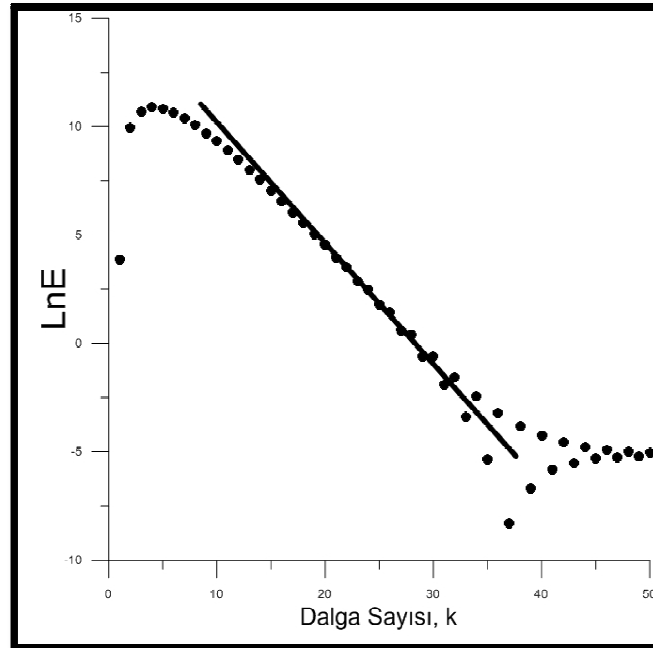
Şekil 6.13 Kuramsal tek kutup modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 6.14 Kuramsal tek kutup çizgisi modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 6.15 Kuramsal çift kutup modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 6.16 Kuramsal çift kutup çizgisi modelin Fourier dönüşümü ile elde edilen Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi

Dört farklı ideal yapının toplam manyetik alan anomalilerin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen I_{max} değerleri, elde edilen bu değer ile yapılan derinlik hesapları ve Güç Spektrumu yöntemi ile elde edilen derinlik değerleri Tablo 6. 2’de sunulmuştur.

Tablo 6. 2 İdeal yapılar ve bu yapılara karşılık gelen I_{max} değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümleri ile elde edilen derinlik değerleri

Kuramsal Model	I_{max} değeri	Hesaplanan Derinlik (km)		Kuramsal Derinlik (km)
		Walsh	Fourier-Güç Spektrumu	
Tek Kutup	4,295	4,9822	4,6634	5
Tek Kutup Çizgisi	5,65	4,8025	5,0473	5
Çift Kutup	2,818	4,90332	4,2909	5
Çift Kutup Çizgisi	3,267	5,03118	4,31	5

Tablo 6. 2’de de görüldüğü üzere Walsh dönüşümü ile ideal yapıların derinlik hesaplaması gerçeğe oldukça yakın sonuçlar vermektedir.

6.2 Walsh Dönüşümünün Arazi Verilerine Uygulanması

Walsh dönüşümü, ideal yapı verilerine uygulandıktan sonra geleneksel yöntemlerle incelenmiş arazi verilerine de uygulanarak yöntemin geçerliliği araştırılmıştır

Anomaliler üzerinde değerlendirme yapılmadan önce, veri seti anomalinin durumuna göre bir takım işlemlerden geçirilmiştir.

Bu işlemler;

- i. Anomaliyi uygun aralıklarla yeniden sayısallaştırmak,
- ii. Anomalinin uç değerlerini sıfır değerine yaklaştırmak, gerekirse dış değer atama (extrapole) yapılarak anomaliyi yatay ekseninde (x ekseninde) uzatmak ve
- iii. Anomali üzerinden anomalinin genliğini değiştirmeyecek bir rejyonel trend geçirme işlemleridir.

Takip eden bölümde çeşitli arazi çalışmalarına ait toplam manyetik alan anomali verileri Walsh dönüşümü ile incelenmiş NEY ve DEY spektrumlarına geçilerek elde edilen DEY spektrum eğrilerinin maksimum değerini ifade eden I_{max} değerleri bulunmuştur. Bulunan I_{max} değerleri uygun kuramsal denklemde kullanılarak derinlik hesaplaması yapılmıştır. DEY spektrumu grafikleri üzerinde elde edilen I_{max} değerleri gösterilmiştir.

Toplam manyetik alan anomalileri Fourier-Güç Spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiştir (Şekil 6.20, Şekil 6.24 ve Şekil 6.28). Elde edilen derinlik değerleri daha önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında uyumlu sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 6.3, Tablo 6.4 ve Tablo 6.5).

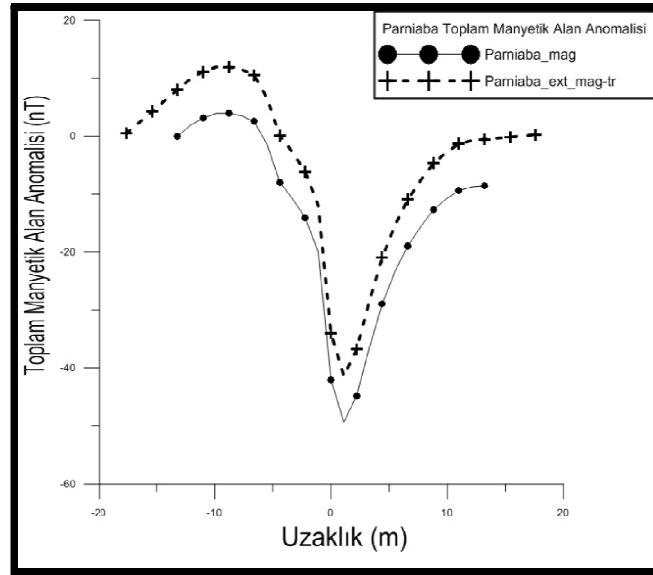
6.2.1 Parniaba Anomalisi

Brezilya'nın Parniaba havzasındaki Paleozoik yaşı tortullar içine doğru yükselen Mezozoik yaşı diyabaz dayk yapısı üzerinde ölçülen toplam manyetik alan anomalisi Şekil 6.17'de verilmektedir (Silva, 1989). Uzunluğu 26,4 metre olan profil 1,1 metre aralıklarla örneklenmiştir.

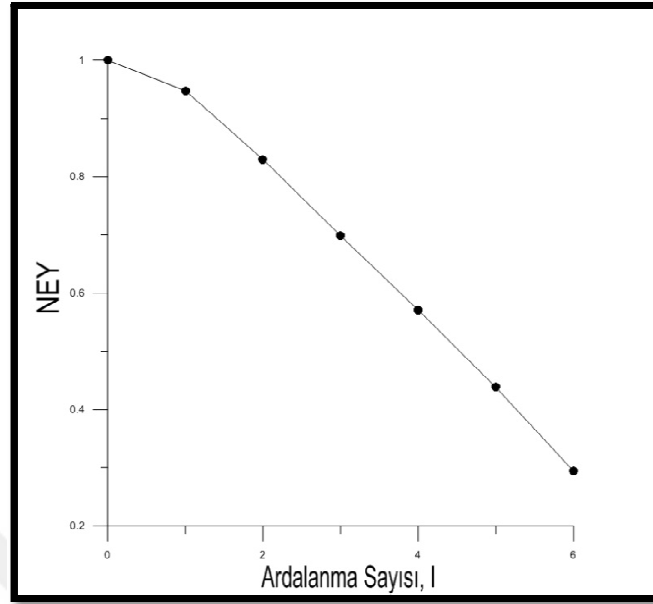
Parniaba anomalisi değerlendirmeye alınmadan önce veri seti üzerinde daha önceki bölümde bahsedilen; anomalinin uç değerlerini sıfır değerine yaklaştırma ve doğrusal trend çıkarma işlemleri uygulanmıştır.

Anomalinin genliğini değiştirmeyecek şekilde rejyonel bir trend çıkarılarak uç değerler mümkün olduğunca sıfır değerine yaklaştırılmıştır. Bu işlemten sonra anomali $-x$ ve $+x$ yönlerinde dış değer atama (extrapole) yapılarak genişletilmiştir.

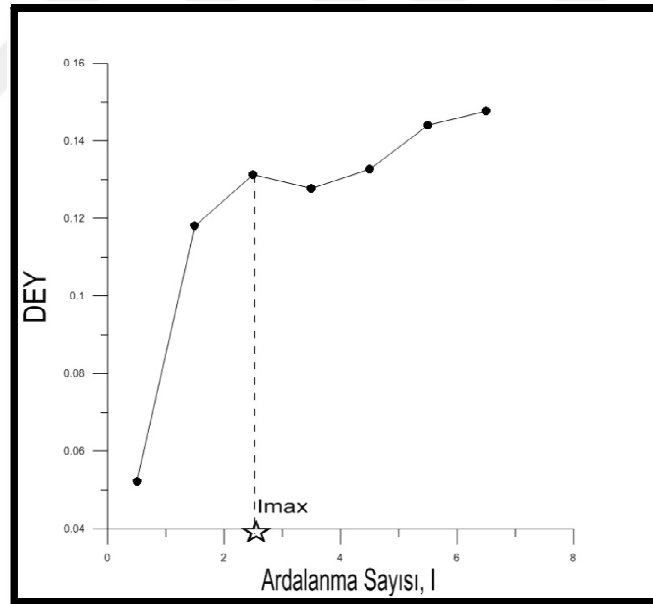
Bu işlemler yapıldıktan sonra veri seti Walsh dönüşümü ile değerlendirmeye alınmış ve DEY spektrumu eğrisinin maksimum değeri olan değeri uygun denklemde yerine konularak derinlik hesaplaması yapılmıştır.



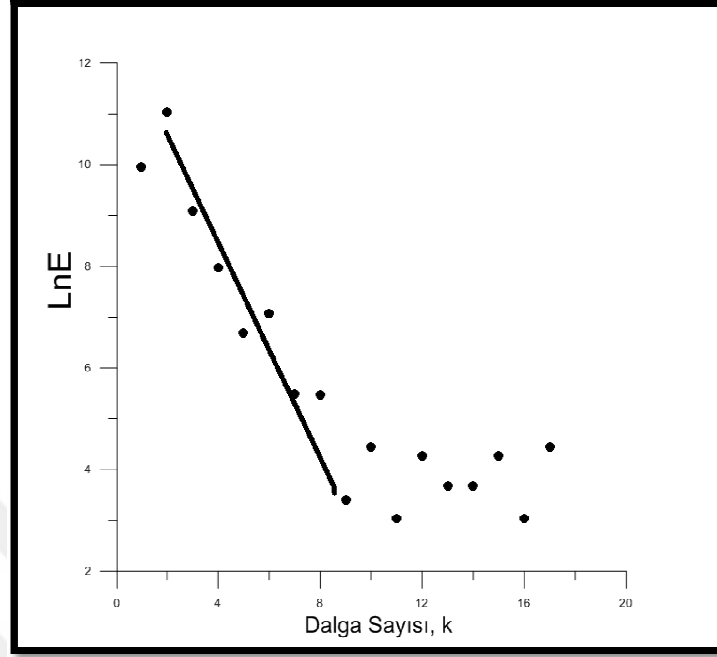
Şekil 6.17 Toplam manyetik alan anomalisi-Parniaba, Brezilya (Silva, 1989)



Şekil 6.18 Parniaba anomalisi Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.19 Parniaba anomalisi Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.20 Parniaba anomalisinin Fourier-Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi

Parniaba toplam manyetik alan anomalisinin değerlendirilmesi sonucunda değeri **2,323** olarak elde edilmiştir.

Anomaliye neden olan kaynak yapının jeolojik biçiminin dayk olmasından dolayı kuramsal modellerden Tek Kutup ve Tek Kutup Çizgisi ile benzer olduğu düşünülmüştür ve elde edilen bu değeri uygun denklemlerde yerine konularak derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Şekil 6.19’da görülen Parniaba Anomalisi DEY spektrumu eğrisine bakıldığında, eğri üzerinde tek bir maksimum noktası olmadığı görülmektedir. Fakat yöntem algoritması gereği DEY spektrumu eğrisinin ilk maksimum değerini değeri olarak değerlendirmeye almaktadır.

Tablo 6.3’de çalışılan yöntem sonucu ve daha önce farklı araştırmacılar tarafından hesaplanan derinlik değerleri gösterilmiştir.

Tablo 6.3 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri

Uygulanan Yöntem	Walsh Dönüşümü		Fourier- Güç Spektrumu	Demiröz H. (2006)(Parametrik Eğriler Yöntemi)	Silva (1989) (Doğrusal olmayan problemlerin doğrusallaştırılması)
	<i>Tek kutup</i>	<i>Tek kutup çizgisi</i>			
Hesaplanan Derinlik (m)	2,964	2,172	2,2623	2,46	3,3

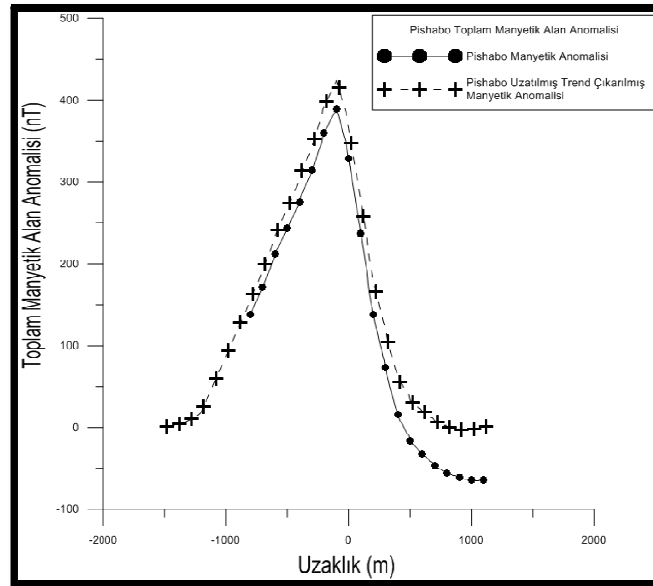
Tablo 6.3’de görüldüğü gibi, çeşitli yöntemlerle elde edilen derinlik değerleri birbirleri ile uyum göstermektedir.

6.2.2 Pishabo Anomalisi

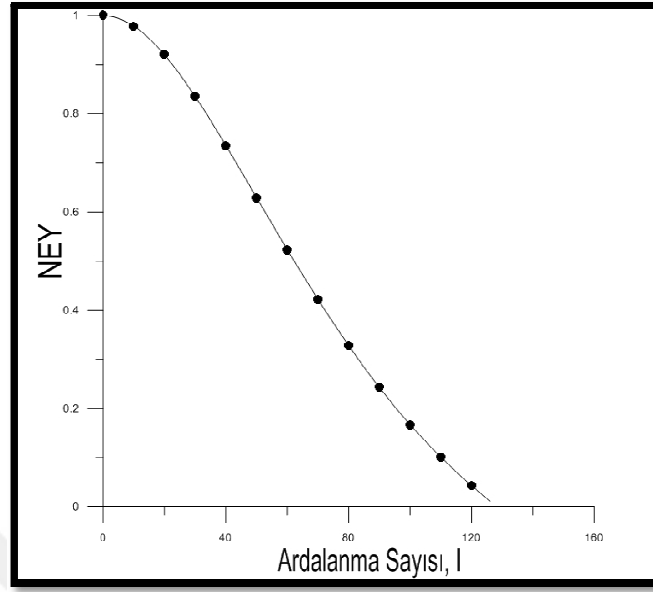
Pishabo Gölü (Ontario, Kanada)'nde yüzlek vermiş olivin diyabaz dayk yapısı üzerinde 2620 m profil uzunluğu ve 10 m. örnekleme aralığı ile alınan toplam manyetik alan anomalisi Şekil 6.21'de görülmektedir (McGrath ve Hood, 1970).

Pishabo anomalisi orijinal hali ile değerlendirmeye alındığında DEY spektrumu eğrisinden bir değeri elde edilememiştir. Bunun nedeni de anomalinin uç değerlerinin sıfır değerinden uzak olması durumudur. Bu sorunu çözmek amacıyla anomali $-x$ yönünde dış değer atama (extrapole) yapılarak genişletilmiştir. Anomalinin $-x$ yönünde uzatılmasından sonra ise anomali genliğini değiştirmeyecek rejyonel bir trend geçirilerek anomalinin uç değerleri sıfır değerine yaklaştırılmaya çalışılmıştır.

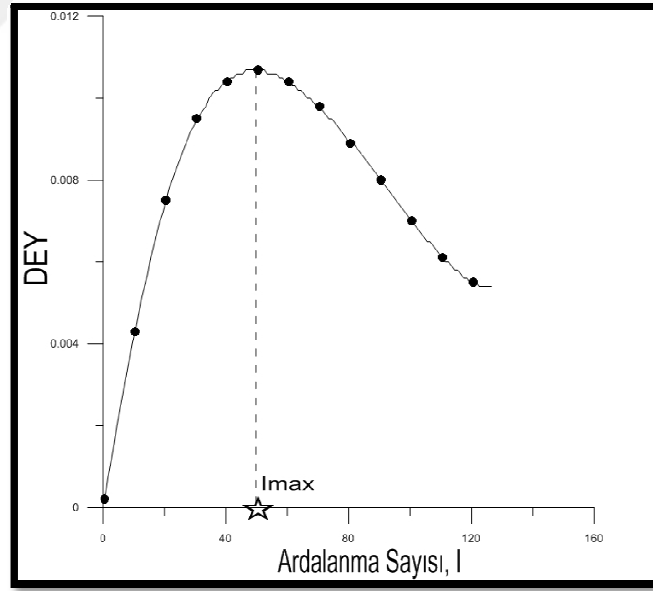
Bu işlemler yapıldıktan sonra veri seti Walsh dönüşümü ile değerlendirmeye alınmış ve DEY spektrumu eğrisinin maksimum değeri olan değeri uygun denklemde yerine konularak derinlik hesaplaması yapılmıştır.



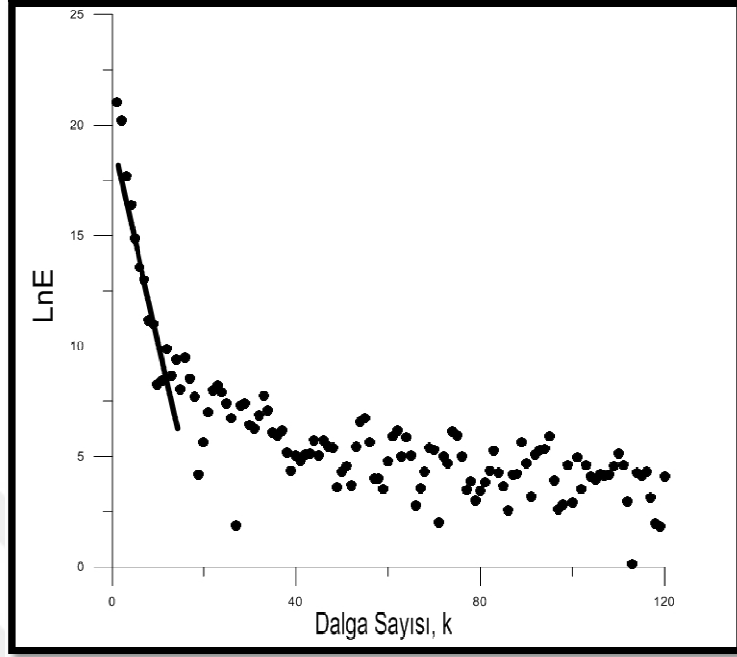
Şekil 6.21 Toplam manyetik alan anomalisi- Pishabo gölü, Kanada (McGrath ve Hood, 1970)



Şekil 6.22 Pishabo anomalisi Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.23 Pishabo anomalisi Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.24 Pishabo anomalisinin Fourier -Güç Spektrumu eğrisi ve eğim çizgisi

Pishabo Toplam manyetik alan Anomalisinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen DEY spektrumu eğrisi Şekil 6.23’de görülmektedir. DEY spektrumu eğrisinin maksimum değerinin ifade eden değeri **50,057** olarak elde edilmiştir.

Elde edilen bu değeri jeolojik biçim (dayk) göz önüne alınarak uygun olan Tek Kutup Çizgisi denkleminde yerine konularak anomaliye neden olan yapının derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Elde edilen sonucun, ince bir dayk yapısına benzeyen gömülü cevher yapısının derinlik ve modelinin McGrath ve Hood (1970)’un yüzey jeolojik verileriyle oldukça iyi bir uyum gösterdiği görülmektedir.

Tablo 6.4’de çalışılan yöntem sonucu ve daha önce farklı araştırmacılar tarafından hesaplanan derinlik değerleri gösterilmiştir.

Tablo 6.4 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri

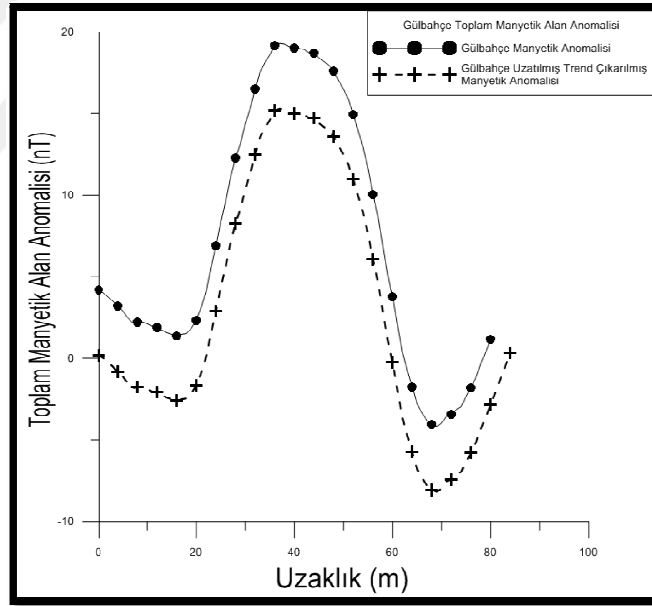
Uygulanan Yöntem	Walsh Dönüşümü	Fourier-Güç Spektrumu	Namdar(2010) Parametrik Eğriler Yöntemi	McGrath-Hood(1970) (Eğri Eşleştirme Yöntemi)
	<i>Tek kutup çizgisi</i>			
Hesaplanan Derinlik (m)	425	391,070	376	306.4

Tablo 6.4’de; farklı yöntemlerle elde edilmiş olan derinlik değerlerinin karşılaştırılması sonucu değerlerin birbiri ile olan uyumu incelenmiştir.

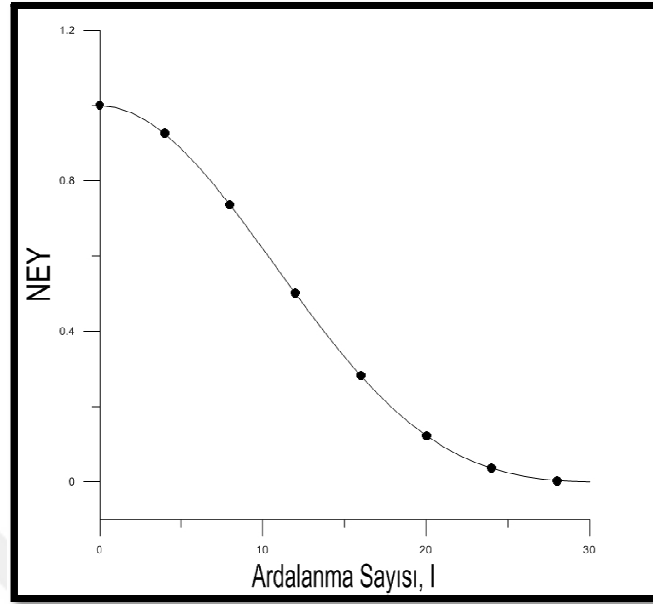
6.2.3 Gülbahçe Anomalisi

Çalışma alanı Gülbahçe Köyü (Urla-İzmir) sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırmacı çalışmasını Gülbahçe Fay hattını dik kesecek şekilde düzenlemiştir (Timur, 2009). Çalışma alanının jeolojisi İçmeler kireçtaşı, Gülbahçe volkanik birimi, Ballıkaya çakıltası ve alüvyon birimleri olarak verilmiştir.

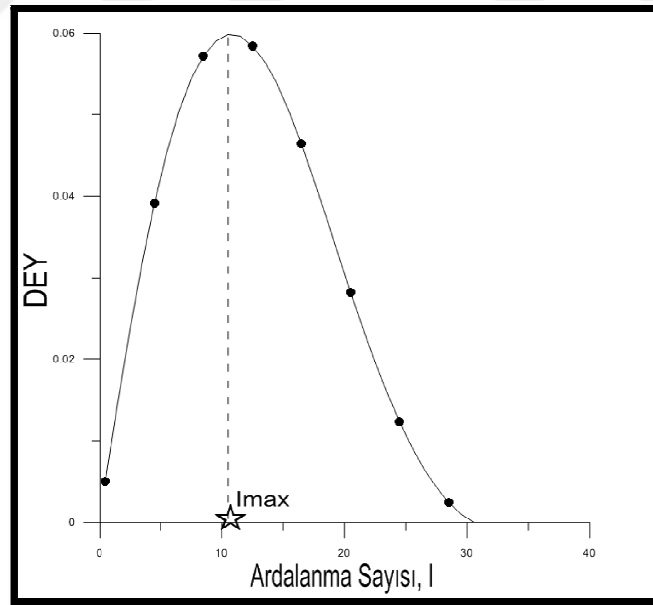
Timur (2009) tarafından toplam manyetik alan ölçümü yapılarak toplanan veri 84 metre profil uzunluğu ve 1 metre örnekleme aralığı ile yeniden sayısallaştırılmıştır. Yeniden sayısallaştırılan veri üzerinden anomali genliğini değiştirmeyecek şekilde trend geçirilmiştir. Şekil 6.25’de 1 metre örnekleme aralığı ile yeniden sayısallaştırılmış verinin anomali eğrisi görülmektedir.



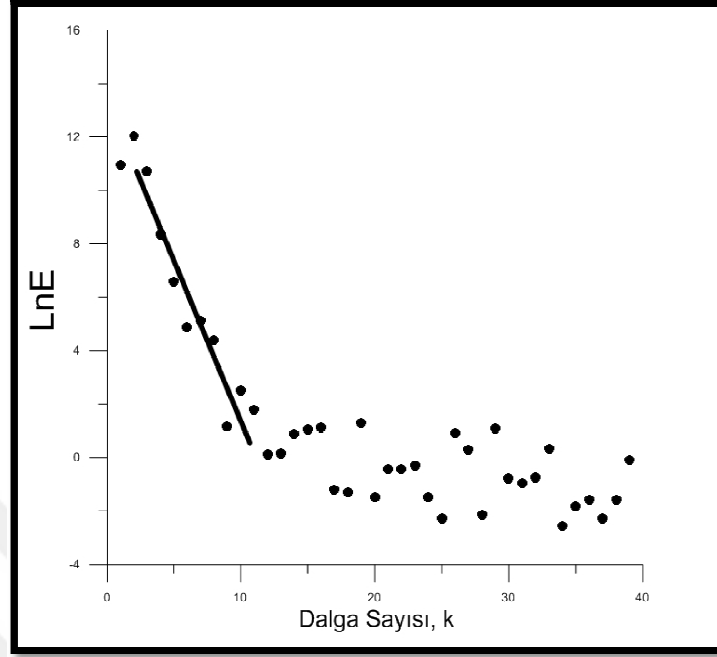
Şekil 6.25 Toplam manyetik alan anomalisi-Gülbahçe, İzmir (Timur, 2009)



Şekil 6.26 Gülbahçe anomali Walsh dönüşümü NEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.27 Gülbahçe anomali Walsh dönüşümü DEY spektrumu eğrisi



Şekil 6.28 Gülbahçe anomalisinin Fourier-Güç Spektrumu eğrisi eğim çizgisi

Şekil 6.27’de görülen Gülbahçe Anomalisinin DEY spektrumu eğrisinin maksimum noktasından elde edilen değeri **10,83**’tür

Timur (2009), tarafından oluşturulan yapı derinlik modeli incelendiğinde, Çift kutup ve Çift kutup çizgisi kuramsal modelleri ile uyumlu olduğu görülmüştür. Hesaplanan derinlik Çift kutup ve Çift kutup çizgisi denklemleri kullanılarak elde edilmiştir. Önceki çalışmada alınan sonuçlarla oluşturulan yapı modeli karşılaştırıldığında kullanılan kuramsal modellerin doğruluğu kanıtlanmaktadır.

Anomali Güç Spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş, çalışılan yöntemden ve önceki çalışmadan elde edilen derinlik değeri Tablo 6.5’te gösterilmiştir.

Tablo 6.5 Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri

Uygulanan Yöntem	Walsh Dönüşümü- (Çalışılan Yöntem)		Fourier- Güç Spektrumu	Timur (2009) (3B ters çözüm)
	Çift Kutup	Çift Kutup Çizgisi		
Hesaplanan Derinlik(m)	18,84	16,67	15,76	17,6

Tablo 6.5’te verilen derinlik değerlerinin oldukça uyumlu olduğu görülmektedir.

BÖLÜM YEDİ

SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada gerçek ve ideal yapıların toplam manyetik alan anomalileri için Walsh dönüşümü kullanılarak yapılara ait derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle sabit inklinasyon açısı değerine sahip manyetik alan etkisindeki dört ideal kaynağın her birinin aynı derinlikte ve aynı manyetizasyon şiddetine sahip olduğu düşünülerek, bu ideal kaynak yapılar üzerinde eşit örnekleme aralığı ve profil uzunlukları ile toplam manyetik alan anomalileri elde edilmiştir.

Bu anomaliler Walsh dönüşümü kullanılarak, NEY spektrumları ve bu spektrumlara ait ardışık noktaların farkını gösteren DEY spektrumları elde edilmiştir. DEY spektrumlarının maksimum değeri olan I_{max} değerleri belirlenerek uygun denklemlerde yerine konulmasıyla ideal yapılara ait derinlik hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.

İdeal yapıların incelenmesinin ardından Walsh dönüşümünün uygulanabilirliği arazi verileri üzerinde test edilmiştir. Daha önce farklı araştırmacılar tarafından elde edilen toplam manyetik alan anomalileri Walsh dönüşümü yönteminin veri değerlendirmesine uygun olacak şekilde yeniden örneklenmiştir.

Yapılan yeniden örnekleme işlemleri sonucunda gerekli görülen veriler üzerinden trend çıkarma işlemi ile uç değer atama işlemleri yapılmış ve veriler değerlendirmeye uygun hale getirilmiştir. Veriler hazırlandıktan sonra Walsh dönüşümü aracılığıyla NEY ve DEY spektrumları elde edilmiştir.

DEY spektrumunun maksimum değeri olan ve I_{max} değeri olarak adlandırılan değer belirlenerek bağıntı 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4'den uygun olanında yerine konulmuş ve yapılara ait derinlik hesaplamaları yapılmıştır.

Arazi verilerinin önceki çalışmalar ve Walsh dönüşümü ile değerlendirilmesi sonucunda kaynak yapıların yaklaşık derinlikleri metre cinsinden sırasıyla Tablo 7.1'deki gibidir;

Tablo 7. 1Walsh dönüşümü ve önceki çalışmalar sonucu elde edilen derinlik değerleri

Arazi anomalileri	I_{max}	Referans Alınan Çalışmalar (m)		Fourier-Güç Spektrumu Yöntemi (m)	Walsh Yöntemi (m)	
<u>Parniaba (Dayk Yapısı)</u>	2,323	<i>Demiröz (2006)</i>	<i>Silva (1989)</i>	2.2623	<i>Tek kutup</i>	<i>Tek kutup çizgisi</i>
		2,46	3,4		2,964	2,172
<u>Pishabo (Dayk yapısı)</u>	50,057	<i>Namdar (2010)</i>	<i>McGrath (1970)</i>	391.070	<i>Tek kutup</i>	
		376	306,4		425	
<u>Gülbahçe (Fay Yapısı)</u>	10,83	<i>Timur (2009)</i>		15.76	<i>Çift kutup</i>	<i>Çift kutup çizgisi</i>
		17,6			18,84	16,67

Yukarıda Tablo 7. 1’de görüldüğü gibi, jeolojik olarak derine uzanan yapı olan dayk (Pishabo, Parniaba) için Tek kutup ve Tek Kutup Çizgisi modellerin kullanımı daha uyumlu sonuçlar vermiştir. Aynı şekilde jeolojik olarak yüzeysel kabul edilebilecek yapı olan fay (Gülbahçe) için ise Çift kutup ve Çift Kutup Çizgisi modellerinin kullanımı uyumlu sonuçlar vermektedir.

İdeal yapılar ve arazi verileri üzerinde yapılan çalışmalar sonrasında çıkan sonuçlar Walsh dönüşümünün toplam manyetik alan anomalileri üzerinde kullanılabilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Kuramsal anomaliler ve arazi anomalileri Fourier-Güç Spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve derinlik hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen derinlik değerleri karşılaştırıldığında sonuçların birbirleri içerisinde uyumlu olduğu gözlenmiştir. Ayrıca Walsh dönüşümünün Fourier dönüşümüne göre daha hızlı olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bu çalışmalar; arazi ve kuramsal veriler üzerinde Walsh dönüşümü kullanılarak elde edilen derinlik hesaplamalarının doğruya yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu sonuçlar göstermiştir ki ileriki çalışmalarda Walsh dönüşümü kullanılarak toplam alan manyetik anomalilerinden derinlik hesaplamaları yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdelrahman, E.M. ve Hassenein, H.I. (2000). Shape and depth solutions from magnetic data using a parametric relationship, *Geophysics*, 65, 126-131.
- Abdelrahman, E. M., El-Araby, H. M., El-Araby, T. M. ve Essa, K. S. (2003). A least-squares minimization approach to depth determination from magnetic data, *Pure and Applied Geophysics*, 160, 1259-1271.
- Agarwal, B.N.P ve Shaw, R.K. (1996). Comment on an analytic signal approach to the interpretation of total field magnetic anomalies by Shuang Qin. *Geophysical Prospecting* 44, 911–914.
- Ahmed, N., ve Rao, K.R. (1975). *Orthogonal transforms for digital signal processing*, (1 ed.). New York: Springer.
- Al-Garni, M. (2008). Walsh Transforms for depth determination of a finite vertical cylinder from its residual gravity anomaly. *Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems*, 689-702.
- Atchuta Rao, D.A. ve Ram Babu, H. V. (1980). Properties of the relation figures between the total, vertical and horizontal field magnetic anomalies over a long horizontal cylinder ore body, *Current Science*, 49, 584-585.
- Baranov, V. (1957). A new method for interpretation of aeromagnetic maps. *Geophysics*, 22, 359–383.
- Baravov, V. ve Naudy, H. (1964). Numerical calculation of the formula of reduction to the magnetic pole. *Geophysics*, 29, 67–79.
- Barbosa, V.C.F., Silva, J.B.C. ve Medeiros, W. E. (1999). Stability analysis and improvement of structural index estimation in Euler deconvolution, *Geophysics*, 64, 48–60.
- Beauchamp, K.G. (1975). *Walsh functions and their Applications* (1 ed.). London: Academic Press, 236.

- Bois, P. (1972). Analyse sequentielle. *Geophysical Prospecting*, 20, 497–513.
- Chen, C. (1972). Walsh domain processing of marine seismic data. in: *Proceedings of the Symposium on Application of Walsh functions*, Washington, DC, 64–67.
- Chen, H. ve Boucher, R.E. (1973). Further results on Walsh domain processing of marine seismic data. in *Proceedings of the Symposium on Application of Walsh functions*, Washington, DC, 253–256.
- Cochran, W.T., Cooley, J.W., Favin, D.L., Helms, H.D., Kaenel, R.A., Lang. W.W., Maling, G.C., Nelson D.E., Rader C.M. ve Welch, P.D. (1967), Special issue on fast fourier transform and its applications to digital filtering and spectral analysis, *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions. Audio Electroacoustics.*, AU-15.
- Cox, J.R., Nolle, F.M. ve Arthur, R.M. (1972). Digital analysis of the electroencephologram, the blood pressure wave, and the electrocardiogram, *Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers*. 60, 1137-1164.
- Demiröz, H. H. (2006). Parametrik ilişkiler kullanılarak manyetik verilerden yapı biçim faktörü ve derinliğin saptanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü*.
- Gay, P. (1963). Standard curves for interpretation of magnetic anomalies over long tabular bodies, *Geophysics*, 28, 161–200.
- Gay, P. (1965). Standard curves for interpretation of magnetic anomalies over long horizontal cylinders, *Geophysics*, 30, 818–828.
- Gold, B. ve Rader,C.M. (1967). *Digital processing of signals*. New York: McGraw-Hill.
- Gubbins, D., Scollar, I. ve Wiskirchen, P. (1971). Two dimensional digital filtering with Haar and Walsh functions. *Annales de Geophysique*, 27, 85–104.

- Harmuth, H.F. (1969). *Transmission of information by orthogonal function*, (1st ed.). New York: Springer.
- Harmuth H.F. (1972). *Transmission of information by orthogonal functions*, (2nd ed.) New York: Springer-Verlag.
- Keating, P. (1992). Density mapping from gravity data using the Walsh transform. *Geophysics*, 57, 637–642.
- Koulomzine, T. Lamontagne, Y. ve Nadeau, A. (1970). New methods for the direct interpretation of magnetic anomalies caused by inclined dikes of infinite length. *Geophysics*, 35, 812–830.
- Ku, C. C. ve Sharp, J. A. (1983). Werner deconvolution for automated magnetic Interpretation and its refinement using Marquardt's inverse modeling, *Geophysics* 48, 754–774.
- Lanning, E.N. ve Johnson, D.M. (1983). Automated identification of rock boundaries: an application of Walsh transform to geophysical well log analysis. *Geophysics*, 48, 197–205.
- Li, X. (2003). On the use of different methods for estimating magnetic depth: *The Leading Edge*, 22, 1090–1101.
- Li, X. (2006). Understanding 3D analytic signal amplitude. *Geophysics*, 71, L13–L16.
- Lines, L.R. ve Treitel, S. (1984). A review of least-squares inversion and its application to geophysical problems, *Geophysical Prospecting*, 32, 159–186.
- Maiti, S. ve Tiwari, R.K. (2005). Automatic detection of lithologic boundaries using Walsh transform: a case study from KTB borehole. *Computers & Geosciences* 31, 949–955.
- McGrath, P.H. ve Hood, P.J. (1970). The dipping dike case: A computer curve-matching method of magnetic interpretation, *Geophysics*, 35, 831–848.

- Mokhtar, T.A. (2007). Application of Walsh transform to interpret residual magnetic anomalies due to simple geometrically shaped causative targets. *Earth Science*, 18, 139-155.
- Nabighian, M.N. (1972). The analytical signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross section: its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, 37, 507–517.
- Namdar, U. (2010). En küçük kareler ve derinlik-yapı biçimi eğrileri yöntemi kullanılarak manyetik verilerin yorumu. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü*
- Naudy, H. (1971). Automatic determination of depth on aeromagnetic profiles, *Geophysics*, 36, 717–722.
- Negi, J.G. ve Tiwari, R.K. (1990). Periodicities in natural remanent magnetization and palaeoclimatic records detected by Walsh spectra. *Pure and Applied Geophysics*, 132, 757–769.
- Negi, J.G., Tiwari, R.K. ve Rao, K.N.N. (1993). Comparison of Walsh and Fourier spectroscopy of geomagnetic reversals and non sinusoidal palaeoclimatic time series. *IEEE transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 31, 127–135.
- Pal, P.C. (1991). A Walsh sequency filtration method for interpreting the resistivity log and sounding data. *Geophysics*, 56, 1259–1266.
- Prakasa Rao, T.K.S., Subrahmanyam, M., ve Srikrishna Murthy, A. (1986). Nomograms for the direct interpretation of magnetic anomalies due to long horizontal cylinders, *Geophysics*, 51, 2156–2159.
- Prakasa Rao, T.K.S. ve Subrahmanyam, M. (1988). Characteristic curves for inversion of magnetic anomalies of spherical ore bodies, *Pure and Applied Geophysics*, 126, 69–83.

- Rao, B.S.R., Radhakrishna Murthy, I.V. ve Visweswara Rao, C. (1973). A computer program for interpreting vertical magnetic anomalies of spheres and horizontal cylinders, *Pure and Applied Geophysics*, 110, 2056–2065.
- Reid, A.B., Allsop J.M., Granser H., Millett A.J., ve Somerton I.W. (1990). Magnetic interpretation in three-dimensions using Euler deconvolution, *Geophysics*, 55, 80–91.
- Roest, W.R., Verhoef, J. ve Pilkington, M. (1992). Magnetic interpretation using the 3D analytic signal. *Geophysics*, 57, 116–125.
- Salem, A., Ravat D., Mushayandebvu M.F. ve Ushijima K. (2004). Linearized least-squares method for interpretation of potential field data from sources of simple geometry, *Geophysics*, 69, 783–788.
- Shanks J.L. (1969). Computation of the fast Walsh-Fourier Transform, *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions. Computing*, C-18, 457-459.
- Shaw, R.K., Agarwal, B.N.P. ve Nandi, B.K. (1998). Walsh spectra of gravity anomalies over simple sources. *Journal of Applied Geophysics*, 40, 179–186.
- Shaw, R.K. ve Agarwal, B.N.P. (1990). The applications of Walsh transforms to interpret gravity anomalies due to some simple geometrically shaped causative sources: a feasibility study. *Geophysics*, 55, 843–850.
- Shaw, R.K., Agarwal, B.N.P. ve Nandi, B.K. (2006). Use of Walsh transforms in estimation of depths of idealized sources from total-field magnetic anomalies. *Computers & Geosciences*, 33 966–975
- Silva, J.B.C. (1989). Transformation of nonlinear problems into linear ones applied to the magnetic field of a two-dimensional prism, *Geophysics* 54, 114–121.
- Takodoro, Y., Higuchi, T. ve Anayama, T. (1974). Simple real-time analyzer and its application to analysis of magnetic torque curves, *Transform, Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions. Magnetism*, MAG-10, 1056-1059, DEC.

- Takodoro, Y. ve Higuchi, T. (1978). Discrete fourier transform computation via the Walsh transform. *Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ASSP -26*, No.3.
- Telford, W.M., Geldart, L.P. ve Sheriff, R.E. (1990). *Applied Geophysics*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Thompson, D.T. (1982). EULDPH — A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data, *Geophysics*, 47, 31–37.
- Timur, E. (2009). Manyetik ve elektromanyetik verilerin birleşik ters çözümü, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 165-170
- Thurston, J.B. ve Smith R.S. (1997). Automatic conversion of magnetic data to depth, dip, and susceptibility contrast using the SPITM method, *Geophysics*, 62, 807–813.
- Wood, L.C. (1974). Seismic data compression methods. *Geophysics* 39, 499–525.
- Yeo, W.C. ve Smith J.R. (1972). Walsh power spectrum of human electroencephalogram, in *Proceeding. Symposium. Applications of Walsh Functions*, 159-162, AD744650.