

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**WALSH SPEKTRUMU YÖNTEMİYLE BASİT**  
**JEOLojİK YAPILARIN GRAVİTE**  
**ANOMALİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Funda UZUN**

**Ağustos, 2016**

**İZMİR**

**WALSH SPEKTRUMU YÖNTEMİYLE BASİT  
JEOLJİK YAPILARIN GRAVİTE  
ANOMALİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

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

**Funda UZUN**

**Ağustos, 2016**

**İZMİR**

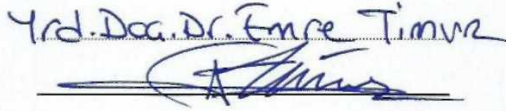
## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**FUNDA UZUN**, tarafından **PROF. DR. COŞKUN SARI** yönetiminde hazırlanan “**WALSH SPEKTRUMU YÖNTEMİYLE BASİT JEOLJİK YAPILARIN GRAVİTE ANOMALİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

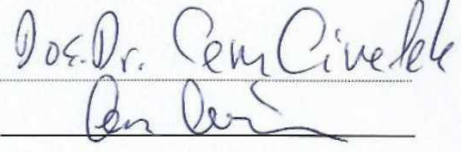


Prof. Dr. Coşkun SARI

Yönetici



Jüri Üyesi



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Lisans eğitimim boyuncaengin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yüksek lisans eğitimim süresince yanımda çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendirirken göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı çok değerli danışmanım sayın Prof. Dr. Coşkun SARI' ya,

Tez çalışma sürem zarfında, yayınlamış oldukları makaleler ile tezimi şekillendirmeme yardımcı olan Sayın Shaw R.K' ya, Awargal B.N.P' ye

Lisans ve Yüksek Lisans eğitimim boyunca bana yardımcı olan, üzerimde emeği ve hakkı olan bütün hocalarıma,

Gerek üniversite hayatım boyunca gerek tez çalışmalarım süresince yardımını ve varlığını esirgemeyen çok değerli dostum Jeofizik Yük. Müh. Mesut GÜRLER'e, sevgisini ve desteğini hep yanımda hissettiğim dostum Yasemin ÖZCAN'a,

Hayatımın her anında tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve yaşamın her evresinde bana destek olan, gösterdikleri sonsuz sevgi ve ilgi ve sabır için başta canımdan öte annem Sema UZUN'a ve çok değerli aileme tüm kalbimle sonsuz teşekkür ederim.

Funda UZUN

# WALSH SPEKTRUMU YÖNTEMİYLE BASİT JEOLÖJİK YAPILARIN GRAVİTE ANOMALİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

## ÖZ

Bu tez çalışması kapsamında, basit şekilli yapıların neden olduğu kuramsal modeller ve arazi uygulamaları sonucu elde edilen gravite verileri Walsh dönüşümleri kullanılarak değerlendirilmiştir. İdeal yapıların neden olduğu gravite anomalilerinin Walsh dönüşümü ile değerlendirilmesiyle, bu yapılara ait derinliklerin hesaplanmasında önerilen yöntemin uygulanabilirliği incelenmiştir.

Walsh yöntemin esası; öncelikle Gravite anomalilerine normalleştirme işlemi uygulanması ile başlar daha sonra ise normalize edilmiş olan verinin ardışık noktaları arasındaki değişimin hesaplanması ile sona erer. Yöntemin uygulanması sonucu elde edilen Normalize edilmiş Enerji Yoğunluğu (NEY) spektrumunun ardışık değerleri arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrumunun maksimum genlik değeri, yani ar dalanma sayılarının en büyük değeri olan  $I_{max}$  değeri belirlenmiştir. Elde edilen  $I_{max}$  değeri ilgili bağıntıda yerine yazılarak anomaliye neden olan olası kaynak yapının derinliği bulunmuştur.

Çalışma kapsamında kuramsal kaynak modeller olarak küre, yatay sonsuz silindir ve düşey sonsuz silindir seçilmiş ve bu kaynaklara ait gravite anomalileri Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek derinlik hesaplaması yapılmıştır. Profil uzunluğu, örnekleme aralığı, Gaussian rastgele gürültü etkileri araştırılmıştır. Çeşitli araştırmacılar tarafından derinlikleri hesaplanmış olan arazi verileri Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek yöntemin geçerliliği kanıtlanmaya çalışılmıştır. Son olarak verilere ait gravite anomalileri Fourier Güç spektrumu yöntemiyle değerlendirilmiş ve elde edilen derinlik değerleri Walsh dönüşümü ile elde edilen derinlik değerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Walsh dönüşümü, Walsh spektrumu, normalize edilmiş enerji yoğunluğu, diferansiyel enerji yoğunluğu, ar dalanma sayısı

# EVALUATION OF THE GRAVITY ANOMALIES OF SIMPLE GEOLOGICAL STRUCTURES BY THE METHOD OF WALSH SPECTRUM

## ABSTRACT

Theoretical models which are caused by simple shaped and gravity data that are achieved by field practices are evaluated Walsh transform within the context of this thesis. The applicability of this preferred method is investigated when it is needed to calculate the depth of these models, with the help of the evaluation in which the changing of gravity anomalies using Walsh transform because of the results of theoretical models.

The basis of Walsh method basically starts with the process of normalizing gravity anomalies and later ends with calculating the change of normalized data among sequential points. The Normalized Energy Density (NED) spectrum about sequential values which is achieved in result of application of method is called as the anomaly value of Differential Energy Density (DED) spectrum that is, the top value of alternation numbers is announced as  $l_{max}$  value. By using this obtained  $l_{max}$  value in the related correlation table, the depth of probable source causing anomaly is calculated.

In this study, sphere, infinite horizontal cylinder, infinite vertical cylinder as theoretical source models and depth calculations by evaluating gravity anomalies with Walsh transform. Profile length, sampling interval, Gaussian random noise impacts were searched. It is tried to prove the validity of the method by evaluating field data those depths were calculated in other studies with Walsh transform before. Besides, gravity anomalies were also evaluated through Fourier Power spectrum method and obtained depth values are compared with the depth values achieved by Walsh transform.

**Keywords:** Walsh transform, Walsh spectrum, normalized energy density, differential energy density, sequency number

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xiv
<b>BÖLÜM BİR – GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM İKİ – WALSH SPEKTRUMLARI.....</b>	<b>3</b>
2.1 Walsh Spektrum Teorisi.....	4
<b>BÖLÜM ÜÇ – WALSH DÖNÜŞÜMÜ VE FOURIER DÖNÜŞÜM ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>7</b>
<b>BÖLÜM DÖRT – UYGULAMA ÇALIŞMALARI .....</b>	<b>10</b>
4.1 Kuramsal Modeller Üzerinde Walsh Dönüşümünün Uygulanması.....	10
4.1.1 Küre Model Çalışması.....	10
4.1.2 Yatay Sonsuz Silindir Model Çalışması .....	37
4.1.3 Düşey Sonsuz Silindir Model Çalışması.....	55
4.1.4 Gürültü Analizi .....	61
4.2 Arazi Verilerine Walsh Dönüşümünün Uygulanması.....	65
4.2.1 Cuba Anomalisi.....	66
4.2.2 Louga Anomalisi.....	69
<b>BÖLÜM BEŞ – SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>74</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>77</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 İlk sekiz Sequency Walsh fonksiyonları ve onların eşdeğer Fourier sinüs dalgaları karşılaştırması.....	6
Şekil 4.1 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	11
Şekil 4.2 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	11
Şekil 4.3 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	12
Şekil 4.4 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	12
Şekil 4.5 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi.....	13
Şekil 4.6 Profil boyunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	13
Şekil 4.7 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	14
Şekil 4.8 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi.....	14
Şekil 4.9 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi.....	15
Şekil 4.10 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	15
Şekil 4.11 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	16
Şekil 4.12 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	16
Şekil 4.13 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	18



Şekil 4.14 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	19
Şekil 4.15 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	19
Şekil 4.16 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	20
Şekil 4.17 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	20
Şekil 4.18 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	21
Şekil 4.19 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	21
Şekil 4.20 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	22
Şekil 4.21 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	22
Şekil 4.22 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	23
Şekil 4.23 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	23
Şekil 4.24 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	24
Şekil 4.25 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	24
Şekil 4.26 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	25
Şekil 4.27 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	25
Şekil 4.28 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	26
Şekil 4.29 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	28

Şekil 4.30	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	28
Şekil 4.31	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	29
Şekil 4.32	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi .....	29
Şekil 4.33	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	30
Şekil 4.34	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	30
Şekil 4.35	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	31
Şekil 4.36	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.	31
Şekil 4.37	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	32
Şekil 4.38	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	32
Şekil 4.39	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	33
Şekil 4.40	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi.....	33
Şekil 4.41	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	34
Şekil 4.42	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	34
Şekil 4.43	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	35
Şekil 4.44	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	35
Şekil 4.45	Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	38

Şekil 4.46 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	39
Şekil 4.47 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	39
Şekil 4.48 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	40
Şekil 4.49 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	40
Şekil 4.50 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	41
Şekil 4.51 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	41
Şekil 4.52 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	42
Şekil 4.53 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	42
Şekil 4.54 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	43
Şekil 4.55 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	43
Şekil 4.56 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	44

Şekil 4.57	0,5'şer km aralıklarla örneklendirilen, yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi .....	46
Şekil 4.58	0,5'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	46
Şekil 4.59	0,5'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	47
Şekil 4.60	0,5'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	47
Şekil 4.61	1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	48
Şekil 4.62	1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	48
Şekil 4.63	1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	49
Şekil 4.64	1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	49
Şekil 4.65	2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	50
Şekil 4.66	2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	50
Şekil 4.67	2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	51
Şekil 4.68	2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	51
Şekil 4.69	4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	52

Şekil 4.70	4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.....	52
Şekil 4.71	4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	53
Şekil 4.72	4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	53
Şekil 4.73	Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	56
Şekil 4.74	Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	56
Şekil 4.75	Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	57
Şekil 4.76	Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	57
Şekil 4.77	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) gravite anomalisi.....	58
Şekil 4.78	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	58
Şekil 4.79	Profil uzunluğunun 256km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu spektrum eğrisi .....	59
Şekil 4.80	Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi .....	59

Şekil 4.81 (a) Sırasıyla maksimum değerinin % 0, % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenmiş küre gravite anomalileri (b) NEY eğrileri (c) DEY eğrileri .....	62
Şekil 4.82 (a) Sırasıyla maksimum değerinin % 0, % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenmiş yatay sonsuz silindir gravite anomalileri (b) NEY eğrileri (c) DEY eğrileri .....	64
Şekil 4.83 Bir kromit cevher yatağı üzerindeki (CUBA) rezidüel gravite anomalisi	66
Şekil 4.84 Cuba anomalisinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	67
Şekil 4.85 Cuba anomalisinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi .....	67
Şekil 4.86 Cuba anomalisinin Fourier- Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi.....	68
Şekil 4.87 Louga alanı üzerindeki gravite anomalisi .....	70
Şekil 4.88 Louga anomalisinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.....	71
Şekil 4.89 Louga anomalisinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluk spektrum eğrisi.....	71
Şekil 4.90 Louga anomalisinin Fourier- Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi.....	72

## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 4.1 Profil uzunluğu 64 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri .....	17
Tablo 4.2 Profil uzunluğu 128 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri.....	27
Tablo 4.3 Profil uzunluğu 256 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri.....	36
Tablo 4.4 Kuramsal küre modeline değişen profil uzunluğu etkisi ve Walsh ve Fourier dönüşümü ile elde edilen derinlik değerleri.....	37
Tablo 4.5 Kuramsal yatay sonsuz silindir modeli ve farklı profil uzunluklarına karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri .....	44
Tablo 4.6 Profil uzunluğu 128 km olan kuramsal yatay sonsuz silindir modeli ve farklı örnekleme aralıklarına karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri.....	54
Tablo 4.7 Kuramsal düşey silindir modeli ve farklı profil uzunluklarına karşılık gelen $l_{max}$ değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri .....	60
Tablo 4.8 Kuramsal küre modelindeki Gauss gürültü etkisi ve Walsh dönüşümünden elde edilen derinlik değerleri .....	63
Tablo 4.9 Kuramsal yatay sonsuz silindir modelindeki Gauss gürültü etkisi ve Walsh dönüşümünden elde edilen derinlik değerleri.....	65
Tablo 4.10 Cuba anomalisinin Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri .....	69
Tablo 4.11 Louga anomalisinin Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri .....	73
Tablo 5.11 Walsh dönüşümü ve önceki çalışma sonucu elde edilen derinlik değerleri ..	75

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Gravite yönteminin esası yerin çekim alanındaki değişimlerin incelenmesi ilkesine dayanır. Gözlenen yerin gerçek gravitasyonel çekimi olmayıp, bir bölgedeki noktalar arasındaki değişimdir. Gözlemi yapılan gravite değişimlerinin kaynağı bu nokta etrafındaki değişim olup, bu gravite değişimlerinin kaynağı o nokta etrafındaki kayaçların yanal ve düşey yöndeki yoğunluk farklılıklarından ileri gelir. Değişik kayaç birimlerinin farklı yoğunluklara sahip olmaları nedeniyle, değişik jeolojik oluşumlar kendine özgü gravite anomalileri yaratırlar.

Gravite çalışmaları kayaçların yoğunluk farklarından kaynaklanan kontrastları ölçerek, yeraltındaki yapısal durumu ortaya çıkartan önemli bir jeofizik araştırma yöntemidir. Modern gravite yöntemi, ilk olarak 20. yüzyılın ilk çeyreğinde petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılmıştır. Yöntem prospeksiyon amaçlı ilk kez 1920'lerde Amerika Birleşik Devletleri'nde Gulf Coast ve Meksika'da petrol araştırmalarında tuz domlarının araştırılmasında uygulanmıştır (Alpaslan ve Koca, 2012).

Jeofizik mühendisliğinde herhangi bir anomaliyi oluşturan kütlelenin matematiksel değerlendirilmesi, basit şekillerin değerlendirilmelerinin yapılabildiği gibi, teorik eğri ile yerinde ölçülen anomali eğrisinin karşılaştırılmasında kütle anomalisinin bilinen küre, silindir prizma ve tabaka gibi teorik geometrik şekillere uygunluğuna göre basitleştirilerek yapılmaktadır. Bilindiği gibi jeofizik sinyaller genellikle zaman ve uzay ortamında tanımlanmaktadır. Verilerin analiz edilebilmesi için frekans/dalga sayısı ortamına taşınması oldukça önemlidir. Nedeni ise, zaman ve uzay ortamında kolaylıkla ayırt edilemeyen olaylar frekans ortamında daha rahat bir şekilde gözlenebilmektedir. Spektral analiz uygulamaları birçok jeofizik dalında kullanılmaktadır. Frekans ortamının diğer bir yararı ise süzgeç tasarımının rahat yapılmasıdır. Örneğin potansiyel alanlarda spektral çözüm yapılarak, bu alanlardan sıg ve derin etkiler birbirinden ayırt edilmiş olabilecektir (Pınar ve Akçığ, 1995).



Jeofizik verilerin spektral analizinde çok çeşitli dönüşüm yöntemi yer almaktadır. Bu dönüşüm yöntemlerinden en yaygın kullanılanları Fourier, Laplace, Henkel, Hilbert ve Z dönüşümü olarak gösterilebilir. Jeofizik uygulamalar bakımından Fourier dönüşümü oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir. (Yılmaz, 1987).

Fourier dönüşüm teknikleri, birçok araştırmacı tarafından çeşitli amaçlar için uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Fourier-Güç spektrumun potansiyel verilere uygulanması, bozucu kütlelerin oluşturduğu anomalilerin güç spektrumlarının elde edilmesi ile ilgili çalışmalar Spector ve Bhattacharyya (1966) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra anomaliye neden olan kütlelerin derinliklerinin saptanması ise Spector ve Grant (1970) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Ancak son yıllarda ise Fourier Dönüşümüne alternatif olarak bazı çalışmalar yapılmaktadır. Gubbins ve diğer. (1971); Lanning ve Johnson (1983) bazı basit geometrik şekilli yapılar üzerinde fizibilite çalışması yürütmüş ve potansiyel alan yorumunda Walsh dönüşümlerinden yararlanabileceği sonucuna ulaşmıştır. Shaw ve Agarwal (1990) basit geometrik kaynaklar üzerinde gravite anomalilerinin Walsh enerji spektrumlarını sequence (ardalanma) özelliklerine dayalı olarak adlandırılan Sequence Oktav Analizi (SOA) adında bir yorumlama düzeni geliştirmiştir. Ayrıca tanıtılan bu yöntemin jeofizik literatüründe kullanımına yönelik çeşitli örneklerin yer aldığı bilinmektedir. Walsh dönüşümü;

- i. Log analizinden yatak sınırlarını belirlenmesinde (Lanning ve Johnson, Arkeolojik alan araştırmalarında sinyal gürültü oranının artırılması işleminde (Gubbins ve diğer., 1971)
- ii. 2B manyetik verilerin yorumlanmasında (Gubbins ve diğer., 1971)
- iii. Gravite anomalilerinin yorumlanması işleminde (Shaw ve Agarwal, 1990; Shaw ve diğer., 1998)
- iv. Telemetry yöntemi için veri sıkıştırma (Bois, 1972; Wood, 1974)
- v. Küresel jeofizik çalışmalarında (Negi ve Tiwari, 1990; Negi ve diğer., 1993)
- vi. Rezidüel manyetik anomalilerin yorumlanmasında (Moktar, 2007)

- vii. Deniz sismik verilerinin işlenmesinde (Chen, 1972; Chen ve Boucher, 1973)
- viii. Yoğunluk haritalarının oluşturulmasında (Keating, 1992)
- ix. Özdirenç haritalanmasında (Pal, 1991)
- x. Yapı tanımlama (Bath ve Burman, 1972) gibi jeofiziğin çeşitli uygulama alanlarında yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır.

Bu yüksek lisans tez kapsamında yapılan çalışmada ise, ideal yapılardan ve arazi çalışmalarından elde edilen gravite anomalileri üzerinde Walsh dönüşümü kullanılarak, yöntemin uygulanabilirliği ve anomaliye sebep olan kaynak yapıların derinliklerinin hesaplanmasında yöntemin kullanılabilirliği incelenmiştir. Araştırma kapsamında, gravite anomaliye sebep olan kaynak yapıların belli bir jeolojik yapı geometrisi olan küre, yatay ve düşey sonsuz silindir olduğu farz edilerek bu yönde bir çözüm arayışına gidilmiştir. Walsh dönüşümünün uygulanması aşamasında; öncelikle profil boyunca normalleştirme işleminin uygulanması ve Normalize edilmiş Enerji Yoğunluğu (NEY) spektrumu elde edilmesi, bir sonraki aşamada normalize edilmiş olan verinin ardışık noktaları arasındaki değişimin hesaplanarak Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrumunun elde edilmesi ve en son aşamada ise Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrumunun maksimum genlik değeri yani aralanma sayılarının en büyük değeri olan  $I_{max}$  değeri belirlenmiş ve bu değer uygun bağıntıda yerine yazılarak kaynak yapıya ait derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında kuramsal kaynak yapı modelleri olarak seçilen ve bu yapılara ait gravite anomalileri ile Cuba ve Louga gravite anomalileri, hem Walsh hem de Fourier-Güç spektrumu ile değerlendirilerek, elde edilen derinlik değerleri yönünden birbiriyle uyumu karşılaştırılmıştır. Tez kapsamında; çalışma yapılan kuramsal veriler üzerinde profil uzunluğu, örnekleme aralığı gibi etkenlerin ve ayrıca verilerin gürültü, gürültüsüz olması durumunda Walsh dönüşümü uygulaması aşamasındaki etkileri araştırılmıştır.

## BÖLÜM İKİ

### WALSH SPEKTRUMU

Sinusoidal dalga formunda olmayan, dikdörtgen dalga biçiminde tam bir ortogonal (dik) fonksiyon kümesi olarak tanımlanan Walsh fonksiyonları Walsh-Hadamard yöntemi olarak da bilinmektedir (Ahmed ve Rao, 1975; Beauchamp, 1975). Walsh (1923), bu fonksiyonların ya +1 ya da -1 değer almasının Walsh dönüşümünün (WT) özünü oluşturduğunu belirtmiştir. Bu fonksiyonların periyodik olmamaları, frekans kavramının bu kümeler için geçerli olmamasına neden olmuştur. Harmuth (1972), Walsh fonksiyonları tanımlamak için ardalama (sequency) kavramından bahsetmiştir, yani frekans kavramını birim aralık başına sıfır geçişlerinin ortalama sayısının yarısı olarak genelleştirmiş ve bunu ardalama sayısı olarak nitelendirmiştir. İlk sekiz Sequency Walsh fonksiyonları ve onların eşdeğer Fourier sinüs dalgaları karşılaştırma yapmak için Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Ahmed ve Rao (1975) Walsh dönüşümünün birçok spektral modlara neden olduğunu belirtmiş ve bu spektral modların birkaçının döngüsel kayma sabiti olduğunu göstermiş ve bu döngüsel kayma sabitinin Walsh spektrumunda kullanıldığını belirtmiştir.

#### 2.1 Walsh Spektrum Teorisi

Ahmed ve Rao (1975); Beauchamp (1975) tarafından tanımlanan Modifiye edilmiş (değiştirilmiş) hızlı Walsh dönüşümü (MFWT);  $N$ , Pozitif bir tamsayı olmak üzere,  $N = (2^n)$  ile  $\{x_i\}$  bir  $N$ - periyodik serisidir.

$$g(n) = \left(\frac{1}{N}\right) \cdot d(n) \cdot x(n), \quad (2.1)$$

Burada,

$$g^T(n) = [g(0), g(1), g(2), \dots, g(N-1)], \quad (2.2)$$

$$x^T(n) = [x(0), x(1), x(2), \dots, x(N-1)], \quad (2.3)$$

T; bir matrisin transpozu anlamını içermektedir. Dönüşüm matrisi  $d(n)$  yineleme ilişkisi yoluyla elde edilir.

$$d(k+1) = \left[ \begin{array}{c} \frac{d(k)}{2^{k/2} \cdot I(k)} \\ \frac{d(k)}{-2^{k/2} \cdot I(k)} \end{array} \right] \quad (2.4)$$

Burada  $d(0)=1$  ve  $I(k)$ ,  $2^k \times 2^k$  birim matris ile temsil edilir.

Ahmed ve Rao (1975, p.136), tarafından Walsh enerji spektrumu şu şekilde temsil edilmiştir;

$$W_0(0) = g^2(0), \quad (2.5)$$

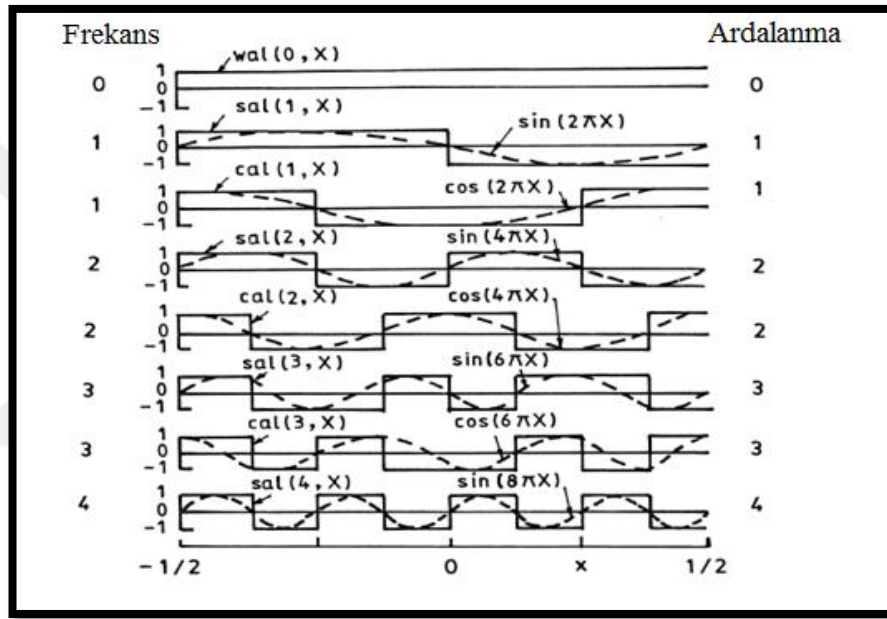
$$W_0(0) = \sum_{k=2^{m-1}}^{k=2^m-1} g^2(k), \quad m = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

$$W_m(l) = \sum_{k=2^{m-1}}^{k=2^m-1-l} g(k) \cdot g(l+k) - \sum_{j=0}^{l-1} g(2^m+j-l) \cdot g(2^{m-1}+j) \quad (2.7)$$

olarak hesaplanabilir. Bu bağıntılarda  $m = 1, 2, 3, \dots, n$  ve  $l = 1, 2, \dots, 2^{m-1}$  dir.

$N/4+1$  tane bağımsız spektral noktaya sahip en büyük spektral grup ile farklı boyutlarda  $(n+1)$  tane bağımsız spektral gruplar için Walsh spektrumunun hesaplanmasını, yukarıdaki formülasyonlardan yararlanarak sağlarız. Bir grup içindeki her bir spektral nokta oluşturulan seriler tarafından gruba eklenir ve bu spektral noktalar boyutsuz olan aralanma sayısı (sequency number) olarak tanımlanır. Aralanma sayısı, Fourier dönüşümünde dalga sayısı ( $k$ ) ile karıştırılmamalıdır çünkü aralanma cinsinden fiziksel yoruma sahip değildir. Walsh spektrumu, spektral bir noktanın yalnızca belirli bir frekanstaki enerji katkısını temsil eden Fourier enerji spektrumundan kavramsal olarak farklıdır (Shaw ve diğer., 1998).

Öte yandan, Walsh spektrumunu tam anlamıyla bir enerji spektrumu olarak ifade edemeyeceğimiz durumlarda söz konusudur. Örneğin bağıntı 2.7'nin ikinci terimi ilk terimi aştığı yani denklemin negatif değerlere ulaştığı durumlardır. Bağıntı 2.5'in yardımıyla her biri farklı sayıda spektral noktalı  $(n + 1)$  grup içinde dağılmış  $(N/2+l)$  bağımsız spektral noktalar içeren Walsh spektrumu hesaplanmıştır.  $m$ . gruptaki  $(l < m \leq n)$ ,  $m = 0$  ve  $l$  için her bir noktada  $2^{m-2}$  tane spektral nokta vardır. Her gruptaki spektrum bağımsız olarak hesaplanabilir. Bu çalışmada maksimum spektral noktaya ( $m=v$  gibi) sahip grup kullanılmıştır.



Şekil 2.1 İlk sekiz ardışık Sequency Walsh fonksiyonları ve onların eşdeğer Fourier sinüs dalgaları karşılaştırması ( Ahmed ve Rao, 1975).

## BÖLÜM ÜÇ

### WALSH DÖNÜŞÜMÜ VE FOURIER DÖNÜŞÜM ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Jeofizikte sinyaller genellikle zaman ve uzay ortamında tanımlanmaktadır (gravite, manyetik, sismik ve benzerleri gibi). Verilerin analiz edilebilmesi için frekans/dalga sayısı ortamına taşınması oldukça önemlidir. Zaman ve uzay ortamında kolaylıkla ayırt edilemeyen olaylar frekans ortamında daha rahat bir şekilde gözlenebilmektedir (Pınar ve Akçığ, 1995). Jeofizik verilerin spektral analizinde çok çeşitli dönüşüm yöntemi (Fourier, Laplace, Henkel, Hilbert ve Z dönüşümü) yer almaktadır. Bu dönüşüm yöntemlerinden en yaygın olarak kullanılanı Fourier dönüşümü olduğunu söyleyebilir ve jeofizik uygulamalar bakımından oldukça önemli bir yere koyabiliriz (Yılmaz, 1987).

Fourier dönüşümü Fransız matematikçi Joseph Fourier tarafından bulunmuş matematiksel bir yöntemdir. Bu dönüşüm sürekli olarak tanımlanır ve fonksiyonların sürekli olarak kabul edildiği durumlarda uygulanır. Jeofizik ve diğer dallarda örneklenmiş sinyalleri dönüştürmek için kullanılmaya başlanmıştır. Fourier dönüşümünün kullanımı ile zaman tanım kümesindeki bir işaretin frekans içeriğini analiz etmede büyük yarar sağlamasıdır. Dönüşüm, ilk olarak tanım kümesi zaman olan bir fonksiyonu, tanım kümesi frekans olan bir fonksiyona çevirerek çalışır. O zaman sinyalin frekans içeriğini inceler. Çünkü dönüştürülen fonksiyonun Fourier katsayıları, her frekans değerinde sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının her birinin katkısını temsil eder. Ters Fourier dönüşümü de, verinin frekans tanım kümesinden zaman tanım kümesine dönüştürülmesini gerçekleştirir. Fourier, periyodu  $2\pi$  olan herhangi bir  $f(x)$  fonksiyonunun, o fonksiyonun Fourier serisi denilen,

$$a_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx) \quad (3.1)$$

toplamı ile temsil edilebilir. Buradaki  $a_0$ ,  $a_k$  ve  $b_k$  katsayıları,

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(x) dx, \quad (3.2)$$

$$a_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \cos(kx) dx, \quad (3.3)$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(x) \sin(kx) dx \quad (3.4)$$

formülleri ile hesaplanır.

Fourier dönüşümünün bu kadar geniş uygulama alanına sahip olmasının nedeni Hızlı Fourier Dönüşümü (HFD) algoritmasının birçok alanda uygulanabilir olmasıdır (Cochran ve diğer., 1967).

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

$$F_k = \sum_{i=0}^{N-1} f_i w^{ik}, \quad 0 \leq k \leq N - 1 \quad (3.5)$$

$$W = \exp\left(-\frac{j2\pi}{N}\right) \quad (3.6)$$

3.5 bağıntısı ile tanımlanan AFD doğrudan değerlendirilebilmesi için  $N^2$  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  $N \log_2 N$  tane işlem gerektirmektedir.

Ancak, örneğin az sayıda  $N$  Fourier katsayısının göreceli olarak hesaplatılmasının gerektiği durumlar uygulamalarda HFD'nin dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır (Cox ve diğer., 1972; Tadokoro ve Higuchi, 1978).

Hâlbuki aynı sinyalin Walsh dönüşümü hesaplanmasında hiçbir çarpma işlemi uygulamadan basit toplamalar yaparak yani sadece ekleme ve çıkarmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple Walsh dönüşümü hesaplama açısından daha hızlıdır. Eğer ayrık Walsh matrisi AFD 'de olduğu gibi hızlı Walsh Dönüşümü algoritması ile oluşturulursa hesaplama çok daha hızlı olacaktır (Shanks, 1969).

Bath ve Burman (1972), FT'ye kıyasla Walsh dönüşümünde, Gibbs olgusunun olmayışından ve zaman alanında hiçbir özel pencerelemeye ihtiyaç olmamasından dolayı daha üstün olduğu algısına varmıştır. Beauchamp (1975); Shaw ve Agarwal (1990), WT'nin hesaplama zamanının, FT hesaplama zamanının 1/8'inde yapıldığını ve neredeyse aynı bilgiyi verdiğini göstermişlerdir.

Fakat, Walsh Dönüşümünün girdi sinyalinin evresine karşı hassas olması bir dezavantajdır. Walsh işlevlerinin sinüzoidal işlevlerle olan benzerliğine karşın Walsh Dönüşümü sinüzoidal-tip verilere Fourier analizi kadar uygun değildir (Yeo ve Smith, 1972). Bu çalışmada ise Walsh dönüşümünün sinüzoidal tip veriler üzerinde uygulanabilirliği araştırılmıştır.



## BÖLÜM DÖRT

### UYGULAMA ÇALIŞMALARI

#### 4.1 Kuramsal Modeller Üzerinde Walsh Dönüşümünün Uygulanması

##### 4.1.1 Küre Model Çalışması

Araştırma kapsamında yapılan bu çalışmada, belli bir jeolojik yapı geometrisi olan kuramsal küre kaynağının gravite anomalileri üzerinde Walsh dönüşümü kullanılarak, yöntemin uygulanabilirliği ve kaynak yapının derinliğinin hesaplanmasında yöntemin kullanılabilirliği incelenmiştir.

##### Örnek 4.1

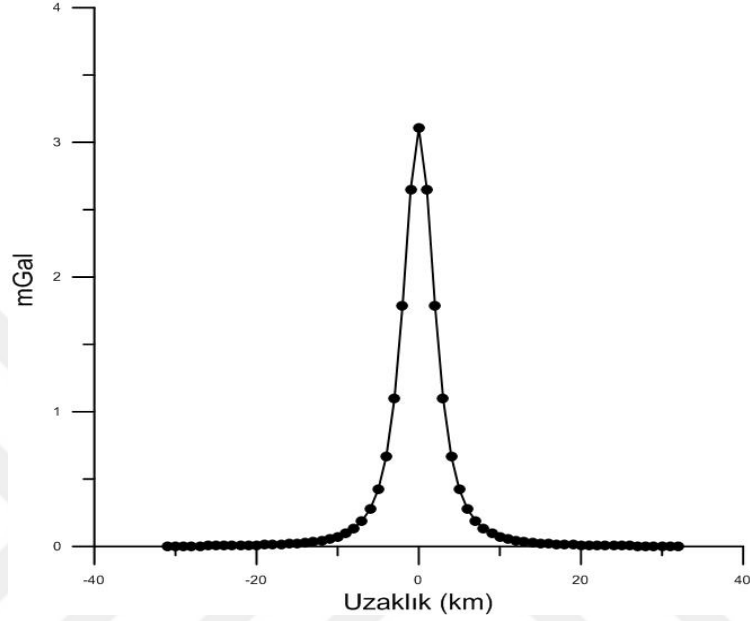
Bu çalışma kapsamında, farklı derinliklerdeki yapıların etkileri neler olduğu gözlemlenmeye çalışılmış ve ideal küre yapının anomalilerini hesaplarken kullanılan çeşitli parametreler ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Derinlik: 3, 5, 7 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 64 km

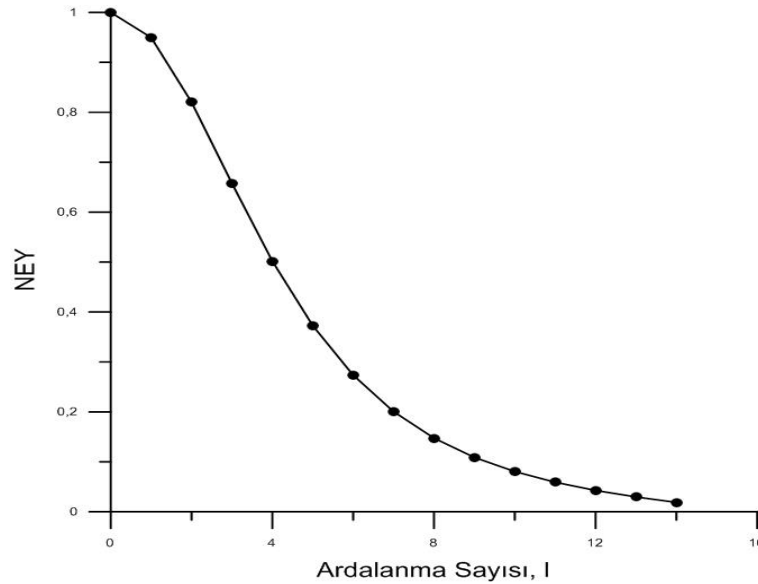
Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri Şekil 4.1, Şekil 4.5, Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.2, Şekil 4.6 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Daha sonra, NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri elde edilmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.7 ve Şekil 4.11). Ayrıca grafik üzerinde elde edilen  $l_{max}$  değerleri belirtilmiştir.

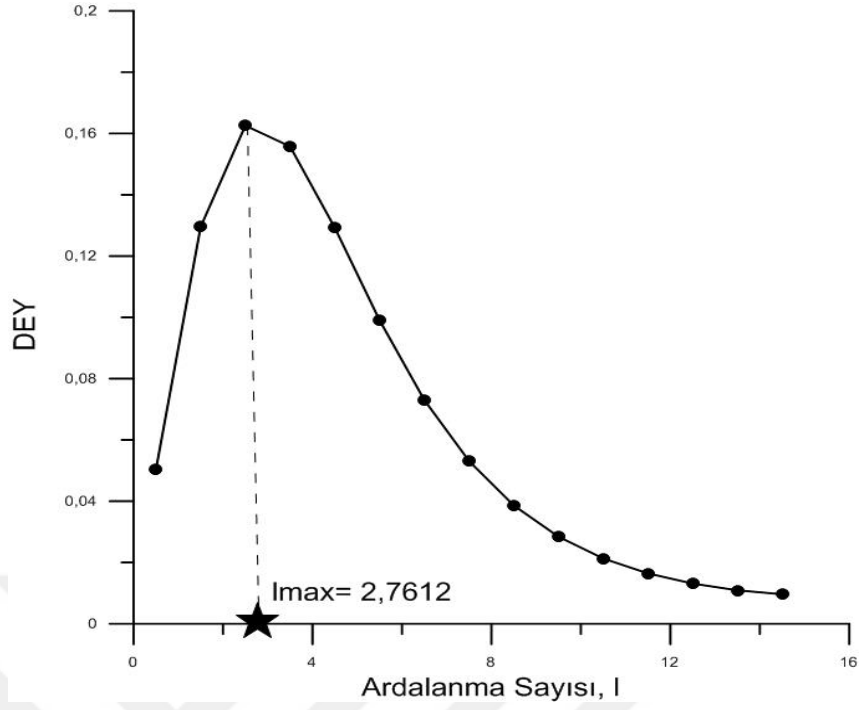
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.4, Şekil 4.8 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



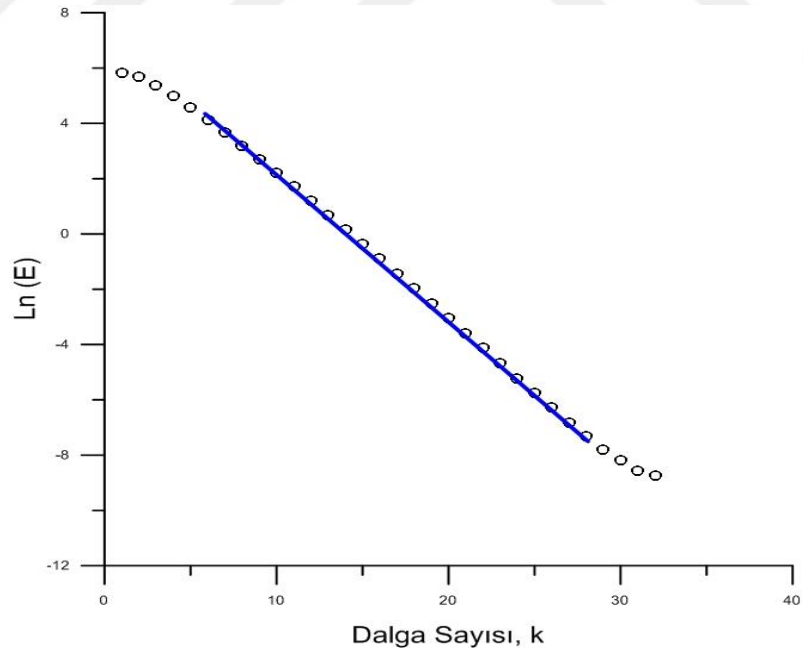
Şekil 4.1 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi



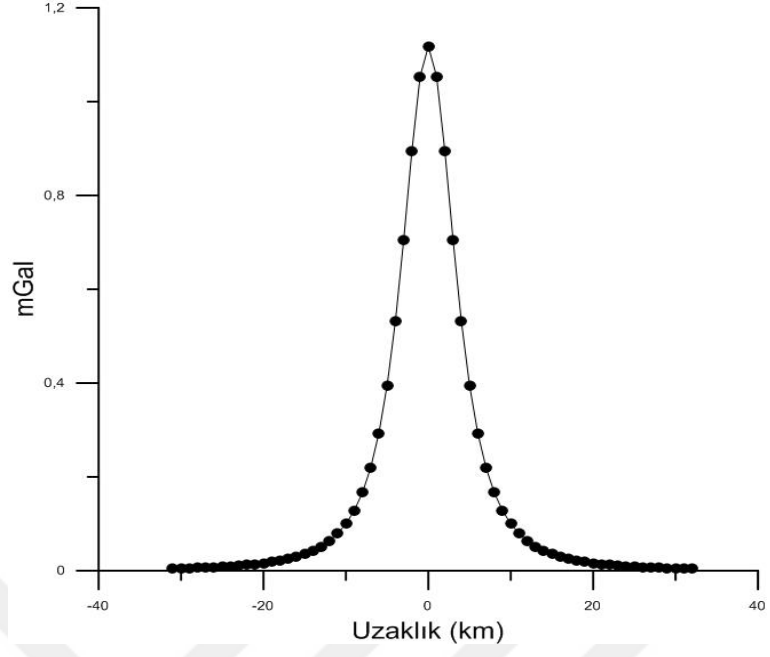
Şekil 4.2 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



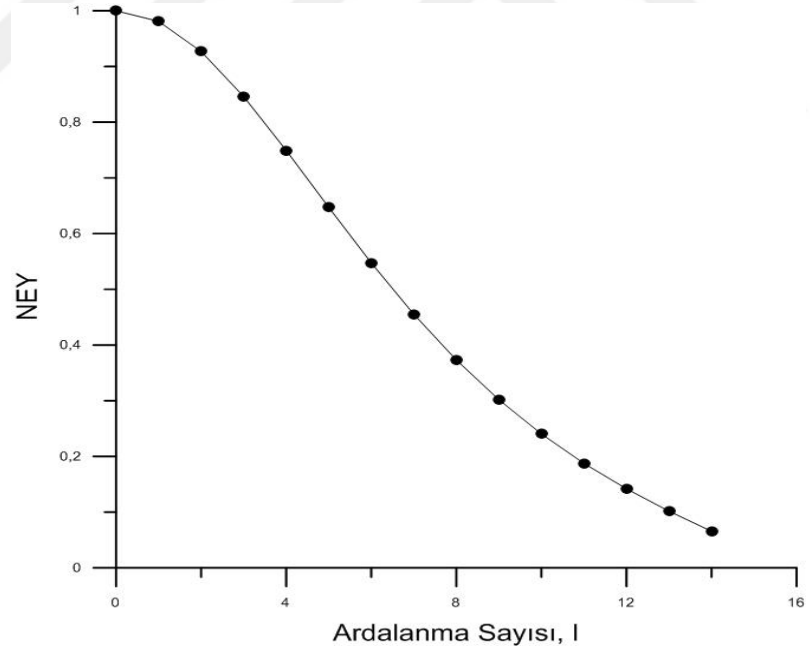
Şekil 4.3 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



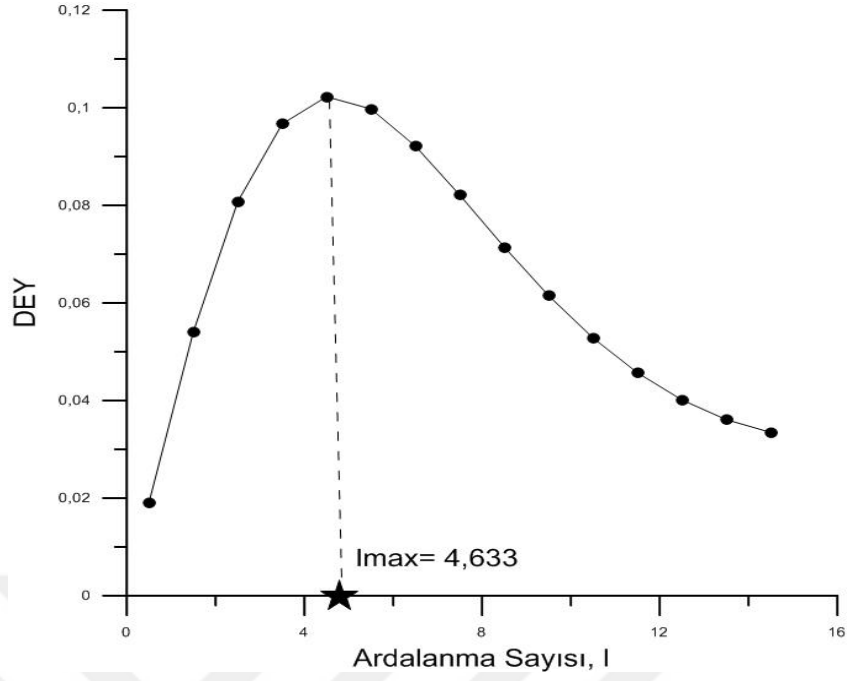
Şekil 4.4 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



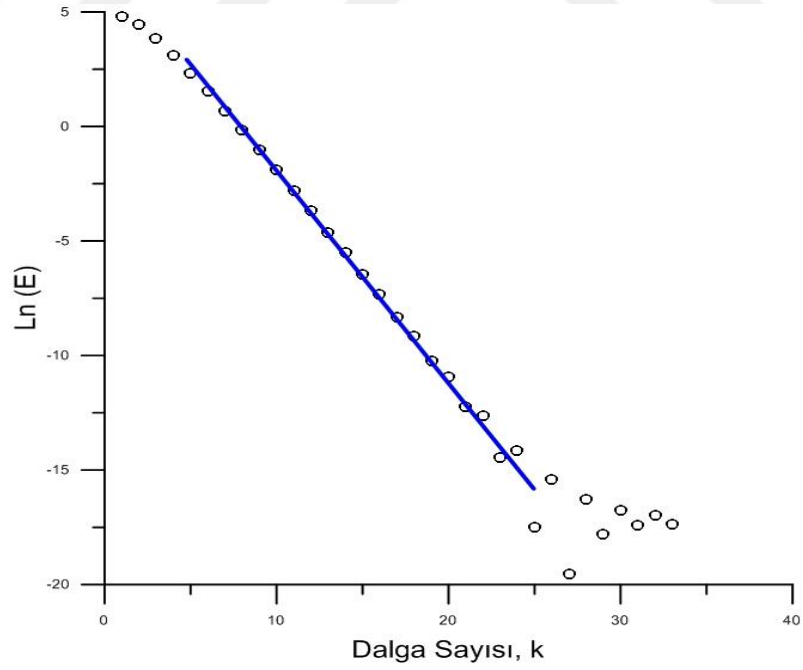
Şekil 4.5 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi



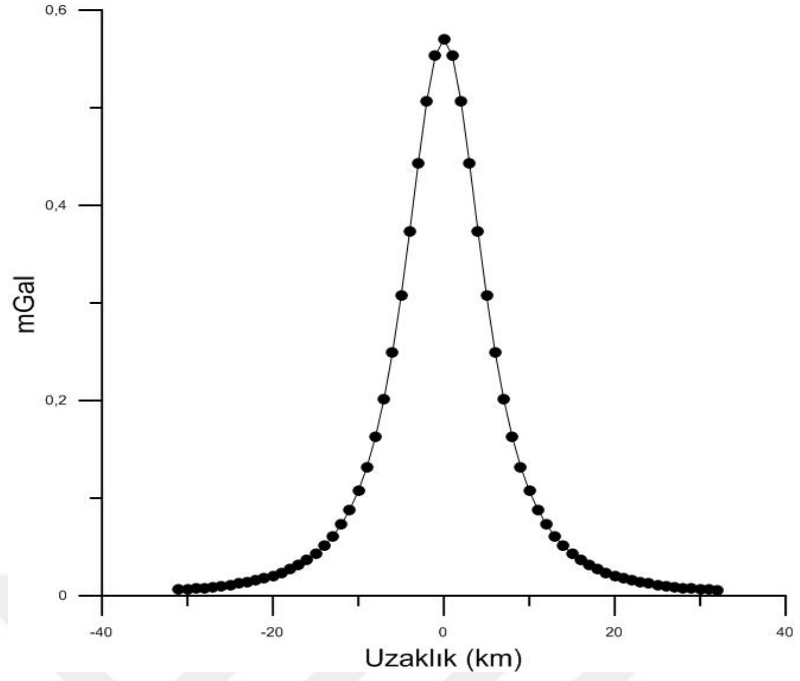
Şekil 4.6 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



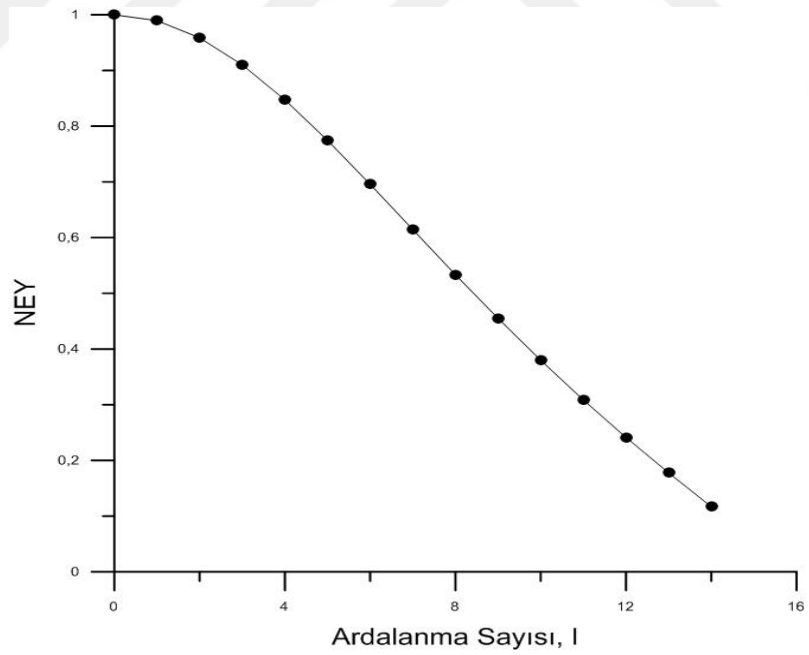
Şekil 4.7 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



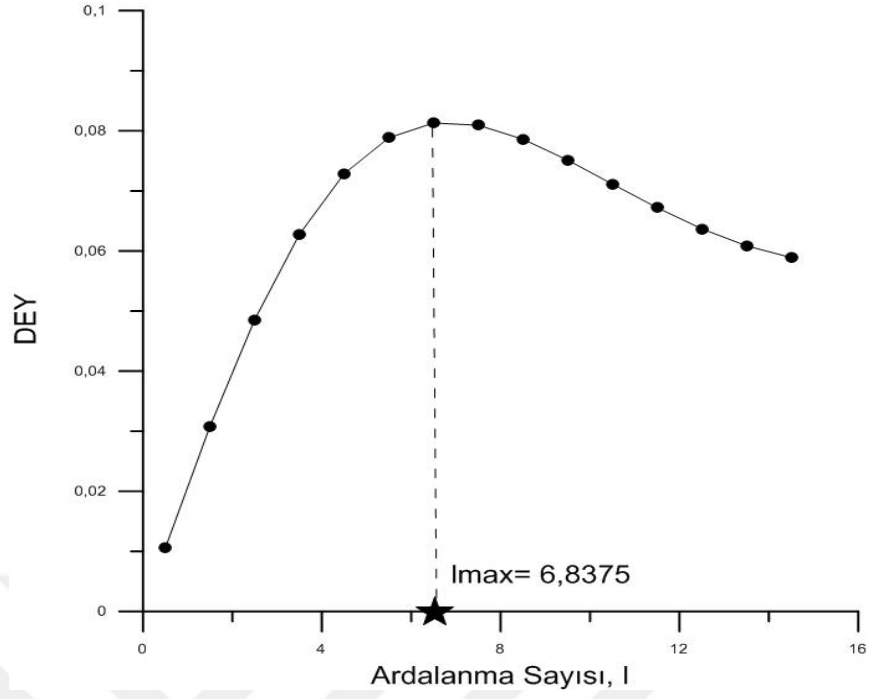
Şekil 4.8 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



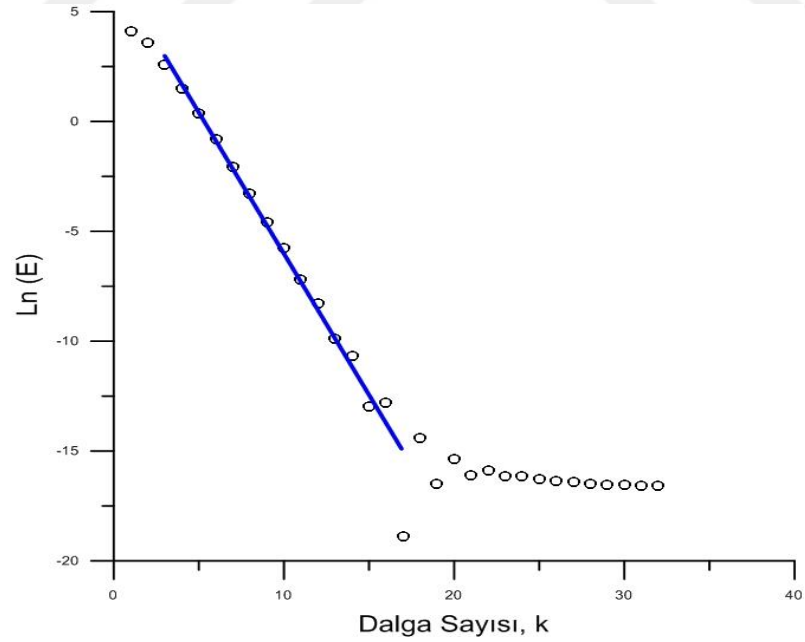
Şekil 4.9 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi



Şekil 4.10 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.11 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.12 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal küre yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.1’de verilmiştir. Derinlik hesaplamasında 4.1 bağıntısından yararlanılmıştır.

$$\text{Derinlik} = (1,090 \pm 0,003) \cdot l_{max} \quad (4.1)$$

Tablo 4.1 Profil uzunluğu 64 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL KÜRE MODEL</b>			
<b>Profil Uzunluğu (64 km)</b>			
<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>	$l_{max}$ <b>değeri</b>	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>	
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>
3	2,7612	3,009708	2,8278
5	4,633	5,04957	4,8253
7	6,8375	7,452875	6,5335

Walsh dönüşümü ile ideal yapıların derinlik hesaplamasında Tablo 4.1’de görüldüğü üzere gerçeğe oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir.

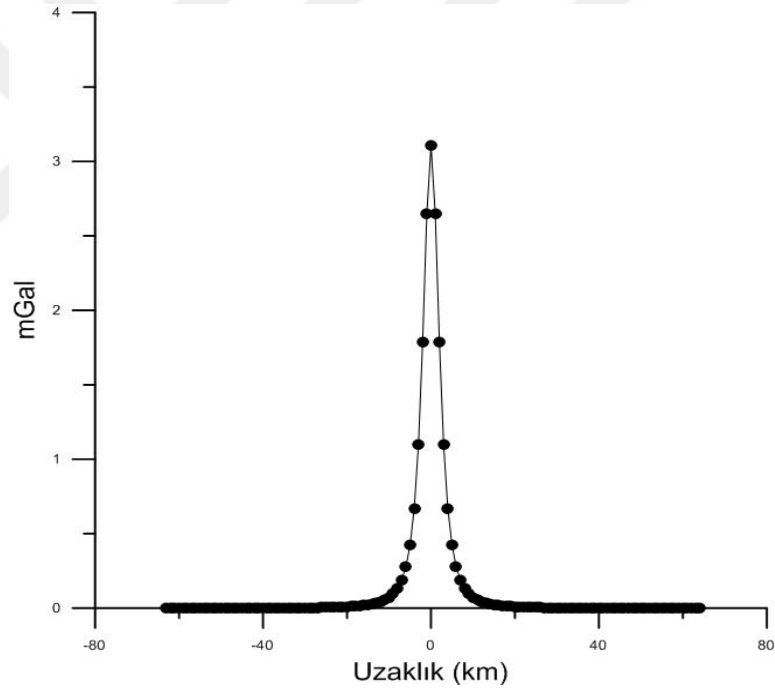


### Örnek 4.2

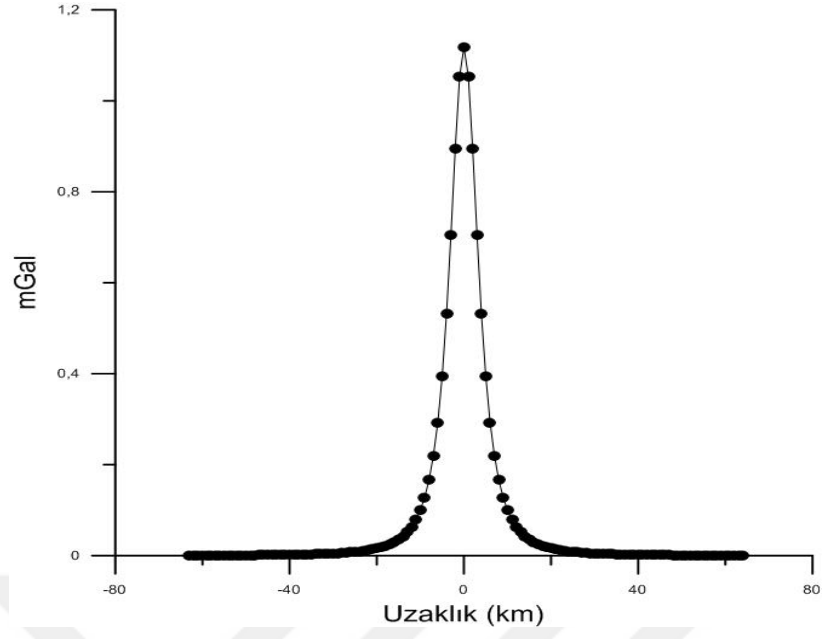
Kuramsal küre modeli için kullanılan çeşitli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Derinlik: 3, 5, 7, 10 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 128 km

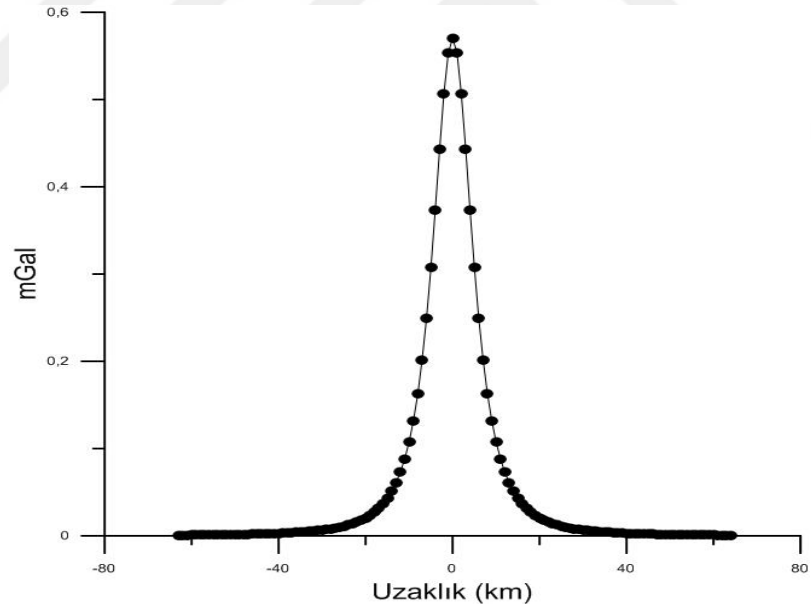
Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri sırasıyla Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



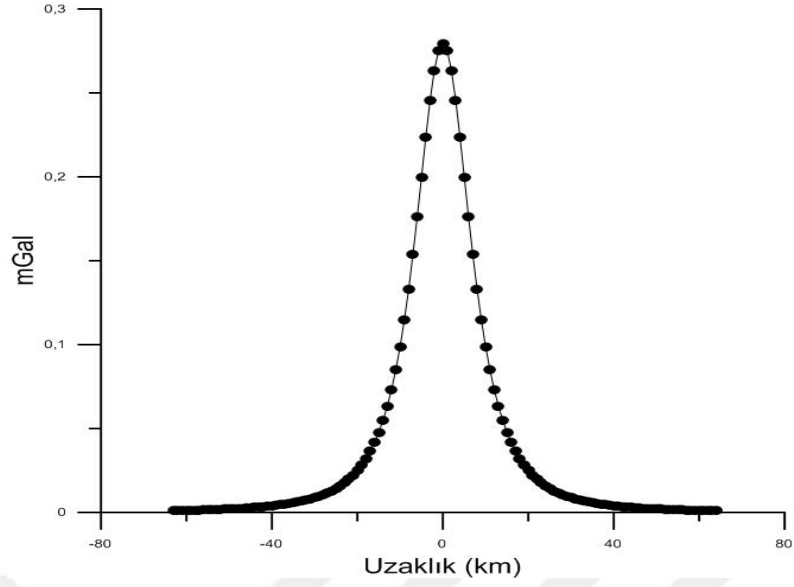
Şekil 4.13 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi



Şekil 4.14 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

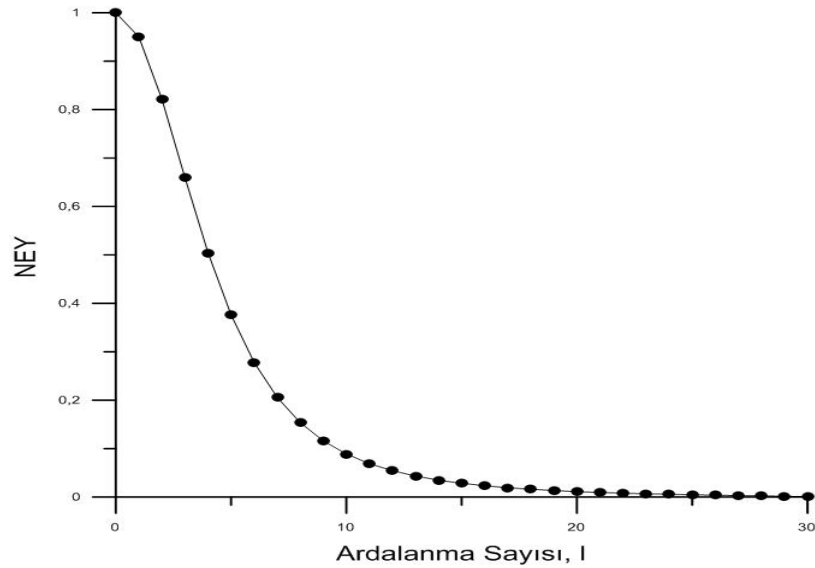


Şekil 4.15 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

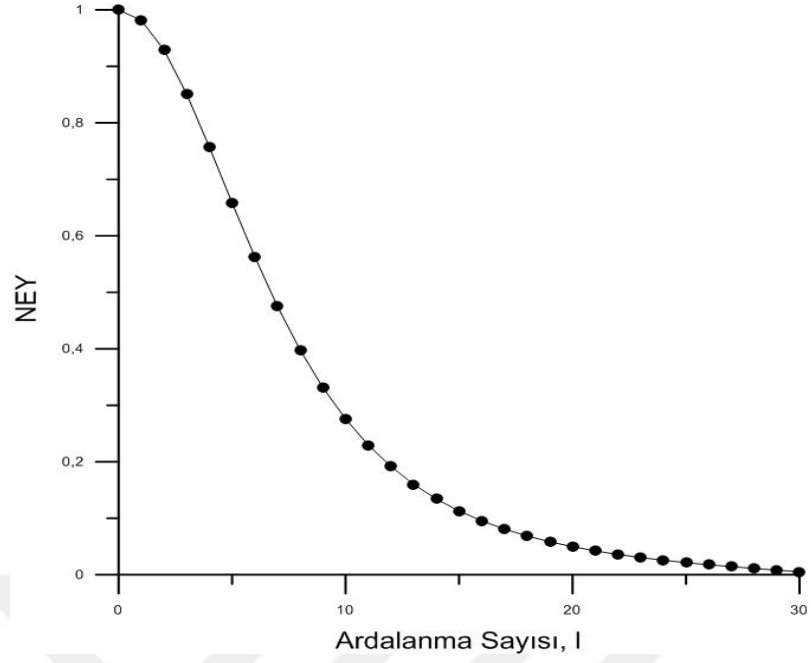


Şekil 4.16 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

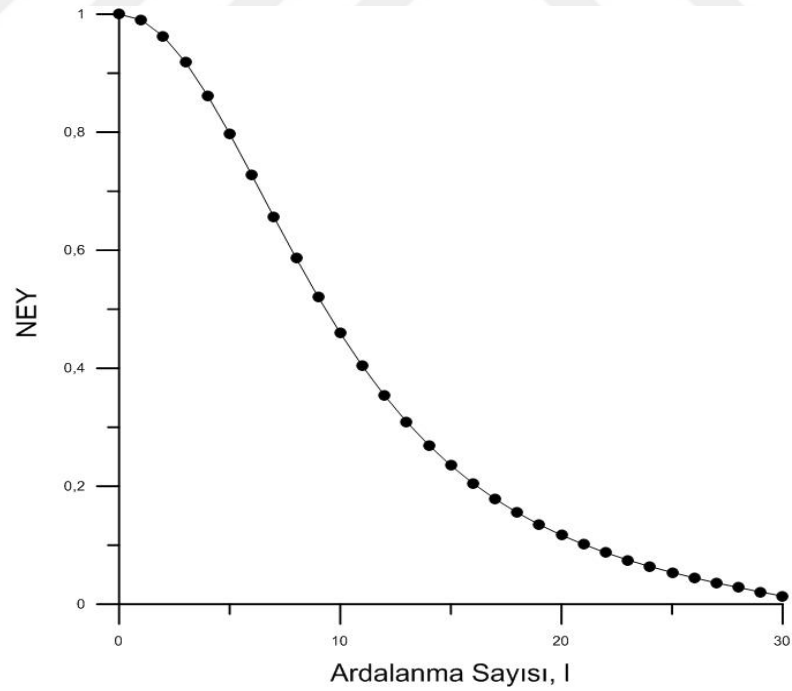
Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.14, Şekil 4.18, Şekil 4.22 ve Şekil 4.26'da verilmiştir.



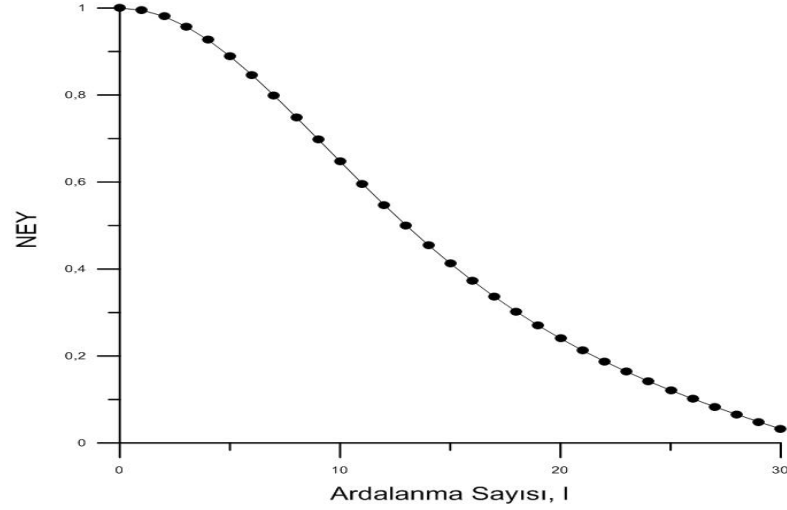
Şekil 4.17 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.18 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

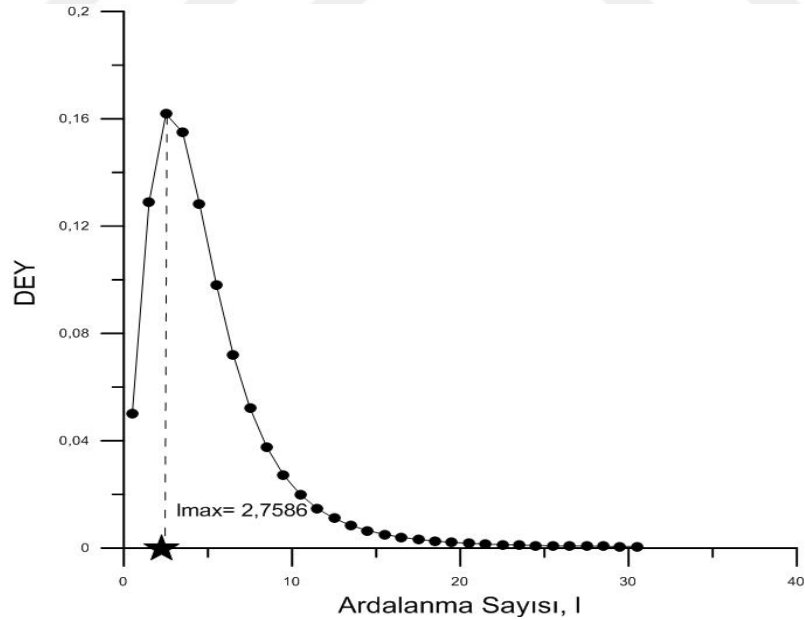


Şekil 4.19 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

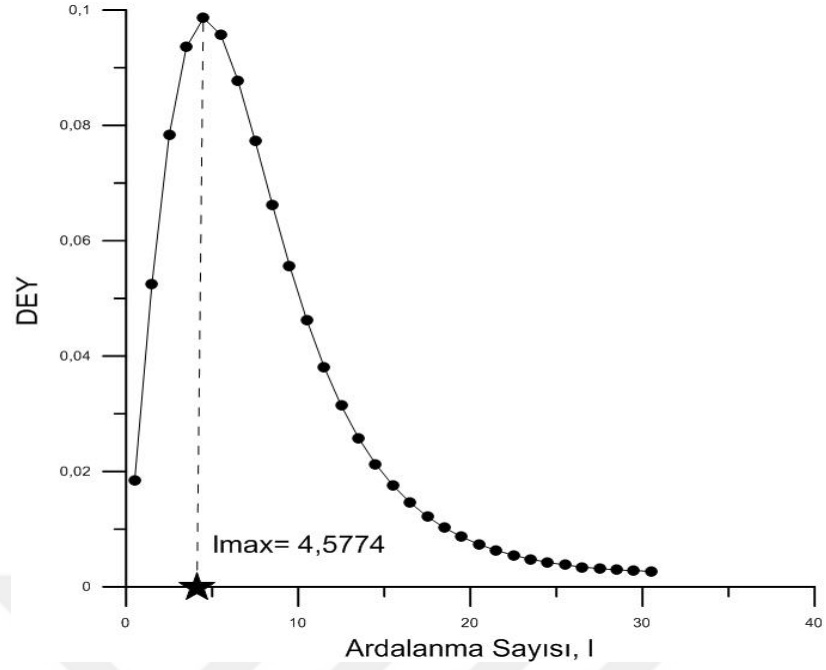


Şekil 4.20 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrisi

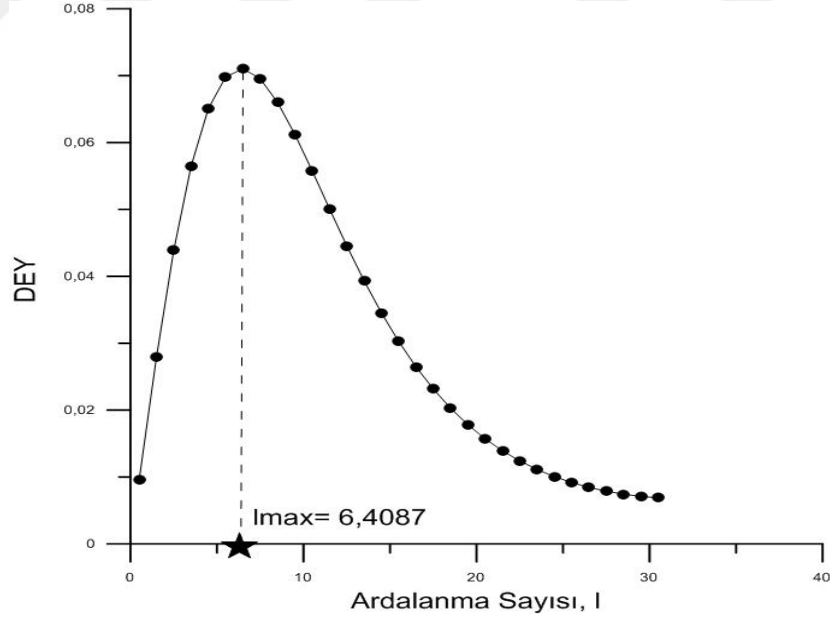
NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'te gösterilmiş, grafikler üzerinde elde edilen  $l_{max}$  değerleri belirtilmiştir.



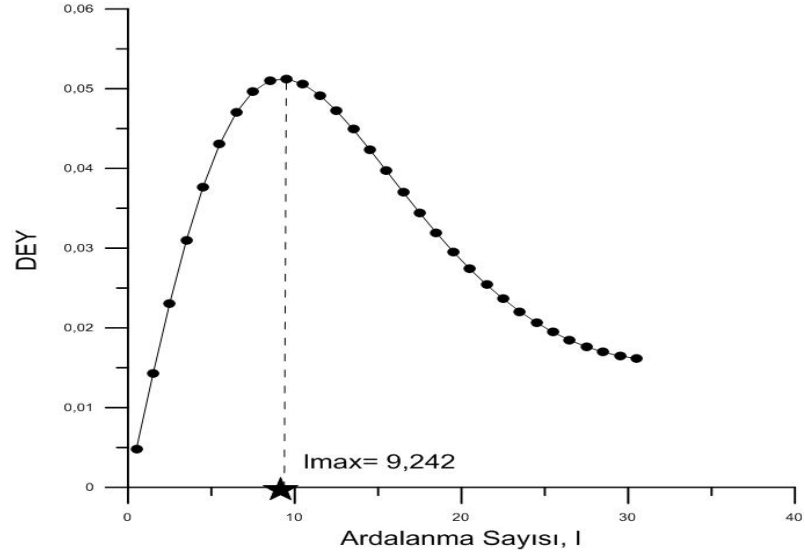
Şekil 4.21 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.22 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

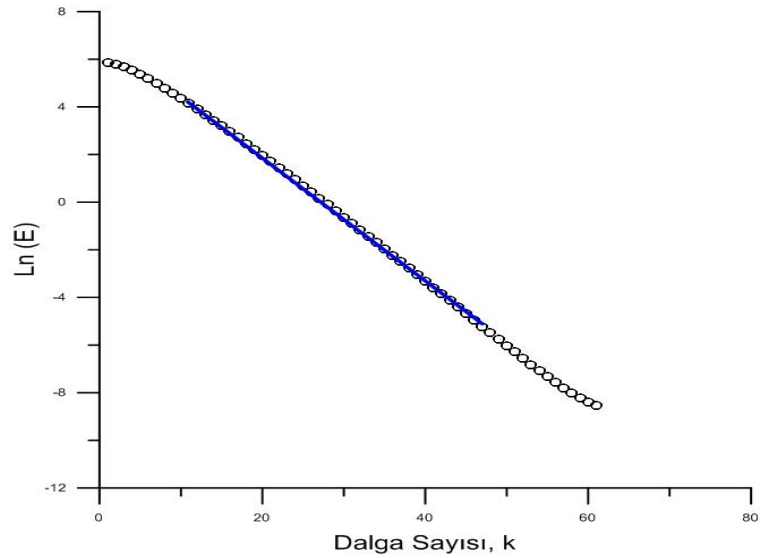


Şekil 4.23 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

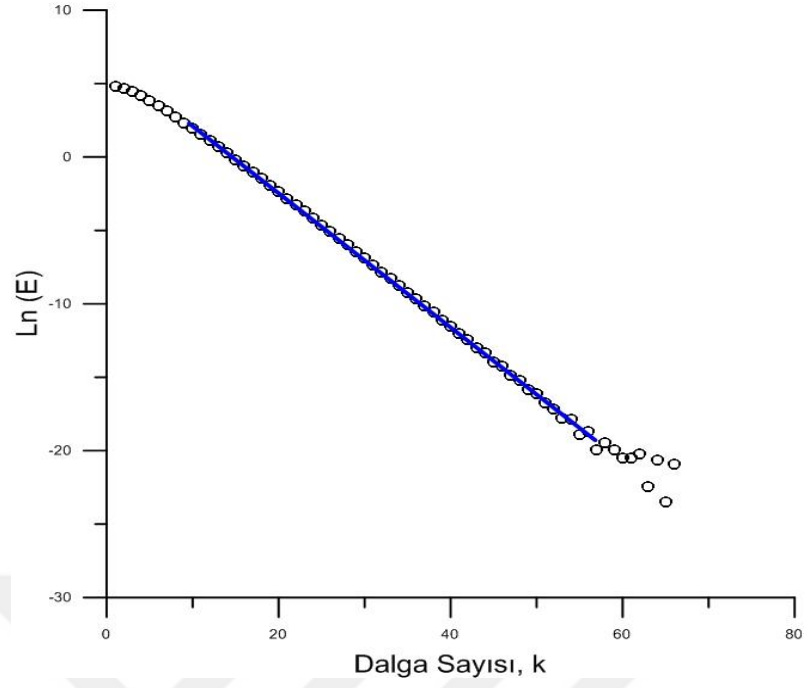


Şekil 4.24 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

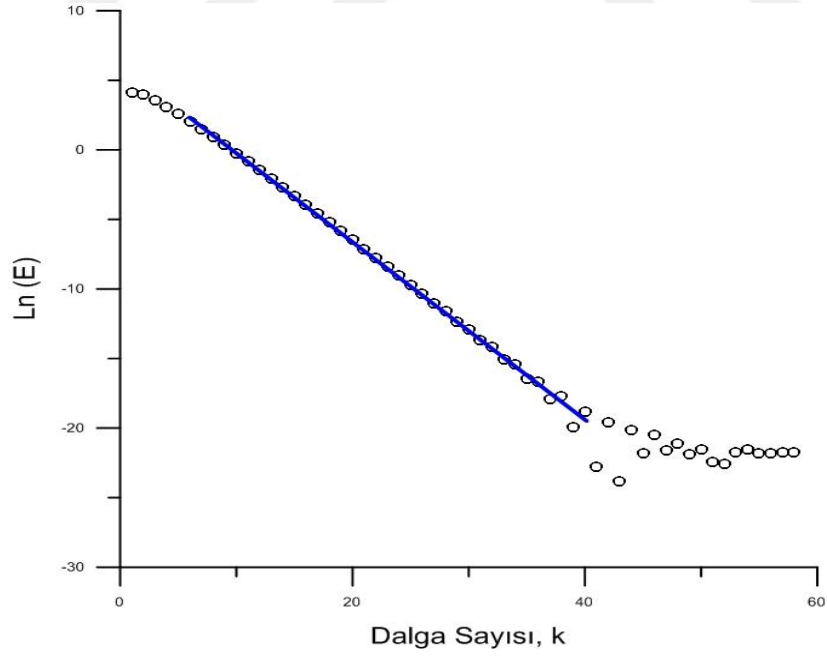
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27 ve Şekil 4.28’de gösterilmiştir.



Şekil 4.25 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

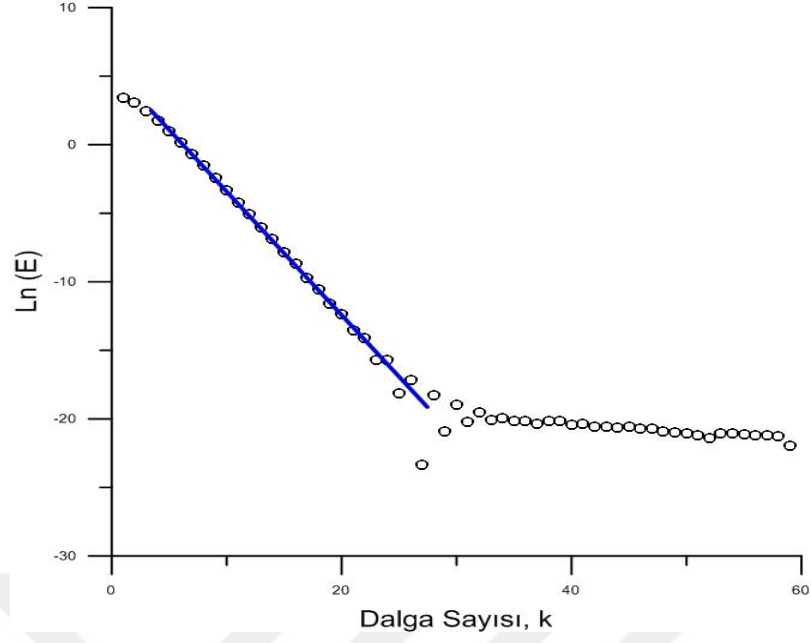


Şekil 4.26 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 4.27 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi





Şekil 4.28 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal küre yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Derinlik hesaplamasında 4.1 bağıntısı kullanılmıştır.

Tablo 4.2 Profil uzunluğu 128 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL KÜRE MODEL</b>			
<b>Profil Uzunluğu (128 km)</b>			
<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>	$l_{max}$ değeri	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>	
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>
3	2,7586	3,002736	2,6793
5	4,5774	4,996232	4,8029
7	6,4087	6,985483	6,6107
10	9,242	10,07378	9,9357

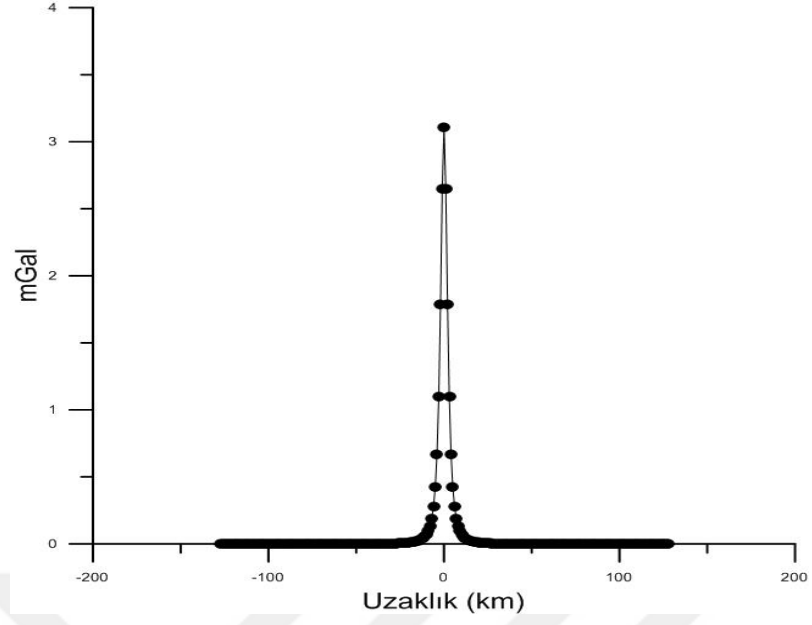
Tablo 4.2' de görüldüğü üzere, sonuçlar birbiriyle uyum göstermektedir.

### **Örnek 4.3**

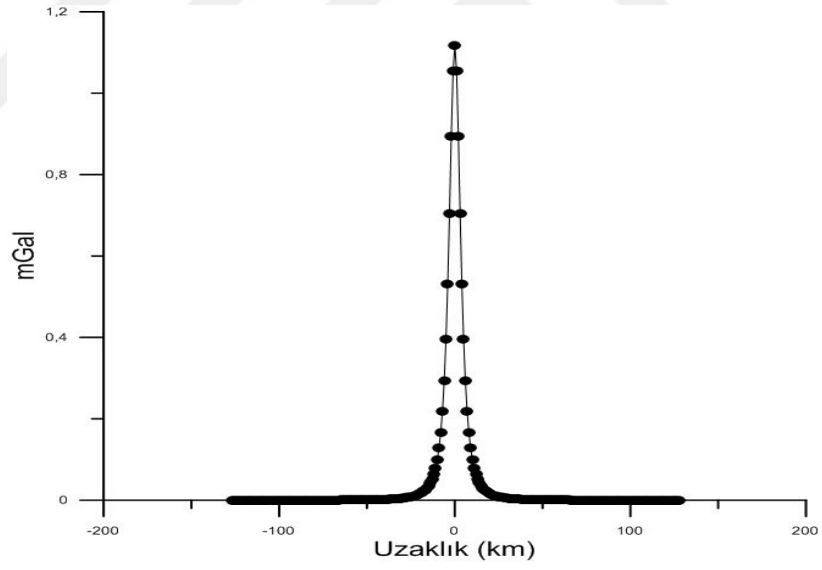
Kuramsal küre modeli için kullanılan çeşitli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Derinlik: 3, 5, 7, 10 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 256 km

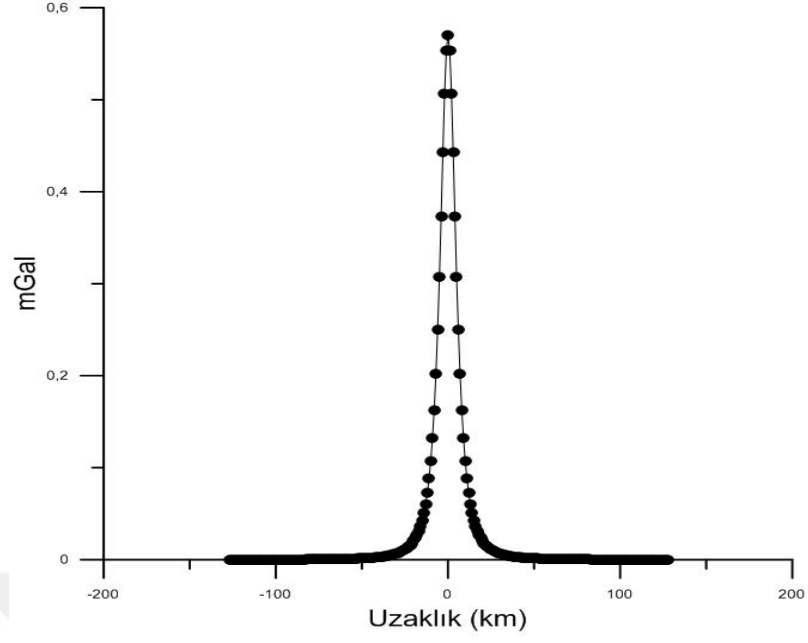
Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri sırasıyla Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de gösterilmiştir.



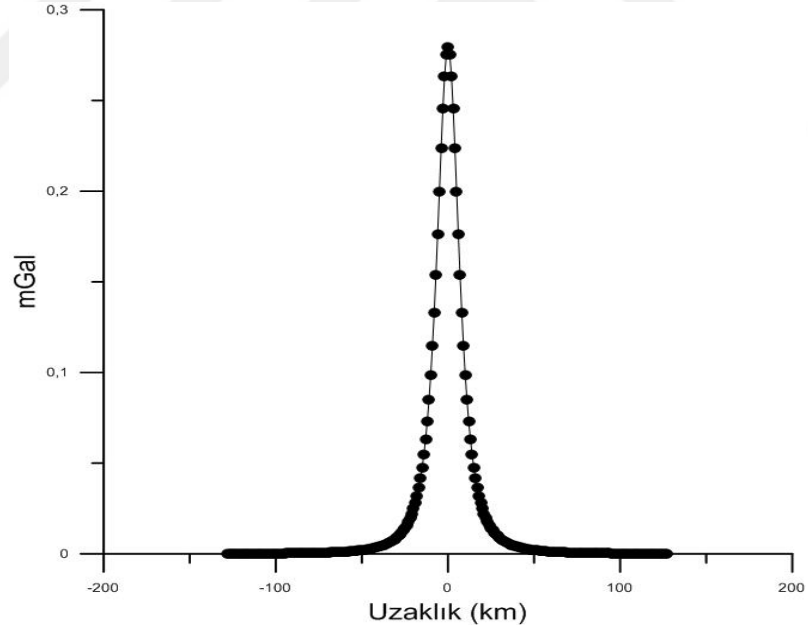
Şekil 4.29 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi



Şekil 4.30 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

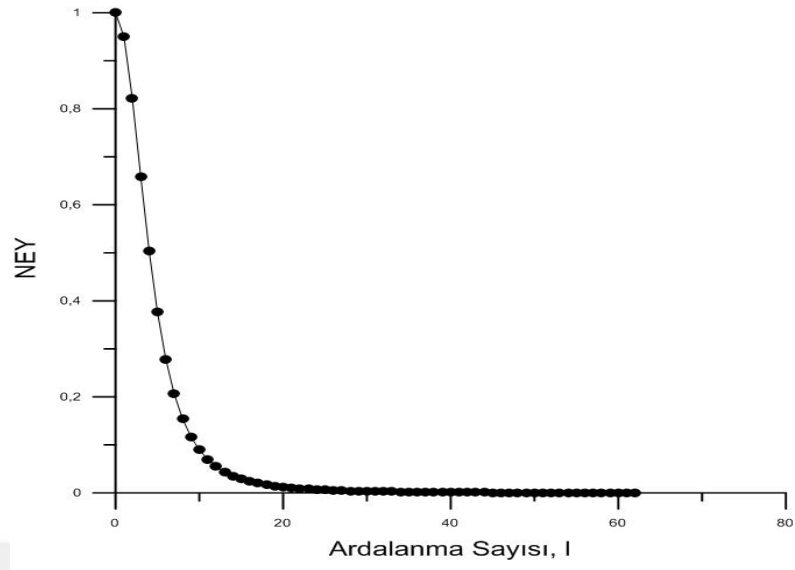


Şekil 4.31 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

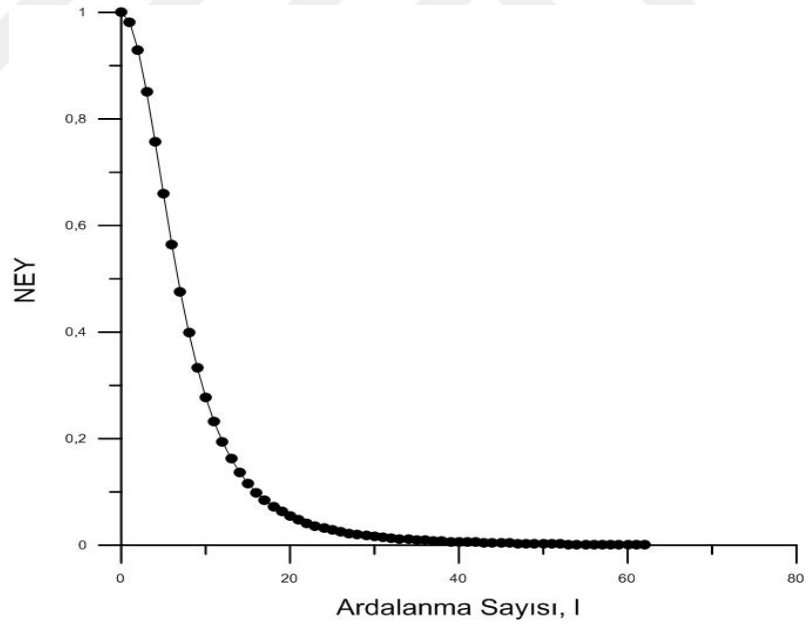


Şekil 4.32 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin gravite anomalisi

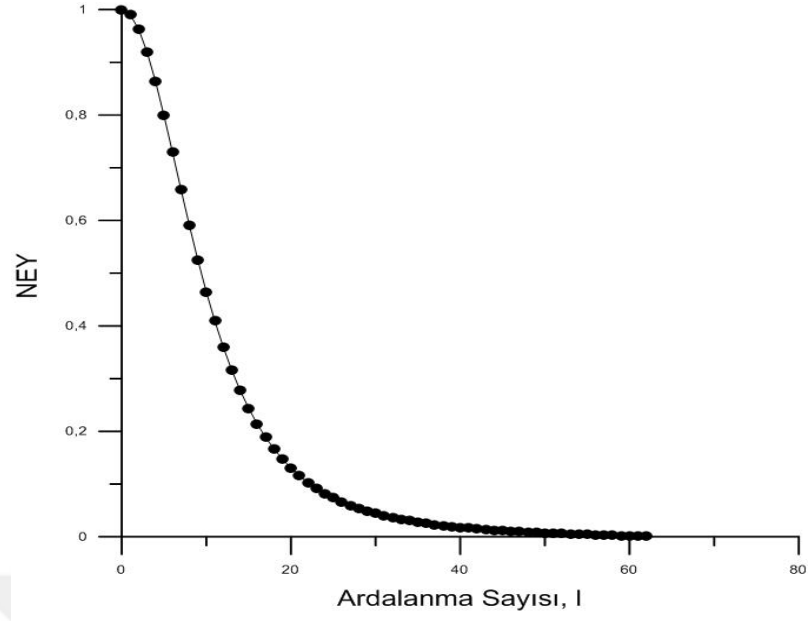
Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'da verilmiştir.



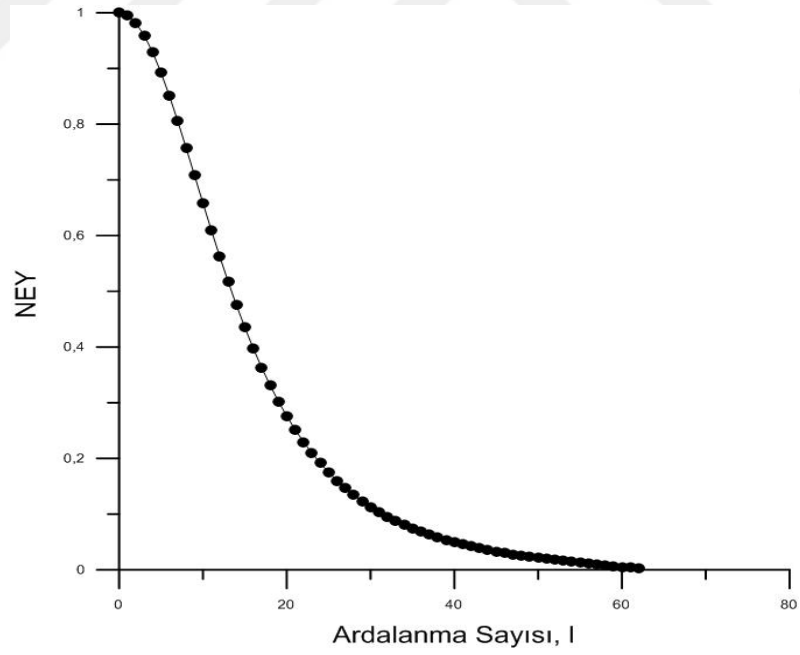
Şekil 4.33 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.34 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

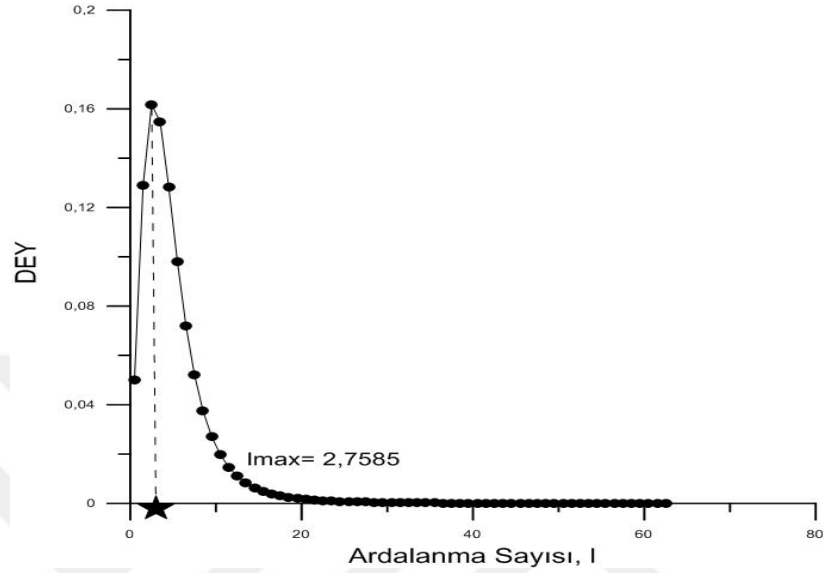


Şekil 4.35 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

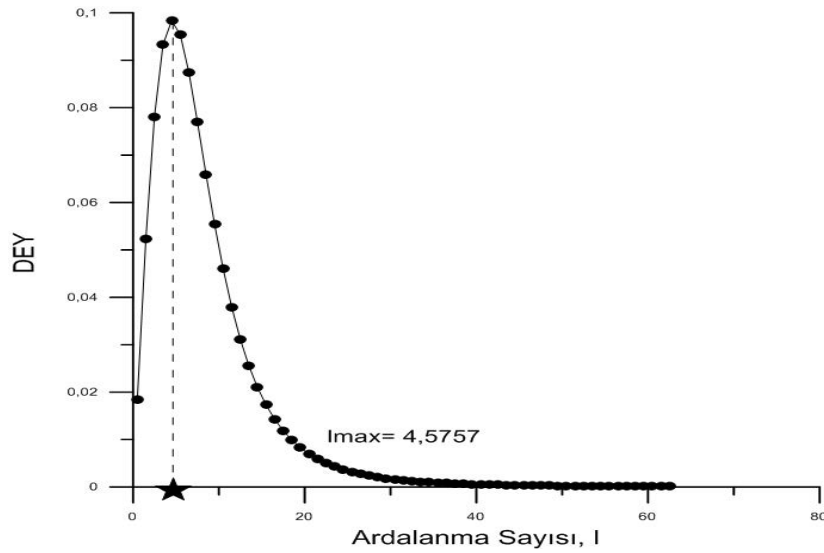


Şekil 4.36 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

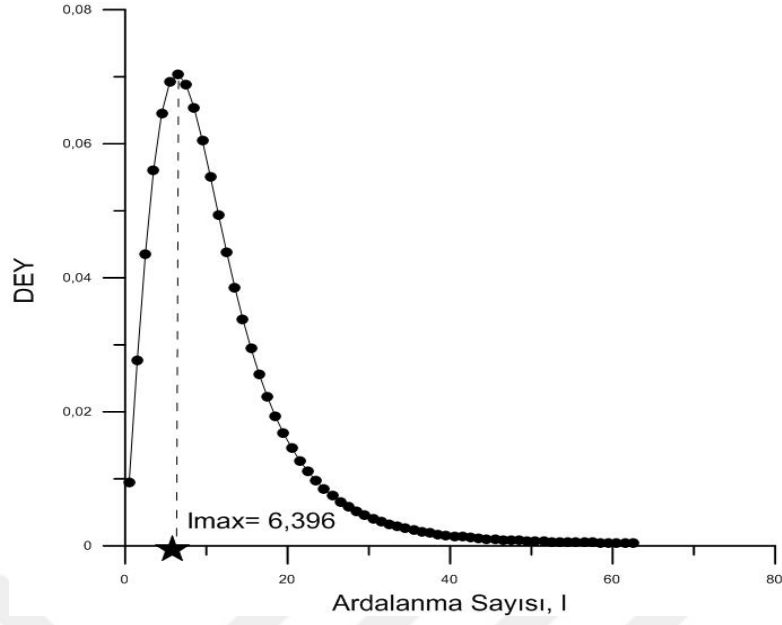
NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri sırasıyla Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da gösterilmiş, grafik üzerinde elde edilen  $l_{max}$  değerleri belirtilmiştir.



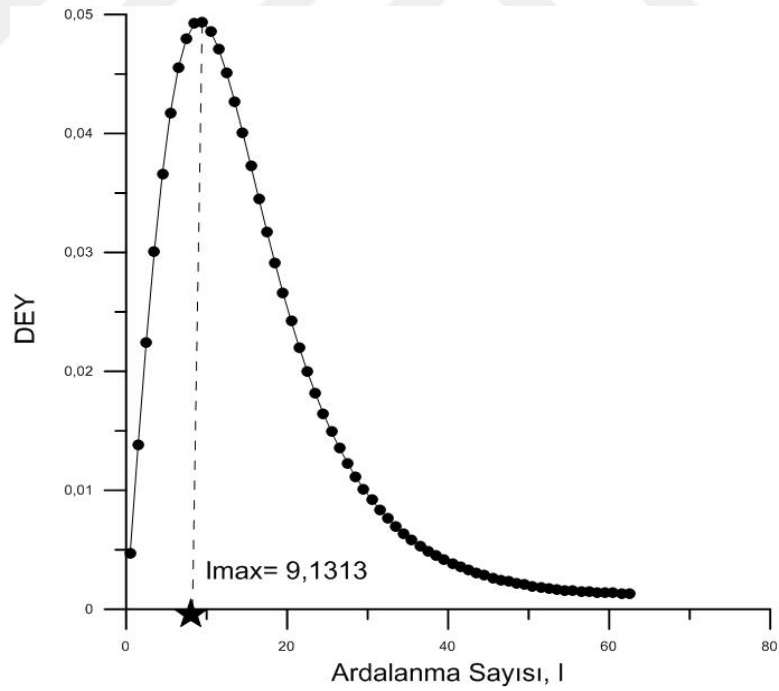
Şekil 4.37 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.38 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



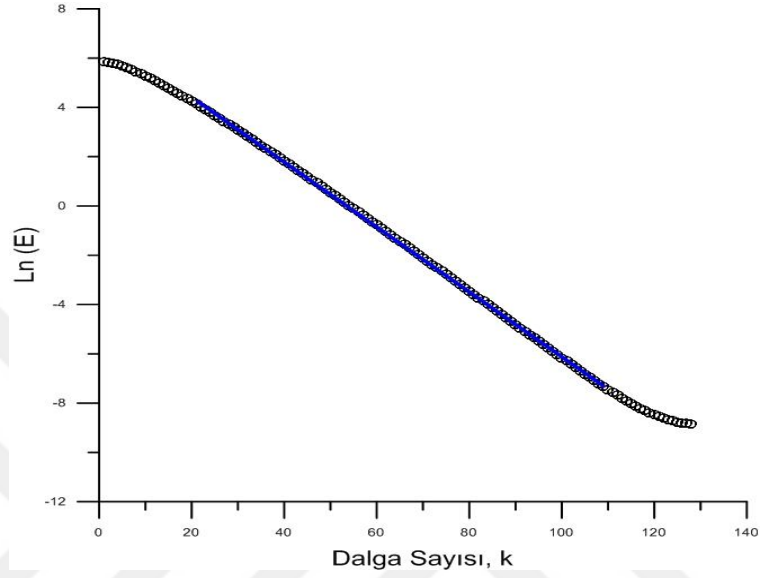
Şekil 4.39 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



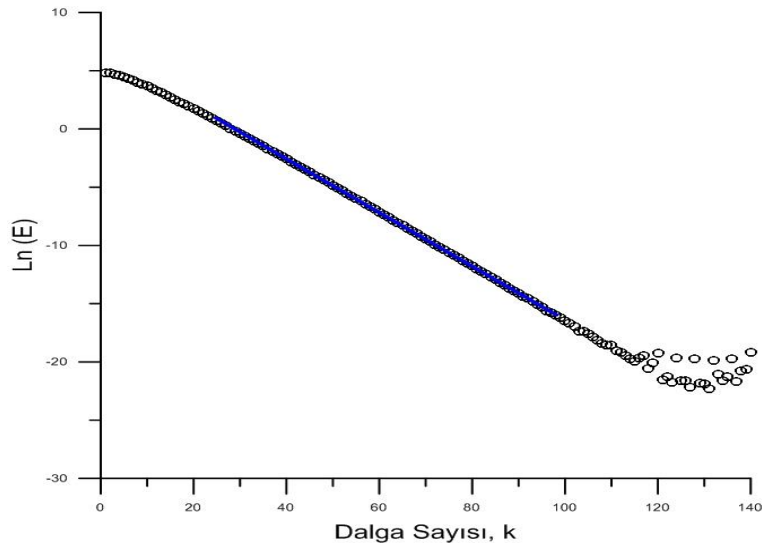
Şekil 4.40 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



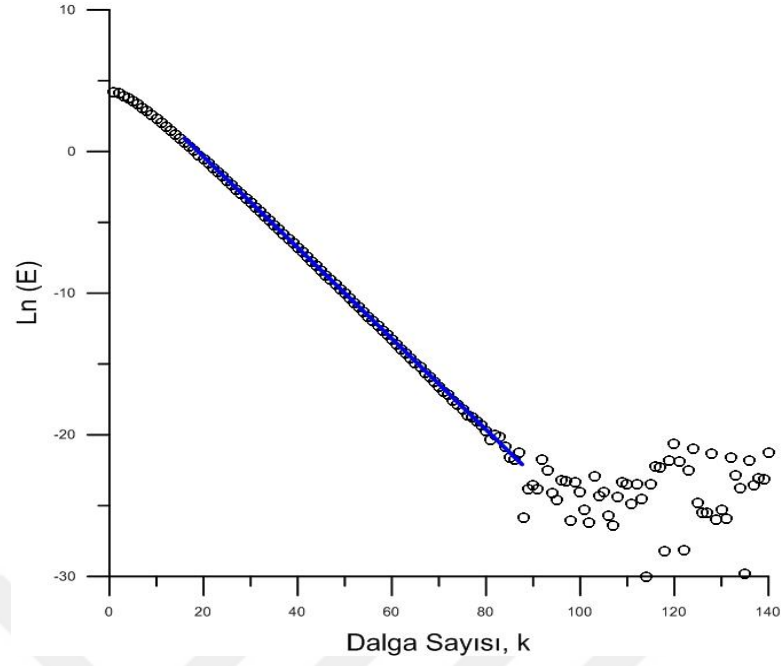
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'te verilmiştir.



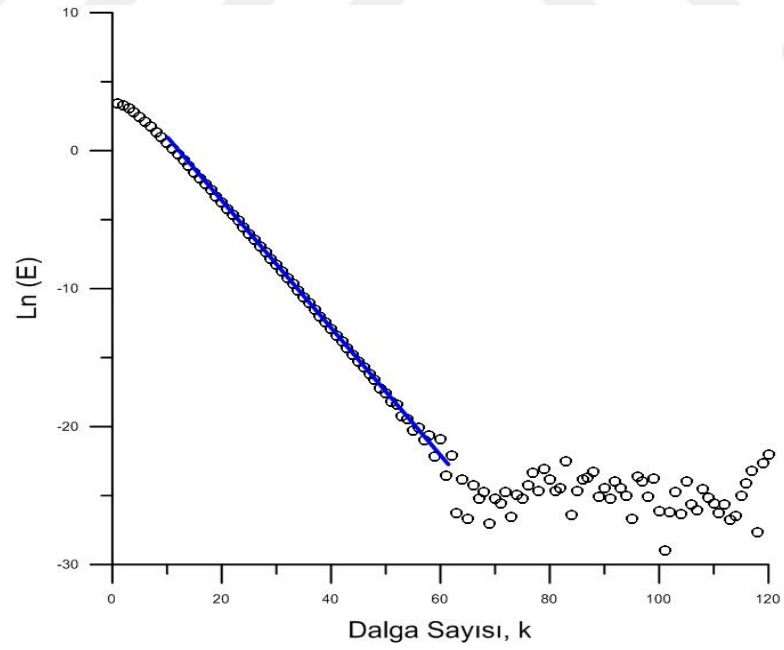
Şekil 4.41 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 3 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 4.42 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 4.43 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 7 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 4.44 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 10 km derinlikteki küre kütlesinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal küre yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

Tablo 4.3 Profil uzunluğu 256 km olan kuramsal küre modeli ve farklı derinliklere karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL KÜRE MODEL</b>			
<b>Profil Uzunluğu (256 km)</b>			
<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>	$l_{max}$ <b>değeri</b>	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>	
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>
3	2,7585	3,006765	3,0091
5	4,5757	4,98513	4,7183
7	6,396	6,97164	6,6149
10	9,1313	9,953117	9,1310

Tablo 4.3'te, çalışmada elde edilmiş derinlik değerlerinin karşılaştırılması sonucu değerlerin birbirine çok yakın sonuçlar olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.4 Kuramsal küre modeline değişen profil uzunluğu etkisi ve Walsh ve Fourier dönüşümü ile elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL KÜRE MODEL</b>						
<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>	<b>Profil Uzunluğu (km)</b>					
	<b>64</b>		<b>128</b>		<b>256</b>	
	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>	
	<b>Walsh S.</b>	<b>Fourier Güç S.</b>	<b>Walsh S.</b>	<b>Fourier Güç S.</b>	<b>Walsh S.</b>	<b>Fourier Güç S.</b>
3	3,0097	2,8278	3,0027	2,6793	3,0067	3,0091
5	5,0495	4,8253	4,9962	4,8029	4,9875	4,7183
7	7,4528	6,5335	6,9854	6,6107	6,9716	6,6149
10	-----	-----	10,073	9,9357	9,9531	9,1310

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere, Walsh ve Fourier yöntemleriyle elde edilmiş olan derinlik değerlerinin karşılaştırılması neticesinde, değerlerin birbiriyle oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### **4.1.2 Yatay Sonsuz Silindir Model Çalışması**

Yapılan kuramsal çalışmalarda, ideal bir yatay sonsuz silindir yapının gravite anomalilerinin derinlikleri 4.2'de belirtilen bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Derinlik} = (0,847 \pm 0,015) \cdot l_{max} \quad (4.2)$$

#### **Örnek 4.4**

Bu çalışmada kuramsal bir yatay sonsuz silindir yapının gravite anomalisine, farklı uzunluğa sahip profillerin etkisinin ne olduğu incelenmiş ve ideal küre yapının anomalilerini hesaplariken kullanılan çeşitli parametreler ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

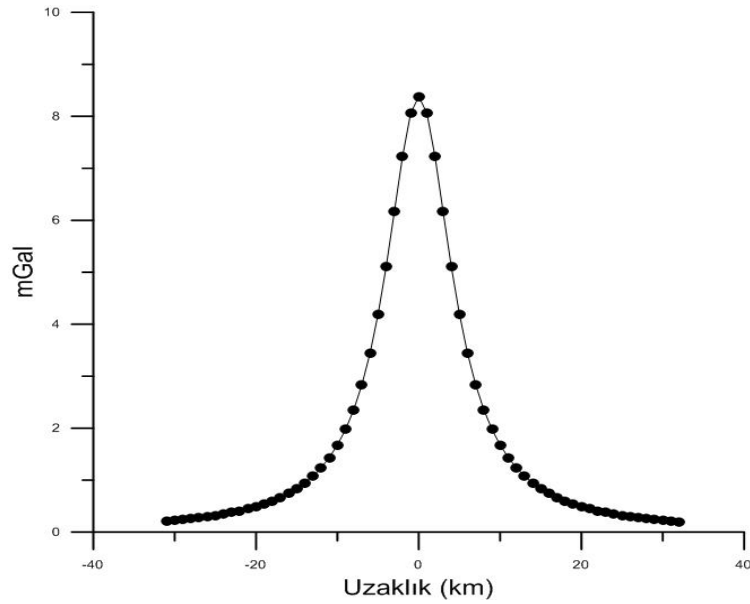
- Derinlik: 5 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 64, 128, 256 km

Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri Şekil 4.45, Şekil 4.49 ve Şekil 4.53'te gösterilmiştir.

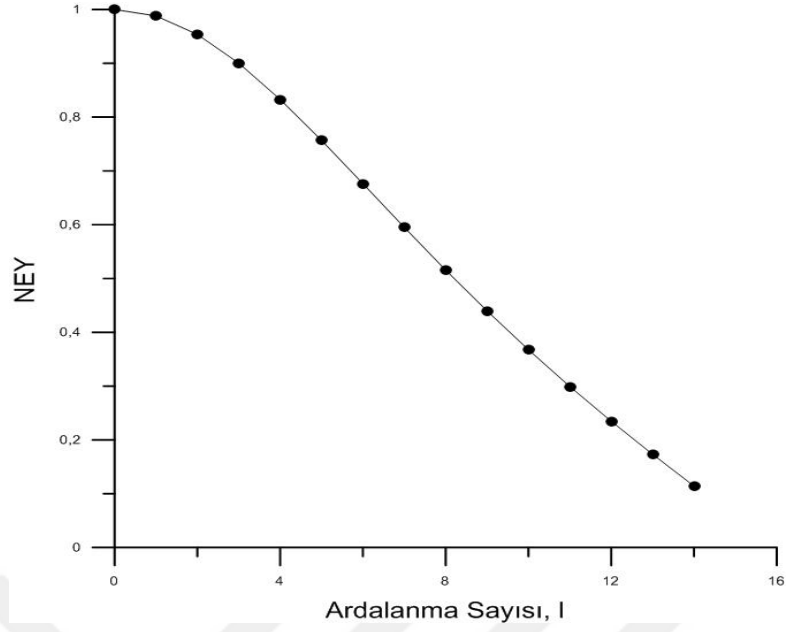
Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.46, Şekil 4.50 ve Şekil 4.54'te verilmiştir.

NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri Şekil 4.47, Şekil 4.51 ve Şekil 4.55'te gösterilmiştir. Ayrıca grafik üzerinde elde edilen  $I_{max}$  değerleri belirtilmiştir.

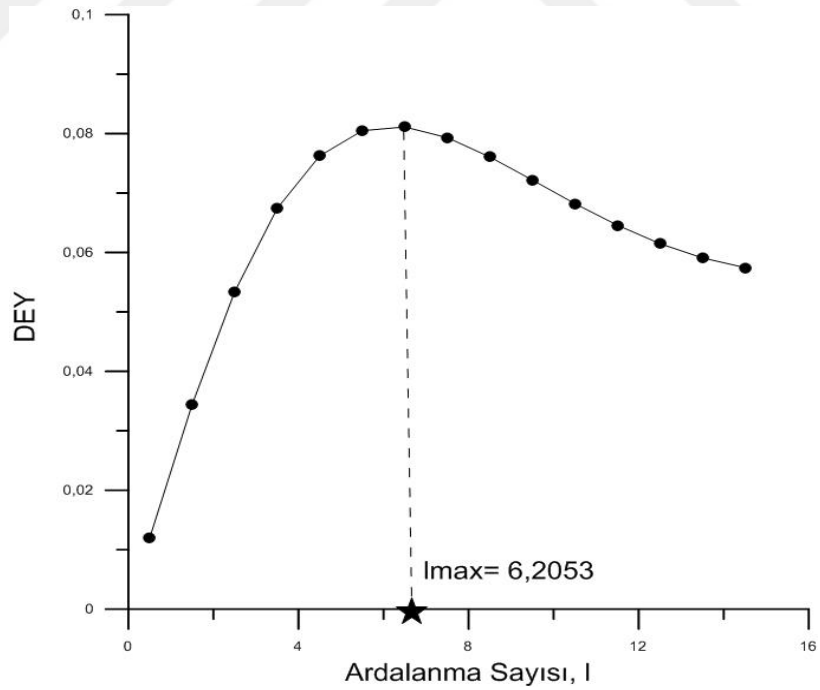
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.48, Şekil 4.52 ve Şekil 4.56'da verilmiştir.



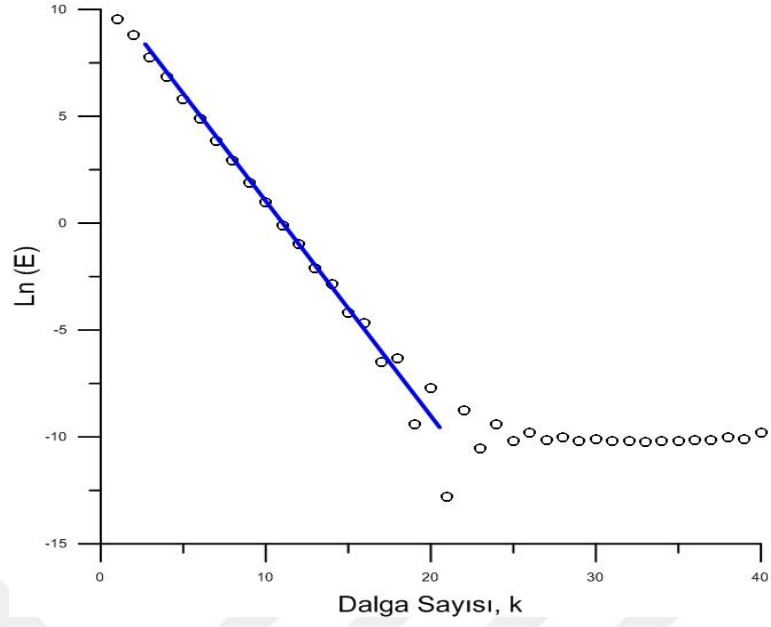
Şekil 4.45 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



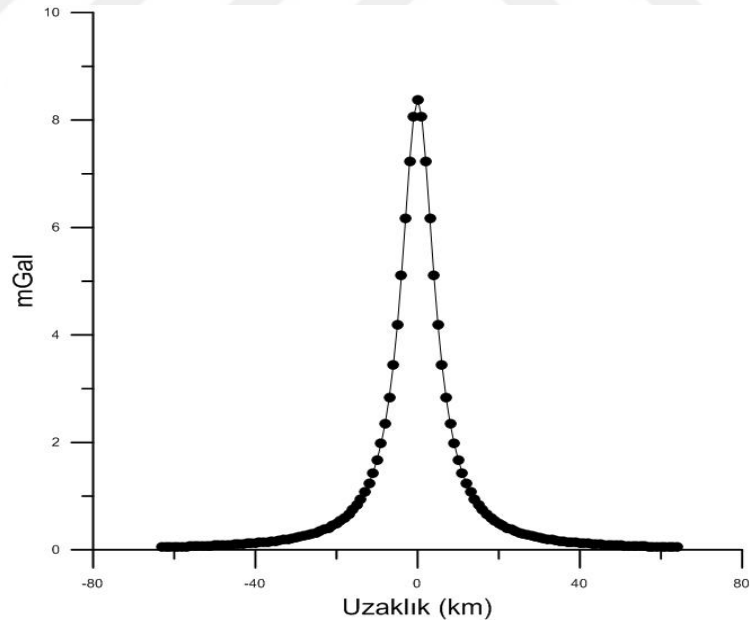
Şekil 4.46 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlelinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



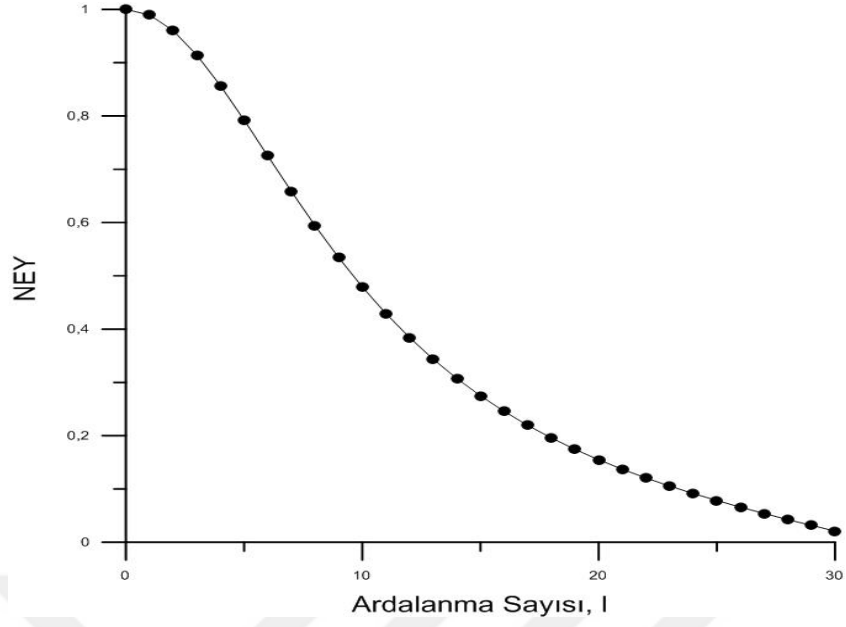
Şekil 4.47 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlelinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



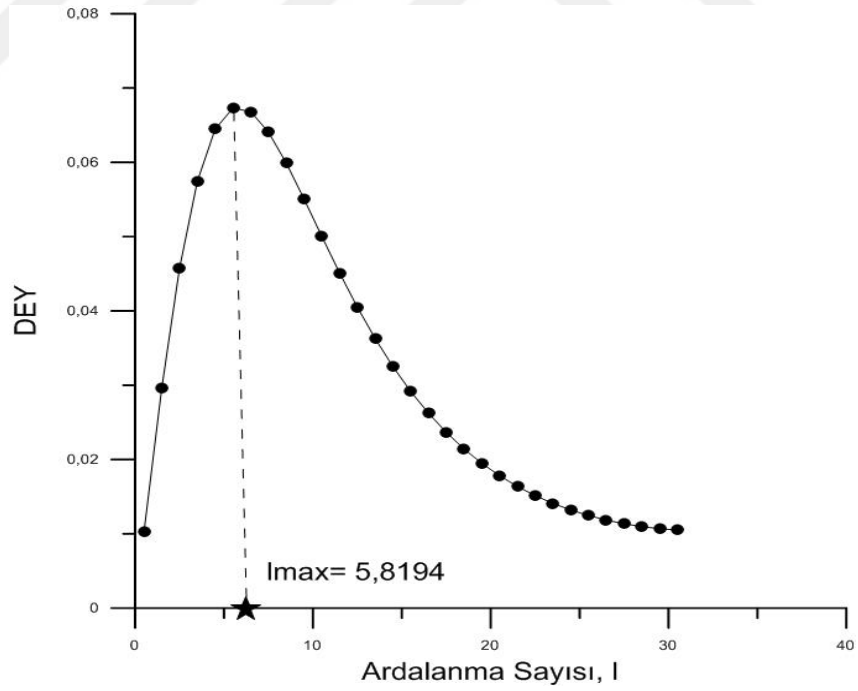
Şekil 4.48 Profil uzunluğunun 64 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



Şekil 4.49 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi

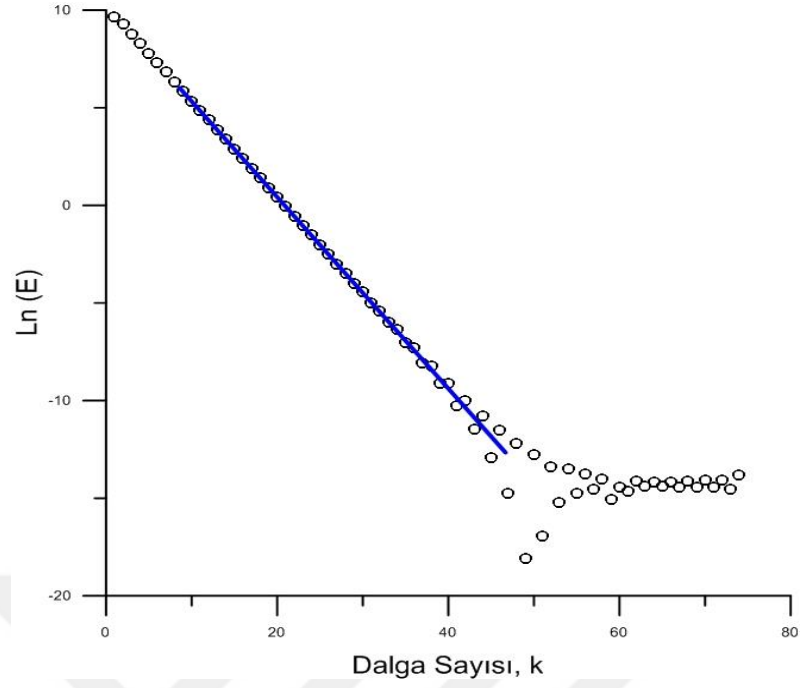


Şekil 4.50 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

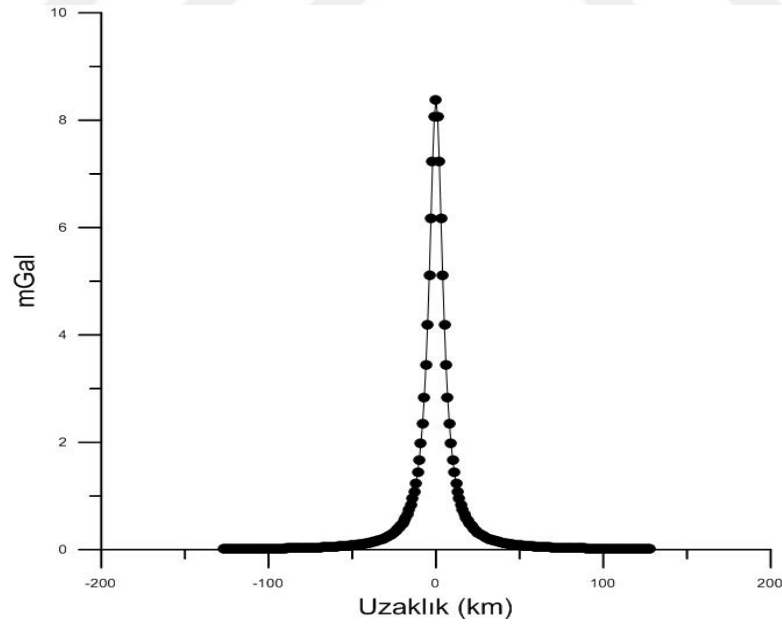


Şekil 4.51 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

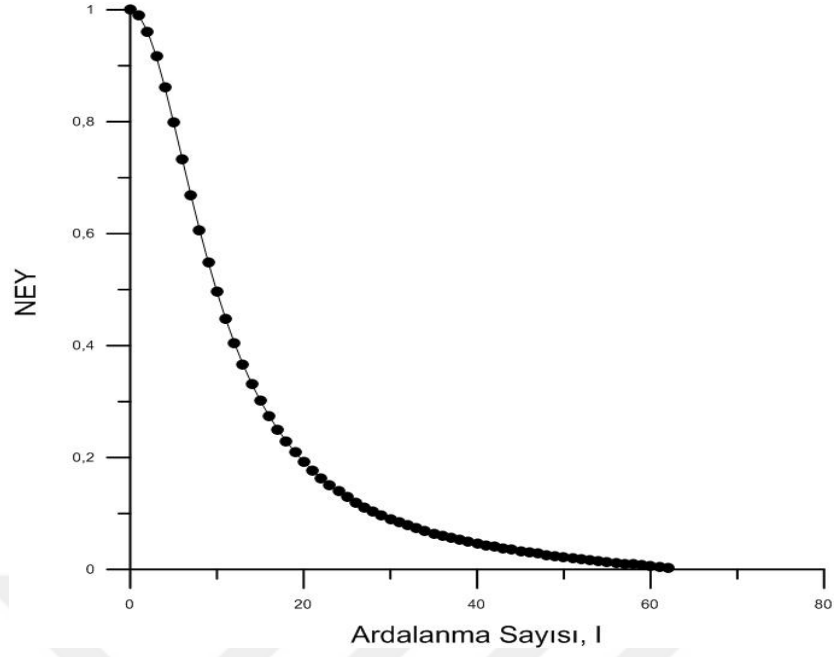




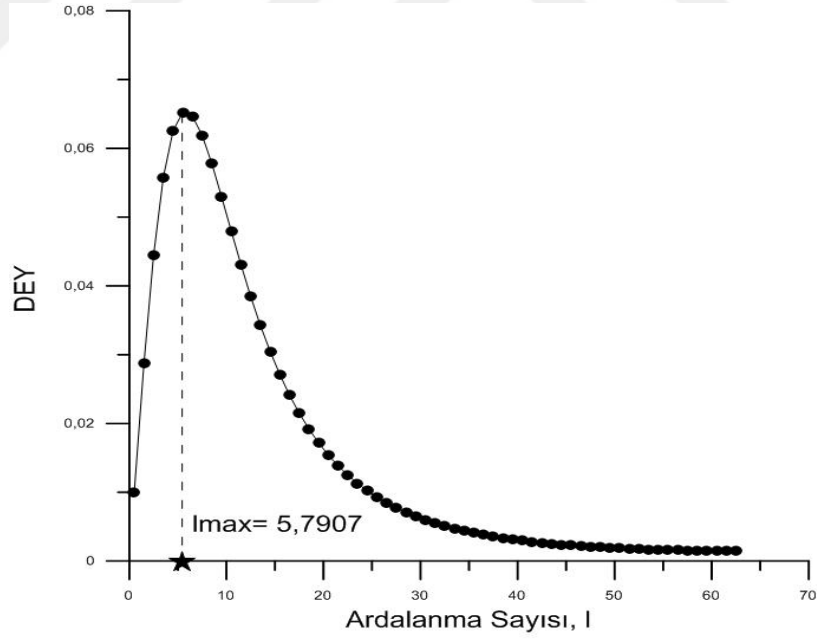
Şekil 4.52 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlelin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



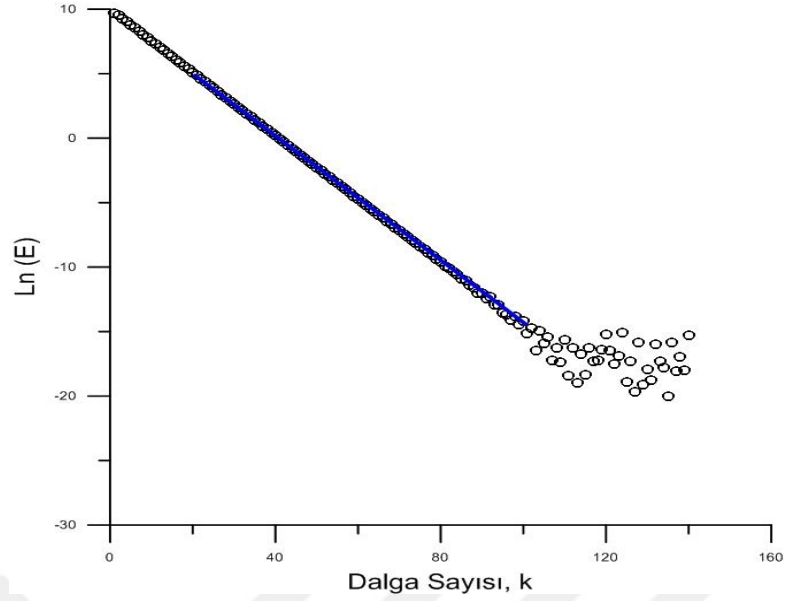
Şekil 4.53 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlelin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



Şekil 4.54 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.55 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.56 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki yatay çizgisel kütlelin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal yatay sonsuz silindir bir yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5 Kuramsal yatay sonsuz silindir modeli ve farklı profil uzunluklarına karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL YATAY SONSUZ SİLİNDİR MODEL</b>				
<b>Profil Uzunluğu (km)</b>	$l_{max}$ değeri	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>	
64	6,2053	5,2558	5,1930	5
128	5,8194	4,9286	4,9141	5
256	5,7907	4,9047	4,9017	5

Tablo 4.5'te, çalışma sonucunda Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerlerinin oldukça uyumlu olduğu görülmektedir.

#### **Örnek 4.5**

Yapılan bu çalışma kapsamında kuramsal bir yatay sonsuz silindir yapının gravite anomalisine, 128 km uzunluğunda bir profil üzerinde değişen örnekleme aralığının etkisinin ne olduğu incelenmiştir ve ideal küre yapının anomalilerini hesaplarken kullanılan çeşitli parametreler ise aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

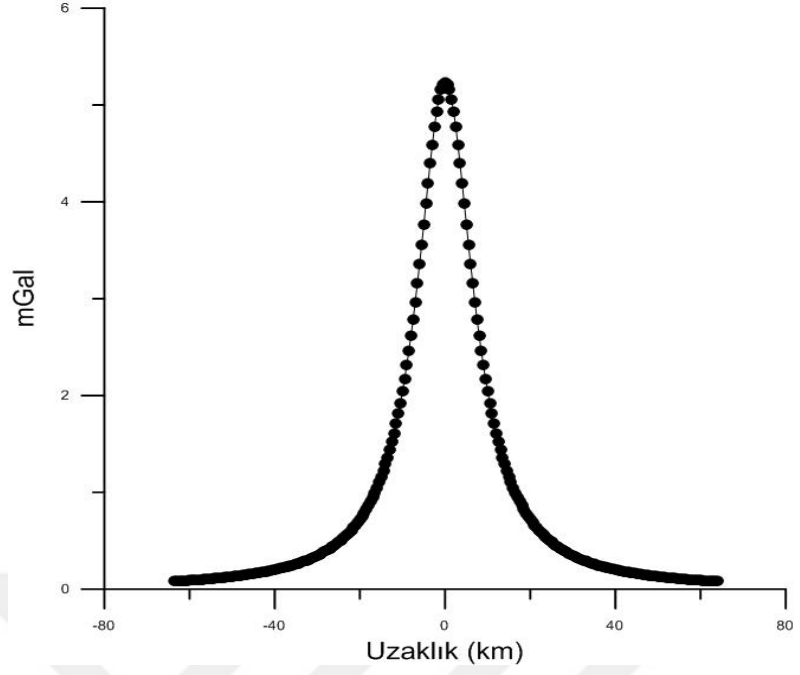
- Derinlik: 8 km
- Örnekleme aralığı: 0.5, 1, 2, 4 km
- Profil uzunluğu: 128 km

Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri Şekil 4.57, Şekil 4.61, Şekil 4.65 ve Şekil 4.69'da gösterilmiştir.

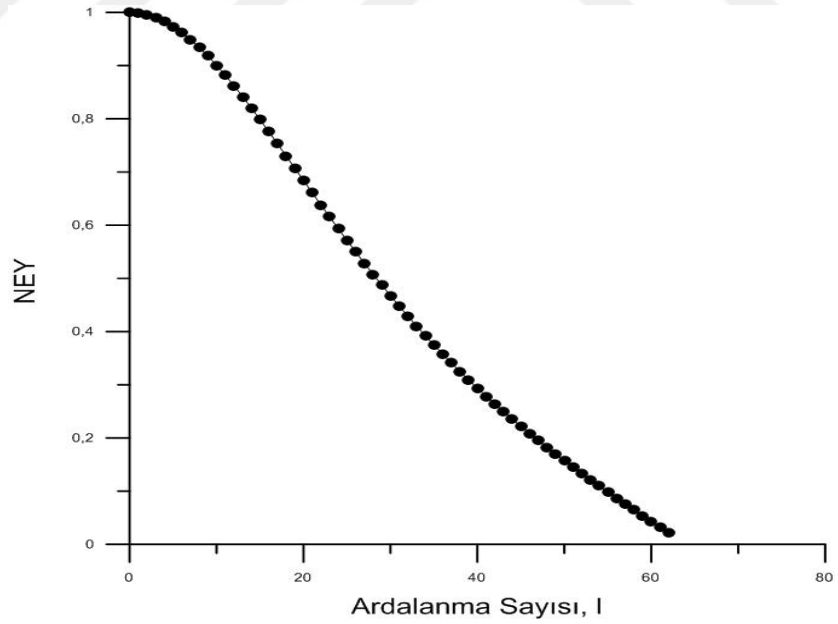
Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk ( NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.58, Şekil 4.62, Şekil 4.66 ve Şekil 4.70'te verilmiştir.

NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri Şekil 4.59, Şekil 4.63 Şekil 4.67 ve Şekil 4.71'de gösterilmiştir ve grafik üzerinde elde edilen  $l_{max}$  değerleri belirtilmiştir.

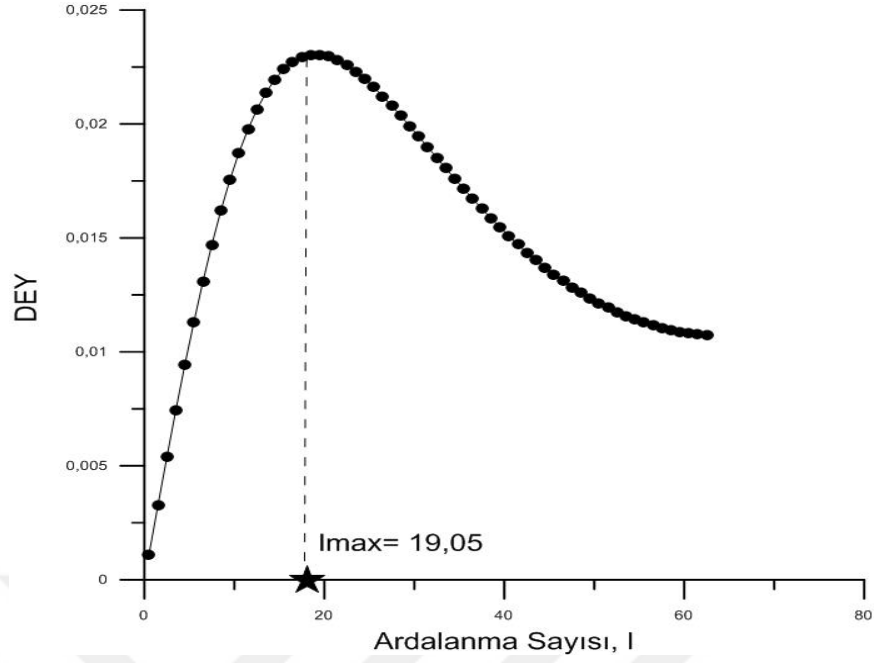
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.60, Şekil 4.64, Şekil 4.68 ve Şekil 4.72'de verilmiştir.



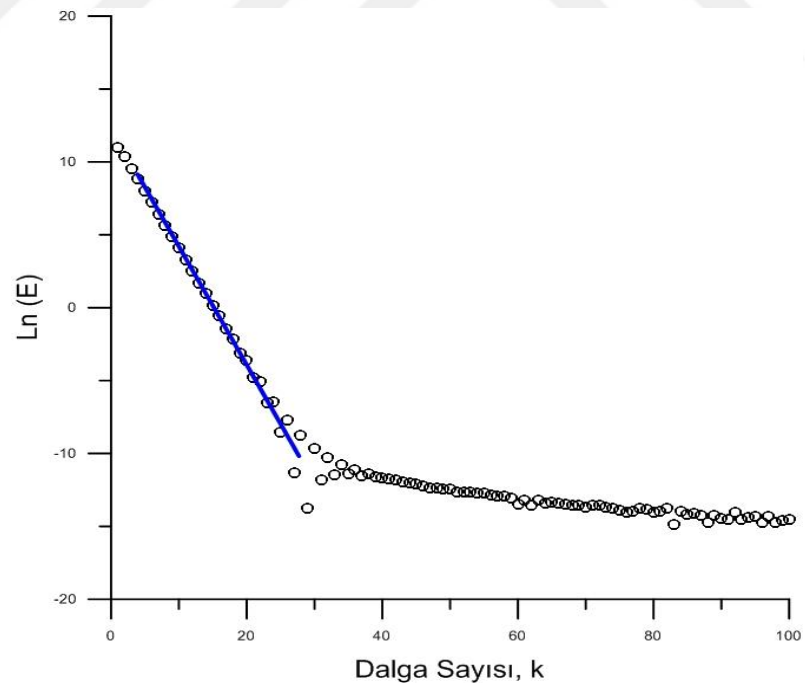
Şekil 4.57 0,5'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



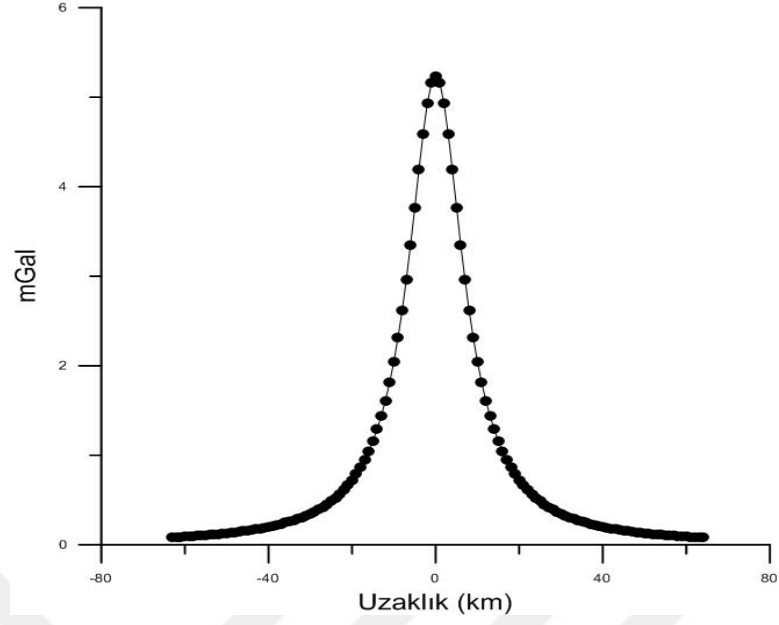
Şekil 4.58 0,5'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütleinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



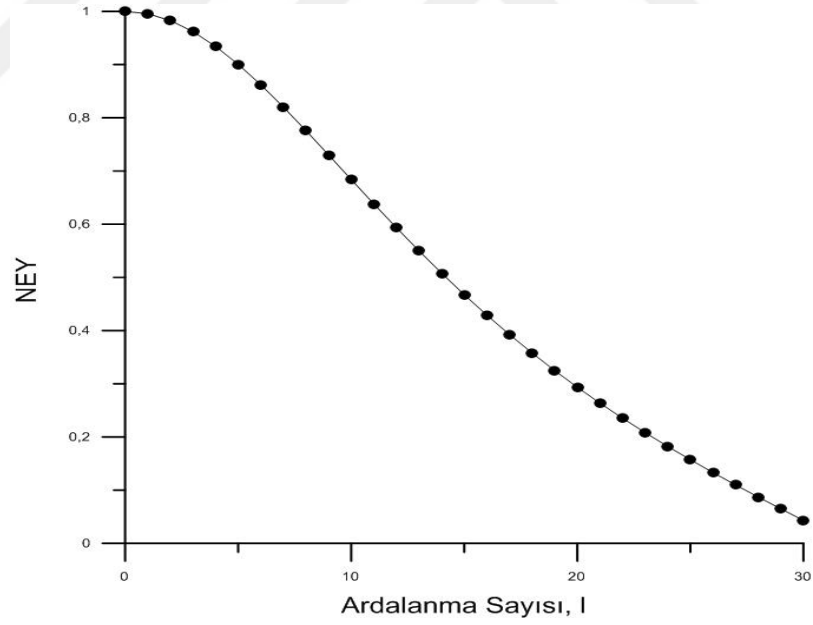
Şekil 4.59 0,5'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



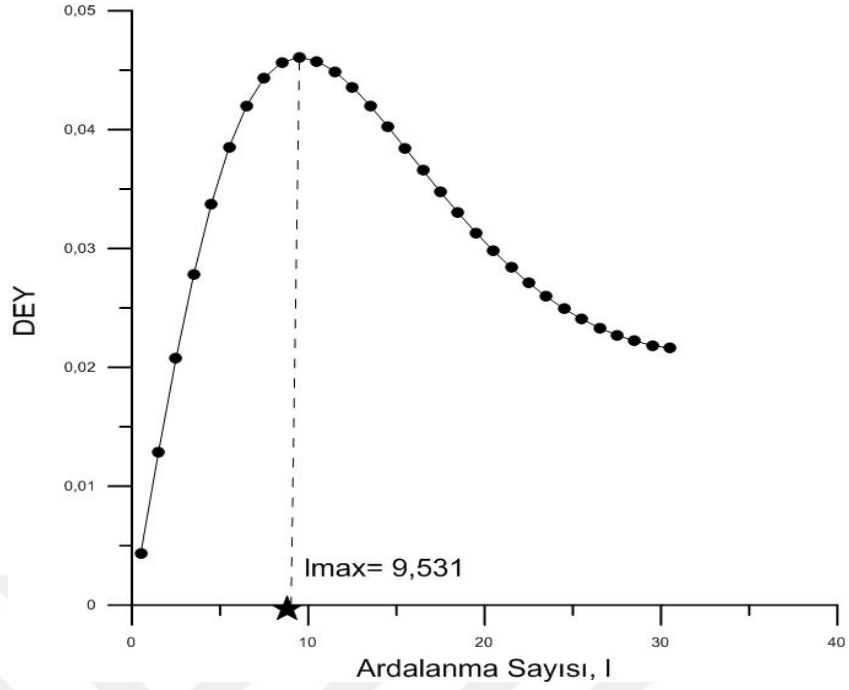
Şekil 4.60 0,5'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



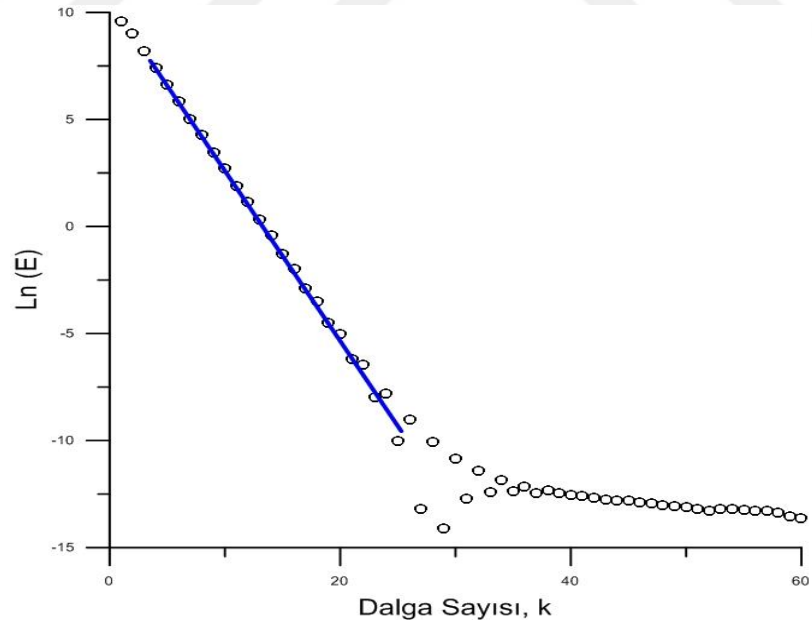
Şekil 4.61 1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



Şekil 4.62 1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

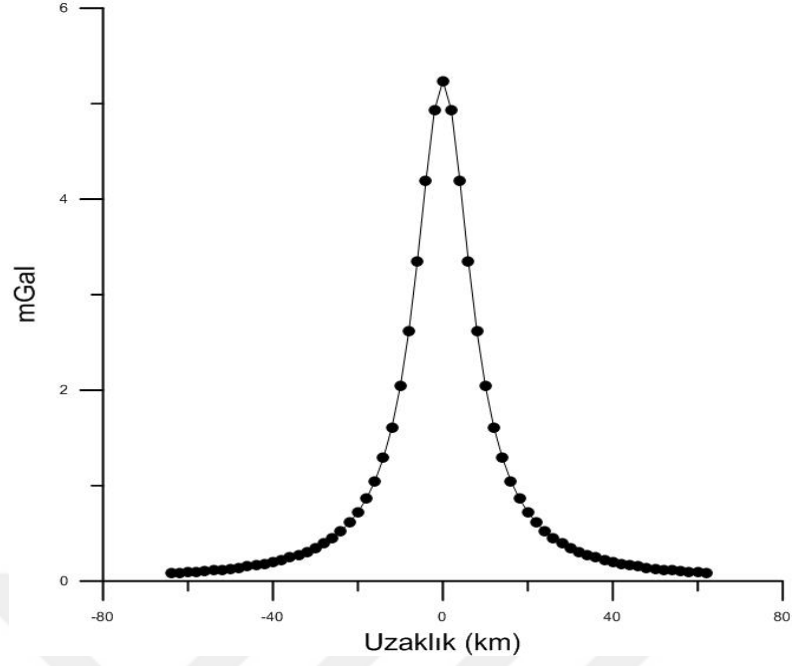


Şekil 4.63 1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

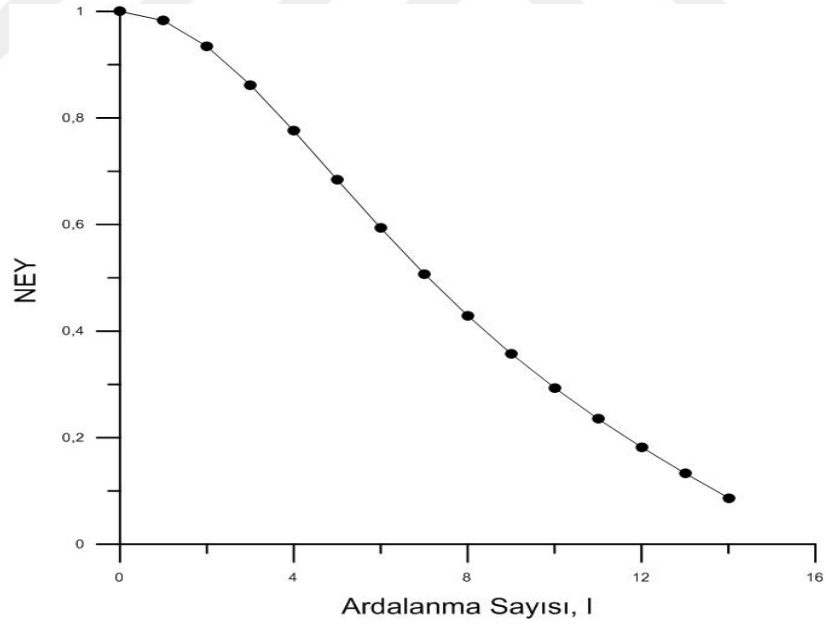


Şekil 4.64 1'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

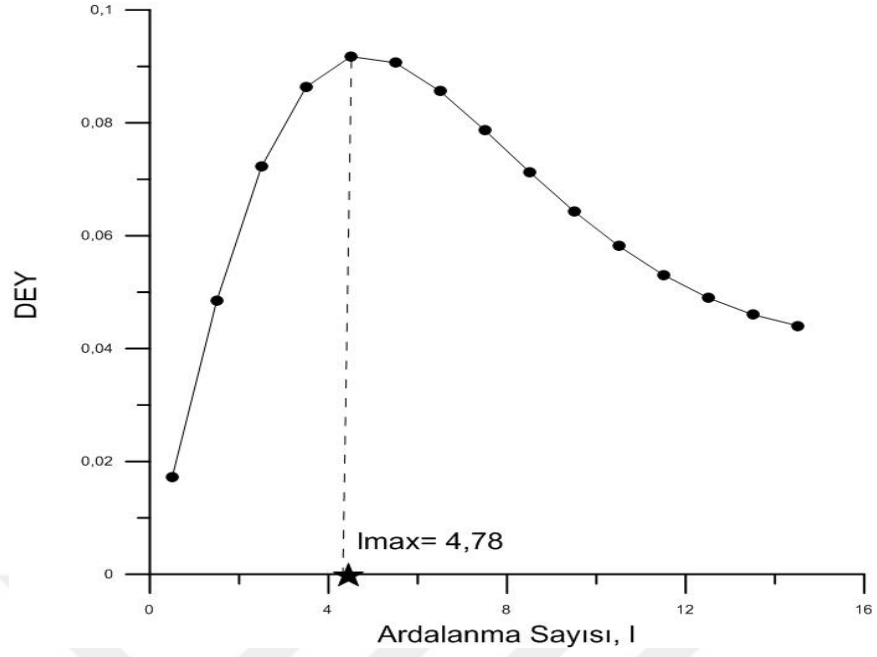




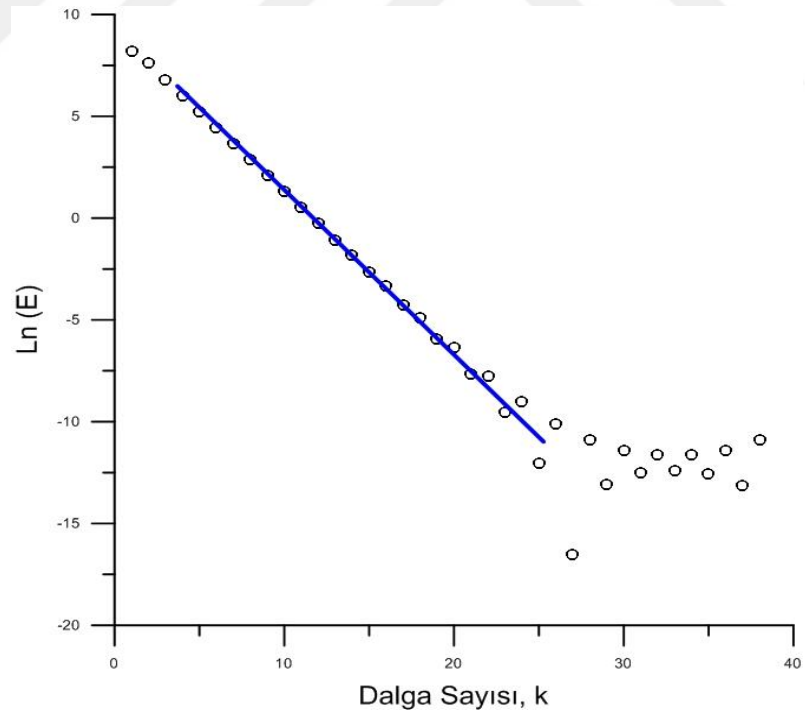
Şekil 4.65 2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



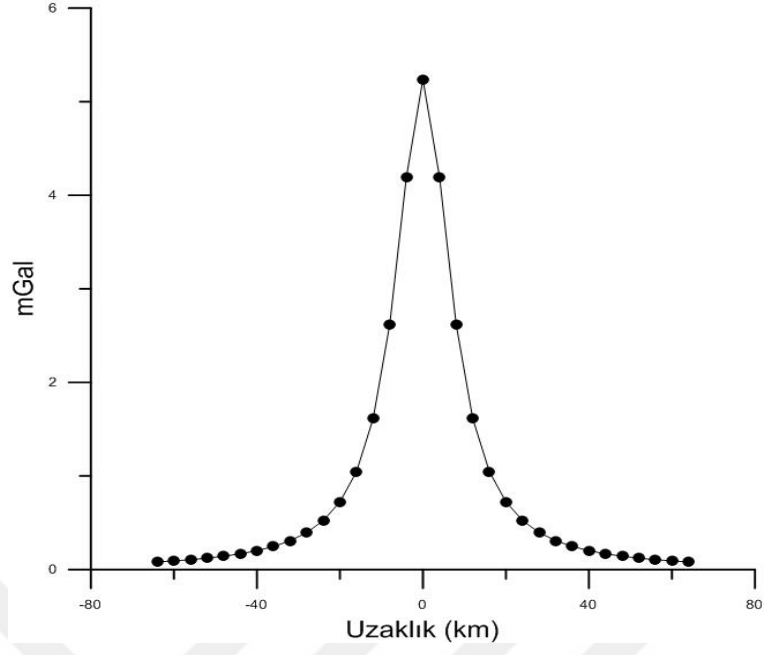
Şekil 4.66 2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalized edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



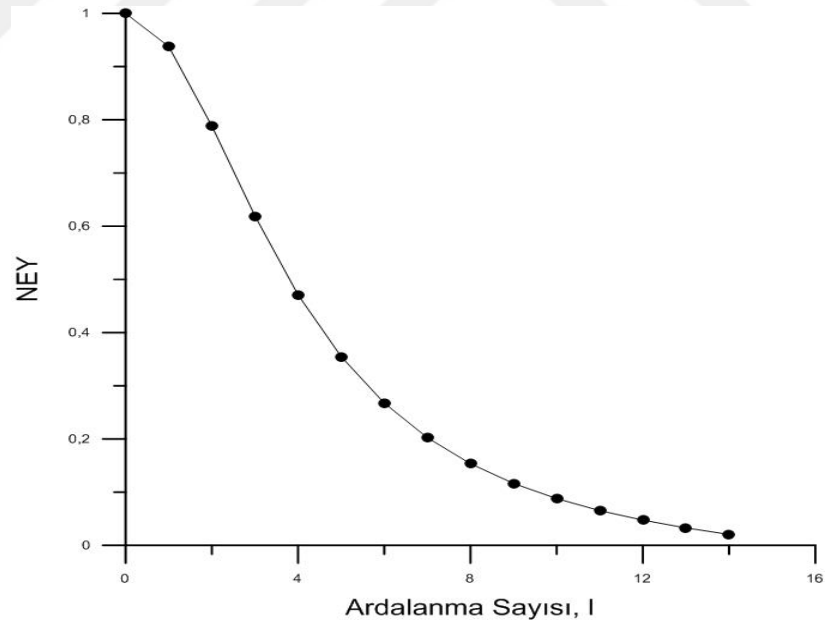
Şekil 4.67 2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



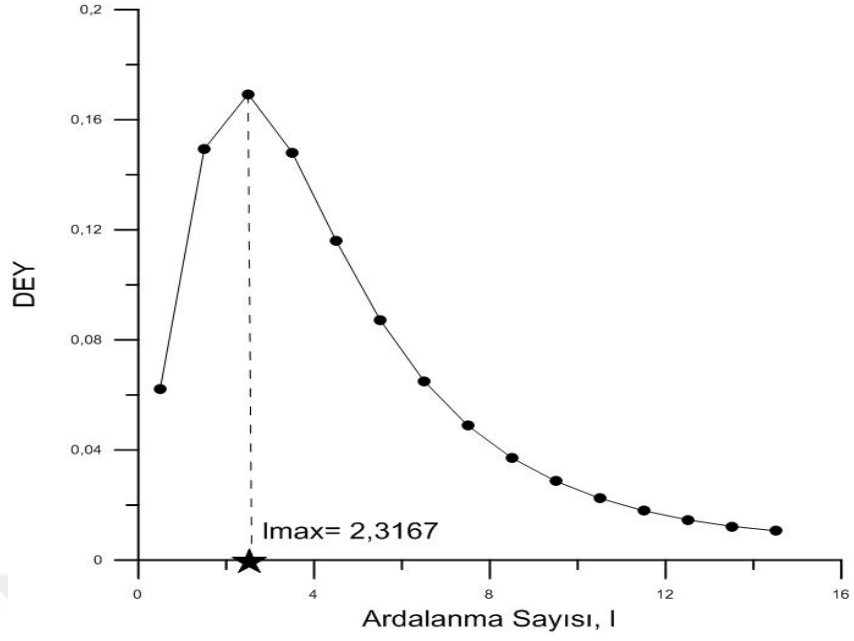
Şekil 4.68 2'şer km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi



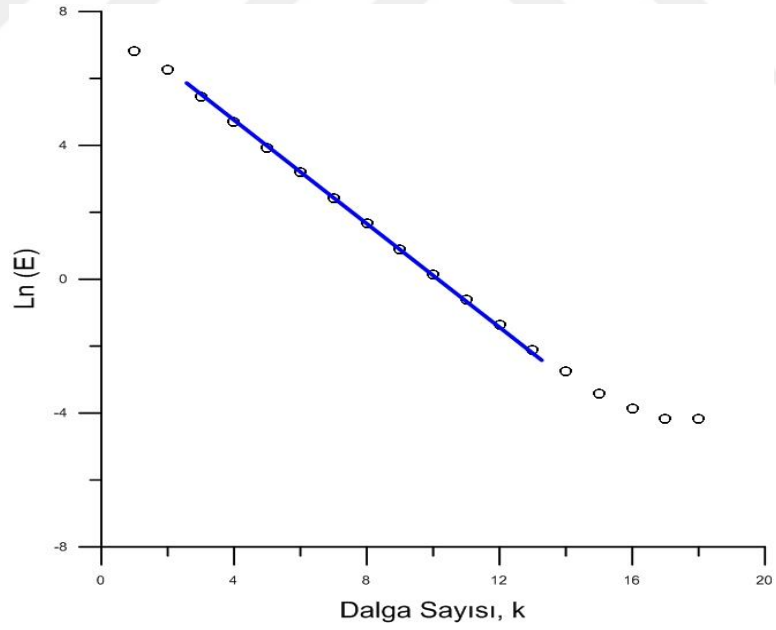
Şekil 4.69 4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) gravite anomalisi



Şekil 4.70 4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlenin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.71 4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelinin (yatay sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.72 4'er km aralıklarla örneklendirilen yatay çizgisel kütlelinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal yatay sonsuz silindir bir yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

Tablo 4.6 Profil uzunluğu 128 km olan kuramsal yatay sonsuz silindir modeli ve farklı örnekleme aralıklarına karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL YATAY SONSUZ SİLİNDİR MODEL</b>				
<b>Profil Uzunluğu (128 km)</b>				
<b>Örnekleme Aralığı (km)</b>	<b><math>l_{max}</math> değeri</b>	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>	
0,5	19,05	8,067675	8,0049	8
1	9,531	8,072757	8,0573	8
2	4,78	8,09732	8,0302	8
4	2,3167	7,8489	7,8149	8

Tablo 4.6’da görüldüğü üzere, ideal yapıya ait derinlik değerleri gerçeğe oldukça yakın değerlerdir.

### 4.1.3 Düşey Sonsuz Silindir Model Çalışması

Yapılan kuramsal çalışmada ideal bir düşey sonsuz silindir yapının gravite anomalisinin derinliği 4.3'te belirtilen bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

#### Örnek 4.6

Bu çalışmada kuramsal bir düşey sonsuz silindir yapının gravite anomalisine, farklı uzunluğa sahip profillerin etkisinin ne olduğu incelenmiştir.

İdeal düşey sonsuz bir silindir yapının gravite anomalilerini hesaplarken kullanılan çeşitli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

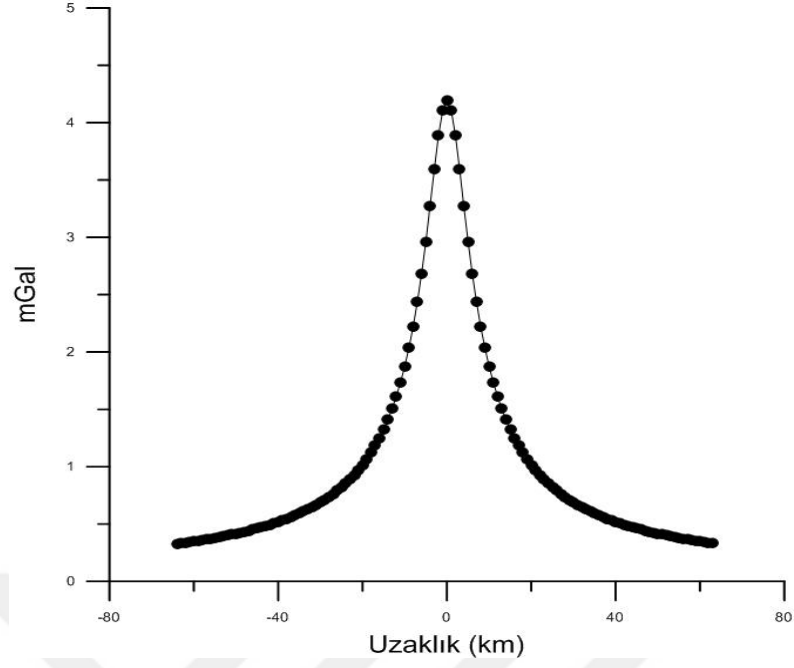
- Derinlik: 5 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 128, 256 km

Hesaplanan kuramsal gravite anomalileri Şekil 4.73 ve Şekil 4.77'de gösterilmiştir.

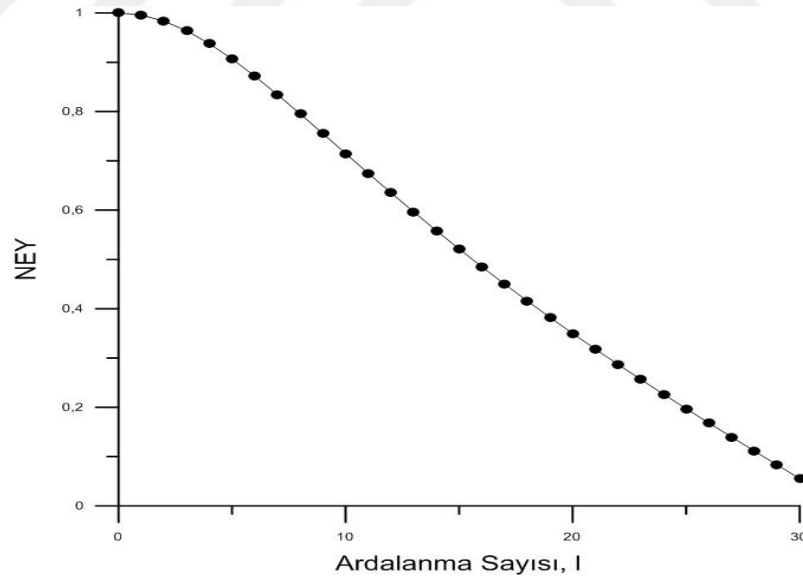
Kuramsal küre modeli Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri elde edilmiş ve eğriler Şekil 4.74 ve Şekil 4.78'de verilmiştir.

NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri Şekil 4.75 ve Şekil 4.79'da gösterilmiştir. Ayrıca grafik üzerinde elde edilen  $l_{max}$  değerleri belirtilmiştir.

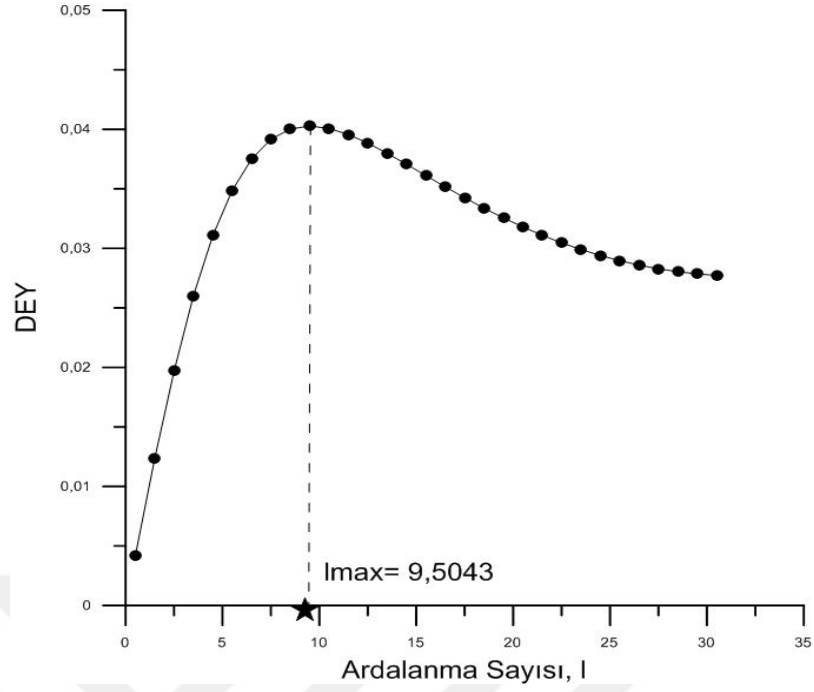
Kuramsal anomaliler ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier-Güç spektrum eğrileri Şekil 4.76 ve Şekil 4.80'de verilmiştir.



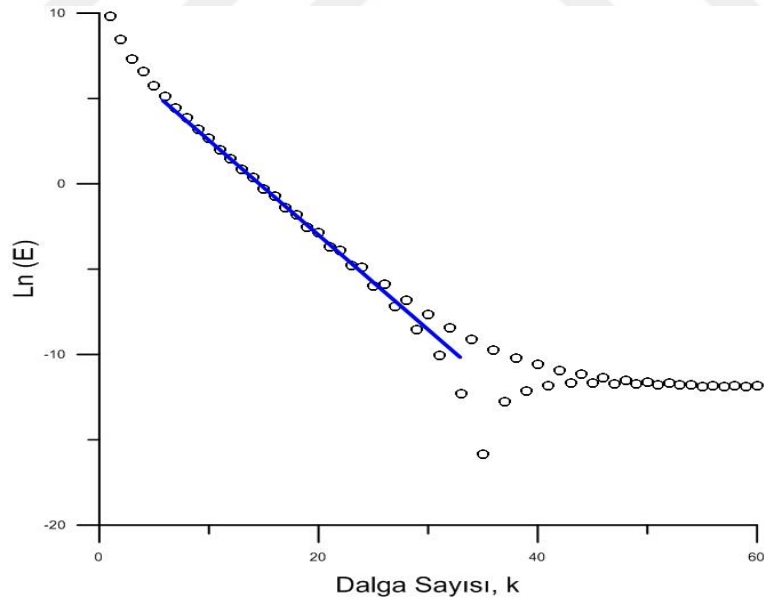
Şekil 4.73 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) gravite anomalisi



Şekil 4.74 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüştürme Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi

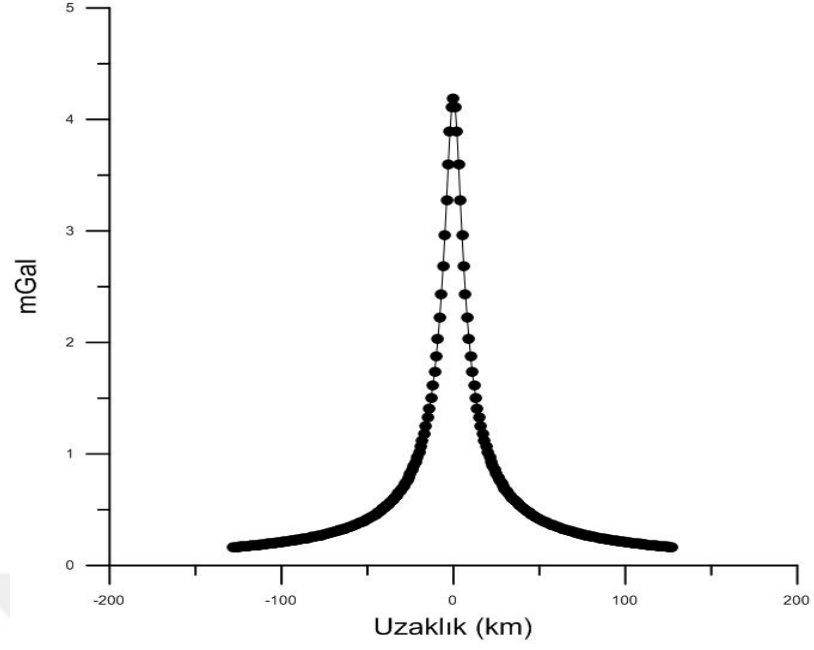


Şekil 4.75 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

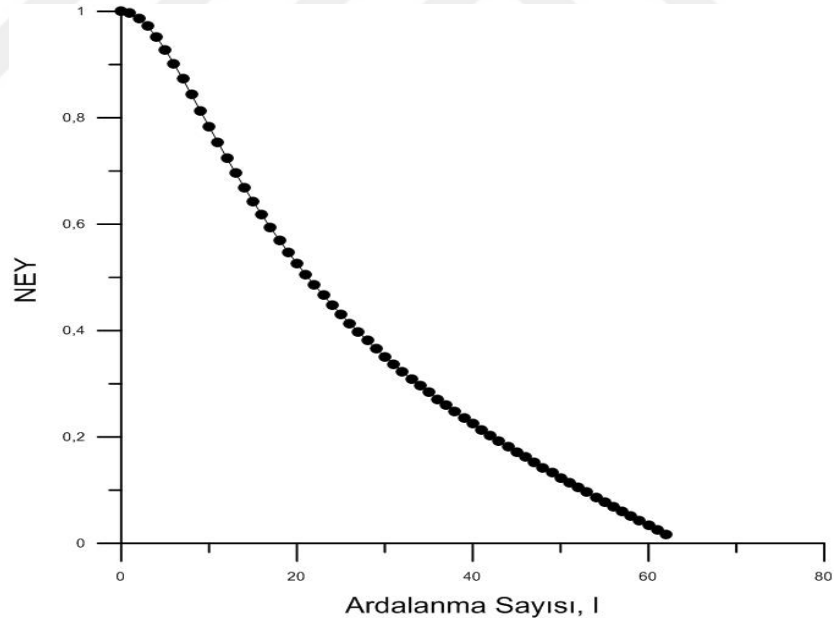


Şekil 4.76 Profil uzunluğunun 128 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

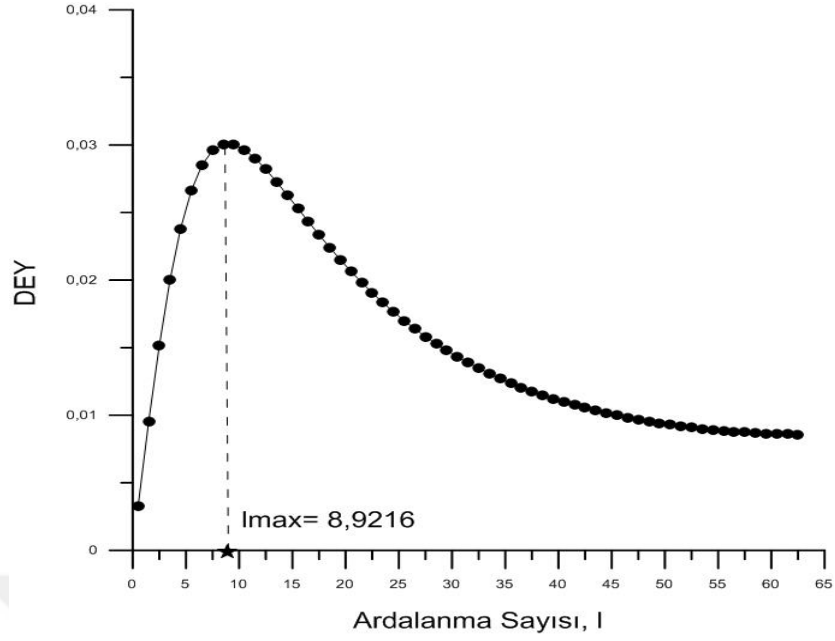




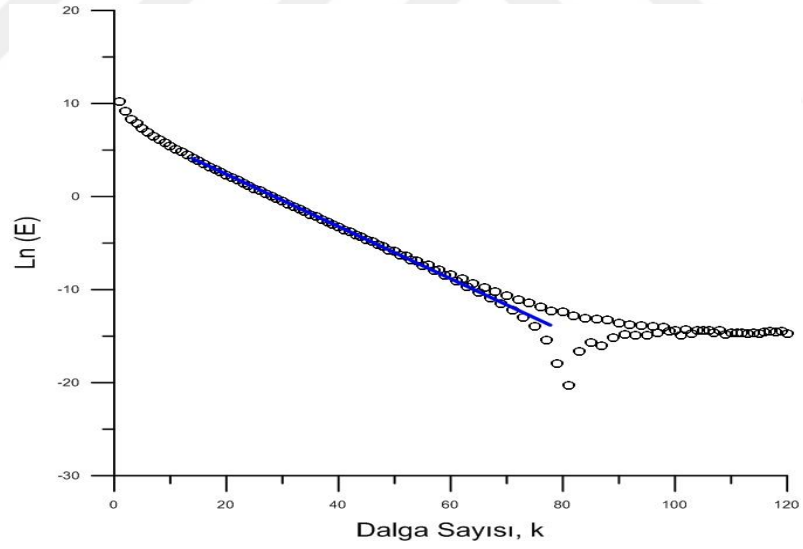
Şekil 4.77 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütleinin (düşey sonsuz silindir) gravite anomalisi



Şekil 4.78 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütleinin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.79 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin (düşey sonsuz silindir) Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.80 Profil uzunluğunun 256 km olduğu, 5 km derinlikteki düşey çizgisel kütlenin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Kuramsal düşey sonsuz silindir bir yapının gravite anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $l_{max}$  değerleri, elde edilen bu değerlerle hesaplanan derinlikler ve Güç spektrumu yöntemiyle elde edilen derinlik değerlerinin karşılaştırılması Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

$$\text{Derinlik} = (0,615 \pm 0,001) \cdot l_{max} + (-0,0096 \pm 0,0001) \cdot l_{max}^2 \quad (4.3)$$

Tablo 4.7 Kuramsal düşey sonsuz silindir modeli ve farklı profil uzunluklarına karşılık gelen  $l_{max}$  değerleri, Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>KURAMSAL DÜŞEY SONSUZ SİLİNDİR MODEL</b>				
<b>Profil Uzunluğu (km)</b>	$l_{max}$ değeri	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		<b>Kuramsal Derinlik (km)</b>
		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>	
128	9,5043	4,9594	4,9332	5
256	8,9216	4,7227	4,7276	5

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi elde edilen derinlik değerleri birbiriyle uyum göstermektedir.

#### 4.1.4 Gürültü Analizi

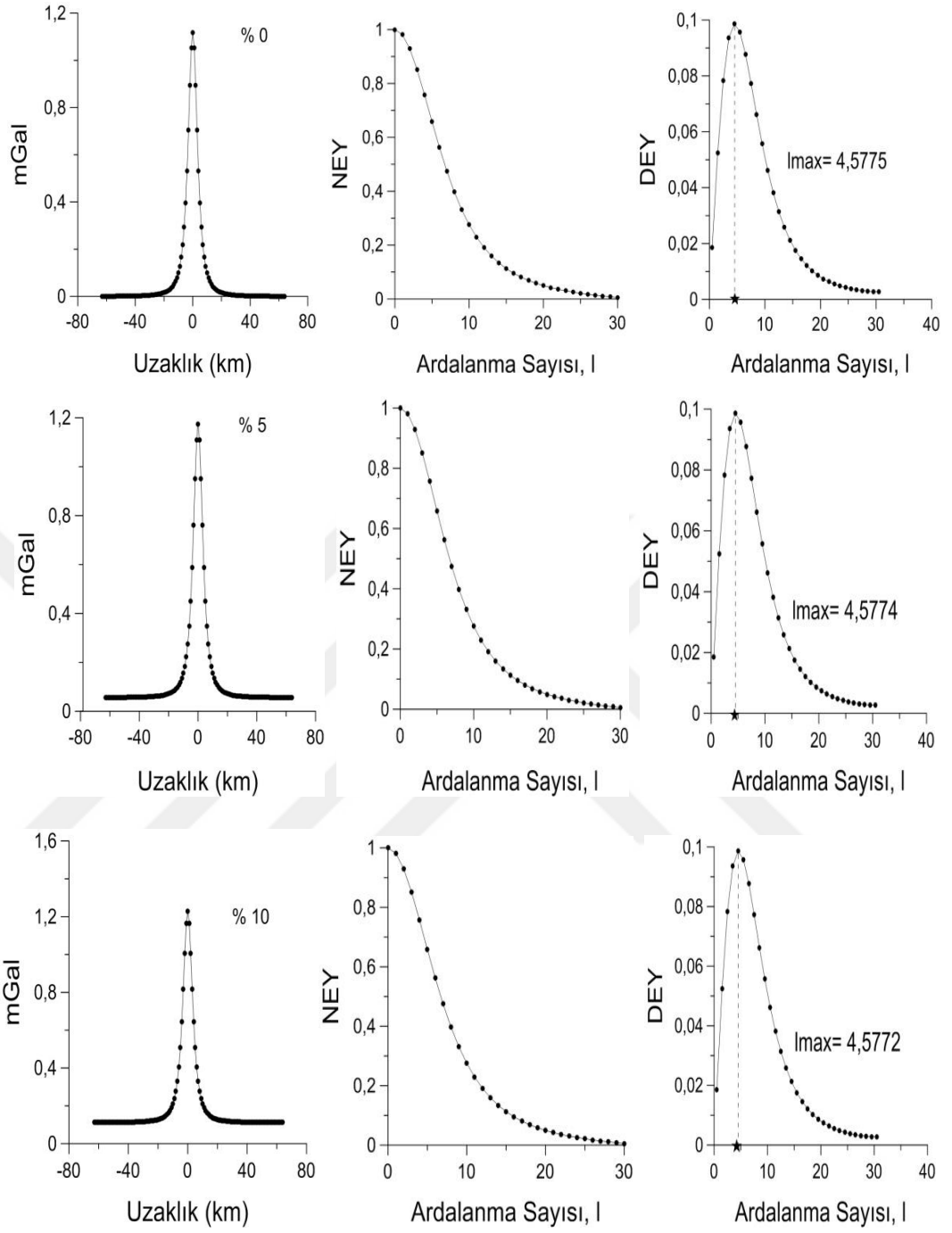
Araştırma kapsamında yapılan bu çalışmada, rastgele gürültü etkisi yani Gaussian rastgele gürültünün gravite anomalisine eklendiğindeki etkisi incelenmiştir.

#### Örnek 4.7

Bu çalışmada kuramsal küre modelinin anomali değerine maksimum değerlerinin % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenerek, oluşan anomali Walsh dönüşümü ile değerlendirilmiştir. Gravite anomalileri, Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri ve NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri elde edilmiştir (Şekil 4.81). DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $I_{max}$  değerleri ilgili bağıntıda 4.1'de yerine yazılarak yapıya ait derinlik hesaplaması yapılmıştır. Elde edilen derinlik değerleri Tablo 4.8' de sunulmuştur.

İdeal küre yapının gravite anomalilerini hesaplarken kullanılan çeşitli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Derinlik: 5 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 128 km



(a)

(b)

(c)

Şekil 4.81 (a) Sırasıyla maksimum değerinin % 0, % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenmiş küre gravite anomalileri (b) NEY eğrileri (c) DEY eğrileri

Tablo 4.8 Kuramsal küre modelindeki Gaussian gürültü etkisi ve Walsh dönüşümünden elde edilen derinlik değerleri

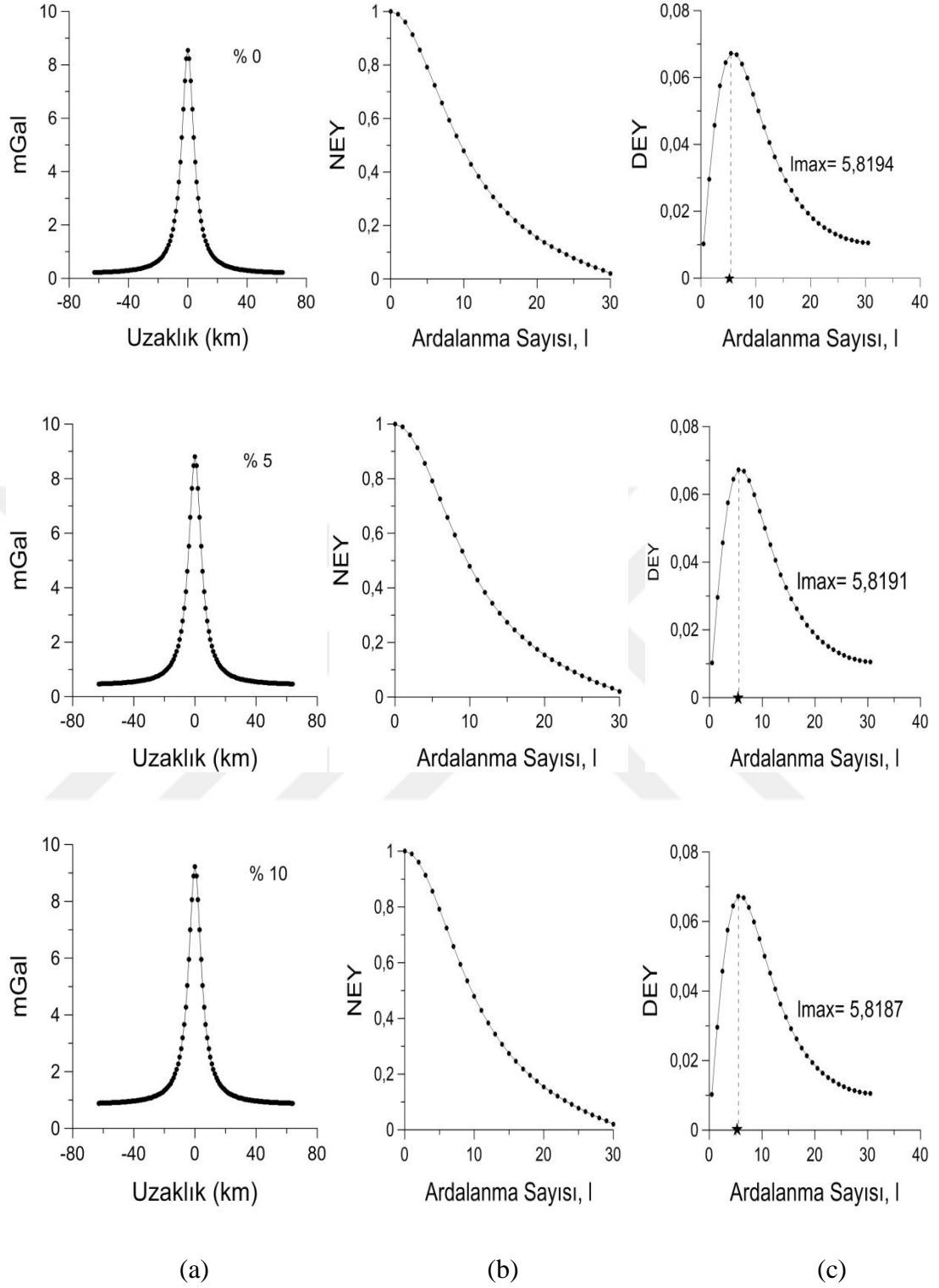
<b>Parametreler</b>	<b>Derinlik (km)</b>
<b>Kabul Edilen Değer</b>	5
<b>Gürültüsüz Yorumlanan Değer</b>	4,989475
<b>% 5 Gaussian Gürültü ile Yorumlanan Değer</b>	4,989366
<b>% 10 Gaussian Gürültü ile Yorumlanan Değer</b>	4,989148

#### **Örnek 4.8**

Yapılan çalışmada, kuramsal yatay sonsuz silindir modelin anomali değerine maksimum değerlerinin % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenmiştir. Oluşan anomali Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek gravite anomalileri, Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrumu eğrileri ve NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrileri elde edilmiştir (Şekil 4.82). DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $I_{max}$  değerleri ilgili bağıntıda 4.2'de yerine yazılarak yapıya ait derinlik hesaplaması yapılmıştır. Elde edilen derinlik değerleri Tablo 4.9' da gösterilmiştir.

İdeal yatay sonsuz silindir yapının gravite anomalilerini hesaplarken kullanılan çeşitli parametreler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Derinlik: 5 km
- Örnekleme aralığı: 1 km
- Profil uzunluğu: 128 km



Şekil 4.82 (a) Sırasıyla maksimum değerinin % 0, % 5 ve % 10'u kadar Gaussian gürültüsü eklenmiş yatay sonsuz silindirik gravite anomalileri (b) NEY eğrileri (c) DEY eğrileri

Tablo 4.9 Kuramsal yatay sonsuz silindir modelindeki Gaussian gürültü etkisi ve Walsh dönüşümünden elde edilen derinlik değerleri

<b>Parametreler</b>	<b>Derinlik (km)</b>
<b>Kabul Edilen Değer</b>	5
<b>Gürültüsüz Yorumlanan Değer</b>	4,929032
<b>% 5 Gaussian Gürültü ile Yorumlanan Değer</b>	4,928778
<b>% 10 Gaussian Gürültü ile Yorumlanan Değer</b>	4,928432

Tablo 4.8 ve Tablo 4.9’da görüldüğü üzere, Gaussian rastgele gürültünün etkisi sunulan teknikte neredeyse önemsizdir. Yapılan çalışma sonucunda, Walsh dönüşümü ile ideal yapıların derinlik hesaplamasında gerçeğe oldukça yakın sonuçlar elde edilmiştir.

#### **4.2 Arazi Verilerine Walsh Dönüşümünün Uygulanması**

Walsh dönüşümü, bir önceki bölümde ideal yapı verilerine uygulanarak yöntemin uygulanabilirliği araştırılmıştı. Bu bölümde ise gerçek arazi verilerine uygulanarak yöntemin geçerliliği kanıtlanmaya çalışılmıştır.

Bu bölümde yapılan çalışmaları kısaca özetlemek gerekirse; çeşitli arazi çalışmalarına ait gravite anomali verileri Walsh dönüşümü ile incelenmiş daha sonra NEY ve DEY spektrum eğrileri elde edilmiştir. Anomalilerinin DEY spektrumlarının maksimum noktalarından elde edilen  $I_{max}$  değerleri bulunmuş, elde edilen bu  $I_{max}$  değerleri uygun kuramsal derinlik denklemlerinde kullanılmış ve derinlik hesaplanmıştır. Son olarak gravite anomalileri Fourier-Güç spektrumu yöntemiyle de değerlendirilmiştir. Elde edilen derinlik değerleri ile Walsh dönüşümünden elde edilen derinlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Anomalilerin değerlendirilmesi aşamasından önce anomaliler üzerinde bir takım işlemler yapılmıştır. Bu işlemleri şu şekilde ifade edebiliriz; Anomaliyi uygun

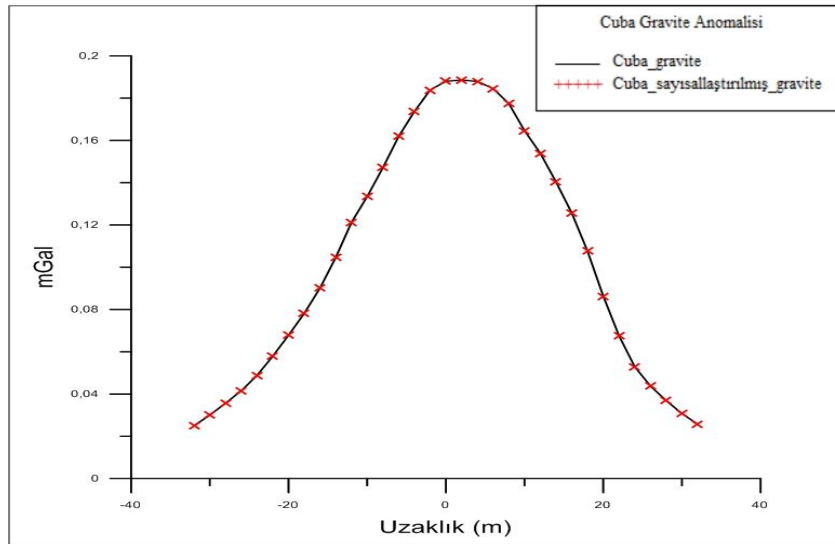


aralıklarla yeniden sayısalılaştırmak, anomali üzerinden anomalinin genliğini değiştirmeyecek bir rejyonel trend geçirme, anomalinin uç noktalarını sıfır değerine yaklaştırmak gerekirse dış değer atama (extrapole) yapılarak anomaliyi x ekseninde uzatmak.

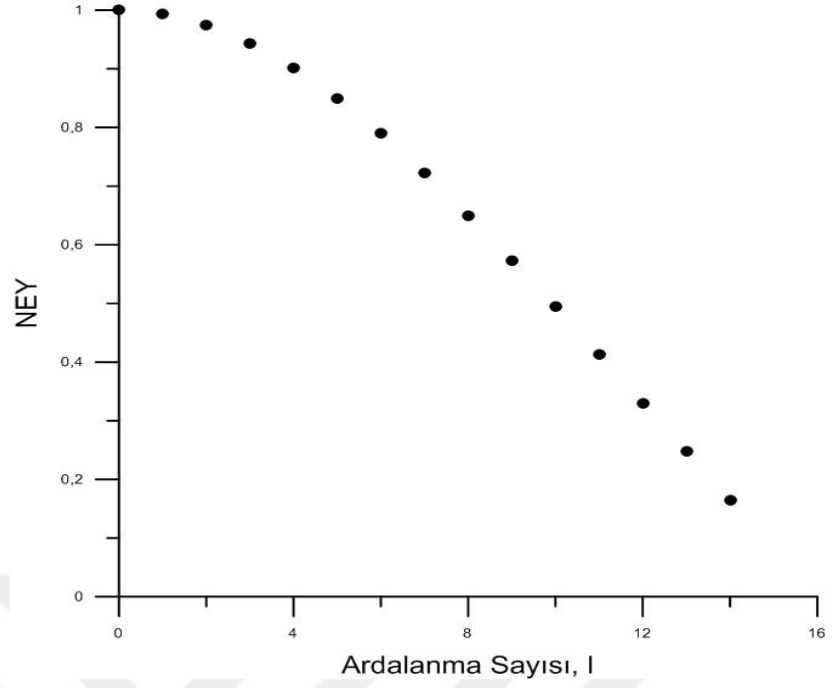
#### 4.2.1 Cuba Anomalisi

Bir kromit cevher yatağı üzerinde uzunluğu 64 metre olan profil 2 metre aralıklarla rneklendirilmiş (Bhattacharyya, 1969) ve reziduel gravite anomalisi Şekil 4.83'te gösterilmiştir (Robinson ve oruh, 1988).

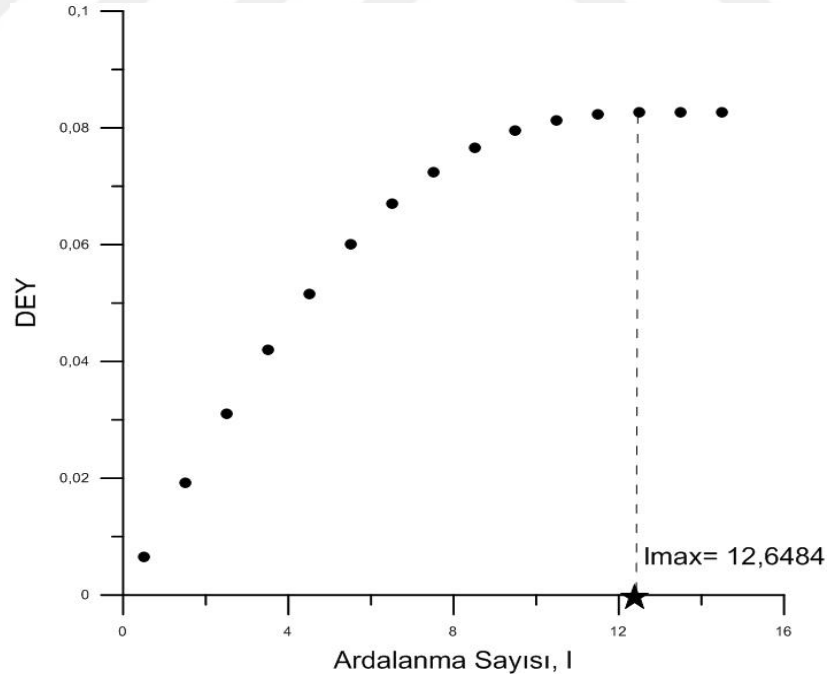
Cuba anomalisinin değerlendirilmesi aşamasından önce, anomali üzerinde anomalinin genliğini değiştirmeyecek Şekilde rejyonel bir trend çıkarılarak anomali uygun aralıklarla sayısalılaştırılmıştır. Bu işlemler yapıldıktan sonra elde edilen veri seti, Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek anomalinin Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi ve NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi elde edilmiştir, sırasıyla Şekil 4.84 ve Şekil 4.85'te gösterilmiştir. Ayrıca grafik üzerinde elde edilen  $I_{max}$  değeri belirtilmiştir.



Şekil 4.83 Bir kromit cevher yatağı üzerindeki (Cuba) reziduel gravite anomalisi (Robinson ve oruh, 1988)

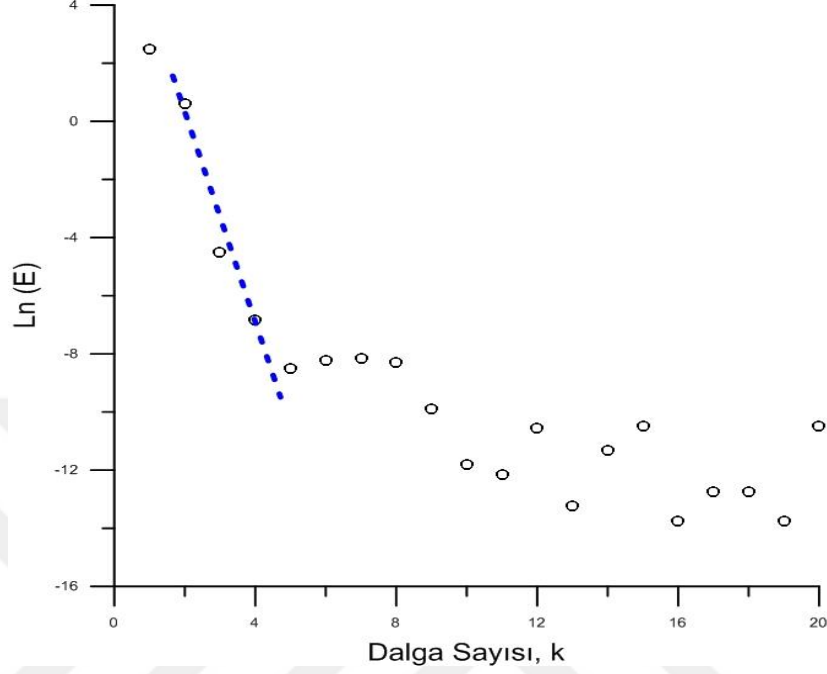


Şekil 4.84 Cuba anomalisinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.85 Cuba anomalisinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluk (DEY) spektrum eğrisi

Cuba anomalisi ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier- Güç spektrum eğrisi (Şekil 4.86) elde edilmiştir.



Şekil 4.86 Cuba anomalisinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Cuba anomalisinin değerlendirilmesi sonucunda, anomaliye neden olan kaynak yapının jeolojik biçiminin kuramsal modellerden küre, yatay sonsuz silindir ve düşey sonsuz silindir ile benzer olduğu düşünülmüş ve DEY spektrum eğrisinin maksimum değeri olan  $l_{max}$  değeri **12,6484** olarak bulunmuştur. Bulanık değer sırasıyla 4.1, 4.2, 4.3'teki bağıntıda yerine konularak derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 4.10'da, elde edilen  $l_{max}$  değeri ile hesaplanan derinlik değerleri ile Fourier-Güç spektrum yöntemiyle elde edilen derinlik değerinin karşılaştırılması yapılmış ayrıca Shaw ve diğer.(1998) araştırmacılar tarafından hesaplanan  $l_{max}$  ve derinlik değerleri verilmiştir.

Anomalinin DEY spektrum eğrisine bakıldığında (Şekil 4.85), eğri üzerinde tek bir maksimum noktası olmadığını görmekteyiz, ancak Walsh yönteminin algoritması gereği  $I_{max}$  değeri olarak DEY spektrum eğrisinin ilk maksimum değerini değerlendirmeye almaktadır.

Tablo 4.10 Cuba anomalisinin Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>CUBA ANOMALİSİ</b>							
<b>Yapılan Çalışma</b>					<b>R.K.Shaw ve diğer.(1998)</b>		
<b>Hesaplanan Derinlik (m)</b>				$I_{max}$ değeri			
<b>Walsh Spektrumu</b>			<b>Fourier Güç Spektrumu</b>		$I_{max}$ değeri	<b>Derinlik (m)</b>	
<b>Küre</b>	<b>Yatay Sonsuz Silindir</b>	<b>Düşey Sonsuz Silindir</b>				<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier Güç Spektrumu</b>
27,573	21,426	12,485	19,311	12,648	9,22	21,6	19,6

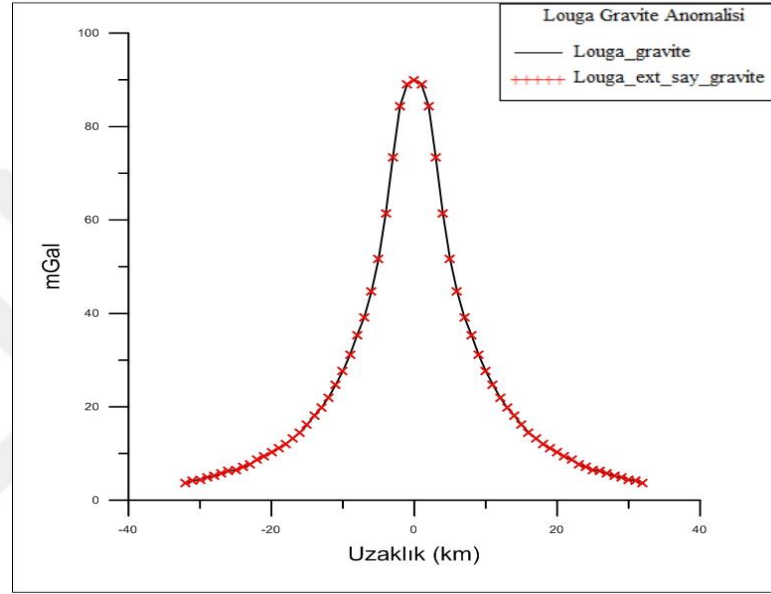
Tablo 4.10’da görüldüğü üzere, çalışma sonucunda elde edilmiş derinlik değerleri ile Shaw ve diğer.(1998) araştırmacılar tarafından hesaplanan derinlik değerlerinin birbirine yakın sonuçlar olduğu gözlemlenmiştir.

#### **4.2.2 Louga Anomalisi**

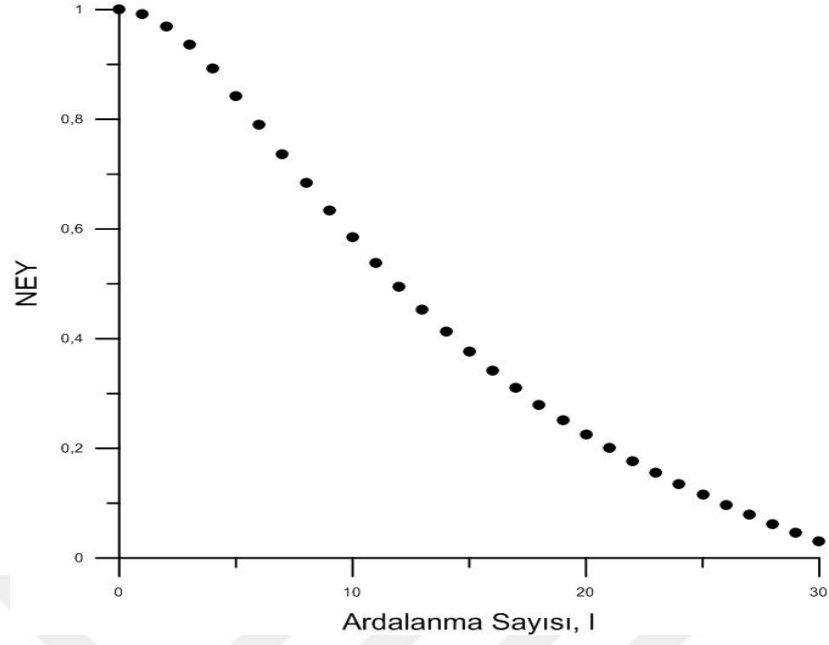
Louga alanı üzerinde 64 km profil uzunluğu ve 1 km örnekleme aralığı ile alınan gravite anomalisi Şekil 4.87’de gösterilmiştir (Nettleton, 1976).

Louga anomalisinin değerlendirilmesi aşamasından DEY spektrumundan bir  $I_{max}$  değeri elde edilememiştir. Bunun nedeni olarak anomalinin uç değerlerinin sıfır değerinden uzak olması düşünülmüş bu sebeple sorunu çözmek için anomali, uç değer atama (extrapolasyon) yapılarak genişletilmiştir. Daha sonra anomali üzerinde anomalinin genliğini değiştirmeyecek şekilde rejyonel bir trend çıkarılarak, anomali

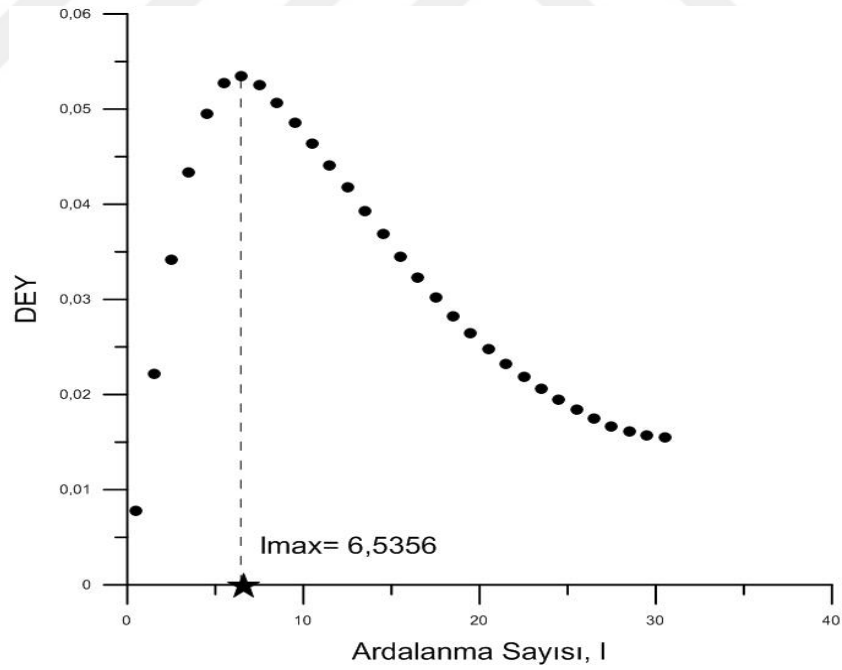
uygun aralıklarla sayısallaştırılmıştır. Bu işlemler yapıldıktan sonra elde edilen veri seti Walsh dönüşümü ile değerlendirilerek, Normalize Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi ve anomalinin NEY spektrumun ardışık noktaları arasındaki fark olan Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi elde edilmiş ve sırasıyla Şekil 4.88 ve Şekil 4.89’da gösterilmiştir. Grafik üzerinde elde edilen  $I_{max}$  değeri belirtilmiştir.



Şekil 4.87 Louga alanı üzerindeki gravite anomalisi (Nettleton, 1976)

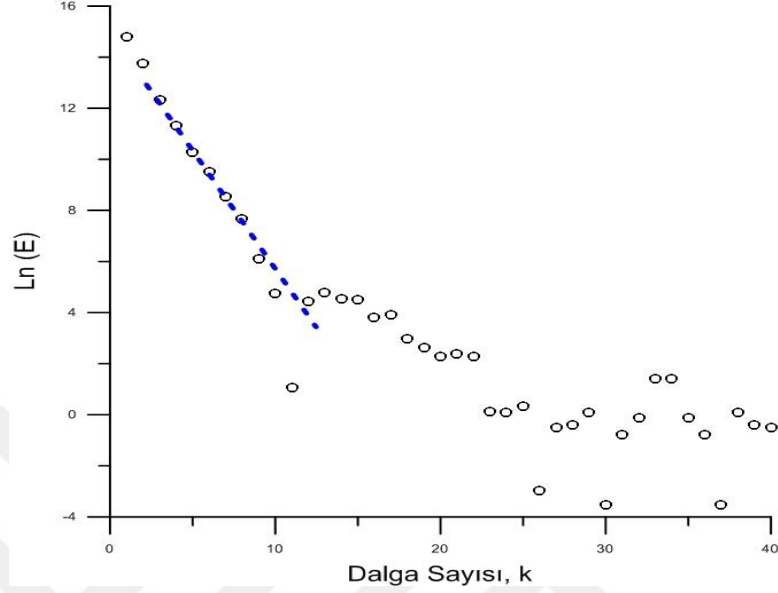


Şekil 4.88 Louga anomalisinin Walsh dönüşümü Normalize edilmiş Enerji Yoğunluk (NEY) spektrum eğrisi



Şekil 4.89 Louga anomalisinin Walsh dönüşümü Diferansiyel Enerji Yoğunluğu (DEY) spektrum eğrisi

Louga anomalisi ayrıca Fourier-Güç spektrumu yöntemi ile de değerlendirilmiş ve Fourier- Güç spektrum eğrisi elde edilmiştir (Şekil 4.90).



Şekil 4.90 Louga anomalisinin Fourier-Güç spektrum eğrisi ve eğim çizgisi

Louga anomalisinin değerlendirilmesi sonucunda DEY spektrum eğrisinin maksimum değeri olan  $l_{max}$  değeri **6,5356** olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer, anomaliye neden olan kaynak yapının jeolojik biçiminin kuramsal modellerden küre ile benzer olduğu düşünülmüş ve 4.1'deki bağıntıda yerine konularak derinlik hesaplaması yapılmıştır.

Tablo 4.11'de, elde edilen  $l_{max}$  değeri ile hesaplanan derinlik değeri ile Fourier-Güç spektrum yöntemiyle elde edilen derinlik değerinin karşılaştırılması yapılmıştır ayrıca Shaw ve diğer.(1998) araştırmacılar tarafından hesaplanan  $l_{max}$  ve derinlik değerleri verilmiştir.

Tablo 4.11 Louga anomalisinin Walsh ve Fourier dönüşümlerinden elde edilen derinlik değerleri

<b>LOUGA ANOMALİSİ</b>					
<b>Yapılan Çalışma</b>			<b>R.K.Shaw ve diğer.(1998)</b>		
$l_{max}$ değeri	<b>Hesaplanan Derinlik (km)</b>		$l_{max}$ değeri	<b>Derinlik (km)</b>	
	<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>		<b>Walsh Spektrumu</b>	<b>Fourier-Güç Spektrumu</b>
	<b>Küre</b>				
6,5356	7,8361	5,8390	7,80	9,35	7,70

Yapılan çalışma sonucu Tablo 4.11’de, Shaw ve diğer.(1998) araştırmacılar tarafından hesaplanan derinlik değerleri ile bulunan sonuçların birbiriyle uyumlu oldukları görülmektedir.



## **BÖLÜM BEŞ**

### **SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında kuramsal ve gerçek yapıların gravite anomalileri Walsh dönüşümü kullanılarak değerlendirilmiş, anomaliye sebep olan kaynak yapıların derinliklerinin hesaplanması yapılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan Örnek 4.1, 4.2 ve 4.3'te, kuramsal kaynak modeli olarak belli bir jeolojik yapı geometrisi olan küre modeli seçilmiş ve bu kaynak yapı üzerinde farklı derinliklerde, farklı profil uzunlukları gibi etkenler incelenmiştir. Walsh ve Fourier yöntemleriyle elde edilmiş olan derinlik değerlerinin karşılaştırılması neticesinde, değerlerin birbiriyle oldukça uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Örnek 4.4 ve 4.5'te; kuramsal kaynak modeli olarak ideal bir yatay sonsuz silindir yapı seçilmiş ve belli bir derinliğe sahip bu kaynak yapı üzerinde, değişen örnekleme aralığı ve değişen profil uzunlukları gibi etkenler, kuramsal uygulama Örnek 4.6'da ise kaynak yapı olarak seçilen düşey sonsuz silindir modelinin farklı uzunluğa sahip profillerinin Walsh dönüşümündeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ideal yapılara ait elde edilen derinlik değerleri gerçeğe oldukça yakın sonuçları bize sunmuştur.

Son kuramsal çalışma Örnek 4.7 ve 4.8'de Gaussian rastgele gürültü etkisi incelenmiş ve değerlendirme sonucunda; derinlik hesaplamalarında gürültü anomalilerin gürültüsüz anomaliden çok farklı olmadığı, elde edilen derinlik değerlerinin birbiriyle uyum gösterdiği görülmüştür. Bu sebeple uygulanan teknikte Gaussian rastgele gürültü etkisinin göz ardı edilebilecek kadar az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İdeal yapıların incelenmesi ardından Walsh dönüşümünün arazi verilerine uygulanabilirliği incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmada Cuba gravite

anomali (Robinson ve Çoruh, 1988) ve Louga gravite anomali (Nettleton, 1976) değerlendirilmiştir.

Tablo 5.1 Walsh dönüşümü ve önceki çalışma sonucu elde edilen derinlik değerleri

Arazi Anomalileri	Referans Alınan Çalışma R.K.Shaw ve diğer.(1998)			Yapılan Çalışma		
	$I_{max}$ değeri	Hesaplanan Derinlik		$I_{max}$ değeri	Hesaplanan Derinlik	
		Walsh S.	Fourier Güç S.		Walsh Spektrumu	Fourier Güç Spektrum
					Küre Modeli	
<b>Cuba</b>	9,22	21,6 m	19,6 m	12,648	27,573 m	19,311 m
<b>Louga</b>	7,80	9,35 km	7,70 km	6,5356	7,8361 km	9,35 km

Yukarıdaki Tablo 5.1 incelendiğinde; Cuba ve Louga gravite anomalilerinin Walsh dönüşümü ile değerlendirilmesi ve yorumlama aşamasında küre modelinin kullanılması sonucunda, elde edilen derinlik değerleri karşılaştırıldığında sonuçların birbiri içerisinde uyumlu ve birbirine yakın derinlik değerleri olduğu sonucu elde edilmiştir.

Çalışmalar sonucunda, güvenilir bir derinlik tahmini için bu tekniğin Fourier dönüşümüne göre daha basit ve daha hızlı çözüme ulaştıran bir algoritmaya sahip olduğu sonucu elde edilmiştir. Ayrıca Fourier dönüşümünde karşılaşılan Gibbs olgusunun uygulanan bu teknikte sorun işgal etmediği gözlenmiştir.

İdeal yapı üzerinde farklı derinliklerde değişen profil uzunlukları, değişen örnekleme aralığı, Gaussian rastgele gürültü gibi etkenlerin araştırılması neticesinde, Walsh dönüşümü ile yapılan derinlik hesaplamasında sonucu olumsuz yönde etkilemediği gözlemlenmiştir.

İleride yapılacak olan araştırmalarda dikkate alınması gereken hususlar ise; arazi çalışması sırasında öncelikle aranılan yapının olası derinliği ve kullanılan yöntem etki derinliği göz önünde tutularak uygun bir örnekleme aralığı ile veri değerlendirilmelidir. Anomali profilinin kısıalığı, yetersiz örnekleme aralığı, verinin eşit aralıklarla örneklenmemiş olması gibi hususlar anomalinin sağlıklı değerlendirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca anomaliye ve aranılan yapıya uygun olan geometrik model bağıntısı belirlenerek kaynak yapının derinliği hesaplanmalıdır.

Sonuç olarak; arazi verileri, küre, yatay sonsuz silindir ve düşey sonsuz silindir gibi kuramsal ideal yapıların neden olduğu gravite anomalilerin yorumlanmasında Walsh dönüşümlerinin uygulanabilirliği bu tez kapsamında kanıtlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Ahmed, N. ve Rao, K.R. (1975). *Orthogonal transforms for digital signal processing*. Springer-Verlag.
- Alpaslan, N. ve Koca, D. (2012). Petrol arama çalışmalarında kullanılan jeofizik yöntemlere genel bir bakış. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2/1, 157-170
- Bath, M. ve Burman, S. (1972). Walsh spectroscopy of Rayleigh waves caused by underground explosions, *Proceeding. Symposium. Applications Walsh Functions*, Washington, DC, 48–63.
- Beauchamp, K.G. (1975). *Walsh functions and their applications*. Academic Press.
- Bhattacharyya, B.K. (1969). Bicubic spline as a method for treatment of potential field data. *Geophysics*, 34, 402–423.
- Bois, P. (1972). Analyse sequentielle. *Geophysical Prospecting*, 20, 497–513.
- Chen, C. (1972). Walsh domain processing of marine seismic data, *Proceeding. Symposium. Applications of Walsh Functions*, Washington, DC, 64–67.
- Chen, C.H. ve Boucher, R.E. (1973). Further results on Walsh domain processing of marine seismic data, *Proceeding. Symposium. Applications 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 ve diğer.(1967). 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 electroencephalogram, the load pressure wave, and the electrocardiogram, *Proceedings. Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 60, 1137-1164.
- Gubbins, D., Scollar, I. ve Wisskirchen, P. (1971). Two dimensional digital filtering with Haar and Walsh transforms. *Annales de Geophysique*, 27, 85–104.
- Harmuth, H.F. (1972). *Transmission of information by orthogonal functions*. Springer-Verlag.
- Keating, P. (1992). Density mapping from gravity data using the Walsh transform. *Geophysics*, 57, 637-642.
- 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.
- Mokhtar, T.A. (2007). Application of Walsh Transform to interpret residual Magnetic anomalies due to simple geometrically shaped causative targets, *Journal Earth Science*, 18,139-155.
- 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.
- Nettleton, L.L. (1976). *Gravity and magnetics in oil prospecting*. McGraw-Hill Book.

- Pal, P.C. (1991). A Walsh sequency filtration method for integrating the resistivity log and sounding data. *Geophysics*, 56,1259–1266.
- Robinson, E.S. ve Çoruh, C. (1988). *Basic exploration geophysics*, Wiley.
- Pınar, R. ve Akçığ Z. (1995). *Jeofizikte sinyal kuramı ve dönüşümler*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları, No: 3, 1-5.
- 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. ve Agarwal, B.N.P. (1990). The application 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. (1998). Walsh spectra of gravity anomalies over some simple sources. *Journal of Applied Geophysics*, 40, 179-186.
- Spector, A. ve Bhattacharyya, B.C. (1966). Energy spectrum and autocorrelation function of anomalies due to simple magnetic models. *Geophysical, Prospecting*, 14, 242-272.
- Spector, A. ve Grant, F.S. (1970). Statistical models for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics*, 35, 293-302
- Tadokoro, Y. ve Higuchi, T. (1978). Discrete fourier transform computation via the Walsh transform. *Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ASSP -26*, No.3.
- Walsh, J. L. (1923). A closed set of orthogonal functions, *American Journal of Mathematics*, 55, 5-24.

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.

Yılmaz, O. (1987). Seismic data processing. *Society of Exploration Geophysicists, Investigations in Geophysics Series*, 2, 62-81.

